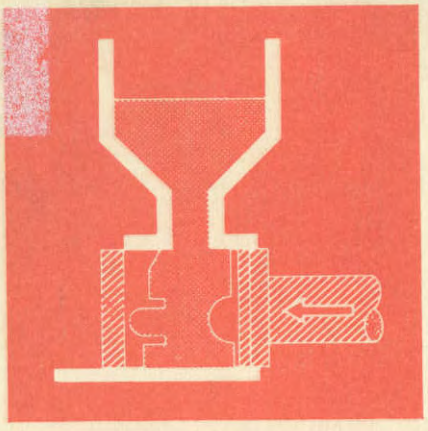
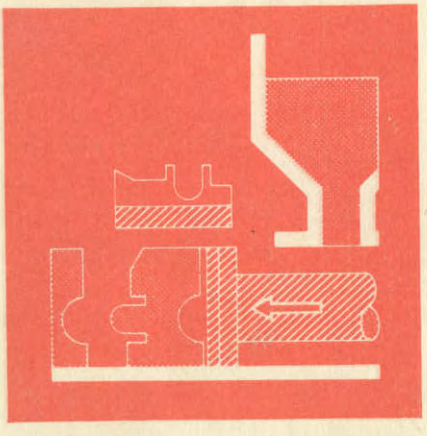
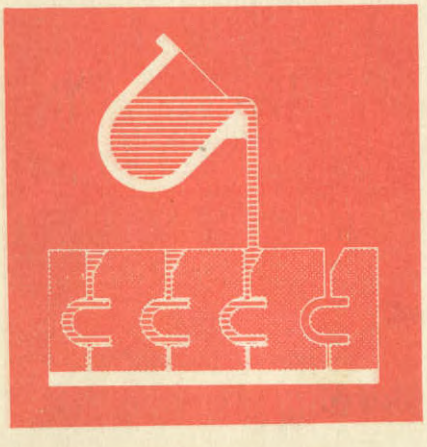
MAŠINSKI FAKULTET
UNIVERZITETA U BEOGRADU





ĐORĐE ZRNIĆ
MIOMIR PROKIĆ
PREDRAG MILOVIĆ

PROJEKTOVANJE LIVNICA



BEOGRAD, 1985.

U N I V E R Z I T E T U B E O G R A D U

ĐORĐE ZRNIĆ
MIOMIR PROKIĆ
PREDRAG MILOVIĆ

PROJEKTOVANJE LIVNICA

MAŠINSKI FAKULTET
Beograd, 1985.

Dr Djordje Zrnić, red. profesor
Miomir Prokić, dipl.ing.
Mr Predrag Milović, docent

P R O J E K T O V A N J E L I V N I C A

IV dopunjeno i preradjeno izdanje

RECENZENTI
Dragutin Popović, red. profesor
Dr Sava Dedijer, red. profesor

IZDAVAČ
Mašinski fakultet
Univerziteta u Beogradu
Beograd, 27. marta 80

Štampanje odobrila
Komisija za izdavačku delatnost
Mašinskog fakulteta
08. 11. 1984.

UREDNIK
Dragutin Popović, red. profesor

TIRAŽ 500 primeraka

ŠTAMPA: Zavod za grafičku tehniku
tehnološko-metalurškog fakulteta
Beograd, Karnedžijeva 4

Knjiga se štampa uz dotaciju Univerziteta.

Preštampavanje ili umnožavanje nije dozvoljeno.

PREDGOVOR PRVOM IZDANJU

Ovo uputstvo je prvenstveno namenjeno studentima VIII semestra proizvodnog smera, kao priručnik za izradu projekata iz fabričkih postrojenja.

Skripta sadrže materijal potreban za izradu idejnih projekata novih postrojenja i rekonstrukciju već postojećih objekata, tako da mogu korisno da posluže i ostalim stručnjacima koji se bave projektovanjem livnica i mehanizacije unutrašnjeg transporta.

Ovom prilikom želimo da se zahvalimo na pomoći i korisnim savetima profesoru Mašinskog fakulteta Ing. Dragutinu Popoviću.

Autori se takodje zahvaljuju Odboru za izdavanje skripata Mašinskog fakulteta u Beogradu i njegovim saradnicima na zalaganju oko izdavanja ove knjige.

Beograd, 1.III. 1966.g. *A u t o r i*

PREDGOVOR DRUGOM IZDANJU

Projektovanje livnica je drugo prošireno i preradjeno izdanje knjige Uputstvo za projektovanje livnica. Materijal iz prethodnog izdanja je sistematizovan i dopunjen novim podacima. Ovo izdanje sadrži nova poglavlja (21, 22, 23, 24 i 26) neophodna za izradu kompletnog projekta livnice.

Koristimo ovu priliku da se zahvalimo prof. Mašinskog fakulteta Dragutinu Popoviću, dipl.inž., na pomoći koju nam je ukazao prilikom izrade ove knjige. Takodje se zahvaljujemo upravniku Skriptarnice dipl.fil. M.Nikoliću na zalaganju oko izdavanja ove knjige, kao i čika Aci Petroviću na tehničkoj obradi knjige.

Beograd, 19.VI.1970.g. *A u t o r i*

PREDGOVOR TREĆEM IZDANJU

Treće izdanje knjige Projektovanje livnica je prošireno i preradjeno II izdanje ovog priručnika, koji je štampan u izdanju Mašinskog fakulteta 1970. god. Materijal iz prethodnog izdanja je sistematizovan i dopunjen savremenim rešenjima i novim tehnološkim procesima u proizvodnji odlivaka. Proširena su i dopunjena novim podacima poglavlja koja obradjuju opštu problematiku projektovanja fabrika.

Koristimo ovu priliku da se zahvalimo profesoru Mašinskog fakulteta DRAGUTINU POPOVIĆU na obavljenoj recenziji i pomoći koju nam je ukazao prilikom izrade ove knjige.

Takodje se zahvaljujemo upravniku Skriptarnice MILANU VUKOVIĆU na zalaganju oko izdavanja knjige, kao i BRANISLAVI DAŠIĆ na tehničkoj obradi knjige.

Beograd, februara 1978.godine *A u t o r i*

PREDGOVOR ČETVRTOM IZDANJU

Četvrto izdanje knjige Projektovanje livnica je dopunjeno i preradjeno treće izdanje priručnika, koji je štampan u izdanju Mašinskog fakulteta 1978. godine. Materijal iz prethodnog izdanja je dopunjen savremenim tehnološkim rešenjima, proširena i sistematizovana su poglavlja koja obuhvataju opštu problematiku projektovanja, projektovanje skladišta i unutrašnjeg transporta. Sistem mera je prilagodjen zakonskim propisima.

Pored rada na redovnoj nastavi iz predmeta fabrička projektovanja, priručnik će koristiti poslediplomcima grupe za "Projektovanje fabrika". Takodje knjiga može da koristi stručnjacima u praksi koji se bave projektovanjem livnica i drugih proizvodnih postrojenja.

Koristimo ovu priliku da se zahvalimo profesorima Mašinskog fakulteta Dragutinu Popoviću i Dr. Savi Dedijeru na obavljenoj recenziji.

Takodje se zahvaljujemo Milomiru Bogosavljeviću na tehničkoj obradi knjige, kao i Milanu Vukoviću, rukovodiocu izdavačkog servisa na zalaganju oko izdavanja knjige.

Beograd, marta 1985.godine *A u t o r i*

S A D R Ž A J

	Strana
1. UVOD (Dj.Zrnić)	1
1.01. Cilj projektovanja	1
1.02. Izgradnja investicionih objekata	2
1.03. Izrada i prikupljanje predprojektne dokumentacije. Prethodne analize	3
1.04. Projektni zadatak	4
1.05. Izbor lokacije	5
1.06. Program proizvodnje	6
1.07. Obim proizvodnje i tehnički kapacitet livnice	9
1.08. Sastav livnica	9
1.09. Podela livnica	11
1.10. Dopuštene i nedopuštene kombinacije pojedinih vrsta liva u jednoj livnici	23
1.11. Osnovni tehničko-ekonomski pokazatelji	24
Literatura	34
2. OPŠTA UPUTSTVA ZA PROJEKTOVANJE LIVNICA (Dj.Zrnić)	35
2.01. Sadržaj tehnološkog projekta	35
2.02. Obavezni opšti prilozi u projektu	37
2.03. Uslovi za projektovanje	37
2.04. Potrebne saglasnosti na investiciono-tehničku dokumentaciju od strane nadležnih organa i organizacija	37
2.05. Tehnološki projekat	37
2.06. Dokumentacija tehnološkog projekta	38
2.07. Postupak projektovanja	39
2.08. Režim rada	41
2.09. Fond vremena rada	42
2.10. Proračun proizvodne opreme	42
2.11. Proračun radne snage	44
Literatura	44

Strana

3. RAZMEŠTAJ OPREME I PROSTORA (Dj.Zrnić) 45
3.01. Formiranje prostorne strukture livnice 46
3.02. Odredjivanje transportnog učinka 48
3.03. Matrica OD - DO 49
3.04. Matrica medjuzavisnosti aktivnosti 50
3.05. Metoda trougla 54
3.06. Metoda krugova 58
3.07. Programi za razmeštaj opreme 59
Literatura 63

4. TEHNOLOŠKI PROCES LIVNICE (M.Prokić) 64
5. TOPIONICA (M.Prokić) 66
5.01. Izbor peći 67
5.02. Proračun kapaciteta kupolnih peći 69
5.03. Izbor tipa peći 74
5.04. Predpećica 77
5.05. Proračun kapaciteta elektro indukcione peći 80
5.06. Proračun kapaciteta elektro lučnih peći 90
5.07. Površina odeljenja topionice 93
Literatura 93

6. IZBOR NAČINA ŠARŽIVANJA (P.Milović)..... 94
6.01. Ručno šaržiranje 94
6.02. Mehanizovano šaržiranje 95
6.03. Šaržiranje pomoću mosnih i jednošinih dizalica 96
6.04. Šeme pojedinih postrojenja za šaržiranje kupolnih peći... 97

7. KALUPOVANJE (M.Prokić) 102
7.01. Analiza definitivnog programa kaluparnice 105
7.02. Ručna izrada kalupa 106
7.03. Kalupovanje u suvom kalupu 108
7.04. Mašinska izrada kalupa 109
7.05. Medjusobni položaj mašina 125
7.06. Kalupovanje bez kalupnika 136
7.07. Izrada kalupa sa samoočvršćavajućim vezivima 144
7.08. Dispozicija linije kokilnog livenja 147
7.09. Radna snaga 149
7.10. Površina kaluparnice 149
Literatura 149

Strana

8. PRIPREMA PESKA (M.Prokić) 150
8.1. Proračun potrebne količine peska 151
8.2. Izbor pripreme peska 153
8.3. Podaci za projektovanje nestandardnih priprema peska u sklopu odelenja za kalupovanje 156
8.4. Hladjenje kaluparskog peska 162
8.5. Opšte o pripremi peska 166
8.6. Regeneracija peska 166
8.7. Površine pripreme peska 174
8.8. Radna snaga 174
Literatura 174

9. JEZGRARNICE (M.Prokić) 175
9.1. Program proizvodnje jezgrarnice 176
9.2. Proračun mašine za izradu jezgara 177
9.3. Izbor tipa mašina za izradu jezgara. Klasifikacija mašina za izradu jezgara 177
9.4. Priprema peska za jezgra 184
9.5. Transport pripremljenog peska za jezgra 188
9.6. Sušenje jezgara 189
9.7. Završna obrada jezgara 197
9.8. Primeri organizacije radnih mesta u jezgarnicama 198
9.9. Normativ montaže jezgara 199
9.10. Površina jezgrarnice 199
9.11. Radna snaga 200
Literatura 200

10. ODELJENJE ZA ČIŠĆENJE (Dj.Zrnić) 201
10.01. Program proizvodnje čistionice 201
10.02. Tehnološki proces čistionice 201
10.03. Proračun potrebnih kapaciteta i odredjivanje površine čistionice 202
10.04. Istresanje odlivaka 203
10.05. Hladjenje odlivaka 205
10.06. Odbijanje ulivnog sistema 206
10.07. Grubo čišćenje (izbijanje jezgara) 206
10.08. Čišćenje odlivaka sačmom 209

Strana

10.09. Obrubljivanje odlivaka 218
10.10. Brušenje odlivaka 219
10.11. Popravka odlivaka 222
10.12. Termička obrada odlivaka 222
10.13. Ponovno čišćenje 222
10.14. Kontrola odlivaka 222
10.15. Specijalni postupci za čišćenje odlivaka 222
10.16. Gruba obrada i obrada repernih tačaka 222
10.17. Raspored radnih mesta i transport odlivaka u čistionici 223
10.18. Manipulatori i roboti 226
10.19. Normativi čišćenja 229
Literatura 236

11. TERMIČKA OBRADA ODLIVAKA (M.Prokić)..... 237
12. BOJENJE ODLIVAKA (M.Prokić)..... 239
13. KONTROLA KVALITETA I LABORATORIJE (M.Prokić)..... 239
13.01. Laboratorije 240
13.01.01. Hemijska laboratorija..... 240
13.01.02. Mehaničko-metalografska laboratorija 240
13.01.03. Laboratorija za pesak 241
Literatura 242

14. POMOĆNA ODELENJA (Dj.Zrnić) 242
14.01. Remontno odelenje 242
14.02. Priručni magacin modela 244
14.03. Magacin potrošnog materijala i HTZ-a 244
14.04. Magacin rezervnih delova 244

15. SKLADIŠTA (Dj.Zrnić) 244
15.01. Proračun skladišta sirovina 246
15.02. Normativi zaliha i potrebnih količina materijala 250
15.03. Odredjivanje ukupne površine skladišta 254
15.04. Mehanizacija skladišta 258
15.04.01. Istovar vagona 258
15.04.02. Transport materijala na skladištu 259
15.05. Primeri izvedenih skladišta 259

Strana

15.06. Uskladištenje gotovih proizvoda 262
15.06.01. Prijem 263
15.06.02. Glavno skladište 263
15.06.03. Prikupljanje i sortiranje porudžbina..... 268
15.06.04. Pakovanje 269
15.06.05. Utovar i otprema 269
15.06.06. Sistem za upravljanje i kontrolu rada skladišta 270
15.06.07. Planiranje toka materijala..... 270
15.07. Oblikovanje prostora skladišta gotovih proizvoda 271
15.08. Odredjivanje površine skladišta 274
15.08.01. Ručno uskladištenje robe 274
15.08.02. Blok skladište 275
15.08.03. Skladišta sa reglima 276
15.09. Proračun skladišta gotovih proizvoda 280
15.10. Priprema materijala 282
Literatura 285

16. SNABDEVANJE ENERGIJOM (Dj.Zrnić) 286
16.01. Energetske karakteristike proizvodnih procesa 286
16.02. Snabdevanje električnom energijom 289
16.03. Snabdevanje toplotnom energijom 290
16.04. Komprimovani vazduh 290
16.05. Snabdevanje vodom 292
16.06. Snabdevanje gorivom 293
Literatura 293

17. TRANSPORT I TRANSPORTNA SREDSTVA U LIVNICAMA (P.Milović)..... 294
17.01. Električne dizalice 296
17.01.01. Mosne dizalice 296
17.01.02. Proračun dizalica 304
17.01.03. Električna vitla 306
17.02. Skip uredjaji 307
17.03. Uredjaji neprekidnog transporta 312
17.03.01. Trakasti transporteri 312
17.03.02. Kofičasti transporteri 323
17.03.03. Pločasti transporteri 327
17.03.04. Transporteri sa zavojnim vretenom - pužni transporteri 328

Strana

17.03.05. Valjkasti transporteri - rolganzi 330
17.03.06. Livnički konvejeri 340
17.04. Pneumatski transport 348
17.05. Mobilni transportni uredjaji 354

18. BUNKERI (P.Milović) 355
18.01. Pravougaoni bunkeri 356
18.02. Okrugli bunkeri 361
18.03. Zatvarači bunkera 364
18.04. Dodavači 367

19. LIVAČKI LONCI (P.Milović) 372
20. DISPOZICIONI PLAN (Dj.Zrnić) 381
Literatura 387
21. ZGRADE LIVNICA (Dj.Zrnić) 388
21.01. Prizemne zgrade 391
21.02. Spratne zgrade 392
21.03. Prirodno osvetljenje zgrada 395
21.04. Specifičan pritisak na pod od različitih vrsta opterećenja (kN/m^2) 399
Literatura 399
22. SITUACIONI PLAN (Dj.Zrnić) 400
22.01. Odredjivanje veličine terena 403
22.02. Položaj zgrade livnice u odnosu na druge zgrade fabrike 408
22.03. Položaj zgrade livnice u odnosu na naseljena mesta 408
22.04. Primeri.Situacioni plan pojedinih izvedenih livnica 409
Literatura 410

23. GREJANJE, PROVETRAVANJE I OTPRAŠIVANJE (Dj.Zrnić) 411
23.01. Grejanje 411
23.02. Provetravanje i otprašivanje 414
23.03. Zaštita okoline livnice 420
Literatura 421

24. VEŠTAČKO OSVETLJENJE (Dj.Zrnić) 422
Literatura 430
25. PRIMERI IZVEDENIH LIVNICA (Dj.Zrnić) 431
Literatura 439

1. U V O D

1.01. Cilj projektovanja

Da bi se otklonila razlika izmedju potreba tržišta i obima postojeće proizvodnje, za datim proizvodom, mogu da budu izabrani sledeći osnovni putevi:

1. Povećanje obima proizvodnje, boljim iskorišćenjem postojećih proizvodnih kapaciteta,
2. Rekonstrukcija postojećih fabrika, i
3. Izgradnja novih fabrika.

Projektovanje je sredstvo pomoću koga se postiže odredjeni cilj i predstavlja polaznu kariku u nizu aktivnosti koje dovode do izrade odredjenog proizvoda. Projektovanje je prva i osnovna etapa investicione izgradnje kojom se obezbedjuje izgradnja novih i rekonstrukcija postojećih fabrika.

Projektovanje proizvodnih objekata predstavlja složeni proces u kome se rešavaju mnoga različita pitanja tehničkog, organizacionog i ekonomskog karaktera. Tako, da je odnosni cilj projektovanja izrada fabrika i radionica koje treba da zadovolje sve uslove i zahteve postavljene od investitora, a da se pri tome da savremeno tehničko rešenje koje zadovoljava ekonomske uslove i obezbedi izrada visoko kvalitetnih proizvoda.

Zadatak projektanata (timski rad) je da na osnovu granica koje diktiraju tehnički i ekonomski uslovi reše povoljno funkcionisanje datog procesa i da omoguće proizvodnju definisanu projektnim zadatkom. Probleme u projektovanju treba rešavati kompleksno tako da je tim koji radi na ovim poslovima sastavljen od stručnjaka raznih specijalnosti.

Projekat treba da sadrži kompletnu studiju procesa proizvodnje primenjujući savremenu tehnologiju, produktivnu opremu i najefektivnije metode proizvodnje.

Kod izrade projekta proizvodnog industrijskog postrojenja utvrdjen je postupak projektovanja i u njemu su odredjeni sadržaj, sastav i redosled razrade projekta prema kojem treba da se ostvari izgradnja novih, proširenje i rekonstrukcija postojećih objekata.

1.02. Izgradnja investicionih objekata

Izgradnja i rekonstrukcija objekata je regulisana Zakonom koji je objavljen u službenom Glasniku SRS br.10/84. Odredbe ovog Zakona odnose se na izradu tehničke dokumentacije i izgradnju i rekonstrukciju objekata. U daljem tekstu je dat izvod iz Zakona o izgradnji objekata.

Pod objektom podrazumeva se sam gradjevinski objekat ili gradjevinski objekat sa ugradjenim instalacijama, uredjajima, postrojenjima i opremom koji služe nameni objekta i obezbedjuju njegovu funkcionalnost predvidjenu investicionim programom, ili same instalacije, uredjaji, postrojenja i oprema, ako čine tehničko-tehnološku i funkcionalnu celinu.

Pod izgradnjom objekta podrazumeva se izvodjenje gradjevinskih i zanatskih radova, ugradjivanje i montaža uredjaja, postrojenja i opreme.

Pod rekonstrukcijom objekta podrazumeva se izvodjenje radova kojim se menja namena ili funkcionalnost prostorija, odnosno objekta; zamena instalacija, uredjaja, postrojenja i opreme ili promena tehnološkog procesa proizvodnje.

Investicioni program je elaborat kojim se analiziraju ekonomski, tehnički i drugi uslovi za izgradnju investicionog objekta i opravdanost izgradnje tog objekta.

Investicioni program sadrži: opis objekta sa podacima o njegovoj nameni; kapacitet i program proizvodnje, odnosno eksploatacije objekta; podatke o vodoprivrednim, energetskim i saobraćajnim uslovima za odgovarajuće područje; vrednost gradjevinskog objekta, instalacija, opreme, postrojenja i montaže; izvore, visinu i način obezbedjenja finansijskih sredstava, rok trajanja izgradnje itd.

Tehnička dokumentacija sadrži: odgovarajuće projekte (arhitektonsko-gradjevinski, tehnološki, mašinski, instalacija itd.), tehnički opis, statičke i druge proračune, predmer i predračun, detalje za izvodjenje radova i druge priloge utvrdjene zakonom.

Tehnička dokumentacija izradjuje se u skladu sa uslovima utvrdjenim prostornim odnosno urbanističkim planom i zavisno od vrste objekta i njegove lokacije, u skladu sa vodoprivrednim, sanitarnim, saobraćajnim, energetskim, geološkim i drugim propisanim uslovima.

Investitor može da ustupi izradu tehničke dokumentacije organizaciji koja je registrovana za vršenje te delatnosti, ili organizacija udruženog rada može da vrši izradu tehničke dokumentacije za svoje potrebe ako ispunjava zakonske uslove (čl.31).

Tehnička dokumentacija podleže tehničkoj kontroli. Tehnička kontrola dokumentacije sastoji se iz provere da li je dokumentacija izradjena u skladu sa odredbama ovog Zakona. Tehničku kontrolu može da vrši organizacija udruženog rada koja je registrovana za izradu odgovarajuće vrste tehničke dokumentacije.

Izgradnja odnosno rekonstrukcija investicionog objekta može se započeti kada se pribavi odobrenje za izgradnju.

Izgradnja investicionog objekta može da se podeli u tri faze:

1. Izrada investicionog programa sa idejnim projektom
2. Izrada glavnog projekta
3. Izvodjenje objekta i nadzor.

Investicioni program treba da obrazloži opravdanosti investicionih ulaganja; pored toga tehnička dokumentacija i ekonomske analize koje su sastavni deo ovog elaborata treba da služe kao podloga za dalji rad na izgradnji objekta.

Glavni projekat predstavlja detaljno rešenje na osnovu koga mogu da se izvode radovi i oformi fabrika, koja može da ostvari postavljene tehničke i ekonomske zahteve. Izradjuje se na osnovu odobrenog investicionog programa i idejnih projekata.

Glavni projekat se radi najčešće u dve faze u prvoj fazi se detaljno razradjuje tehnička dokumentacija potrebna za prikupljanje ponuda i raspisivanje licitacije. U drugoj fazi glavnog projekta izradjuju se crteži potrebni za izvodjenje i montažu opreme. Rad na drugoj fazi počinje tek posle sklapanja ugovora sa isporučiocem opreme.

Izvodjenje objekta i nadzor obuhvataju sledeće aktivnosti: utvrdjivanje rokova i kontrolu izvodjenja prema planiranim rokovima; tehnički prijem opreme i kontrolu dokumentacije; davanje potrebnih tehničkih uputstava; kontrolu izvodjenja sa gledišta primene propisa o investicionoj izgradnji; kontrolu količine ugradjenog materijala i probni rad sa analizom rezultata.

1.03. Izrada i prikupljanje predprojektne dokumentacije. Prethodne analize

Projektovanje se sprovodi na osnovu projektnog zadatka. Projektni zadatak se sastavlja u skladu sa trendom razvoja date grane industrije.

Da bi se donelo rešenje o izgradnji investicionog objekta, izboru lokacije i sastavio projektni zadatak za njihovo projektovanje, potrebno je izvršiti prethodne radove i doneti dokaze o tehničko ekonomskoj opravdanosti datog objekta.

Prethodni radovi obuhvataju proučavanje tržišta, sa stanovišta uslova plasmana proizvoda. Analiza tržišta domaćeg i stranog (izvoz) sadrži ispitivanje mogućeg plasmana proizvoda i obuhvata prikupljanje podataka o ranijim zbivanjima na tržištu, izradu prognoze za prodaju, formiranje cene, odredjivanje obima i programa prodaje.

Ova faza pokriva odnose izmedju tržišta i zahteva fabrike i daje sledeće podatke:

- obrazloženje celishodnosti izgradnje novog objekta, ili rekonstrukcije postojećih objekata,
- obrazloženje proizvodnih kapaciteta projektovanog objekta i njegove lokacije.

U prethodne radove dolazi proučavanje naučnih i tehničkih dostignuća koja doprinose racionalizaciji rada; proučavanje savremene tehnologije, nove opreme, kao i praćenje proizvodnje domaćih i stranih preduzeća sa sličnim programom proizvodnje.

Na osnovu pregleda date grane industrije, perspektivnih potreba privrede u proizvodima i potrošača koji treba da pokriju tu proizvodnju odredjuju se parametri potrebni za definisanje proizvodnog programa fabrike i njena specijalizacija. Analizira se predloženi program i daje predlog za njegovo poboljšanje sa gledišta:

a) Odredjivanja optimalnog projektovanog kapaciteta i specijalizacije proizvodnje.

b) Odredjivanja veličina serija i drugih faktora koji utiču na tip, tehnologiju i organizaciju proizvodnje.

c) Karakteristika proizvoda i njihovog tehničkog nivoa.

Na osnovu prikupljene dokumentacije i izvršenih prethodnih analiza pristupa se konačnom definisanju proizvodnog programa, odredjivanju obima proizvodnje i izradi tehničke dokumentacije neophodne za kompletiranje investicionog elaborata.

1.04. Projektni zadatak

Projektni zadatak je pismeno odredjivanje svih uslova za izradu kompletnog projektnog elaborata i predstavlja osnovu za početak projektovanja. Od pravilno i racionalno postavljenog projektnog zadatka zavisi izrada samog projekta i izgradnja objekta.

Projektni zadatak sastavlja investitor uz saradnju odgovarajućih stručnjaka. Baziran je na mnogim predhodnim radovima studijama i istraživanjima.

Opšti podaci i prilozi koje treba da sadrži projektni zadatak obuhvataju:

1. Podatke o proizvodu, program proizvodnje i osnovne karakteristike proizvodnje.
2. Lokaciju - oblast i mesto gradjenja.
3. Situacioni plan terena izradjen u razmeri 1:500 ili 1:1000.
4. Podatke o pravcu i jačini vetrova.
5. Geološki sastav zemljišta.
6. Nivo eventualnih podzemnih voda.
7. Nosivost terena.
8. Rokove gradnje i redosled puštanja u rad pojedinih objekata.
9. Eventualne zahteve investitora za etapnom izgradnjom.
10. Podatke o postojećim objektima i ugradjenoj opremi sa odgovarajućom tehničkom dokumentacijom kada se radi o proširenju ili rekonstrukciji fabrike.

1.05. Izbor lokacije

Osnovni faktori koji odredjuju ekonomičnost i celishodnost izgradnje i eksploatacije nove fabrike u datoj oblasti su sledeći:

- postojanje sirovinskih baza i njihova lokacija,
- mogućnost snabdevanja energijom,
- rešenje transporta sirovina, goriva i gotovih proizvoda,
- snabdevanje gorivom,
- snabdevanje vodom,
- mogućnost odvodjenja otpadnih voda,
- blizina naseljenih mesta, i njihove karakteristike,
- povoljni topografski, geološki, hidrometeorološki i klimatski uslovi,
- postojanje slobodnih površina za postavljanje fabrike, i
- strateški uslovi.

Posle odredjivanja šire lokacije za izgradnju fabrike pristupa se izboru samog terena u okviru date oblasti, odnosno od mogućih površina za izgradnju industrijskih, stambenih i kulturnih objekata bira se najpovoljnija površina prema generalnom urbanističkom planu i drugim neophodnim uslovima.

Uslovi koji se analiziraju pri izboru terena su sledeći:

- konfiguracija terena i njegove dimenzije,
- reljef terena,

- karakteristike zemljišta,
- mogućnost pojave podzemnih voda,
- potencijalna opasnost od poplava,
- položaj energetskih baza i uslovi za priključivanje,
- snabdevanje vodom,
- postojanje kanalizacione mreže,
- mogućnost odvodjenja otpadnih voda,
- povoljnost terena u pogledu sanitarno-higijenskih uslova,
- položaj saobraćajnica i udaljenost od magistralnih puteva,
- mogućnost priključivanja industrijskog koloseka na postojeću mrežu,
- položaj stambenih naselja u odnosu na pravac dejstva glavnih vetrova i mogućnost postavljanja sanitarno zaštitne zone koja je usaglašena sa propisma,
- položaj i vrsta industrijskih objekata kada postoji mogućnost zajedničkog korišćenja energetskih izvora,postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda itd., i
- mogućnost proširenja fabrike.

1.06. Program proizvodnje

Program proizvodnje je osnovni polazni podatak za projektovanje livnica i predstavlja proizvodni zadatak za jedan odredjeni vremenski period. Proizvodni program može da bude tačan, svedeni ili uslovni (proizvodna orijentacija).

Tačni program proizvodnje sadrži potpuni spisak svih proizvoda, koji se izradjuju u datoj livnici u odredjenom vremenskom periodu (uključujući škart i rezervne delove), sa naznačenom količinom, masom i vrstom materijala.

Proizvodni zadatak je obezbedjen kompletnim specifikacijama odlivaka svih proizvoda i radioničkim crtežima koji treba da sadrže podatke neophodne za razradu tehnološkog procesa: vrstu materijala, način obrade, vrstu termičke obrade sa označenom tvrdoćom i drugim karakteristikama, način površinske zaštite itd. Pored toga potrebno da budu precizno definisani tehnički uslovi za izradu i prijem proizvoda.

Tačni program proizvodnje se koristi pri izradi projekata livnica masovne i velikoserijske proizvodnje. U tablici 1-1 je dat izgled zaglavlja za konačno formiranje programa na osnovu dobijenih podataka.

Proizvodni program se naziva svedenim kada se svi proizvodi uslovno svode na nekoliko karakterističnih proizvoda predstavnika. Pri projektovanju po svedenom programu celokupna nomenklatura proizvoda se deli na tehnološki

Tablica 1-1

Pozicija	Proj crteža	Broj odlivka	Naziv proizvoda i odlivka	Broj komada bez učešća škarta			Masa jednog odlivka u (kg)			Ukupna težina neobradjenog liva bez učešća škarta u (t/god.)	Škart u mehaničkoj radionici	Proizvodnja livnice sa učestvov. škarta u mehaničkoj radionici	
				Prema osnovnom programu	Rezervni delovi	Ukupno komada	Obradjenog komada	Neobradjenog komada	Sa ulivnim sistemom		% Komada Masa u (kg)	Komada	(t/god.)

slične grupe. Svaka grupa mora da ima svog karakterističnog predstavnika prema kome se izvode dalji proračuni.

Program se razradjuje na osnovu jednog ili nekoliko karakterističnih proizvoda predstavnika, obično onih iz grupe sličnih delova (po složenosti i načinu izrade), koji su zastupljeni u najvećoj količini i masi. Za proizvode predstavnike se izradjuje celokupna tehnička dokumentacija kao i kod sastavljanja tačnog programa. Odstupanja ostalih proizvoda od proizvoda predstavnika se izravnjavaju koeficijentima svodjenja. Za grupu sličnih proizvoda, koeficijent svodjenja se dobija deljenjem ukupne mase zadane programom sa godišnjom proizvodnjom liva u (t), koja otpada na proizvod predstavnik.

Prelaz sa zadanog na svedeni program se izvodi prema tablici 1-2. U primeru (tablica 1-1) je programirani liv sveden na strugove. Njihova masa prema zadanom programu iznosi 4.400 t/god. Ukupna zadata količina liva iznosi 10.000 t/god.

Koeficijent svodjenja je dat izrazom:

$$K = \frac{10.000}{4.400} = 2,73,$$

pa je broj strugova u svedenom programu - 2,273x2.500=6.680 kom/god.

Tablica 1-2

Metoda razrade	Zadani program			Proizvod predstavnik			Koeficijent svodjenja K	Svedeni program	
	Naziv proizvoda	Broj komada	Težina u (t) liven delova po mašini	Ukupna težina (t)	Broj komada	Težina u (t)		Broj komada	Težina (t)
Po proizvodima predstavnicima	Strugovi	2500		4400	2500	4400		5680	10000
	Bušilice	500		800	-	-	$\frac{10000}{4400}$ =2,273	-	-
	Glodalice	1000		1600	-	-		-	-
	Brusilice	1000		2200	-	-		-	-
	Rendis.	1250		1000	-	-		-	-
Ukupno		6250		10000	2500	4400		5680	10000

Tablica 1-2a

Podela svedenog programa po težinskim grupama									
I		II		III		IV		V	
0-30 kg.		40-50 kg.		500-100 kg		100-500 kg.		500-2000 kg.	
kom.	t.	kom.	t.	kom.	t.	kom.	t.	kom.	t.
200000	1200	20000	750	15000	1050	11360	2500	5680	4500
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200000	1200	20000	750	15000	1050	11360	2500	5680	4500

Svedeni program proizvodnje se koristi kada je zadat raznovrstan asortiman proizvoda, najčešće pri serijskoj proizvodnji, kao i u slučaju kada se ne raspolaže sa potpunom dokumentacijom za sve proizvode.

Pri izradi projekata livnica individualne i maloserijske proizvodnje, razrada na već opisane načine nije moguća. Za široku nomenklaturu proizvoda, koji se javljaju u ovom slučaju nije moguće uraditi detaljnu tehničku dokumentaciju, a i sam program nije fiksno odredjen (prisutna je proizvodna orijentacija).

Proizvodni program se deli na karakteristične težinske grupe, daju se prosečne i najveće mase odlivaka i njihove gabaritne dimenzije. Težinske grupe se formiraju prema podacima iz izvedenih livnica ili tehničko ekonomskim pokazateljima iz literature. Program proizvodnje se sastavlja prema tablici 1-2a.

1.07. Obim proizvodnje i tehnički kapacitet livnice

Obim proizvodnje predstavlja količinu proizvoda definisanu proizvodnim programom uvećanu za procenat škarta koji se javlja u procesu izrade odlivaka i dat je izrazom:

$$Q = \frac{Q_p}{1-q/100}$$

gde je:

Q_p - proizvodnja dobrih odlivaka koja treba da se realizuje, data programom proizvodnje, i

q - prosečni škart u livnici dat u procentima.

Obim proizvodnje odredjuje tehnički kapacitet samog proizvodnog postrojenja i dat je izrazom:

$$Q_T = \frac{Q_p}{(1-q/100)\eta}$$

gde je η stepen iskorišćenja sredstava rada.

1.08. Sastav livnica

Podela livnice na pojedina odeljenja i radionice može da se izvrši prema funkciji koju ista obavljaju, tako da mogu da se formiraju tri osnovne grupe:

1. Proizvodna odeljenja-osnovne radionice, predvidjena su za neposredno ostvarivanje tehnoloških procesa.
2. Odeljenja, radionice i postrojenja za opsluživanje proizvodnje i obezbedjenje uslova rada. Ova grupa obuhvata sledeće podgrupe:
   - pomoćna odeljenja, radionice i skladišta,
   - postrojenja za proizvodnju i raspodelu energije, i
   - postrojenja koja obezbedjuju potrebne uslove za rad.
3. Ostale službe koje obuhvataju upravu, tehničku pripremu, tehnološki biro, konstrukcioni biro, odeljenje za razvoj, službu investicija, administraciju, službu zaštite na radu, restoran društvene ishrane, zdravstvenu stanicu itd. U ovu grupu spadaju i odeljenja sanitarne tehničke-garderobe, tuševi, umivaonici sanitarni čvorovi itd.

U zavisnosti od usvojene tehnologije, tipa i organizacije proizvodnje i veličine livnice neka od navedenih odeljenja (i radionica) mogu da budu ujedinjena, odnosno da ne budu uopšte predvidjena.

Proizvodna odeljenja:

- topionica,
- odeljenje za kalupovanje, zalivanje i istresanje odlivaka,
- odeljenje za izradu jezgara,
- odeljenje za pripremu peska,
- odeljenje za čišćenje odlivaka,
- odeljenje termičke obrade,
- odeljenje za bojenje, i
- odeljenje za pakovanje.

Pomoćna odeljenja, radionice i skladišta:

- odeljenje za remont mašina i energetskih uredjaja,
- laboratorija,
- radionica za izradu modela,
- radionica za izradu alata,
- radionica za obradu repernih tačaka,
- radionica za popravku odlivaka,
- odeljenje za punjenje akumulatora,
- skladište modela,
- skladište kalupnika,

- skladište lonaca i odeljenje za popravku lonaca,
- skladište potrošnog materijala i opreme za HTZ,
- skladište rezervnih delova,
- skladište alata i pribora,
- skladište šarže,
- skladište materijala za izradu kalupa i jezgara,
- skladište pomoćnih materijala,
- skladište gotovih proizvoda, itd.

Postrojenja za proizvodnju i raspodelu energije:

- postrojenja za proizvodnju, transformaciju i razvod električne energije,
- postrojenja za proizvodnju i razvod pare (tople vode),
- postrojenja za proizvodnju i razvod komprimovanog vazduha,
- postrojenja za proizvodnju kiseonika, acetilena itd.,
- postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda itd.

Postrojenja koja obezbedjuju potrebne uslove za rad:

- postrojenja i razvodne mreže za grejanje, provetravanje i klimatizaciju,
- postrojenja za otprašivanje,
- uredjaji za osvetlenje, signalizaciju, telefoniju itd.

1.09. Podela livnica

Livnice prema vrsti metala koji se lije, karakteru odlivaka, obimu i tipu proizvodnje su vrlo različite.

Za projektovanje livnica veoma je važno svrstati sve livnice u odredjene klase (prema vrsti metala, težinskim i gabaritnim karakteristikama, obimu proizvodnje, tipu proizvodnje i stepenu mehanizovanosti). Na osnovu ovakve i drugih sličnih podela u literaturi su dati tehničko-ekonomski pokazatelji i rešenja pojedinih vrsta livnica. Ovi podaci uglavnom baziraju na projektima izvedenih objekata i dosadašnjim iskustvima u izgradnji livnica. Ne smeju se primenjivati kao neke ustaljene norme, s obzirom na stalni razvoj tehnike i na posebne uslove koji nastaju pri rešavanju tehnološkog procesa svake livnice. Podaci iz literature mogu se koristiti kao orijentacija na početku razrade projektnog zadatka i pri izradi idejnih projekata.

1.09.01. Podela livnica prema vrsti metala

U zavisnosti od vrste metala livnice se dele na sledeće grupe:

1. Livnice sivoga liva (mašinski liv, motorni liv, teški odlivci, sanitarni liv, trgovački liv, kokile za čelik, centrifugalni liv (cevi) i fazonski delovi, radijatorski i kotlovski članci, valjci za valjanje, specijalni liv itd.).

2. Livnice temper liva (fitizni, gradjevinski okovi, delovi za motorna vozila, itd.).

3. Livnice čeličlog liva (delovi za brodogradnju, šinska vozila, automobilsku industriju, alatne mašine, rudarstvo, itd.).

4. Livnice obojenih i lakih metala (delovi za motornu i elektroindustriju, brodogradnju, mašinogradnju i široku potrošnju).

1.09.02. Podela livnica sivog liva prema težinskim i gabaritnim karakteristikama proizvoda

Prema težinskim grupama i gabaritnim karakteristikama odlivaka livnice, ili pojedine linije u okviru jedne livnice se mogu podeliti na pet osnovnih klasa.

I klasa: Livnice koje proizvode lake odlivke mase do 100 kg (preovladjuju odlivci mase do 10 kg).

II Klasa: Livnice koje proizvode srednje odlivke mase do 1000 kg (preovladjuju odlivci mase do 100 kg).

III Klasa: Livnice koje proizvode krupne odlivke mase do 5000 kg (preovladjuju odlivci do 500 kg).

IV Klasa: Livnice koje proizvode teške odlivke mase do 15000 kg (preovladjuju odlivci od 500 do 2000 kg).

V Klasa: Livnice koje proizvode veoma teške odlivke mase preko 15000 kg (preovladjuju odlivci od 2000 do 10000 kg).

Zavisno od mase odlivaka i njihovih gabarita proračunava se proizvodna i pomoćna oprema, odredjuju dimenzije kalupnika, vrši izbor i proračun transportnih uredjaja i odredjuju površine proizvodnih i pomoćnih odeljenja.

1.09.03. Podela livnica prema obimu proizvodnje

Obim proizvodnje livnica je vrlo složen pokazatelj tako da je nemoguće dati jedinstveni kriterijum za njegovo odredjivanje. Odredjivanje granica optimalnog obima proizvodnje livnice zavisi od niza uticaja kao od: vrste liva, mase odlivaka, nomenklature proizvoda, tipa proizvodnje (veli-

čine serije), dužine ciklusa kalupovanja i sklapanja, načina izrade kalupa (suvi ili vlažni kalup), stepene mehanizovanosti itd.

Prema obimu proizvodnje livnice delimo na 3 grupe: livnice malog, srednjeg i velikog kapaciteta (v. tablicu 1-3).

Tablica 1-3

Klasa	Masa odlivaka kg.	Grupa livnica		
		I Livnice malog kapaciteta	II Livnice srednjeg kapaciteta	III Livnice velikog kapaciteta
		Godišnja proizvodnja u t.		
I	do 100	500-2000	2000- 6000	> 6000
II	do 1000	600-3000	3000- 9000	> 9000
III	do 5000	1500-4000	4000-10000	>10000
IV	do 15000	4000-6000	6000-12000	>12000
V	15000	5000-8000	8000-15000	>15000

1.09.04. Podela livnica prema tipu proizvodnje

Veličina serije ima prvostepeni značaj pri izboru tehnološkog procesa. Sa povećanjem serije moguće je uvodjenje većeg broja mašinskih operacija, povećava se stepen iskorišćenja efektivnog rada, smanjuju se ručne manipulacije pri izradi odlivaka, smanjuju se površine odelenja i smanjuje se cena liva.

Prema tipu proizvodnje livnice se dele na:

- livnice individualne proizvodnje,
- livnice serijske - maloserijske, srednjeserijske, velikoserijske proizvodnje, i
- livnice masovne proizvodnje.

U tablici 1-4 je data serijnost proizvodnje odlivaka od sivog liva zavisno od količine zadate proizvodnim programom i njihove mase.

Tablica 1-4

Masa odlivaka, kg.	Godišnja količina (kom.) za jednu vrstu odlivaka za tip proizvodnje				
	Pojedinačna	Maloserijska	Serijska	Velikoserijska	Masovna
<8	500	501-6000	6 001-30 000	30 001-200 000	200 001
8-20	500	301-3000	3 001-15 000	15 001-100 000	100 001
20-50	200	201-2500	2 501-10 000	10 001-600 000	60 001
50-100	150	151-2000	2 001- 8 700	8 701- 53 000	53 001
100-250	95	96-1400	1 401- 7 000	7 001- 37 500	37 501
250-500	75	76-1000	1 001- 4 500	4 501- 25 000	25 001
500-1000	50	51-600	601- 3 000	3 001- 20 000	20 001
1000-2000	40	41-400	401- 2 000	2 001- 13 500	13 501
2000-5000	20	21-150	151- 550	551- 4 500	4 501
5000-10000	10	11-50	51- 100	100- 1 000	1 001
10000-20000	7	8-25	26- 50	>51	-
>20000	5	6-12	13- 27	-	-

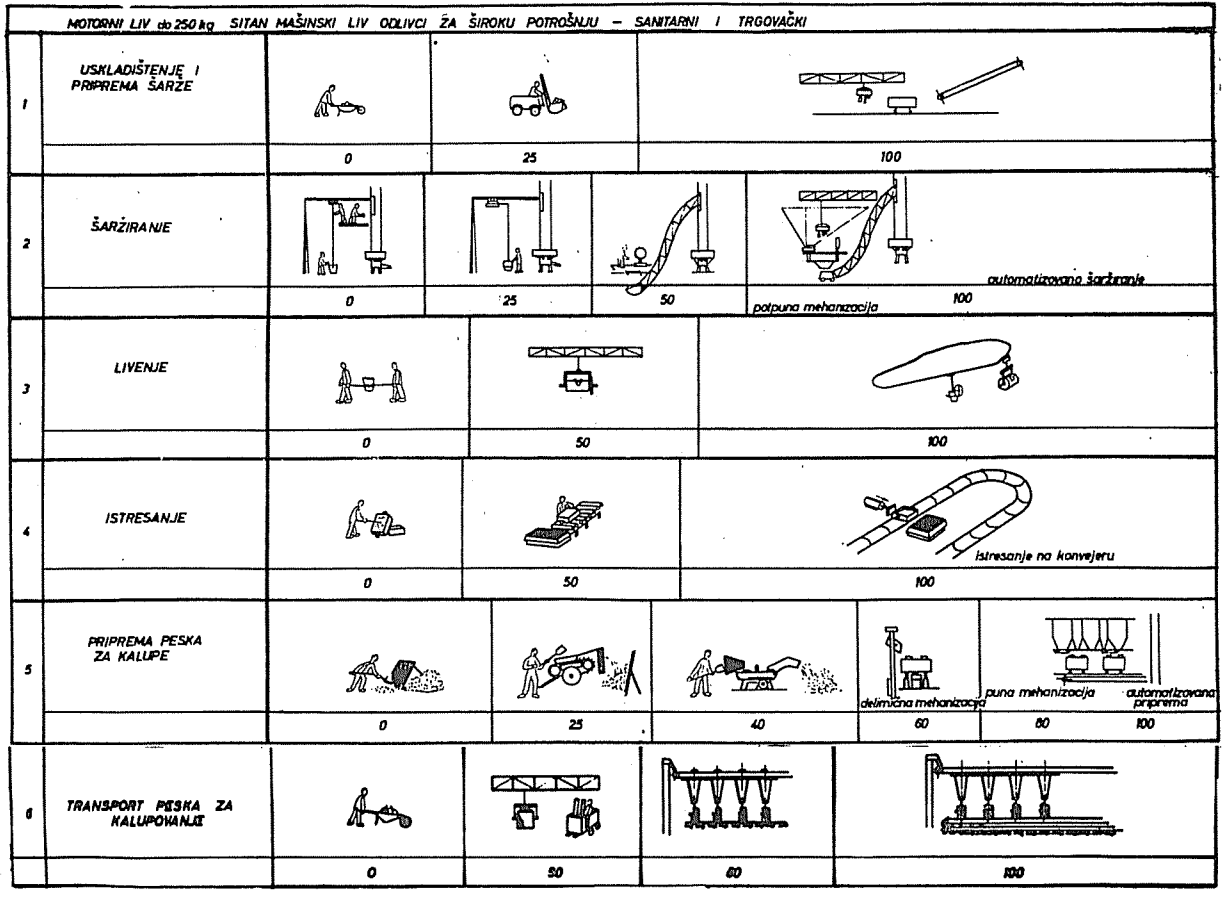
1.09.05. Podela livnica prema stepenu mehanizovanosti

Ova podela je usvojena na osnovu istraživanja, jedne grupe domaćih stručnjaka o stepenu mehanizovanosti Jugoslovenskih livnica /7/. Razradjene su šeme po fazama rada za proizvodnju odlivaka od sivog liva (sl.1-1 do 1-8).

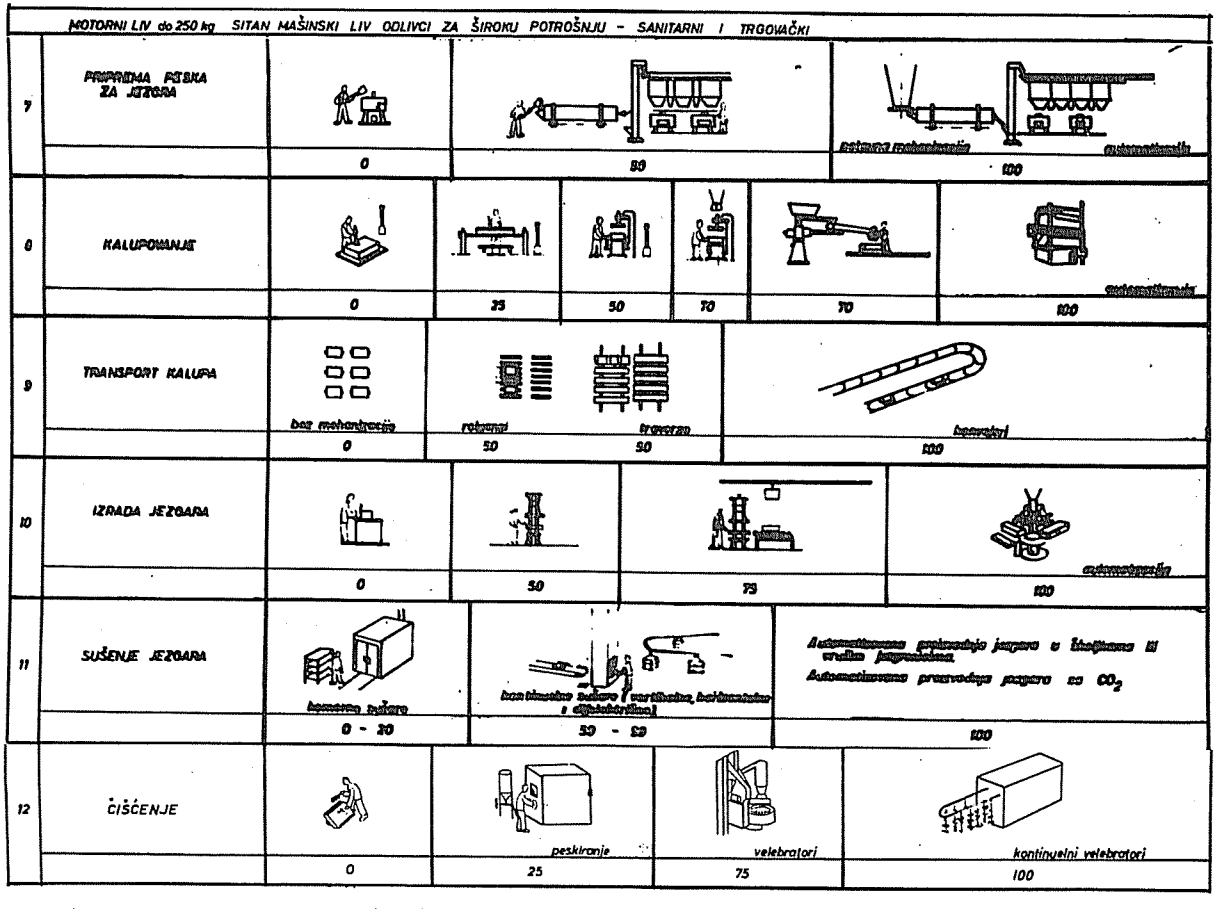
U ovom primeru su dati tipični slučajevi rada pri proizvodnji pojedinih vrsta odlivaka. Stepeni mehanizovanosti su dati u procentima, tako da je kroz ovaj pregled moguće izvršiti orijentacionu procenu stepena mehanizovanosti livnice.

Posmatrajući pojedine faze rada ovi stručnjaci konstatuju sledeće:

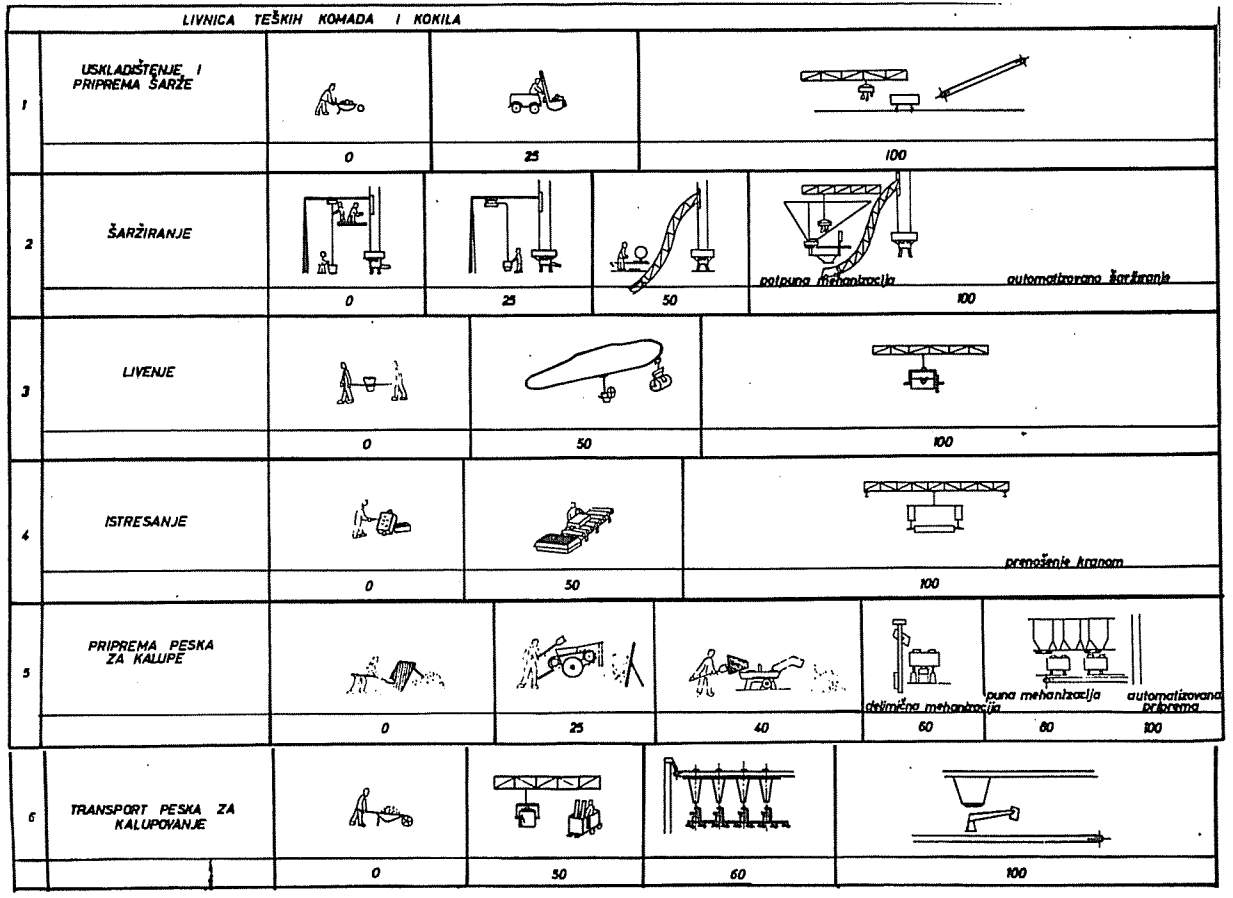
- u livnicama gde se za sve faze rada koristi samo ljudska radna snaga, stepen mehanizovanosti je ravan nuli,
- ukoliko se u pojedinim fazama rada koristi mehanizacija samo kao pomoć u transportu (dizalice, elektrokare itd.), onda se može smatrati da je stepen mehanizovanosti 25%,
- ukoliko se u pojedinim fazama rada koristi mehanizacija za transport, a uz to i pojedine mašine za manji deo operacija u tim fazama (sušare za pesak, mešalice, pomoćni uredjaji za izradu kalupa itd.), onda se može uzeti da je stepen mehanizovanosti 50%,
- kada se u pojedinim fazama rada koriste transportna sredstva i mašine za većinu ili za sve operacije (mašinska izrada kalupa i jezgra, pokretne livne staze, automatski uredjaji za čišćenje itd.), onda stepen mehanizovanosti ide i do 100%.


MOTORNI LIV do 250 kg SITAN MAŠINSKI LIV ODLIVCI ZA ŠIROKU POTROŠNJU – SANITARNI I TRGOVAČKI
1
USKLADIŠTENJE I PRIPREMA ŠARŽE
0
25
100
2
ŠARŽIRANJE
0
25
50
potpuna mehanizacija
100
automatizovano šaržiranje
3
LIVENJE
0
50
100
4
ISTRESANJE
0
50
100
Istresanje na konvejeru
5
PRIPREMA PESKA ZA KALUPE
0
25
40
60
delimična mehanizacija
80
puna mehanizacija
100
automatizovana priprema
6
TRANSPORT PESKA ZA KALUPOVANJE
0
50
80
100

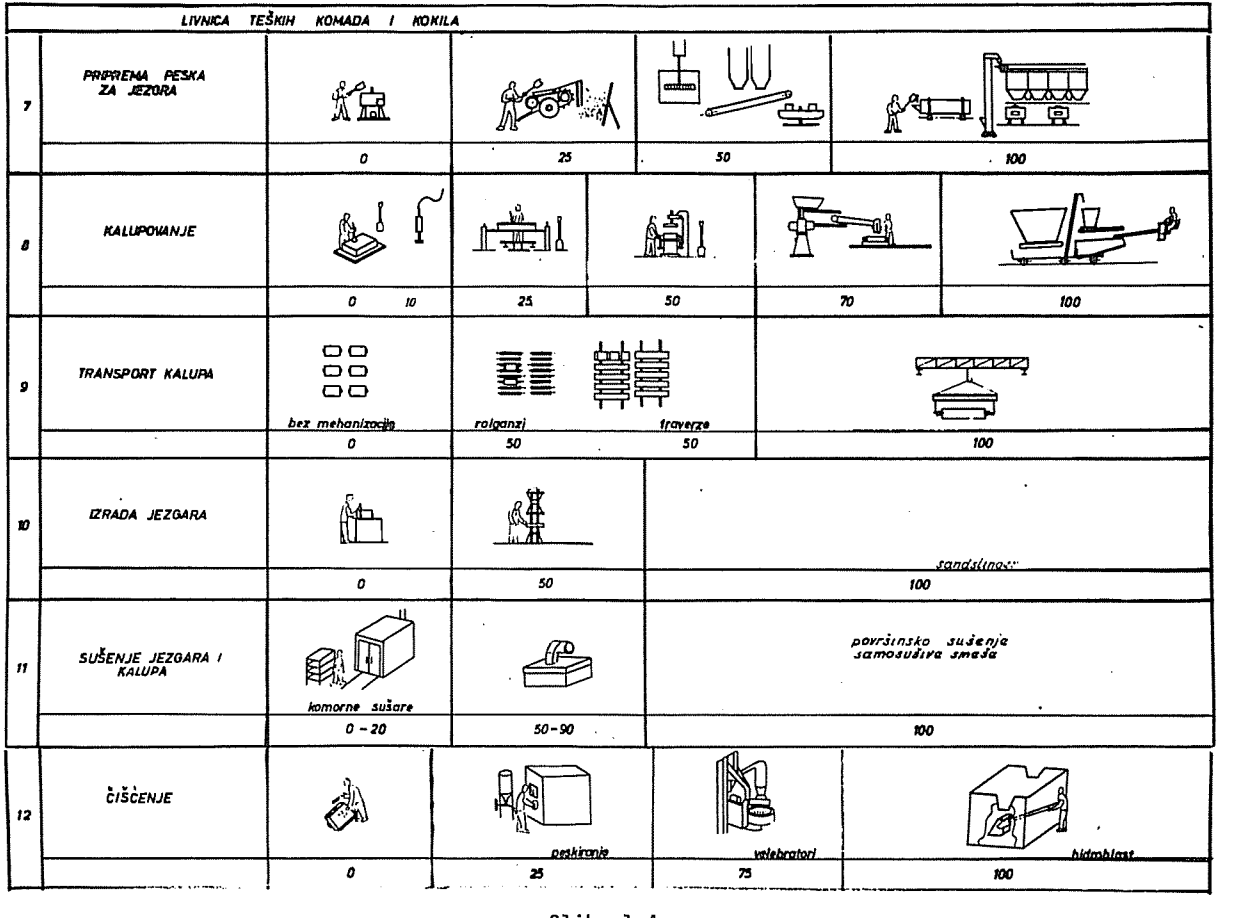
Slika 1-1


MOTORNI LIV do 250 kg SITAN MAŠINSKI LIV ODLIVCI ZA ŠIROKU POTROŠNJU - SANITARNI I TRGOVAČKI
7
PRIPREMA PESKA ZA JEZGRA
0
50
100
8
KALUPOVANJE
0
25
50
70
70
100
9
TRANSPORT KALUPA
bez mehanizacije
rolovanje
traverzna
0
50
50
100
10
IZRADA JEZGARA
0
50
75
100
11
SUŠENJE JEZGARA
komorna sušara
0 - 20
50 - 80
100
12
ČIŠĆENJE
0
peskiranje
25
velebratori
75
kontinuelni velebratori
100

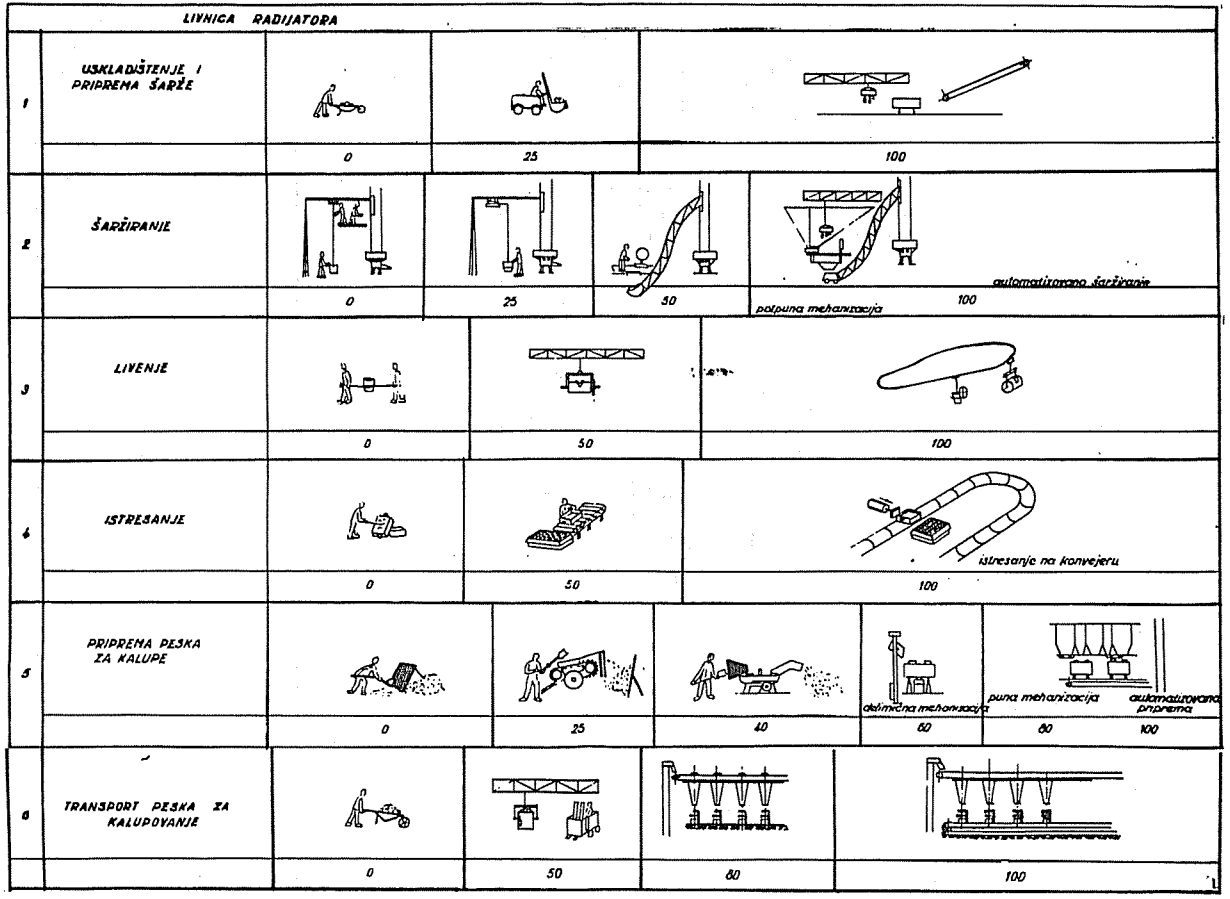
Slika 1-2


LIVNICA TEŠKIH KOMADA I KOKILA
1
USKLADIŠTENJE I PRIPREMA ŠARŽE
0
25
100
2
ŠARŽIRANJE
0
25
50
potpuna mehanizacija
automatizovano šaržiranje
100
3
LIVENJE
0
50
100
4
ISTRESANJE
0
50
premošenje kranom
100
5
PRIPREMA PESKA ZA KALUPE
0
25
40
60
delimična mehanizacija
80
puna mehanizacija
100
automatizovana priprema
6
TRANSPORT PESKA ZA KALUPOVANJE
0
50
60
100

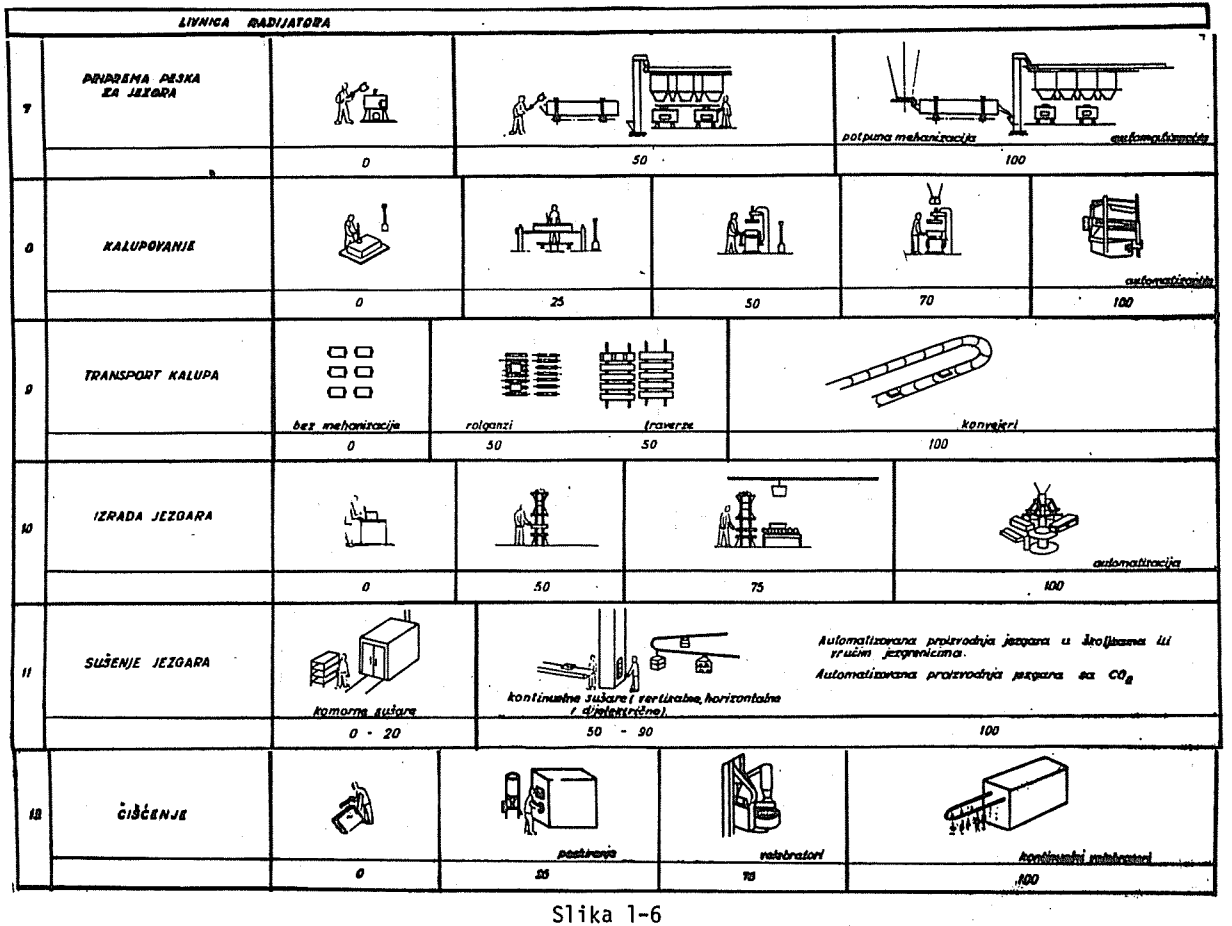
Slika 1-3


LIVNICA TEŠKIH KOMADA I KOKILA
7
PRIPREMA PESKA ZA JEZGRA
0
25
50
100
8
KALUPOVANJE
0
10
25
50
70
100
9
TRANSPORT KALUPA
bez mehanizacije
rolganzi
traverze
0
50
50
100
10
IZRADA JEZGARA
sandslinger
0
50
100
11
SUŠENJE JEZGARA I KALUPA
komorne sušare
površinsko sušenje samosušiva smeša
0 - 20
50 - 90
100
12
ČIŠĆENJE
peskiranje
vibratori
hidroblast
0
25
75
100

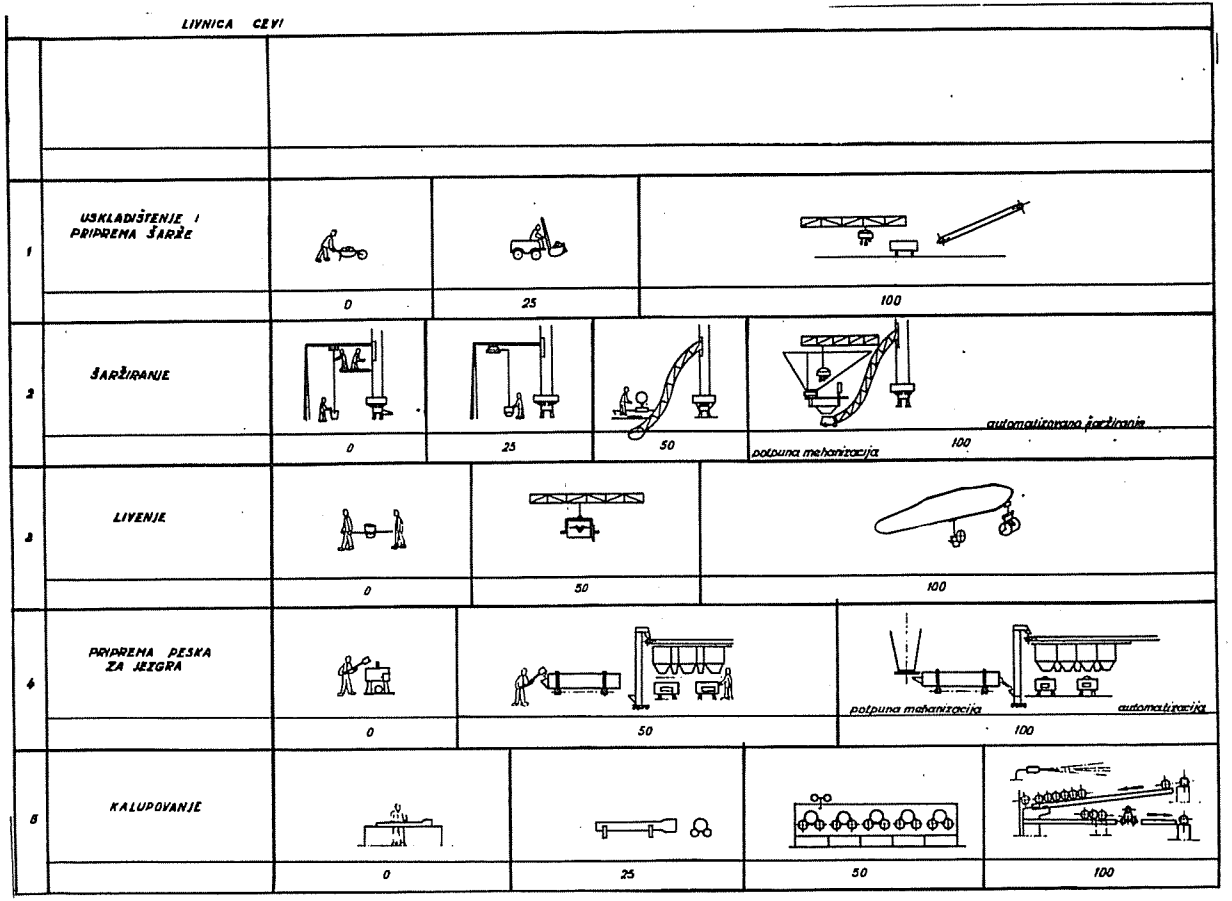
Slika 1-4


LIVNICA RADIJATORA
1
USKLADIŠTENJE I PRIPREMA ŠARŽE
0
25
100
2
ŠARŽIRANJE
0
25
50
100
automatizirano šaržiranje
potpuna mehanizacija
3
LIVENJE
0
50
100
4
ISTRESANJE
0
50
100
istresanje na konvejeru
5
PRIPREMA PESKA ZA KALUPE
0
25
40
60
80
100
delimična mehanizacija
puna mehanizacija
automatizirana priprema
6
TRANSPORT PESKA ZA KALUPOVANJE
0
50
80
100

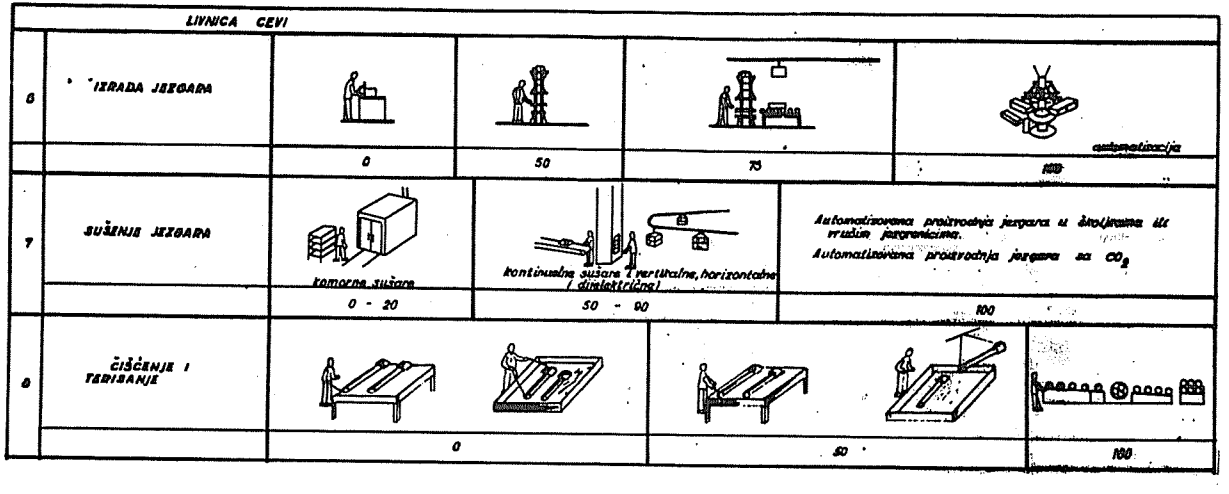
Slika 1-5


LIVNICA RADIJATORA
7
PRIPREMA PESKA ZA JEZGRA
0
50
potpuna mehanizacija
automatizacija
100
8
KALUPOVANJE
0
25
50
70
automatizacija
100
9
TRANSPORT KALUPA
bez mehanizacije
rolganzi
traverze
konvejeri
0
50
50
100
10
IZRADA JEZGARA
0
50
75
automatizacija
100
11
SUŠENJE JEZGARA
komorne sušare
kontinuelne sušare (vertikalne, horizontalne i dielektrične)
Automatizirana proizvodnja jezgara u kutijama ili ručim jezgrenicima.
Automatizirana proizvodnja jezgara sa CO_2
0 - 20
50 - 90
100
12
ČIŠĆENJE
postrojenja
vibratori
kontinuelni vibratori
0
25
75
100

Slika 1-6


LIVNICA CEVI
1
USKLADIŠTENJE I PRIPREMA ŠARŽE
0
25
100
2
ŠARŽIRANJE
0
25
50
100
automatizirano doziranje
potpuna mehanizacija
3
LIVENJE
0
50
100
4
PRIPREMA PESKA ZA JEZGRA
0
50
100
potpuna mehanizacija
automatizacija
5
KALUPOVANJE
0
25
50
100

Slika 1-7


LIVNICA CEVI
6
IZRADA JEZGARA
0
50
75
automatizacija
100
7
SUŠENJE JEZGARA
komorne sušare
kontinuelne sušare (vertikalne, horizontalne i dimiktrične)
Automatizirana proizvodnja jezgara u čeličnim ili vrućim jezgrenicima.
Automatizirana proizvodnja jezgara sa CO_2
0 - 20
50 - 90
100
8
ČIŠĆENJE I TERIŠANJE
0
50
100

Slika 1-8

1.10. Dopuštene i nedopuštene kombinacije pojedinih vrsta liva u jednoj livnici

Tablica 1-5

	Kanalizacione cevi	Fazonski delovi	Cevi za vodovod	Fazonski delovi za vodovod.	Kokile za čeličane	Valjci za čeličane	Krupan mašinski liv	Sitan mašinski liv	Opšti motorni liv	Specijalni motorni liv	Sanitarni liv	Trgovački liv	Niskolegir. sivi liv	Visokolegir. sivi liv
Kanalizacione cevi	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0	(+)	0	0
Fazonski delovi	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0	(+)	0	0
Cevi za vodovod	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0	(+)	0	0
Fazonski delovi	+	+	(+)	+	0	0	0	0	0	0	0	(+)	0	0
Kokile za čeličane	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valjci za čeličane	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0
Krupan mašin.liv	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	(+)	0
Sitan mašinski liv	0	0	0	0	0	0	0	(+)	(+)	0	(0)	(+)	(+)	0
Opšti motorni liv	0	0	0	0	0	0	0	(+)	(+)	(+)	0	0	(+)	0
Specijal.motor.liv	0	0	0	0	0	0	0	(+)	(+)	+	0	0	(+)	0
Sanitarni liv	(+)	(+)	(+)	(+)	0	0	0	(+)	0	0	+	(+)	0	0
Trgovački liv	(+)	(+)	(+)	(+)	0	0	0	(+)	0	0	(+)	+	0	0
Nisko leg.siv.liv.	0	0	0	0	0	(+)	0	(+)	(+)	(+)	0	0	+	+
Visoko leg.siv.liv	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(+)	(+)	+

Legenda: 0 - Kombinacije apsolutno nepoželjne
+ - Logične kombinacije
(+) - Dozvoljene kombinacije pod odredjenim uslovima

1.11. Osnovni tehničko-ekonomski pokazatelji

Pregled tehničko ekonomskih pokazatelja dat u ovom poglavlju treba da posluži kao pomoć projektantu pri uporedjivanju predloženog rešenja sa već izvedenim objektima i omogući procenu tehničko ekonomskog nivoa projekta. U daljem tekstu je dato objašnjenje za neke od osnovnih pokazatelja.

1. Proizvodnost livnice ($t/m^2/god.$)

Ovaj pokazatelj predstavlja godišnju proizvodnju livnice u (t) liva po (m^2) ukupne površine (sve proizvodne i pomoćne prostorije direktno vezane za proces proizvodnje, bez sanitarnih prostorija, garderoba i kancelarija). Pokazatelj može da bude dat i za pojedina proizvodna odeljenja livnice.

2. Proizvodnost po zaposlenom radniku (t/čoveku/god.)

Ovaj pokazatelj obuhvata sledeće osoblje:
- proizvodne radnike,
- pomoćne radnike,
- upravu, tehničku službu, administrativnu službu, itd.

3. Proizvodnost po proizvodnom radniku (t/pr/god.)

Ovaj pokazatelj se odnosi samo na radnike zaposlene u proizvodnim odeljenjima.

4. Proizvodnost po radniku zaposlenom na kalupovanju (t/kaluparu/god.)

5. Utrošak časova po t liva (h/t)

$$U_h = \frac{R \cdot T_h}{Q} \quad (h/t)$$

gde je:

R - broj radnika
T_h - godišnji fond vremena rada u časovima
Q - godišnja proizvodnja livnice u t.

U domaćim livnicama utrošak časova za proizvodnju 1 tone liva je iznosio 120-180 (1964.g), a u sličnim inostranim livnicama 40-80 (1965.g).

U tablici 1-6 je dato uporedjenje normativa radne snage jedne domaće livnice XY i dve odgovarajuće inostrane livnice. Ove livnice proizvode odlivke od sivog liva (Sl.18), mase do 5 kg (mašinsko kalupovanje).

Tablica 1-6

	Jugoslovenska livnica XY (h/t)	Inostrana livnica I (h/t)	Inostrana livnica II (h/t)
Priprema materijala	5,00	2,35	1,95
Priprema peći	3,95		
Livenje kalupa	14,90		
Priprema peska za kalupe	23,25		
Priprema peska za jezgra	4,60		
Izrada kalupa	48,00	33,50	19,00
Izrada jezgara	17,00	6,60	11,30
Sušenje jezgara	5,20		
Čišćenje odlivaka	28,20	5,70	8,50
	150,10	48,15	40,75

U tablicama 1-7 do 1-15 su dati tehničko-ekonomski pokazatelji za razne inostrane livnice:

1. SSSR - prema Mašinostroeniju XIV 1948 g /4/.
2. Zapadna Nemačka - prema Materialfuss in Giesserein III, 1959 /5!.
3. SSSR - prema "Osnovnije tehniko-ekonomičeskije pokazateli raboti litejnih cehov" BSSR, za 1961 g, (N.G. Intjakov), Minsk 1962 g.
4. SSSR - prema "Projektirovanije litjnih cehov", /12/
5. Francuska (1967) - studija Renault, interna dokumentacija, /6/.
6. SSSR (1979) - prema Fantalovu i dr. /3/.

Tablica 1-7

Vrsta livnice sivog liva	Godišnja proizvodnja u 1000 t.	Tip proizvodnje	Stepen mehanizovanosti	% mašinskog kalupovanja	% kalupovanja u vlažnim kalupima	Iskorišćenje liva u %	Potrošnja peska u (t) na 1 (t) liva bez škarta	
							Ukupno	Od tog broja svežeg
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pribori u mašinstvu,ra čunske i šivače mašine, radio aparati,elek.aparatura,mala armatura	0,5-2 2-6 6	serijska vel.ser. masovna	mali srednji veliki	50-60 70-90 100	100 100 100	55-65 55-65 55-65	6-8 6-8 6-8	0,8-1,0 0,8-1,0 0,8-1,0
Automobili,traktori,mali kompresori,dizeli, pumpe,poljopriv.mašine,male električne mašine itd.	0,8-3 3-9	serijska vel.ser.	mali srednji	60-70 80-100	80-90 80-90	60-67 60-67	4,5-6 4,5-6	0,7-1,0 0,7-1,0
Vagoni	10-15	-	-	100	100	65-70	3,5-4,5	0,6
Armatura	10-12	-	-	100	100	55-62	5-6	1,0
Tekstilne mašine	10-15	-	-	100	80-90	60-65	5-6	0,6
Automobili 1,5 t.	150-160	masovna	veliki	100	100	60-65	5-6	1,0
Automobili 3 t.	50-60	vel.ser.	veliki	100	100	63-67	4,8-5,5	1,0
Traktori	80-100	vel.ser.	veliki	100	100	60-65	4,8-5,5	0,9
Poljoprivredne mašine	10-25	vel.ser.	veliki	100	80-90	65-70	5-6	0,7
Dizel motori	3-4	serijska	mali	20-30	20-30	60-65	5-6	1,0
Parne mašine	8-10	s.serij.	srednji	30-40	40-50	62-67	5,5-6	0,9
Lokomotive	15-20	s.serij.	srednji	40-50	50-60	62-67	5,5-6	0,9
Strugovi (srednji)	20-30	serijska	srednji	80-90	40-50	65-67	4,5-5	0,8
Dizalice	3-4	pojedin.	mali	12-18	60-80	65-67	5,5-5	0,7
Mašine za hemij.postr.	15-20	pojedin.	srednji	10-15	8-12	62-67	5,6-6	1,0
Strugovi (teški	10-12	pojedin.	srednji	10-15	8-12	65-67	4-4,5	0,8
Teški čekići i prese	18-24	serijska	srednji	5-10	20-30	65-67	4-4,5	0,6
Postrojenja za fabrike crne metalurgije	15-20	pojedin.	srednji	15-20	15-20	65-67	4-4,5	0,6

Proizvodnja po (m^2) površine u (t/god)			Proizvodnja u (t/god.)			Površine odelenja u % od površine odelenja za kalupovanje		Prosečni efekat ručnog rada u(čas/t)		
Odelenje za kalupovanje	Proizvodnih odeljenja	Cele livnice	Na 1 kalupara	Na 1 proizv.radnika	Na 1 radnika	Za jezgra	Za čišćenje	Kalupovanje	Izrada jezgara	čišćenje
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2,5-3,5	1,6-2,2	1,0-1,4	70-80	28-30	18-22	15-25	25-40			
3,2-4,6	1,8-3,0	1,2-1,6	80-100	30-32	22-26	15-25	25-40	30-40	10-15	8-10
6-10	3-4	1,8-2,2	90-120	30-40	28-32	15-25	25-40	30-40	10-15	8-10
2,8-3,6	1,8-2,4	1,2-1,6	80-100	35-40	24-28	40-80	60-80	25-35	10-15	8-10
3,6-4,5	2,0-2,6	1,4-1,8	90-120	38-45	28-32	40-80	60-80	25-35	10-15	8-10
8-10	3-4,5	1,8-2,7	100-120	60-80	35-40	10-15	20-30	-	-	-
6-8	1,5-2	1,0-1,2	70-80	40-50	28-32	30-40	30-40	-	-	-
6-8	1,5-2	1,0-1,2	90-100	45-55	30-35	10-15	20-30	-	-	-
8-12	3,5-5	1,8-2,3	80-100	50-70	28-36	80-100	70-80	-	-	-
10-14	4-5,2	2,0-2,8	90-120	60-80	30-40	70-90	70-80	-	-	-
12-16	4-6	2-3,5	100-120	70-90	35-42	60-70	70-75	-	-	-
8-12	3-4,5	1,8-2,3	80-90	50-60	28-32	10-15	20-30	-	-	-
3-4,2	1,3-1,5	0,8-1,0	70-90	30-35	25-30	30-40	40-50	20-25	10-13	8-10
3,5-5	1,3-1,7	1,0-1,2	70-90	30-40	25-30	20-30	40-50	15-28	7-8	7-9
4,5-5,2	1,2-1,7	1,0-1,2	70-90	35-45	25-30	20-30	40-50	10-12	6-8	5-6
5-8	2,4-2,8	1,8-2	100-120	70-80	35-40	60-70	40-50	20-25	10-12	8-10
3,5-5	1,4-1,6	1,0-1,2	90-100	30-40	25-35	20-30	30-40	10-14	5-7	5-6
3,5-5	1,4-1,6	1,0-1,2	80-90	40-50	25-35	50-60	40-50	15-20	7-8	7-8
3,5-5	1,8-2,4	1,4-1,6	80-90	40-50	25-35	50-60	40-50	15-20	7-8	7-8
3,5-4	1,5-1,8	0,7-0,9	90-100	40-50	25-40	10-30	30-40	15-20	5-7	5-7
4-4,5	1,5-1,8	0,7-0,9	90-100	40-50	25-40	20-30	30-40	14-18	4-7	5-7

Tablica 1-8

Livnica	Asortiman	Broj ljudi	Godišnja proizvodnja sivog liva u (t/god.)	Masa odlivaka (kg)	Učešće mašin. rada (%)	Ukupni godišnji uložak (t)	Iskorišćenje liva (%)	Ukupna površina (m^2)	t/čov/god	Površina za kalupovanje (m^2)	t/m^2/god. Za ukupnu površinu	t/m^2/god. Za površinu za kalupovanje
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
F	Tankozidni liv	158	4000	do 10	100	[illegible]	60	3900	25	-	1,02	-
H	Armature,fazonski liv	182	5500	do 30	80	8500	65	5200	30,5	3500	10,6	1,58
I	Mašine za domaćinstvo, mašinski liv	212	5500	1,0-5000	50	11600	47,5	7000	26	3000	0,72	1,82
L	Alatne mašine,maš.liv	170	6100	1,0-5000	85	10000	61	9000	36	4800	0,68	1,27
M	Mašine za rudar.	202	7200	1,0-10000	90	12000	60	7000	36	3200	1,03	2,25
N	Peći,mašinski liv	126	3600	1,0-5000	60	6000	60	5400	28,5	2300	0,67	1,58
P	Opšti mašinski liv	164	4200	1,0-5000	60	6600	64	3800	25,5	2250	1,10	1,88
O	Mašinski liv,klipni prsten	70	1820	do 300	40	2750	66	1825	26	1080	1,00	1,68
S	Mašinski liv	152	4000	do 10000	40	6000	67	5400	26,5	3200	0,74	1,26
U	Mašinski liv	118	4800	do 6000	70	7400	65	4500	41	2700	1,06	1,78
Q	Mašinski i kanalizacioni liv	64	3000	do 5000	30	3800	79	2760	47	1750	1,08	1,72
R	Krušan mašin.liv, armature za koks	100	7200	do 6000	10	8600	84	3500	72	1600	2,05	4,50
T_1	Mašinski liv, kazani za šljaku	224	6800	do 10000	-	8500	80	6000	30,5	-	1,14	-
X	Cevi,mašinski liv	242	10500	do 10000	40	14600	72	10000	43,5	6300	1,05	1,68
K	Livene cevi	60	2200	1,0-20	100	3150	70	2500	37	1400	0,88	1,58
T_2	Mašinski liv	47	2200	do 50	100	3100	64	700	42,5	-	2,85	-

Objašnjenje uz tablicu 5:

F - rolganzi i ručno kalupovanje
H - ručno kalupovanje
I - mašinsko i ručno kalupovanje, livnica je prostorno ograničena
L - ručno kalupovanje, transport ručni i na rolganzima
M - mašinsko i ručno kalupovanje
N - rolganzi i ručno kalupovanje, transport dizalicama, mnogo neiskorišćenog prostora
P - mašinsko i ručno kalupovanje, livnica je prostorno ograničena
O - mašinsko i ručno kalupovanje, livnica je prostorno ograničena
S - mašinsko i ručno kalupovanje, transport mostovskim i jednošinim dizalicama
U - kalupanski prostor ograničen, kalupi za teže odlivke se izradjuju na mašinama, delimično ručno kalupovanje
R - ručno kalupovanje, transport dizalicama
T_1 - kalupovanje pretežno ručno i peskometom,transport dizalicama
X - mašinsko kalupovanje
K - zastarelo postrojenje
T_2 - konvejer za zalivanje odlivaka

Tablica 1-9

Pokazatelji za livnice sivog liva (za 1961. god.), za fabrike	Za fabriku												
	ZIL	HTZ	Volgogradski traktor	MTZ	GAZ	MAZ	Rosteljmaš.	Čeljabinskii traktornii	Alatnih mašina Kirov G.Minsk	Alatnih mašina Oktobrev G.Minsk	Alatnih mašina u Moskvi	Volkova Moskva	Kotlofa i radijatora Minsk
Godišnja proizvodnja u (1000 t)	132,3	147,0	116,6	64,2	179,0	28,1	37,2	121,6	5,0	13,5	74,4	106,5	72,0
Cena 1 tone odlivaka u rubljama	109,0	107,0	100,0	139,0	126,7	126,9	108,0	118,0	153,0	142,8	133,5	91,0	98,6
Godišnja proizvodnja po jednom radniku u (t)	70,2	54,0	56,0	41,9	43,0	42,4	18,1	41,2	34,5	36,7	45,9	64,8	51,2
Proizvedeno liva u % od metalnog uloška	68,3	70,8	68,5	63,0	64,3	56,5	71,5	63,9	70,0	71,0	70,0	69,7	66,2
Godišnja proizvodnja po (m^2) proizvodne površine	3,4	5,0	3,98	4,3	3,08	2,98	4,4	4,6	3,0	2,8	3,0	11,8	8,4
Škart u %	3,0	3,1	4,1	7,9	5,1	6,7	4,7	2,7	5,1	2,9	3,1	6,9	14,6

Tablica 1-10

Učešće pojedinih vrsta poslova u % prema ukupnom obimu radova u livnici (za 1964)	Proizvodnja odlivaka za fabrike traktora				Proizvodnja odlivaka za fabrike poljoprivrednih mašina
	Minsk	Harkov	Volgograd	Čeljabinsk	
Priprema šarže	4,5	-	-	-	8,8
Topljenje	0,15	11,75	8,2	8,0	-
Zalivanje	0,25	-	-	-	8,5
Priprema šarže	9,2	4,25	3,2	3,0	8,7
Izrada kalupa	16,6	31,2	28,2	27,6	29,6
Izrada jezgara	16,7	24,0	19,6	23,6	11,3
Istresanje kalupa	4,6	4,8	4,1	5,2	6,35
Čišćenje odlivaka	22,6	24,0	25,5	24,0	26,75
Ostali radovi	25,4	-	11,2	8,6	-

Tablica 1-11 - PROSEČNA MASA ODLIVKA ZAVISNO OD NAČINA KALUPOVANJA I PRIMENJENE OPREME

Odelenje			Odelenje		
KALUPOVANJE NA MALIM KALUPARSKIM MAŠINAMA	F1	2,3	RUČNA IZRADA VLAŽNIH KALUPA	F3	3,4
	F2	1,2		F4	10,8
	F3	1,0		F9	44,2
	F4	11,3		F10	-
	F5	7,2		F14	1,6
	F7	1,8		F15	8,9
	F8	5,7		F18	-
	F10	6,0		F19	36,5
	F11	23,3			
	F12	2,3			
	F14	2,9	RUČNA IZRADA SUŠENIH KALUPA	F4	621,8
	F15	6,0		F8	15,9
	F17	26,2		F9	1347,7
	F19	12,1		F10	121,0
KALUPOVANJE NA VELIKIM KALUPARSKIM MAŠINAMA	F1	64,5		F11	433,4
	F5	55,5		F15	117,9
	F10	32,5		F16	128,0
	F12	63,0		F18	-
	F16	10,0		F19	262,9

Tablica 1-12 - PROSEČNA MASA ODLIVAKA (kg) ZA LIVNICU F1 FRANCUSKA ZAVISNO OD NAČINA KALUPOVANJA

Livnica	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19
Ručno kalupovanje	50,4	1,1	3,4	229	19,0	256	18,1	15,9	222	121	433	-	8109	1,7	29,2	128	5258	19,7	127
Mašinsko kalupovanje	3,3	1,2	1,1	11,1	5,0	5,0	1,1	5,7	-	8,5	2,3	2,7	-	2,9	6,0	9,9	26,2	-	12,1
Kalupovanje peskometom	-	-	-	348	327	-	-	-	-	81	-	63	1614	141	289	-	707	-	-
Prosečna težina odlivaka	4,6	1,2	1,0	37,8	16,1	7,6	2,0	5,5	222	27,7	27,8	2,7	2649	4,1	6,6	37,8	447	19,7	35,2

Tablica 1-13 - UTROŠAK ČASOVA ZA IZRADU 1 t. DOBRIH ODLIVAKA (BEZ MODELARNICE I TERMIČKE OBRADE)

Livnica	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19
Topionica	10,06	13,14	17,33	5,36	7,44	0	8,11	7,0	4,25	4,75	8,69	8,00	2,84	7,46	7,02	4,81	6,37	9,50	13,62
Kaluparnica i jezgarnica	46,82	24,69	66,60	48,33	58,79	0	45,59	35,0	13,56	25,61	34,79	46,94	40,44	23,68	29,06	85,89	56,62	39,88	67,05
Čistionica	15,54	13,89	26,50	22,08	19,34	0	14,35	14,0	4,76	5,55	5,29	18,83	14,46	11,12	14,42	16,73	25,06	13,97	18,92
Ukupna proizvodnja	72,45	51,72	110,43	75,77	85,57	0	68,02	57,0	22,57	35,91	48,77	73,77	57,74	42,26	50,50	107,43	88,05	63,35	99,59
Ostale službe	0	17,03	11,62	6,44	0	0	21,82	3,0	1,32	2,50	6,36	1,74	0	0	14,94	14,64	0	6,14	18,68
Ukupno	0	68,75	122,05	82,21	0	0	89,84	60,0	23,89	38,41	55,13	75,51	0	0	65,44	122,07	0	69,49	118,27

Tablica 1-14 - OPSTI PODACI

Livnica	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19
Časova po toni dobrih odlivaka za tehničko i rukovodeće osoblje	7,87	4,07	8,00	4,93	8,82	5,38	5,40	5,18	0,54	3,73	5,98	5,84	0	9,92	5,77	2,96	15,52	6,43	15,98
Učešće časova (%) tehničkog i rukovodećeg osoblja u odnosu na časove ukupne proizvodnje	10,87	7,86	7,25	6,95	10,31	0	7,94	9,07	2,38	11,06	12,26	7,92	0	23,47	11,43	2,76	17,63	10,15	16,04
KWh po toni dobrih odlivaka (bez topionice i termičke obrade)	443	110	17	205	171	465	112	208	52	94	90	193	0	284	297	132	432	92	311
Tona po radniku za proizvodnju odeljenja (baza 45 h/nedelno)	46,44	50,33	27,86	25,88	49,51	0	46,81	31,59	48,25	57,74	71,39	56,69	0	64,63	33,79	45,47	0	45,52	43,49
Iskorišćenje liva (%)	59,11	54,11	48,01	66,35	60,80	61,08	62,05	64,17	85,40	69,97	74,60	55,92	74,20	64,48	64,51	67,84	53,88	72,27	59,55
Procenat škarta u livnici (%)	3,99	9,94	12,77	8,01	5,38	5,72	3,32	6,87	0,41	3,19	7,00	8,56	6,50	2,84	3,77	2,13	6,12	7,73	6,44
Škart u mašinskoj obradi (%)	0,99	1,03	1,38	2,92	1,16	2,97	0,46	1,99	0,33	1,95	3,52	2,85	0	1,04	2,41	2,40	0	1,64	4,08

Tablica 1-T5

NAZIV LIVA	Sivi liv			Temper liv			Čelični liv		
	Obim proizvodnje u 1000 t/god	Na jednog proizvodnog radnika t/god	Na jednog radnika u proizvodnji t/god	Obim proizvodnje u 1000 t/god	Na jednog proizvodnog ranika t/god	Na jednog radnika u proizvodnji t/god	Obim proizvodnje u 1000 t/god	Na jednog proizvodnog radnika t/god	Na jednog radnika u proizvodnji t/god
Kamioni	60-100	80-110	70-100	30-60	50-75	45-65	30-50	60-80	50-70
Kamioni	> 100	90-125	80-110	50-120	70-100	60-90	60-100	80-95	70-85
Automobili	60-100	60-80	50-70	-	-	-	-	-	-
Traktori	60-100	90-110	80-100	50-100	65-90	55-80	50-100	85-100	75-85
Traktori	> 100	100-130	90-120	-	-	-	100-150	90-110	80-100
Poljoprivredne mašine	40-70	100-130	90-115	15-25	50-70	45-60	-	-	-
Alatne mašine									
- mali odlivci	40-60	70-90	60-80	-	-	-	40-50	55-75	50-65
- srednji odlivci	40-60	70-90	60-80	-	-	-	40-50	55-75	50-65
- veliki odlivci	30-40	60-80	50-70	-	-	-	30-40	45-65	40-55
Metalurgija	50-60	58-66	46-50	-	-	-	50-60	44-50	38-42
Dizel lokomotive	15-20	36-44	30-34	-	-	-	50-60	34-42	30-34
Električne mašine	60-100	80-120	70-105	-	-	-	-	-	-
Mašine za proizvodnju hartije	60-100	70-90	60-80	-	-	-	30-50	60-80	50-70
Armatura	30-70	60-90	50-80	-	-	-	-	-	-
Radijatori	100-150	200-250	180-220	-	-	-	50-70	75-95	65-85

LITERATURA

1. Zrnić, Dj., Prokić,M., Milović,P.: Projektovanje livnica, Beograd, 1970.
2. Ribaljčenko, N.,A.,: Projektirovanije litejnih cexov, Harkov 1965.
3. Fantalov, Č.I.,i dr.: Osnovi projektirovanija litejnih cehov i zavodov, Moskva 1979.
4. Mašinostrojenije XIV, Moskva 1946.
5. Materialfluss in Giesserei III, W.G., 1959.
6. Interna dokumentacija fabrike Renault, Paris 1967.
7. Razvoj livačke industrije u Jugoslaviji, Beograd 1964.

2. OPŠTA UPUTSTVA ZA PROJEKTOVANJE LIVNICA

Pri rešavanju tehnološkog procesa livnice u cilju obezbedjenja dobrog funkcionisanja projektovanog pogona, treba obratiti pažnju na sledeće:

1. Obezbediti potrebne uslove za proizvodnju odlivaka prema JUS-u i to: mehanička svojstva i strukturu liva, čistoću površine, tolerancije i dodatak na mehaničku obradu.

2. Povećati produktivnost primenom što većeg stepena mehanizovanosti u svim tehnološkim i transportnim operacijama, pri tome voditi računa o ekonomskoj opravdanosti rešenja. Treba pravilno rešiti kretanje materijala kroz proizvodni proces, eliminisati nepotrebno zadržavanje materijala u toku procesa i omogućiti stalnu i jednostavnu kontrolu kvaliteta i kvantiteta.

3. Treba težiti ka manjem procentu škarta i smanjenju potrošnje materijala.

4. Obezbediti transport sa što kraćim putanjama izmedju svih proizvodnih i pomoćnih odelenja i skladišta. Kretanje materijala treba uvek usmeravati ka mestu otpreme gotovih proizvoda i izbegavati ukrštanja i povratne linije. Ukoliko je moguće treba koristiti transportna sredstva za obavljanje pojedinih operacija za vreme kretanja materijala (zalivanje kalupa na konvejeru). Pravilno rešenje transporta odgovara potrebama racionalno organizovane proizvodnje i stvara uslove za povećanje kvaliteta odlivaka i smanjenje cena koštanja liva.

5. Pri izboru opreme i transportnih uredjaja treba težiti po mogućstvu, da se usvoje tipski uredjaji.

6. Predvideti mogućnost proširenja objekta, povećanje obima proizvodnje i mogućnost izmene vrste proizvoda. Proizvodni proces treba tako rešiti da se ove promene mogu da ostvare.

7. Treba težiti visokom stepenu iskorišćenja efektivnog rada, smanjiti ručnu manipulaciju i kretanje osoblja na minimum.

8. Pri izradi projekta treba naći takvo rešenje koje će da da visoki stepen iskorišćenja površina, dobar raspored prostorija i opreme, vodeći računa o prolazima i prilazima.

9. Svi delovi projektovane livnice treba da zadovolje sanitarno tehničke uslove. Ovo se postiže dobro prostudiranim rešenjima grejanja i provetravanja, odstranjivanjima prašine i štetnih gasova i osvetljenja radnih mesta.

2.01. Sadržaj tehnološkog projekta

Obim tehnološkog dela projekta zavisi od vrste proizvoda, tipa i obima proizvodnje, karakteristika objekta, sastava opreme i roka potrebnog za njegovu izradu. Projekat livnice treba da sadrži sledeća poglavlja:

1. Proizvodni program - sastav i metode formiranja programa (tačni, svedeni ili preko pokazatelja), podela prema vrstama liva i drugim njegovim karakteristikama.

2. Režim rada i fond vremena rada opreme i radnika - daje se obrazloženje o izabranom režimu rada pojedinih odeljenja i cele livnice. Na osnovu izabranog režima rada odredjuje se fond vremena rada opreme i radnika.

3. Opšte rešenje tehnološkog procesa. Izbor tipa proizvodnje. Odredjivanje normativa utroška materijala i izrada bilansa materijala prema kvalitetu odlivaka. Odredjivanje normativa vremena izrade, radne snage i energije. Daje se obrazloženje izabranog tehnološkog procesa izrade odlivaka, izlaže se metoda razrade tehnološkog procesa, dokumentuje tehničko ekonomska opravdanost usvojenog nivoa mehanizacije i automatizacije i daje se način proračuna ili usvajanja normativa.

4. Odredjivanje - izbor i proračun neophodne tehnološke i pomoćne opreme (pri izradi projekta rekonstrukcije livnice ili pojedinih odelenja navodi se broj postojeće opreme). Odredjivanje radnih mesta.

5. Odredjivanje potrebnih tehnoloških površina.

6. Odredjivanje površina pomoćnih radionica i postrojenja za opsluživanje proizvodnje i obezbedjenje uslova rada.

7. Postavljanje glavnih tokova materijala i proračun ukupne količine materijala koji se transportuje kroz pogone. Razmeštaj prostora, opreme i radnih mesta. Koristi se matrica OD-DO, matrica medjuzavisnosti aktivnosti, ili neka druga metoda.

8. Rešenje transporta materijala sa proračunom i izborom transportnih uredjaja. Odredjivanje ciklusa transporta i izračunavanje proizvodnih kapaciteta svih uredjaja. Izračunavanje transportnog učinka. Dijagram kretanja materijala.

9. Projektovanje skladišta za čuvanje sirovina, goriva, gotovih odlivaka i dr. Odredjivanje lokacije pojedinih skladišta. Izbor tipa skladišta i odredjivanje potrebnog prostora za uskladištenje. Izbor i proračun skladišne mehanizacije.

10. Izrada dispozicionog rešenja (layont) - konačni raspored pojedinih odeljenja, mašina i radnih mesta, sa crtežima osnove i preseka u koje je ucrtana oprema (crteži se izradjuju u razmeri 1:100, 1:200 ili 1:50).

11. Specifikacija radne snage. Broj proizvodnih radnika se odredjuje prema ukupnom vremenu potrebnom za izvodjenje odredjenih operacija, druge kategorije radnika se uzimaju prema prosečnim pokazateljima, u procentima od broja proizvodnih radnika.

12. Specifikacija opreme - osnovne i pomoćne, sa naznačenim glavnim karakteristikama opreme, gabaritnim merama, masom i instalisanom snagom.

13. Opšte rešenje problema snabdevanja energijom sa podacima za projektovanje instalacija (elektrika, grejanje i provetravanje, komprimovani vazduh, para, voda i dr.) - sastavlja se spisak potrošača sa navodjenjem njihovih glavnih karakteristika i odredjuje se godišnja potrošnja električne energije, pare, vode, sabijenog vazduha itd. Rekapitulacija potrošnje energije.

14. Program gradjevinske izgradnje sa naznačenim osnovnim parametrima zgrade - daje se obrazloženje o usvojenom tipu zgrade, sa glavnim njenim karakteristikama. Rešenje prirodnog i veštačkog osvetljenja radnih prostorija. Daje se položaj priključaka za snabdevanje energijom tehnološke opreme i transportnih uredjaja sa naznačenom vrstom energije i količinama.

15. Situacioni plan preduzeća. Raspored objekata se crta u razmeri 1:500 ili 1:1000.

16. Usaglašavanje projekta sa zahtevima zaštite na radu. Prilog zaštite na radu.

17. Tehnički izveštaj sa tehničko ekonomskim pokazateljima i kritičkim osvrtom na dato rešenje. Uporedjenje predloženog rešenja sa sličnim pogonima iz literature, ili postojećim pogonima. Tabelarni pregled pokazatelja.

2.02. Obavezni opšti prilozi u projektu

1. Dokaz da su za izgradnju obezbedjena finansijska sredstva.
2. Rešenje o registraciji radne organizacije, koja je izradila projekat.
3. Dokaz o izvršenoj tehničkoj kontroli investiciono-tehničke dokumentacije.
4. Rešenje o registraciji radne organizacije koja je izvršila tehničku kontrolu.
5. Dokaz o pravu korišćenja zemljišta na kome će se graditi objekat.
6. Dokaz o rešenim imovinsko-pravnim odnosima za katastarske parcele koje pokrivaju objekat:
   - kopiju plana sa ucrtanim gabaritom objekta,
   - rešenje o eksproprijaciji,
   - rešenje o pravu korišćenja,
   - izvod iz zemljišnih knjiga.
7. Protokol regulacije.

2.03. Uslovi za projektovanje

1. Urbanističko-tehnički uslovi.
2. Uslovi za priključak na mrežu vodovoda i kanalizacije.
3. Elektroenergetski uslovi.
4. Uslovi PTT-a za projektovanje.
5. Energetski uslovi.
6. Uslovi narodne odbrane za izgradnju skloništa.

2.04. Potrebne saglasnosti na investiciono-tehničku dokumentaciju od strane nadležnih organa i organizacija

1. Saglasnost Uprave za protivpožarnu zaštitu.
2. Saglasnost sanitarnog inspektora.
3. Ocena prilagodjenosti objekata potrebama narodne odbrane.
4. Saglasnost Sekretarijata narodne odbrane na projekte skloništa.
5. Saglasnost opštinskog komiteta za urbanizam.
6. Saglasnost nadležnog organa za vodoprivredu.
7. Saglasnost na projekat nadležne RO za vodovod i kanalizaciju.
8. Saglasnost komunalnog preduzeća.
9. Saglasnost Elektrodistribucije.
10. Saglasnost PTT saobraćaja.
11. Saglasnost nadležne RO za energetiku.
12. Saglasnost inspektora parnih kotlova.
13. Saglasnost nadležnog organa za zaštitu životne sredine.
14. Saglasnost Gradskog komiteta za saobraćaj.
15. Saglasnost Republičkog komiteta za saobraćaj.
16. Saglasnost za priključak industrijskog koloseka od ŽTP-a.
17. Saglasnost drugih RO ako već koriste dati železnički priključak.

2.05. Tehnološki projekat

Tehnološki projekat predstavlja konačno rešenje jednog procesa proizvodnje proizašlo iz analize različitih varijanti tehnološkog procesa uradjenih prema zahtevima definisanim u projektnom zadatku.

Postavljeni cilj i zahtevi investitora odredjuju obim projekta koji može da bude realizovan kao: glavni projekat, idejni projekat i idejno rešenje. Pri tome postupak realizacije projekta jednog investicionog objekta sa razvija u više etapa, počev od grubih postavki i idejnog rešenja pa sve do izvodjačkog projekta.

Izbor i proračun tehnološke i pomoćne opreme i njihov pravilan raspored, tehnološki i prostorni, predstavljaju jezgro tehnološkog projekta i za njihovo definisanje se po pravilu utroši veći deo vremena potrebnog za izradu projekta. Predloženi raspored opreme može da dovede do optimalnog rešenja samo ako se uvažavaju svi značajni faktori vezani za izvodjenje tehnološkog procesa i kretanje materijala kroz proces, a da pri tome budu zadovoljeni uslovi zaštite na radu, socijalni uslovi, zdravstveni uslovi, zaštita od požara itd.

Optimalni prostorni raspored mašina i opreme ne može se empirijski definisati i predstavlja niz istraživanja, proračuna i analiza, pri čemu se koriste različite metode u projektovanju i pri izboru i vrednovanju pojedinih alternativnih rešenja.

Izradi tehnološkog projekta je potrebno posvetiti posebnu pažnju zato što predstavlja osnovu za dalja projektovanja u toku realizacije investicionog objekta, odnosno za definisanje projektnih zadataka drugih tehničkih projekata (arhitektonski, gradjevinski, energetski itd.).

Finalni deo tehnološkog projekta predstavlja dispozicioni plan sa ucrtanom opremom (LAYOUT), sa specifikacijama opreme i radne snage, projektnim zadacima za izradu drugih tehničkih projekata i tehničkim opisom. Ovaj plan prikazuje prostorni raspored mašina, postrojenja i radnih mesta koji treba da obezbedi optimalne proizvodne uslove i odgovarajuće ekonomske efekte proizvodnje.

2.06. Dokumentacija tehnološkog projekta

U ovom poglavlju će se dati osnovni sadržaj tekstualnog dela idejnog i glavnog projekta i način formiranja odgovarajuće grafičke dokumentacije.

2.06.01. Idejni projekat

Sadrži idejno rešenje tehnološkog procesa sa izborom i proračunom proizvodnje i pomoćne opreme. Rešenje kretanja materijala kroz proizvodni sistem sa izborom i proračunom transportnih uredjaja. Odredjivanje potrebnih površina i prostorni raspored odeljenja i radionica. Raspored opreme unutar pojedinih pogona. Rešenje problema uskladištenja. Specifikaciju proizvodne i pomoćne opreme sa naznačenim vrednostima pojedine opreme u ukupnim investicionim ulaganjima. Specifikaciju radne snage sa naznačenom kvalifikacionom strukturom. Projektne zadatke sa elementima potrebnim za izradu ostalih idejnih projekata u sklopu datog investicionog programa. Tehnički opis koji treba da obuhvati celokupan proizvodni proces sa osnovnim tehničko ekonomskim pokazateljima.

Crteži: Osnove i preseci objekta sa ucrtanom opremom (dispozicioni crteži-Layout) u razmeri 1:100 ili 1:200. U osnovi treba kotirati ukupne dužine i širine cele zgrade, pojedinih prostorija i otvora. Označiti kotu poda prizemlja sa ± 0,00, pa prema tome dati visinske kote pojedinih spratova. Debelom isprekidanom linijom označiti mesta pojedinih preseka. U svakoj prostoriji upisati namenu i u zagradi upisati njenu površinu. Opremu ucrtati u razmeri i naznačiti odgovarajuću poziciju za svaki tip opreme. Sve pozicije mora da budu usaglašene sa specifikacijom opreme. Označiti kote glavnih transportnih puteva. Označiti položaj potrošača energije sa naznačenim količinama.

2.06.02. Glavni projekat

Glavni projekat predstavlja detaljno rešenje na osnovu koga mogu da se izvode radovi i oformi livnica. Izradjuje se na osnovu odobrenog Investicionog programa i idejnog projekta. Sadrži detaljnu razradu tehnološkog procesa proizvodnje; izbor i raspored opreme sa obzirom na njenu tehnološku povezanot i kretanje materijala kroz proces; detaljno rešenje unutrašnjeg transporta i

skladištenja; konačno definisanje prostora; detaljnu specifikaciju radne snage i opreme sa predračunom investicionih ulaganja i tehnički opis.

Crteži: Dispozicioni crteži se formiraju na isti način kao i kod idejnog projekta i izradjuju se u razmeri 1:50. Osnovu glavnog projekta treba dopuniti arhitektonskim merama svih otvora. kotirati osna rastojanja otvora, kotirati položaj i dimenzije stubova, izvršiti numeraciju stubova po horizontali i vertikali, označiti tip i pravac otvaranja vrata, vrstu i nosivost podova. Oprema se ucrtava sa tačno odredjenim položajem u odnosu na gradjevinske elemente objekta i ucrtanim kotama položaja glavnih osa ili temeljnih zavrtnjeva, označava se gabarit temelja i ucrtavaju svi kanali i otvori sa naznačenim glavnim dimenzijama. Daju se podaci neophodni za definisanje temelja ukoliko se isti predvidjaju i to: masa mašine ili uredjaja, zahtevani tip temelja, način vezivanja za podlogu, dinamička opterećenja itd.

U okviru glavnog projekta se na posebnim osnovama ucrtavaju instalacije za razvod energije, sa kotiranim položajem pojedinih potrošača i naznačenim količinama koje se troše. Označavaju se mesta za lokalno otsisavanje vazduha, daje sastav gasova ili zagadjenog vazduha i njihova temperatura, koncentracija prašine i označavaju količine koje treba odvesti iz pogona.

2.07. Postupak projektovanja

Postupak projektovanja može da se sprovede na osnovu tačnog i svedenog programa proizvodnje, ili u slučaju proizvodne orijentacije prema karakterističnim težinskim grupama.

Tačni program proizvodnje sadrži potpunu tehničku dokumentaciju, tako da ovaj način projektovanja omogućuje detaljnu razradu tehnološkog dela projekta, izbor najpogodnije tehnologije za proizvodnju odlivaka uz racionalno iskorišćenje raspoloživog fonda vremena, materijala, opreme i radne snage, a da se pri tome postižu zadovoljavajući ekonomski efekti.

Projektovanje prema tačnom programu se izvodi na osnovu detaljno razradjene tehnološke dokumentacije za proizvodnju svakog odlivka. Na slici 2-1 je prikazan izgled tehnološke karte za proizvodnju kućišta ležaja. Ovaj način projektovanja je dugotrajan i složen zato što se zahteva kompletna razrada tehničke i tehnološke dokumentacije, tako da se primenjuje kod izrade projekata livnica masovne i velikoserijske proizvodnje sa ograničenom nomenklaturom proizvoda (fabrike automobila, traktora, radijatora itd.).

Kod primene svedenog programa proizvodnje u projektovanju tehnološka dokumentacija se izradjuje samo za proizvode predstavnike i to na isti način kao i u predhodnom slučaju. Proces projektovanja se znatno skraćuje zato što je svaka grupa tehnološki sličnih odlivaka zastupljena samo sa jednim predstavnikom. Vremena izrade ostalih proizvoda iz date tehnološke grupe se dobijaju postupkom svodjenja:

$$T_{xi} = K_{xi} \cdot T_p, \text{ gde je}$$

T_{xi} - vreme potrebno za obradu i-tog komada iz date tehnološke grupe,

K_{xi} - zajednički koeficijent svodjenja za i-ti komad, i

T_p - vreme potrebno za izradu proizvoda predstavnika.

Za predstavnika grupe obično se bira proizvod koji je zastupljen u najvećoj količini i masi, a blizak je ostalim proizvodima u grupi po materijalu, tehnološkom procesu izrade, obliku i masi. Pri tome se dobijaju najtačniji rezultati kada se masa pojedinih komada iz date tehnološke grupe ne razlikuje više od 2 do 3 puta od mase proizvoda predstavnika.

		TEHNOLOŠKA KARTA LIVNICE	LIST

PROIZVOD: TRAKTOR

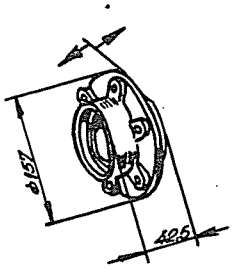
DEO: KUĆIŠTE LEŽAJA

BR. CRT. | JED. TEŽ 8 kg

KOM/GOD. | kg/GOD.

MATERIJAL: GT 538

NAČIN IZRADE: MAŠINSKA



ŠASIJE	
g	400×400×150
s	
d	400×400×150

KOM/KAL. 1 | KAL/GOD. 30.000

OSNOVNA MAŠINA: TRESKALICA SA PRESOVANJEM

IZRADA ODLIVAKA

OPERACIJA	KAT.	MIN.	ČAS/GOD	
IZRADA KALUPA		1	250	
POST. JEZGARA		1	250	
SKLAPANJE		1	250	

ALAT

2 MODELNE PLOČE

IZRADA JEZGARA

OPERACIJA	kg	KAT.	MIN.	ČAS/GOD	kg/GOD	MAŠ.

ČIŠĆENJE

OPERACIJA	KAT.	MIN.	ČAS/GOD
ODB. ULIV SISTEMA			
GRUBO ČIŠĆENJE			
TERM. OBRADA			
POV. ČIŠĆENJE			
BRUŠENJE			
OBRUBLJIVANJE			

NAPOMENA:

Slika 2-1

Zajednički koeficijent svodjenja se odredjuje po obrascu:

$$K = K_1 \times K_2 \times K_3$$

gde je: K_1 - koeficijent svodjenja koji obuhvata odnos masa,

K_2 - koeficijent svodjenja koji obuhvata uticaj veličine serija, i

K_3 - koeficijent svodjenja koji obuhvata složenost izrade pojedinih komada.

Koeficijent K_1 se dobija iz odnosa ukupne mase odlivaka date grupe i mase proizvoda predstavnika. Koeficijenti K_2 i K_3 se odredjuju na osnovu praktičnih iskustava. Pri tome treba voditi računa o primenjenom postupku kalupovanja, izrade jezgara, kvalitetu odlivaka, klasi tačnosti, čistoći površine itd.

Projektovanje na osnovu svedenog programa proizvodnje se primenjuje u slučajevima kada je zadat raznovrstan asortiman proizvoda, najčešće u serijskoj proizvodnji odlivaka, kao i kada se ne raspolaže potpunom dokumentacijom za sve proizvode.

Pri izradi projekata livnica individualne i maloserijske proizvodnje, razrada na već opisane načine nije moguća. Za široku nomenklaturu proizvoda, koji se javljaju u ovom slučaju nije moguće uraditi detaljnu tehničku dokumentaciju, a i sam program često nije fiksno odredjen, tako da se daju karakteristične težinske grupe i prema njima se izvodi dalji postupak projektovanja. Ovaj način je veoma pogodan i za izradu idejnih projekata. Program proizvodnje se sastavlja prema tablici 2-1.

Pri izradi idejnih rešenja i u početnoj fazi projektovanja, kada se želi da sagleda opšta problematika i dobiju osnovni parametri pogona koriste se tehničko ekonomski pokazatelji. Pregled ovih pokazatelja je dat u poglavlju 1.

Tablica 2-1

Red. broj	Težinska grupa delova	% učešće	t/god po grupi delova	kg/god. po grupi delova	Srednja masa	Komada dnevno	Komada god.	Primedba
1	2	3	4	5	6	7	8	9

2.08. Režim rada

Izbor režima rada zavisi od rešenja tehnološkog procesa i osobenosti programa proizvodnje (vrste metala, kapaciteta livnice, mase odlivaka itd.). Pri projektovanju livnica treba težiti da se izabere najracionalniji režim rada, a to je onaj pri kome se postiže najmanja dužina ciklusa svih proizvodnih operacija, a prvenstveno onih najtežih: kalupovanju, sklapanju kalupa, zalivanju i istresanju iz šasija. Kao posledica skraćenja ciklusa dolazi do visokog stepena iskorišćenja proizvodne i pomoćne opreme, radnih površina i visokog stepena iskorišćenja efektivnog rada, pri niskoj ceni i dobrom kvalitetu odlivaka.

U livnicama se primenjuje paralelni i stepenasti režim rada. U pojedinim slučajevima se kombinuju ova dva režima rada.

Pri paralelnom režimu rada proces je kontinualan, tj. sva proizvodna odeljenja rada jednovremeno (operacije izrade kalupa, izrade jezgara, zalivanja, istresanja kalupa i čišćenja odlivaka se obavljaju u istoj smeni). Ukupno vreme kalupovanja, sklapanja kalupa, zalivanja, hladjenja i istresanja ne treba da bude veće od trajanja rada jedne smene.

Ovaj režim rada se primenjuje u mehanizovanim livnicama većeg obima proizvodnje pri serijskoj i masovnoj proizvodnji. Rad se obično organizuje u dve ili tri smene, da bi se racionalno iskoristila proizvodna i pomoćna oprema i transportna sredstva.

Stepenasti režim rada je u suštini diskontinualan. Karakteriše se time što se na istoj površini u raznim smenama obavljaju razni proizvodni procesi po utvrdjenom redosledu (izrada kalupa u jednoj smeni, zalivanje i istresanje u drugoj smeni i sl.). Pri ovom režimu rada mehanizuju se samo priprema i transport peska. Kalupovanje, sklapanje, zalivanje i istresanje kalupa se obavlja na podu livnice. Primenjuje se u livnicama individualne i maloserijske proizvodnje i pri proizvodnji srednjih i velikih odlivaka složenog oblika (dugačak ciklus izrade).

Prema broju smena rad u pogonima livnice može da se obavlja u jednoj, dve ili tri smene. Pri tome trajanje jedne smene iznosi 7 do 8 časova. Broj smena zavisi od uslova koji proizilaze iz zahteva tehnološkog procesa i ekonomskih uslova korišćenja pojedinih pogona.

2.09. Fond vremena rada

Fond vremena rada predstavlja raspoloživo radno vreme za obavljanje korisnog posla u odredjenom vremenskom periodu. Ovaj fond vremena se dobija kada se od kalendarskog broja dana odredjenog vremenskog perioda (najčešće 1 godina) odbiju dani kada livnica ne radi (državni praznici, nedelje i neradne subote; 8+52+40=100), tako da se dobija maksimalno mogući broj radnih dana u toku godine: 365-100=265. Ukoliko se normativnim aktima radne organizacije predvidja kolektivni godišnji odmor (obično 21 dan), raspoloživo radno vreme iznosi: 265-21=234 dana.

Efektivni broj radnih časova za rad u jednoj smeni iznosi:

$T_f = D_r \cdot h - T_g$, gde je

D_r - raspoloživi broj radnih dana,

h - trajanje smene u časovima, i

T_g - vreme potrebno za generalne popravke mašina i uredjaja, u proseku iznosi 50-100 h/god.; srednje i tekuće opravke po pravilu se obavljaju u smenama kada se ne radi.

2.10. Proračun proizvodne opreme

Izračunavanje potrebnog broja mašina i opreme za izvršenje zadatog proizvodnog programa date livnice zavisi od niza faktora od kojih su glavni sledeći: priroda proizvoda, dimenzije, oblik i masa odlivaka, režim rada, raspoloživi fond vremena rada i projektovani tehnološki proces.

Proračun potrebnog broja mašina može da se izvrši na dva načina:
- grubo - na osnovu tehničko-ekonomskih pokazatelja o sličnoj proizvodnji (v.poglavlje 1), i
- detaljno - na osnovu tehnološke dokumentacije.

Potreban broj mašina na osnovu pokazatelja može da se izračuna po sledećim obrascima:

$$I_r = \frac{Q \cdot h}{T_f \cdot n}, \quad i \quad I_r = \frac{Q}{q \cdot n}, \text{ gde je}$$

I_r - računski broj mašina,

Q - obim proizvodnje u t/god,

h - prosečan broj mašinskih časova potrebnih za izradu 1 tone odlikvaka,

T_f - fond vremena rada mašina u časovima,

n - broj smena, i

q - prosečna godišnja proizvodnja jedne mašine u tonama, za rad u jednoj smeni.

Stvarni broj mašina u pogonu se dobija iz sledećeg izraza:

$$I = \frac{I_r}{\eta}, \text{ gde je}$$

η - prosečni koeficijent vremenskog iskorišćenja mašina (0,7-0,85, zavisno od tipa usvojene opreme).

Kada postoji razradjen kompletan tehnološki postupak, potreban broj mašina se računa na osnovu tehnoloških karti (detaljan proračun). Ukupno vreme koje opterećuje pojedine mašine (T_u), uzima se iz zbirne liste sastavljene prema proizvodima, za sve operacije i sve tipove mašina. Potreban broj mašina (za dati tip) je dat izrazom:

$$I_{ri} = \frac{T_u}{T_f \cdot n}, \text{ gde je}$$

T_u - ukupno vreme koje opterećuje pojedine mašine.

Stvarni broj mašina za pojedine tipove je dat izrazom:

$$I_i = \frac{I_{ri}}{\eta}, \text{ gde je}$$

η - prosečni koeficijent vremenskog iskorišćenja datog tipa mašina.

Kod linijske proizvodnje gde se proces odvija prema redosledu tehnoloških operacija (na pr. linija za čišćenje odlivaka), broj mašina zavisi od broja operacija datog procesa i tehnološkog vremena potrebnog za izvodjenje pojedinih operacija. Potreban broj mašina se izračunava po obrascu:

$$I = N_o + \Sigma(I_i - 1), \text{ gde je}$$

N_o - broj operacija, definisan tehnološkim postupkom, koji se izvodi na datoj liniji,

I_i - stvarni broj mašina na i-toj operaciji; gde je $I_i = I_{ri}/\eta$.

Potreban broj mašina za izvodjenje i-te operacije na liniji se izračunava iz izraza:

$$I_{ri} = \frac{t_{ki}}{T_c}, \text{ gde je}$$

t_{ki} - vreme potrebno za izvodjenje i-te operacije, i

T_c - takt proizvodnje.

2.11. Proračun radne snage

Potreban broj proizvodnih radnika se odredjuje na osnovu ukupnog vremena potrebnog za izradu godišnje količine odlivaka ili kod orijentacionih proračuna na osnovu tehničkih pokazatelja (v. poglavlje 1). Proračun radne snage se izvodi po obrascu:

$$R = \frac{T_u}{T_{fn} \cdot S}$$

gde je:

- R - potreban broj radnika za datu operaciju (proces),
- T_u - ukupno vreme potrebno za izvodjenje pojedinih operacija (h),
- T_{fn} - stvarni fond vremena radnika u časovima (sa odbitkom za godišnji odmor, bolovanja i sl.),
- S - broj mašina koje opslužuje jedan radnik jednovremeno.

Prosečan broj pomoćnih radnika se obično daje u procentima od ukupnog broja proizvodnih radnika i izračunava se na osnovu pokazatelja. Broj zaposlenih u upravi, tehničkoj službi, razvoju, tehnologiji, pripremi, administraciji itd. iznosi 12-20% od ukupnog broja proizvodnih i pomoćnih radnika.

L i t e r a t u r a:

Zrnić,Dj.: Priručnik za projektovanje radionica,Beograd 1969.

Zrnić,Dj.,Prokić,M., Milović,P.: Projektovanje livnica, Beograd 1978.

Popović,D.: Fabrička postrojenja, Beograd, 1975.

3. RAZMEŠTAJ OPREME I PROSTORA

Razmeštaj opreme i prostora može da bude definisan kao proces dobijanja optimalne dispozicije fizičkih sredstava jedne proizvodne jedinice. Pri tome, dispozicija fizičkih sredstava obuhvata formiranje sledećih prostornih struktura:

- raspored objekata u okviru situacionog plana,
- raspored radionica i odeljenja unutar jednog objekta, i
- raspored mašina, odnosno radnih mesta u okviru jednog pogona.

Značaj dobijanja najboljeg mogućeg rasporeda proizvodnih sredstava i proizvodnog prostora, optimirajući relativnu lokaciju prema datom kriterijumu, je poznat već duže vremena i na tom polju su izvršena mnoga istraživanja (Immer, Mallik, Gaudreau, Moor, Apple, Muther, Buffa, Francius, White i drugi). Navedena istraživanja su prvenstveno teorijskog karaktera, ali mnoga od njih su se pokazala pogodna i za primenu u projektantskoj praksi.

Efikasan raspored opreme i prostora u okviru proizvodnog pogona mora da zadovolji neke ili sve od sledećih kriterijuma:

A. Da se ostvare minimalni troškovi unutrašnjeg transporta. Postiže se pravilnim izborom transportnog sistema i izborom relativnog odnosa lokacija opreme, radnih mesta i radnih prostora. Kvalitet rešenja se ocenjuje preko broja transportnih ciklusa, predjenog puta, transportnog učinka (proizvod iz obima transporta i odgovarajućeg rastojanja transportovanja), učešća ručnog manipulisanja materijalom itd.

B. Da se minimiziraju povratne putanje i izbegne po mogućstvu ukrštanje transportnih puteva. Razmeštaj opreme i prostora treba da obezbedi da rad teče u nizu po odredjenom redosledu samo u jednom smeru, odnosno svuda gde je to moguće da se eliminišu povratne trase.

C. Da se ostvare minimalni investicioni troškovi. Razmeštaj direktno utiče na formiranje investicionih troškova potrebnih za realizaciju neophodnog prostora. Jedan od indikatora efikasnosti može da bude odnos prostora upotrebljenog za opremu prema prostoru koji se koristi za skladištenje materijala u procesu.

D. Da budu minimalni eksploatacioni troškovi. Optimalni raspored proizvodne opreme može da reducira ukupne troškove unutrašnjeg transporta, da smanji zalihe nedovršene proizvodnje, omogući efikasnije funkcionisanje celog postrojenja i ima izvestan pozitivan uticaj na upravljanje proizvodnjom.

E. Razmeštaj opreme i proizvodnog prostora treba da omogući fleksibilnost u proizvodnji. Ovim se postiže da pogon može brzo da se prilagodi različitim uslovima proizvodnje (promena proizvodnog programa, povećanje obima proizvodnje, proširenje itd.).

F. Da se minimizira ukupno vreme potrebno za izvodjenje ciklusa proizvodnje.

G. Da se minimizira broj različitih tipova uredjaja unutrašnjeg transporta.

H. Da se obezbede pogodni radni uslovi, sigurnost i udobnost zaposlenih.

I. Da se omogući nesmetano izvodjenje proizvodnog procesa, odnosno efikasno korišćenje mašina, osoblja i raspoloživog prostora.

J. Da se omogući proširenje pogona ne ometajući glavne tehnološke tokove.

K. Da se omogući lako upravljanje proizvodnjom.

Pored različitih ciljeva koji mogu da se postave projektantu, prisutno je niz ograničenja koja utiču na formiranje rešenja, od kojih će se neka navesti:

- postojeća zgrada (položaj stubova, zidova, rampi za prijem i otpremu, nosivost poda, skladišne površine, kancelarije, osvetljenje, instalacije za ventilaciju i odsisavanje prašine, snabdevanje vodom i energijom itd.),
- troškovi preuredjenja postojećeg objekta (gradjevinski elementi, premeštanje opreme i instalacija),
- nivo buke,
- zagadjenost pojedinih pogona,
- vibracije i potresi,
- širina prolaza i saobraćajnica,
- način transporta (kontinualni ili diskontinualni),
- geometrija novo projektovane zgrade,
- održavanje uredjaja,
- razni propisi, itd.

3.01. Formiranje prostorne strukture livnice

Pri razmatranju problema razmeštaja proizvodnog i pomoćnog prostora, opreme i radnih mesta, uočava se da postoji veliki broj alternativa koje mogu da se realizuju. Problem se sastoji u tome da se iz skupa mogućih rešenja izabere ono, koje najbolje ispunjava tehničke i ekonomske uslove date projektnim zadatkom.

U osnovi mogu da se razlikuju dva načina izbora prostorne strukture nekog sistema:

- prema intuiciji, i
- prema formalnim pravilima rešavanja.

U prvom slučaju kriterijumi merodavni za izbor rešenja se dobijaju razmišljanjem jedne ili više osoba koje učestvuju u procesu odlučivanja. Formiraju se pojedina rešenja i pri tome se koriste skice, modeli (isečeni od hartije ili prostorni - makete) ili dispozicioni crteži. Alternative se razmatraju i ocenjuju medjusobno prema izabranim kriterijumima i na taj način se dolazi do rešenja. Ovakav postupak izbora rešenja je jednostavan, neposredan i omogućuje relativno brzo donošenje odluke. Rešenje zavisi od kompleksnosti problema, kvaliteta i iskustva učesnika u odlučivanju i može da se primeni uglavnom u jednostavnim situacijama.

U drugom slučaju se koriste razni modeli koji opisuju problem razmeštaja pomoću šema, različitih dijagrama, karti tokova materijala, matrica zavisnosti pojedinih lokacija ili računskih postupaka. Takvi modeli postoje u literaturi, tako da se postavlja problem njihovog izbora i primene, što zavisi od niza faktora koji su značajni za odlučivanje.

Pri izboru postupka za razmeštaj opreme i analizi pojedinih alternativa, treba obratiti pažnju na sledeće:

- postupak razmeštaja treba da omogući selekciju pojedinih tipova rešenja,
- troškovi postupka (i izbora odgovarajućeg rešenja) moraju da budu u relaciji sa koštanjem izabranog rešenja, i
- potrebno je naznačiti moguće subjektivne uticaje da bi se pokazalo kako utiču na konačan izbor rešenja.

Subjektivni uticaji mogu da nastupe kod sledećih koraka u postupku razmeštaja lokacija:

- izbora kriterijuma,
- medjusobne težine kriterijuma,
- odredjivanja vrednosti predloženih rešenja u odnosu na kriterijum, i
- klasifikacije vrednosti za nemerljive veličine.

Kod rešavanja svakog problema mogu da budu različiti broj i vrsta kriterijuma, zavisno od odgovarajućih zahteva i informacija koje stoje na raspoloženju. Pri tome, samo razmatranje svih relevantnih kriterijuma omogućava odgovarajući izbor. Navešće se neki od kriterijuma koji mogu da se koriste pri formiranju prostornih struktura:

A. Tehnički kriterijumi - intenzitet toka materijala, dužina transportnog puta, transportni učinak, vreme potrebno za transportovanje itd.,

B. Ekonomski kriterijumi - investicioni troškovi, eksploatacioni troškovi itd.,

C. Kriterijumi uslovljeni sistemom - uslovi rada, vrsta energije, lični kontakt itd.

U osnovi razmeštaja opreme, odnosno uredjenje proizvodnog prostora livnice može da se izvrši na dva načina:

A. Razmeštaj proizvodne opreme prema vrsti procesa. Mašine i uredjaji se grupišu, prema funkciji koju obavljaju, u specijalizovana odeljenja. Lokacije ovih odeljenja su odredjene prema datom kriterijumu zavisno od tehnološkog procesa.

B. Razmeštaj proizvodne opreme prema redosledu tehnoloških operacija (grupisanje mašina prema redosledu poslova). Oprema se postavlja u liniji, gde je redosled izvodjenja operacija ili radnih mesta diktiran komadom koji se izradjuje.

Isključivo postojanje ma kojeg od ovih rasporeda u okviru jedne livnice je retko u praksi. Najveći broj rešenja predstavlja kombinaciju ovih strategija. Medjutim, ma koji način razmeštaja da je usvojen postoje izvesni kriterijumi koje odgovarajuće rešenje treba da zadovolji.

Postupak razmeštanja pojedinih lokacija u okviru livnice se izvodi tako što se prvo planira celokupan prostor, odnosno počinje se sa uredjenjem fabrike kao celine, a potom se pristupa formiranju rasporeda opreme u okviru svake radionice, odnosno odeljenja.

Pri tome osnovni pristup postupku rasporedjivanja opreme i prostora može da se izvede na dva načina i to:

- kvantitativni, kada medjusobni odnos pojedinih lokacija odredjuje tok tehnološkog procesa i količine materijala koje se kreću kroz proces, i
- kvalitativni, kada se uključuju u razmatranje sve aktivnosti koje su značajne za odvijanje datog procesa, kao kretanje zaposlenih, lični kontakt, buka, zagadjenost pojedinih procesa itd.; ovaj način se znatno koristi kada se transportuju male količine, odnosno kada protok materijala nema bitan uticaj na razmeštaj pojedinih lokacija.

U daljem tekstu će se opisati osnovni modeli za kvantitativni i kvalitativni razmeštaj lokacija.

3.02. Odredjivanje transportnog učinka

Kako je već ranije pomenuto raspored lokacija opreme i prostora odredjuje niz činilaca medju kojima su najznačajniji tok tehnološkog procesa i količine materijala koje se kreću kroz dati proces. Tako da većina metoda koje za iznalaženje rešenja koriste kvalitativne pokazatelje kao osnovni cilj postavlja ostvarivanje najmanjeg transportnog učinka pri kretanju materijala kroz proces. Za jednu oblikovanu prostornu strukturu, definisanu kvadratnom matricom dužine puteva ($L=|l_{i,j}|$), transportni učinak je definisan izrazom

$$|\min|\ F = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} q_{i,j} \cdots l_{i,j}\ , \quad i,j = 1,2,3,\ldots,n$$

gde je:

- F - ukupni transportni učinak (tm),
- $q_{i,j}$ - količina materijala (t,N_{TJ}), koja se kreće od i-te do j-te lokacije, i
- $l_{i,j}$ - dužina transportnog puta izmedju i-te i j-te lokacije.

Pošto je minimiziranje transportnih troškova veoma značajan finansijski kriterijum kod formiranja i izgradnje prostorne strukture jednog proizvodnog objekta, funkcija cilja može da bude data izrazom:

$$|\min|\ T = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} q_{i,j}\, c_{i,j}\ , \quad i,j = 1,2,3,\ldots,n,$$

gde je:

- T - ukupni troškovi transporta (din),
- $c_{i,j}$ - veličina jediničnih troškova transporta od i-te do j-te lokacije.

Značajan element u formulisanju analitičkog modela za razmeštaj opreme i prostora predstavlja odredjivanje rastojanja izmedju pojedinih lokacija. Pri tome treba napomenuti, da je u realnim situacijama često pogodno da se funkcije F ili T razmatraju kao funkcije rastojanja (d).

Rastojanje (d) izmedju pojedinih lokacija može da se definiše na dva načina |12|:

- pravolinijsko rastojanje izmedju dve tačke - Euklidovo (najčešće se koristi kod primene konvejerskog ili pneumatskog transporta), je dato izrazom

$$d(P_1,P_2) = /(x_2-x_1)^2 + (y_2-y_1)^2/^{\frac{1}{2}}\ ,$$

gde su (x_1,y_1) i (x_2,y_2) koordinate tačaka P_1 i P_2 u pravouglom koordinatnom sistemu, i

- ugaono pravolinijsko (rektangularno) rastojanje izmedju tačaka

$$d(P_1,P_2) = (x_2-x_1) + (y_2-y_1),$$

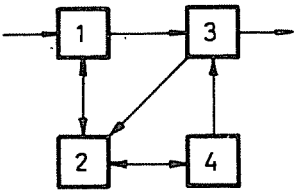
gde (x) i (y) imaju isto značenje kao i ranije.

Rektangularno rastojanje je od posebnog značaja pri analizi lokacija proizvodnih sistema, gde moguća rastojanja često nisu pravolinijska.

3.03. Matrica OD - DO

Kod kvantitativnog pristupa razmeštaja lokacija radnih mesta, opreme ili prostora često se koristi matrica OD-DO, koja omogućuje da se prikaže kretanje materijala, izmedju pojedinih faza proizvodnje. Količina materijala koji se kreće izmedju pojedinih lokacija može da se izrazi brojem komada, masom (t,kg), brojem transportnih jedinica (N_{TJ}) ili brojem transportnih ciklusa (N_C).

Matrica OD-DO može da se koristi za prikazivanje tehnološke povezanosti pojedinih lokacija, pri čemu može da bude orijentisana, tj. da uzima u obzir smerove kretanja i neorijentisana kada su prikazane samo veze izmedju pojedinih lokacija. Na slici 3-1 je dat primer strukturne šeme četiri mašine sa odgovarajućom orijentisanom i neorijentisanom matricom veza. Prikazana neorijentisana matrica prikazuje jačinu pojedinih veza zavisno od orijentacije



$$\begin{array}{c|cccc|} & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 2 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{array} \qquad \begin{array}{c|cccc|} & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 0 & 2 & 1 & 0 \\ 2 & & 0 & 1 & 2 \\ 3 & & & 0 & 1 \\ 4 & & & & 0 \end{array}$$

Slika 3-1

(jednosmerna veza je označena sa 1, a dvosmerna 2). Neorijentisana matrica može da prikaže i samo postojanje neke veze izmedju lokacija bez obrzira na jačinu te veze i u tom slučaju dobija oblik:

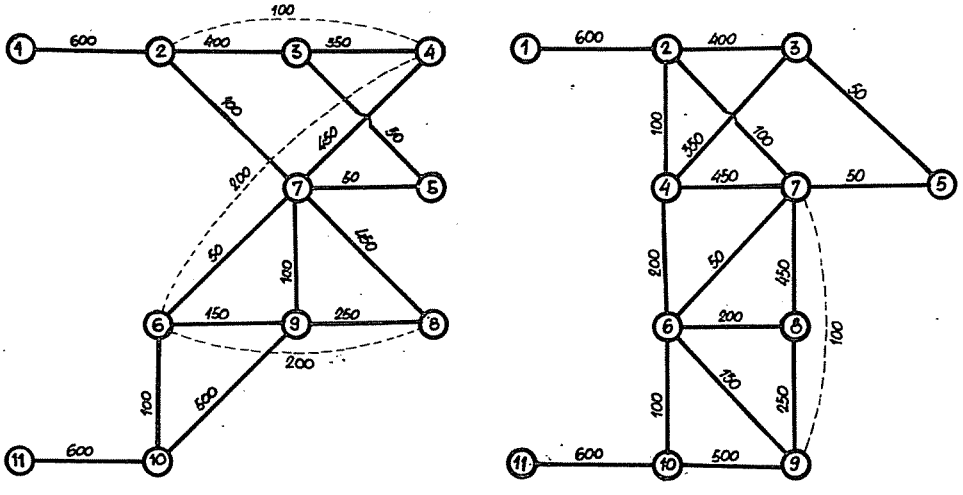
$$\begin{array}{c|cccc|} & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 2 & & 0 & 1 & 1 \\ 3 & & & 0 & 1 \\ 4 & & & & 0 \end{array}$$

Primer. U datom primeru analizira se transport izmedju 11 proizvodnih odeljenja. Brojevi odeljenja se unose u matricu OD-DO kako je prikazano na slici 3-2. Broj transportnih jedinica koje se kreću izmedju pojedinih odeljenja se unosi u kartu (na pr. od odeljenja 4 do 6 se prenosi 100 TJ i od 6 do 4, 100 TJ; ukupno 200 transportnih jedinica se kreće izmedju 4 i 6).

Na osnovu veza iz matrice OD-DO se formiraju dijagrami medjuzavisnosti lokacija. Redosled postupka razmeštaja odeljenja je prikazan na slikama 3-3 i 3-4.

OD \ DO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		600									
2			400	100			100				
3				350	50						
4						100	450				
5							50				
6				100					150	100	
7						50		450	100		
8						200			250		
9										500	
10											600
11											

Slika 3-2

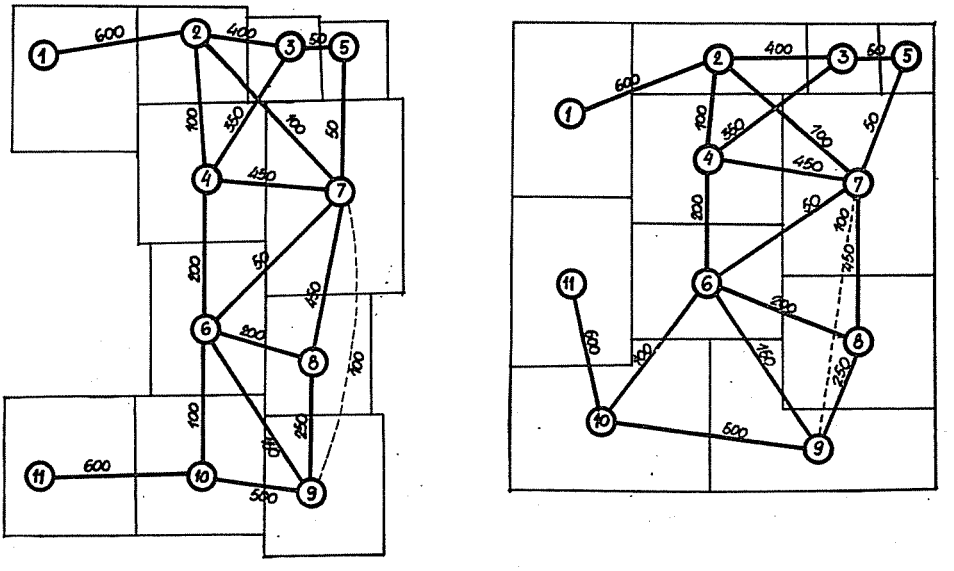


Slika 3-3

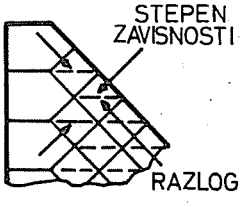
3.04. Matrica medjuzavisnosti aktivnosti

Postupak razmeštaja, radnih mesta, opreme ili prostora korišćenjem matrice medjuzavisnosti aktivnosti (REL-CHART) je razvio R.Muther |8|.

Odnosi izmedju pojedinih funkcionalnih celina, prostora ili mašina mogu da se prikažu pomoću jedne trouglaste matrice u kojoj su definisane zavisnosti izmedju svake pojedine aktivnosti i ostalih aktivnosti (slika 3-5). Svako polje u kome je naznačena jačina veze dve aktivnosti je podeljeno horizontalnom tačkastom linijom. Gornji deo polja se upotrebljava za unošenje jačine pojedinih veza, a donji za upisivanje broja koji ukazuje na razlog za odredjivanje date zavisnosti.

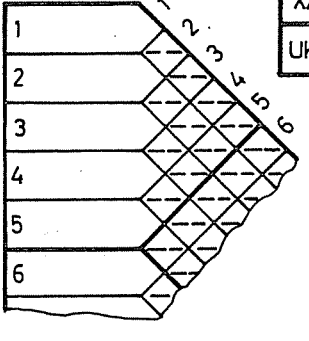


Slika 3-4



	STEPEN ZAVISNOSTI	BROJ VEZA
A	APSOLUTNO NEOPHODNO	
E	VEOMA VAŽNO	
I	VAŽNO	
O	POTREBNO	
U	NEVAŽNO	
X	NEPOZELJNO	
XX	VEOMA NEPOŽELJNO	
UKUPNO= $\frac{N\times(N-1)}{2}$		

	RAZLOG
1	BUKA
2	VIBRACIJE
3	PRAŠINA ITD.
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	



Slika 3-5

Stepen zavisnosti pojedinih veza je definisan sledećim oznakama: A - apsolutno neophodno; E - veoma važno; I - važno; O - potrebno; U - nevažno; X - nepoželjno. Primena ovog postupka će se objasniti kroz jedan primer razmeštaja prostora.

A. Formira se karta medjuzavisnosti aktivnosti prema kvalitetu veza izmedju pojedinih odeljenja (sl.3-6). Odeljenja su označena brojevima od 1 do 10.

B. Dijagram zavisnosti pojedinih odeljenja (dijagram prostornih veza - slika 3-7) se formira na osnovu matrice medjuzavisnosti aktivnosti. Odeljenja su označena brojevima isto kao i u karti medjuzavisnosti, a u zagradama su naznačene površine odeljenja u kvadratnim metrima. Kvalitet pojedinih veza je označen brojem linija. Veza kvaliteta "A" ima intenzitet 4 i označava se sa četiri crte (E-3, I-2, O-1, U-0, i X-minus jedan - ova veza kada se koristi može da se označi isprekidanom linijom i označava nepoželjnu vezu).

Postupak razmeštanja odeljenja se izvodi tako što se prvo unosi u dijagram odeljenje koje ima najjači intenzitet veza sa svim ostalim (u datom primeru odeljenje 10 ima ukupni intenzitet veza 15), a potom se unose ostala odeljenja zavisno od kvaliteta veza i njihove zavisnosti sa već ucrtanim odeljenjima. Ovaj dijagram daje idealizovani razmeštaj odeljenja.

C. Na osnovu dijagrama prostornih veza, prilagodjavajući prostornu strukturu stvarnim potrebama, se formira konačni raspored odeljenja kao što je prikazano na slici 3-8.

U procesu projektovanja proizvodnih pogona najčešće nije moguće razdvojiti kvalitativne uticaje od kvantitativnih, tako da je potrebno formirati zajedničku matricu medjuzavisnosti i na osnovu nje formirati odgovarajuću prostornu strukturu. Osnovni model R.Muthera za formiranje prostorne strukture ovde je modifikovan kod procesa formiranja zajedničke matrice medjuzavisnosti. Navedeni postupak može da se koristi za razmeštanje opreme i proizvodnog prostora.

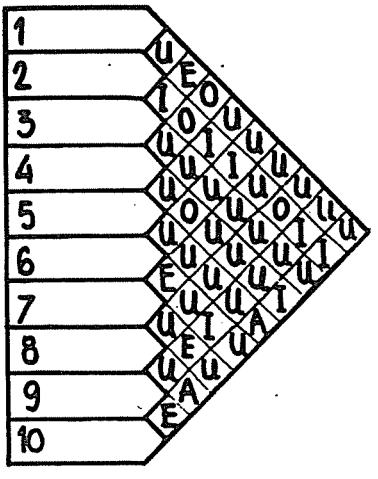
Postupak formiranja zajedničke matrice će se objasniti na jednom primeru:

A. Formiraju se odgovarajuće matrice OD-DO i medjuzavisnosti aktivnosti kako je ranije objašnjeno.

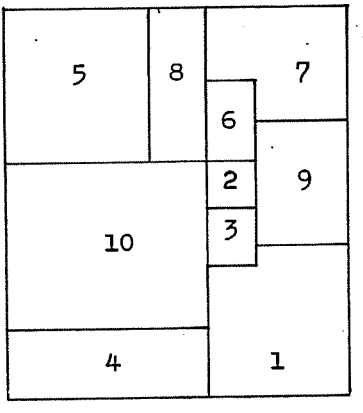
B. Rang pojedinih veza u matrici OD-DO treba da se odredi na isti način kao i kod matrice medjuzavisnosti aktivnosti. Za dati primer može da se usvoji za pojedine kvantitativne veze:

101 - 150	.....	A = 4
71 - 100	.....	E = 3
41 - 70	.....	I = 2
21 - 40	.....	O = 1
0 - 20	.....	U = 0
nepoželjna veza		X = - 2
veoma nepoželjna veza		XX = -10

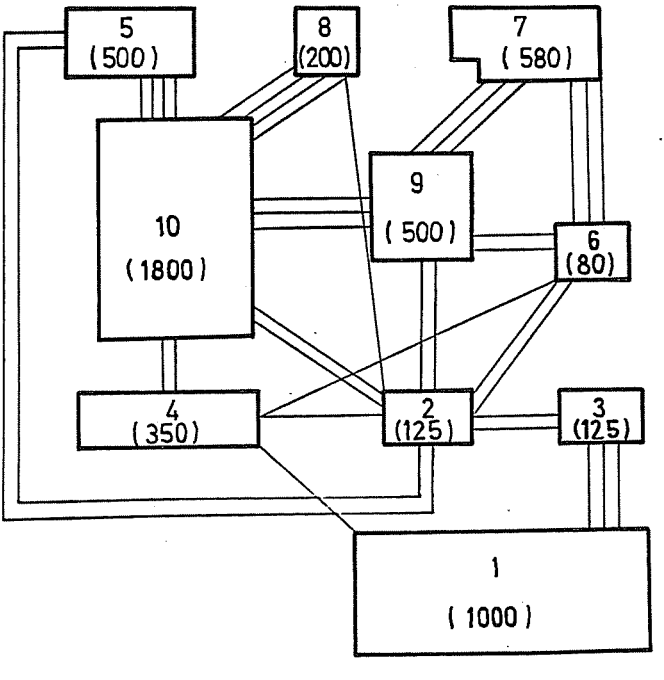
C. Formiranje vrednosti članova zajedničke matrice se izvodi tabelarno i prikazano je na slici 3-9. Ukoliko se smatra da je podjednak uticaj kvantitativnih i kvalitativnih faktora onda je zajednička vrednost veze lokacija 1 i 4: 0,5.3÷0,5.0=1,5 (zaokružena vrednost na tablici). Uticaj protoka materijala može da bude i veći (ili manji) u odnosu na kvalitativne uticaje, na pr. 80:20, pa je vrednost veze lokacija 1 i 4: 0,8·3+0,2·0=2,4. Dalji postupak formiranja prostorne strukture je isti kao i u prethodnom slučaju.



Slika 3-6

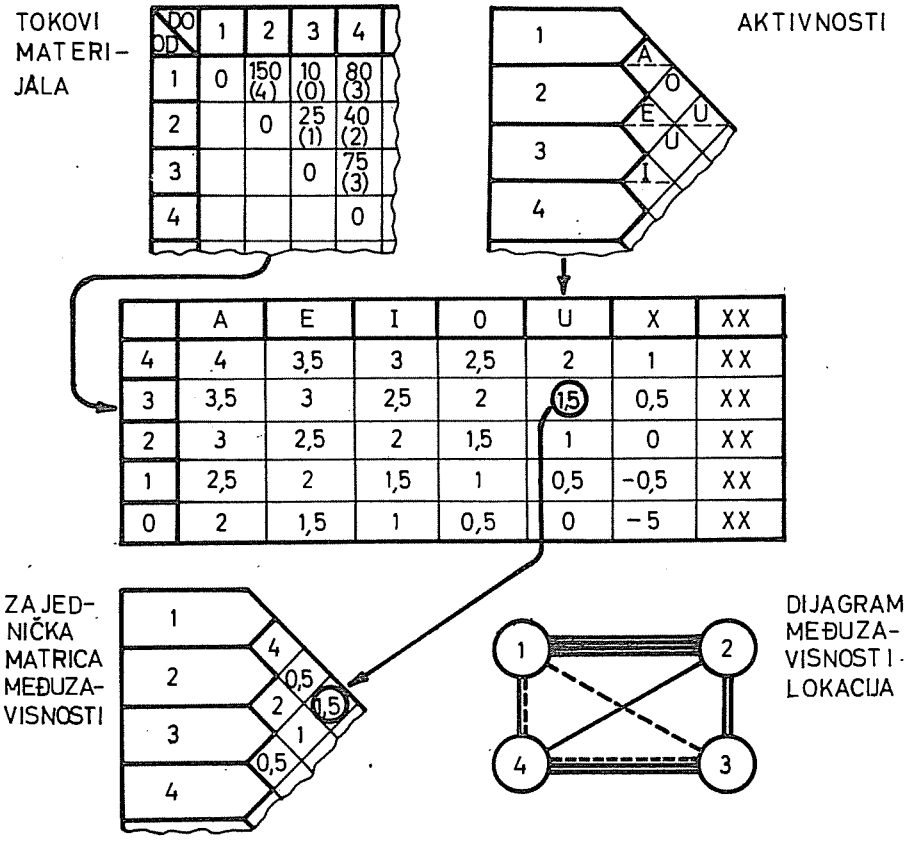


Slika 3-8



Slika 3-7

Opšti model R.Muthera za razmeštaj opreme i prostora je prikazan na slici 3-10.

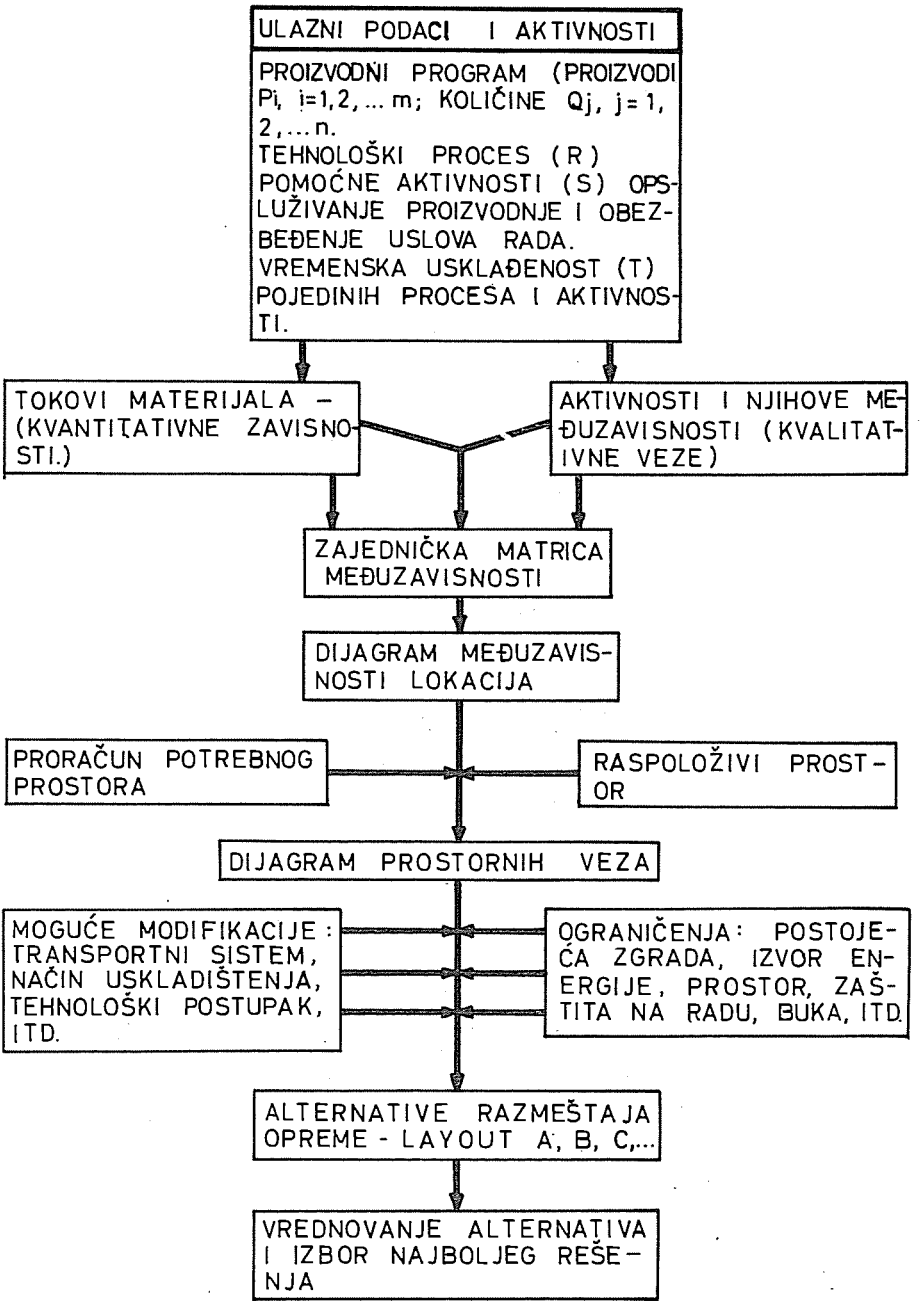


Slika 3-9

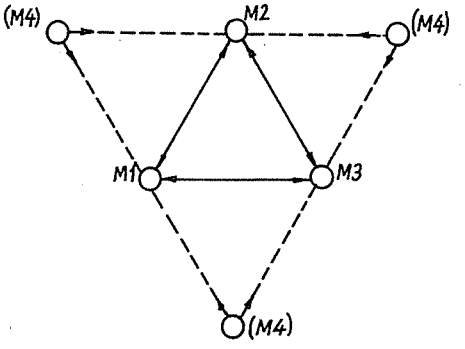
3.05. Metoda trougla

Ova metoda je nazvana po tome što je raspored lokacija odredjen položajem temenih tačaka jednakostranih trouglova zadate stranice (S). Raspored mašina ili prostora se izvodi na osnovu ranga svake lokacije, pri čemu je taj rang odredjen brojem transportnih veza izmedju lokacija ili intenzitetom tih veza.

U slučaju kada je potrebno razmestiti tri lokacije, one se postavljaju u temene tačke jednakostranog trougla. Za postavljanje četvrte lokacije postoji više mogućnosti (slika 3-11), pri čemu položaj četvrte lokacije zavisi od intenziteta veze sa ostale tri lokacije. Ovaj postupak ne uzima u obzir površinu date lokacije pa se posle idealizovanog rasporeda prostorna struktura mora da koriguje u skladu sa stvarno potrebnim prostorom za svaku pojedinu lokaciju.


ULAZNI PODACI I AKTIVNOSTI
PROIZVODNI PROGRAM (PROIZVODI Pi, i=1,2,... m; KOLIČINE Qj, j=1, 2,... n.
TEHNOLOŠKI PROCES (R)
POMOĆNE AKTIVNOSTI (S) OPSLUŽIVANJE PROIZVODNJE I OBEZBEĐENJE USLOVA RADA.
VREMENSKA USKLAĐENOST (T) POJEDINIH PROCESA I AKTIVNOSTI.
TOKOVI MATERIJALA - (KVANTITATIVNE ZAVISNOSTI.)
AKTIVNOSTI I NJIHOVE MEĐUZAVISNOSTI (KVALITATIVNE VEZE)
ZAJEDNIČKA MATRICA MEĐUZAVISNOSTI
DIJAGRAM MEĐUZAVISNOSTI LOKACIJA
PRORAČUN POTREBNOG PROSTORA
RASPOLOŽIVI PROSTOR
DIJAGRAM PROSTORNIH VEZA
MOGUĆE MODIFIKACIJE: TRANSPORTNI SISTEM, NAČIN USKLADIŠTENJA, TEHNOLOŠKI POSTUPAK, ITD.
OGRANIČENJA: POSTOJEĆA ZGRADA, IZVOR ENERGIJE, PROSTOR, ZAŠTITA NA RADU, BUKA, ITD.
ALTERNATIVE RAZMEŠTAJA OPREME - LAYOUT A, B, C,...
VREDNOVANJE ALTERNATIVA I IZBOR NAJBOLJEG REŠENJA

Slika 3-10



Slika 3-11

Funkcija cilja je data izrazom:

$$|\min|\ F = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{m} q_{i,j} \cdots l_{i,j}, \quad i,j = 1,2,\ldots,m$$

gde je:

$q_{i,j}$ - intenzitet transportnog toka izmedju i-te i j-te mašine,

$l_{i,j}$ - rastojanje izmedju i-te i j-te lokacije.

Pri tome se javlja ograničenje da je:

$$l_{i,j} = K \cdot S \qquad i,j = 1,2,\ldots,m\ ; \quad K = 1,2,3,\ldots,$$

gde je (S) veličina stranice jednakostranog trougla.

Primena metode trougla će se objasniti na primeru razmeštanja 10 lokacija |10|. Postupak se odvija prema sledećim fazama:

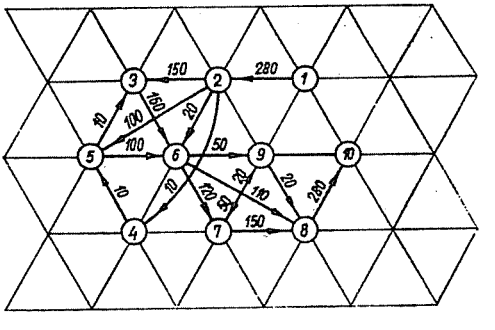
A. Formira se matrica intenziteta veza (OD-DO) na osnovu zadatih kretanja izmedju lokacija.

B. Na osnovu matrice OD-DO odredjuje se rang intenziteta veza izmedju pojedinih lokacija.

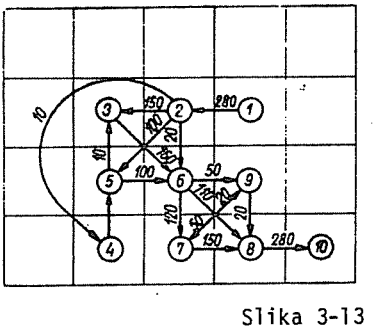
C. Lokacije se razmeštaju na trouglastoj mreži i to tako da se prvo postavlja lokacija sa najvećim brojem veza, odnosno prva po rangu, a oko nje se na ostalim čvornim tačkama mreže postavljaju ostale lokacije kako slede prema broju veza, odnosno rangu. Na slici 3-12 dat je raspored lokacija za dati primer.

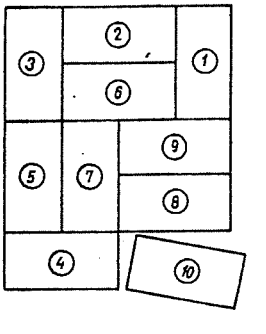
D. Razmeštaj lokacija može da se izvrši i korišćenjem kvadratnog rastera. Rešenje navedenog primera je dato na slici 3-13.

OD \ DO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\sum_{j=1}^{10} q_{i,j}$
1	0	280									280
2		0	150	10	100	20					280
3			0			160					160
4				0	10						10
5		10			0	100					110
6						0	120	110	50		280
7							0	150	20		170
8								0		280	280
9							50	20	0		70
10										0	0
$\sum_{i=1}^{10} q_{i,j}$	0	280	160	10	110	280	170	280	70	280	
$\sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{10} q_{i,j}$	280	560	320	20	220	560	340	560	140	280	
RANG	6-7	2	5	10	8	1	4	3	9	6-7	



Slika 3-12





Slika 3-13

3.06. Metoda krugova

Metoda krugova je razvijena na osnovu kritičkog razmatranja metode trouglova. Pri tome se, kao i u prethodnoj metodi, za kriterijum razmeštaja opreme i radnih mesta uzima minimalni transportni učinak, odnosno minimum troškova kretanja:

$$\min \quad F = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{m} q_{i,j} \cdot l_{i,j}$$

gde je:

$q_{i,j}$ - intenzitet transportnog toka, i

$l_{i,j}$ - rastojanje izmedju i-te i j-te lokacije.

Intenzitet transportnog toka ($q_{i,j}$) je zadat matricom transportnih veza, tako da se minimum funkcije cilja dobija u slučaju kada su najkraći putevi ($l_{i,k}$). To znači, da rastojanja izmedju lokacija treba da budu obrnuto proporcionalna jačini intenziteta transportne veze izmenju njih:

$$l_{i,j} = \frac{1}{q_{i,j}},$$

odnosno da se i-ta lokacija u odnosu na j-tu lokaciju može da se postavi ma gde na krugu radijusa $R_{i,j} = 1/q_{i,j}$, opisanom oko i-te lokacije. Da bi se dobili poluprečnici krugova u željenoj razmeri potrebno je izraz $R_{i,j}$ pomnožiti sa odgovarajućim faktorom razmere (K): $R_{i,j}=K/q_{i,j}$(mm).

Postupak metode krugova će se objasniti na primeru razmeštaja 6 lokacija:

A. Formira se neorijentisana matrica intenziteta zadatih transportnih tokova (OD-DO).

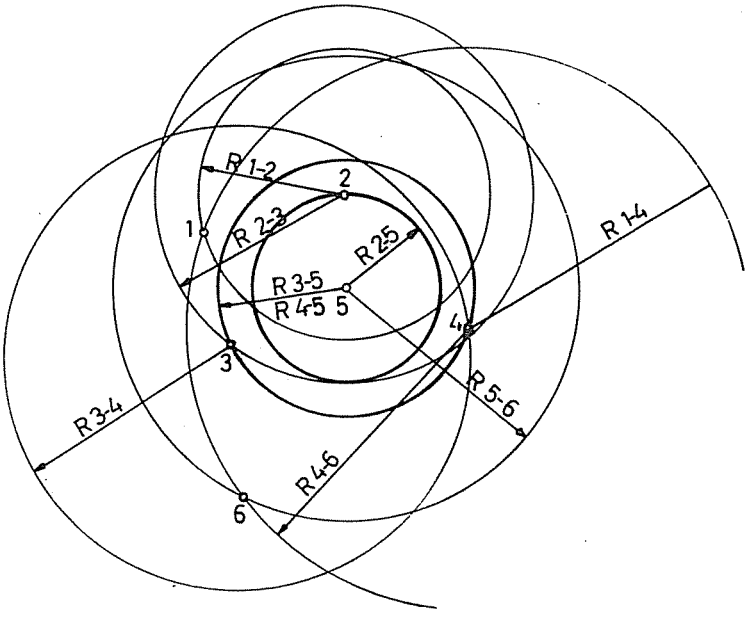
OD \ DO	1	2	3	4	5	6
1	0	80	0	42	0	0
2		0	60	0	130	30
3			0	50	90	40
4				0	90	40
5					0	50
6						0

B. Na osnovu prethodne matrice formira se matrica poluprečnika krugova. Usvaja se faktor razmere K=2000 da bi se dobili poluprečnici u milimetrima.

OD \ DO	1	2	3	4	5	6
1	0	25	0	47,6	0	0
2		0	33,3	0	15,4	66,6
3			0	40	22,2	50
4				0	22,2	50
5					0	40
6						0

C. Iz matrice poluprečnika krugova nalazi se najmanja vrednost $R_{2,5}$= =15,4 mm, tako da se na crtežu prvo unose lokacije 2 i 5 (slika 3-13). U sledećoj fazi se ucrtava radijus $R_{3,5}=R_{4,5}$=22,2 mm. Pošto se lokacije 3 i 4 nalaze na ovom poluprečniku ispituje se veza sa lokacijom 2 ($R_{2,3}$=33,3 mm, odredjuje lokaciju 3). Lokacija 2 nije vezana sa lokacijom 4, tako da se ucrtava radijus $R_{3,4}$=40 mm kojim se odredjuje položaj lokacije 4. Postupak se nastavlja ispitujući veze ostalih lokacija sa lokacijama 2,3,4 i 5.

U slučaju da je neka lokacija vezana sa više od dve druge lokacije njeni radijusi, odnosno odgovarajući krugovi mogu da se ne seku pa se postavlja tamo gde se krugovi najviše približavaju. Dobijeni konačni raspored lokacija potrebno je korigovati uzimajući u obzir potrebne površine svake od lokacija.



Slika 3-14

3.07. Programi za razmeštaj opreme

Kod problema sa manjim brojem elemenata korišćenje postojećih postupaka (R.Muther |8| i dr.) još uvek dovodi do zadovoljavajućih rešenja. Savremene tendencije istraživanja u projektovanju razmeštaja opreme i prostora su usmerene na razvoj kompjuterskih programa, da bi se pomoglo projektantima u stvaranju alternativnih rešenja. Tako da se kompjuter koristi kao značajan pomoćni alat, analitičaru koji radi na razmeštaju opreme.

Kompjuterski programi za razmeštaj opreme i odeljenja znatno skraćuju fazu istraživanja u procesu projektovanja postrojenja, što dovodi do smanjenja potrebnog inženjerskog vremena za iznalaženje odgovarajućeg rešenja.

Upotrebljavajući algoritme za kompjuterizovani razmeštaj (layout), analitičar može brzo da proizvede (stvori) veći broj alternativnih rešenja za odredjeni problem u veoma kratkom vremenu.

Upotreba kompjutera za razmeštaj opreme i radnih prostora je relativno novi koncept. CRAFT je stvoren 1963. godine, a ALDEP i CORELAP 1967. godine; kasnije se razvijaju i drugi programi (PLANET, LSP, LAYOPT, GOFAD, itd.), a takodje dolazi i do modifikacije postojećih programa (Interactive CORELAP,CORELAP 8 itd.) i razvoja niza programa koji mogu da se koriste na mikroračunarima.

Najčešće, ovi programi daju blok raspored pojedinih lokacija, a ne detaljno rešenje pogona, tako da mogu da se koriste samo u početnoj fazi projektovanja.

Razmatranja data u ovom poglavlju se prvenstveno odnose na razmeštaj opreme prema vrsti procesa, razmeštaju pojedinih mašina ili razmeštaju proizvodnog prostora.

Algoritmi za kompjuterizovani razmeštaj mogu da se klasifikuju prema načinu na koji se stvara finalno rešenje u dve osnovne kategorije:

A. Konstruktivni algoritmi. Baziraju se na kvalitativnoj proceni neophodnosti blizine različitih objekata (CORELAP i ALDEP).

B. Algoritmi za poboljšanje. Polazi se od postojećeg rešenja postrojenja i traži se jedan poboljšani razmeštaj menjajući položaje pojedinih objekata. Poboljšanje sa bazira na smanjenju toka materijala ili troškova transporta (CRAFT).

CORELAP |7|

Kao baza postupka koji se koristi u ovom programu uzet je rad R.Muther-a (Systematic layout planning), objavljen 1961. godine. Ovaj program zahteva sledeće ulazne podatke:

- potreban broj odeljenja (najviše do 45),
- definisane odnose izmedju odeljenja, koji su dati u karti medjuzavisnosti R.Muther-a (za 45 odeljenja 990),
- potrebne površine odeljenja, i
- najveći odnos dužine prema širini zgrade.

Opšta logika koja se koristi u CORELAP-u je heuristička. Na bazi ukupne medjuzavisnosti odeljenja (TCR-Total Closeness Rating), koja se računa na početku programa i matrice medjuzavisnosti koja je sadržana u ulaznim podacima, CORELAP počinje selekcijom i lociranjem elemenata sa najvećim TCR i postavlja ga u centar prethodno odredjene matrice osnove. Dalje, algoritam sistematično dovodi do rešenja dodajući jedno po jedno odeljenje na bazi željene njihove medjuzavisnosti. Izlaz se sastoji od matrice koja daje razmeštaj blokova.

ALDEP |13|

ALDEP je razvijen u okviru IBM-a i ima heuristički algoritam sličan CORELAP-u. Ovaj program koristi kao ulazni podatak kartu medjuzavisnosti i može da bude upotrebljen kako kod proizvodnih tako i kod neproizvodnih pogona. Zahteva osnovu zgrade kao, deo ulaznih podataka programa i zato nije uvek pogodan za rešavanje problema kod projektovanja novih postrojenja. Lokacija pojedinih odeljenja može da bude specificirana na ulazu, na pr. prijemna rampa. ALDEP može da prihvati rešavanje problema koji sadrže do 63 elemenata i može da razvije osnovu u tri ravni (tri sprata).

CORELAP i ALDEP se uglavnom upotrebljavaju kada se razmatraju medjuodnosi aktivnosti i kada uslovi onemogućavaju skupljanje tačnih numeričkih podataka.

CRAFT

Armour i Buffa |1| su dali kompjuterski program za rekonstrukciju pogona, sa radioničkom proizvodnjom, koji upotrebljava odnos transportnih tokova kao meru efikasnosti rešenja. Ovaj model je sposoban da rešava probleme koji sadrže do 40 elemenata koje treba rasporediti. Program je pogodan za primenu kada je planiranje razmeštaja ograničeno isključivo na proizvodna odeljenja i kada je u problemu dominantan tok materijala. Pošto se postojeća zgrada uključuje u ulazne informacije, ne odgovara za projektovanje novih postrojenja gde plan zgrade treba da je definisan samim razmeštajem.

CRAFT radi sa fiksnim sistemom unutrašnjeg transporta. Ovaj inicijalni transportni sistem ostaje nepromenjen uprkos promenama rastojanja izmedju odeljenja (mašina). Program samo menja lokacije odeljenja da bi se minimizirali ukupni transportni troškovi.

Pošto su izračunati ukupni troškovi transporta za jedan inicijalni raspored, algoritam ispituje sve moguće potencijalne uštede menjajući lokacije odeljenja, izračunavaju se ukupni troškovi transporta za svako novo stanje i isti stupnjevi se ponavljaju. Algoritam je kompletiran kada ponavljanje stupnjeva okonča reduciranje vrednosti predmetne funkcije.

COFAD |14|

Za razliku od CRAFT-a, COFAD pored traženja najpovoljnijih lokacija elemenata menja i sam transportni sistem. Program koristi sledeće ulazne podatke da stvori povoljan raspored proizvodnog prostora i opreme i izvrši izbor uredjaja unutrašnjeg transporta koji će imati minimalne eksploatacione troškove. Ulazni podaci sadrže sledeće:

A. Usvojeni početni raspored opreme sa opisom odeljenja i naznačenim ograničenjima za pojedine lokacije.

B. Listu mogućih tipova transportnih uredjaja za svako kretanje izmedju odeljenja.

C. Matricu kretanja izmedju svih odeljenja sa prikazanim obimom pojedinih tokova.

D. Metod za procenu troškova kod pojedinih alternativa transportnih sistema.

COFAD heristički traži približno optimalno rešenje menjajući lokacije pojedinih odeljenja i pri tome se rasmatraju transportni troškovi. Kada transportni troškovi više ne mogu da se smanjuju postupak se ponavlja za novi sistem unutrašnjeg transporta sve dok se ne dostigne povoljno rešenje.

Finalni izlaz iz kompjutera daje približno optimalni razmeštaj, izbor opreme za izvodjenje svakog kretanja, troškove za svako kretanje izmedju pojedinih lokacija, ukupne zahteve u opremi za celokupan transportni sistem i ukupne troškove unutrašnjeg transporta. Kompjuter štampa kao rešenje blok layout (dispoziciju) u razmeri sa naznakom odgovarajućeg transportnog sistema. Dato je uporedjenje smanjenja troškova transporta u odnosu na prethodna rešenja.

COSFAD |9|

Dosadašnji pristup u projektovanju proizvodnih postrojenja pomoću kompjutera se bavi prvenstveno analizom kvantitativnih pokazatelja i ostvarivanjem željene blizine pojedinih lokacija pri razmeštaju opreme i proizvodnog prostora. Uticaj sigurnosti se najčešće razmatrao posle razvijanja dispozicije (layouta) programa. Prema podacima National Safety Council-Chicago |9| industrijske nesreće i povrede na radu koštaju SAD 11.5 biliona dolara godišnje. Ovi ogromni troškovi forsirali su rad na rešavanju ovog problema, tako da je iz-

medju mnogih istraživanja nastao i program COSFAD-Computerized Safety and Facility Design, gde se zajednički razmatraju faktori sigurnosti sa razmeštajem opreme.

Predmet COSFAD-a je da reši sistem sa minimalnim troškovima za manipulaciju materijalom (razmeštaj opreme i odeljenja), koji ima minimalni rizik sigurnosti celog sistema. U programu se koriste rezultati rada W.Finea |11| koji je kvantificirao sigurnost, definišući jedan metod procene opasnosti prisutne u različitim situacijama.

Većina od raspoloživih prilaza problemu projektovanja razmeštaja opreme i odeljenja se odnosi na obim i redosled kretanja. Koriste se različite karte ili matrice da se prikupe i organizuju potrebni podaci. Podaci se analiziraju sa gledišta minimiziranja toka materijala. Sve ove metode su donele različite stepene poboljšanja u odnosu na tradicionalni pristup rešavanju problema. Medjutim, kada je broj elemenata koje treba razmestiti veliki, ove metode ne mogu da se primene ili se zahteva veliko inženjersko vreme za dobijanje relativno malog broja povoljnih alternativa u procesu projektovanja.

Prema kombinatornoj prirodi problema razmeštaja opreme i odeljenja, nije lako doći do analitičkog rešenja i zato nedostaju matematički modeli.Šta više, kompletno nabrajanje mogućih postavljanja opreme prema lokacijama, izuzimajući veoma male probleme, ne može da se razmatra metodom rešavanja koja je računski izvodljiva. Zato je razvijena jedna druga tehnika, koja zahteva umereno računanje, a to su heuristički modeli. Ovi algoritmi se obično kompjuterizuju.

Osnovne prednosti i nedostaci primene navedenih programa su sledeći |3| :

1. Da bi se pomoglo u stvaranju i procesu brojnih kombinacija razmeštaja elemenata, pri tome je istinska vrednost upotrebe programa da se stvaraju brojne alternative layouta (dispozicije). Analitičar može da stvori toliko mnogo dispozicija koliko želi i svako rešenje može lako da se boduje. To znači, da programi poboljšavaju fazu istraživanja na početku razrade jednog projekta.

2. Značajna ušteda koja se dobija primenom programa je smanjenje zahtevanog inženjerijskog vremena da bi se dobilo zadovoljavajuće rešenje projekta.

3. Upotrebom programa za izradu kompjuterizovanih dispozicija, analitičar ima mogućnosti da dobije znatno bolje rešenje nego na ma koji drugi način.

4. Kompjuterski prilazi problemu razmeštaja su uglavnom koncentrisani na rešavanju proizvodnje kada je podela na odeljenja izvršena prema vrsti procesa i gde je prisutan veliki broj podataka koje treba uzeti u razmatranje.

5. Programi ne pružaju uvek optimalno rešenje za ma koji dati problem, i zato je važno da ulazni i izlazni podaci budu pogodni za dalju analizu.

6. Najbolje rešenje stvoreno programom ne mora da bude uvek i optimalno rešenje. Npr. rešenje sa minimalnim troškovima unutrašnjeg transporta ne može da bude prihvaćeno zbog buke, vibracija, ili sličnih uticaja koji zahtevaju posebna razmatranja. Medjutim, finalni layout je vrlo sličan povoljnom rešenju i rezultat je procene mnogih kompjuterizovanih layouta.

7. Mada neki od programa uključuju i jednu procenu vrednosti dobijenih layouta ne može se preporučiti da se uzmu kao apsolutni.

8. Finalna dispozicija koja rezultate iz programa mora da se proveri da li je praktična, odnosno ispitati mogućnost njene primene. Npr. oblik odeljenja treba da omogući uključivanje hodnika, postavljanje pomoćnih odeljenja, postavljanje liftova itd.

9. Dobijena rešenja mogu da posluže kao etaloni sa kojima se uporedjuju ručno razvijeni layouti.

10. Primena pojedinih programa zavisi od situacije i raspoloživih faktora za kvantifikaciju. Imamo klasičan izbor izmedju kvalitativnih (npr. CORELAP i ALDEP) i kvantitativnih (npr. CRAFT) pristupa u projektovanju layouta.

L i t e r a t u r a

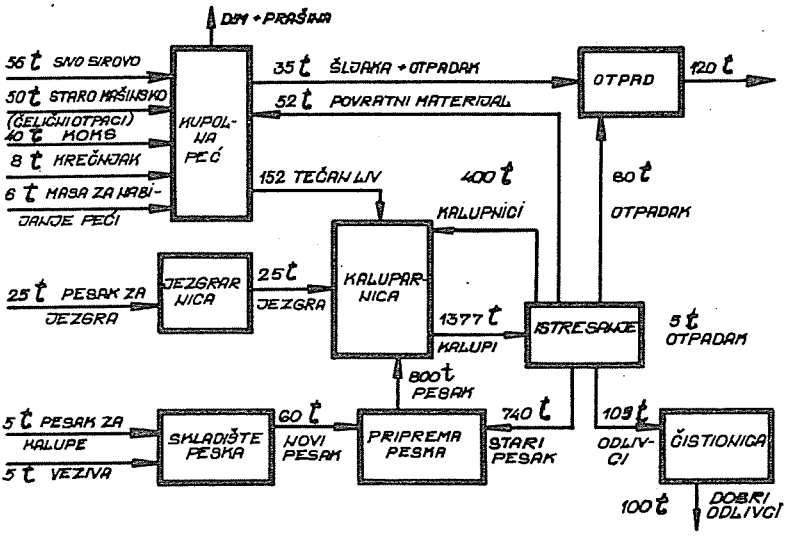
1. Armour,G.C, Buffa,E.S.: A heuristic algorithm and simulation approach to relative location of facilities, Management Science 9, No.1, 1963.
2. Bazaraa,M.: Computerized Layout Design, AIIE Transactions 7, No.4., December 1975.
3. El.Rayah,T.E., Hollier,R.H.: A Review of Plant Design Techniques, The International Journal of Production Research, Vol.8, No.3, 1970.
4. Zrnić,Dj.: Priručnik za projektovanje radionica, Beograd,1969.
5. Zrnić,Dj., Prokić,M., Milović,P.: Projektovanje livnica, Beograd 1978.
6. Maynard, H.B.: Industrijski inženjering, knjiga IV, Beograd,1975.
7. Moor,J.M.,Lindquist, R.N.: CORELAP, User's Manual, University Boston,1967.
8. Muther,R.: Systematic Layout Planning,Boston 1961.
9. Tompkins,J.A.: Safety and facilites design, Industrial Engineering, Vol.8, No.1, Jan 1976.
10. Felföldi,L.: Anyagmozgatasi folyamatok tervezese, MK,Budapest 1976.
11. Fine,W.T.: Mathematical Evaluation for Controlling Hazards, Journal of Safety Research, Vol.3, No.4, Dec.1971.
12. Francis,R.,White,J.: Facility Layout and Locations, Preutice-Hall, Juc., New Jersey 1974.
13. Aldep-Automated Layout Design Program for OS/360 IBM, 1969.
14. COFAD - a new approach to computerized layout, Modern Materials Handling, April 1975.

4. TEHNOLOŠKI PROCES LIVNICE

Tehološki proces livnice spada u najkomplikovanije tehnološke procese metalo preradjivačke industrije.

Komplikovanost procesa čini prvenstveno veliki broj osnovnih sirovina: sivo sirovo gvoždje, stari mašinski liv, čelični otpaci, koks, livački pesak, ugljena prašina, bentonit, vezivna ulja i ostalo (preko 50 različitih osnovnih i pomoćnih materijala upotrebljava se u livnici). Obezbedjenje kvaliteta osnovnih sirovina je jedan od glavnih uslova za odvijanje normalnog tehnološkog procesa.

Da bi se obezbedio tehnološki proces potrebno je transportovati osnovne sirovine i materijal tokom procesa. Ilustracije radi dati su osnovni materijali koje treba transportovati za 100 t dobrih odlivaka na slici 4-1.



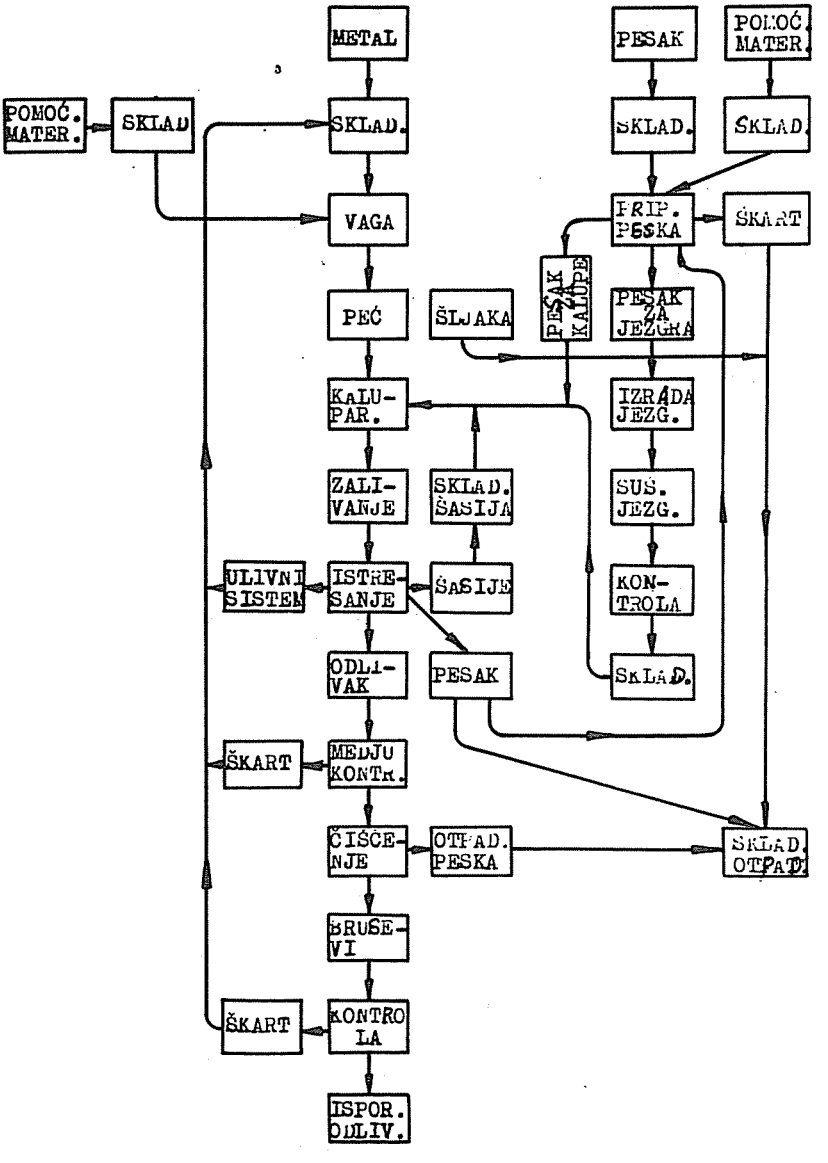
Slika 4-1

Da bi se normalno odvijao tehnološki proces,potrebno je obezbediti i sledeće uslove:

- visok nivo tehnološke razrade odlivaka primenjujući najsavremenija dostignuća iz oblasti livarstva;
- obezbedjenje kvalitetnih modela, jezgrenika i ostalog pomoćnog alata;
- izabrati kvalitetnu i celishodnu opremu;
- obezbediti stručan kadar;
- obezbediti higijensko-tehničke uslove;

TEHNOLOŠKI PROCES LIVNICE

- podela prema glavnim operacijama -



Slika 4-2

- obezbediti naučnu organizaciju rada;
- obezbediti plasman proizvoda itd.

Uopštena šema tehnološkog procesa livnice data je na slici 4-2.

Osnovne i pomoćne sirovine dopremaju se i lageruju u skladište sirovina. Za topionicu se obezbedjuje jednodnevno skladište za pojedine komponente šarže. Šarža se odmerava na vagi i šaržirnim uredjajem ubacuje u agregat za topljenje. Kalupi se izradjuju u kaluparnici. Da bi se obezbedila izrada kalupa potrebno je pored kalupnika - šasije pripremiti kaluparsku mešavinu peska. Novi pesak se lageruje u skladištu sirovina,a transportuje se do pripreme peska odgovarajućim transportnim sredstvom. Isto tako se transportuju i pomoćne sirovine bentonit i ugljena prašina. U pripremi preska istresen pesak (već upotrebljavan) regeneriše se i tako pripremljen ponovo koristi za izradu kalupa. Za odlivke koji zahtevaju upotrebu jezgra, ista se izradjuju od peska. Uradjeni polukalupi posle stavljanja jezgra (ukoliko su ista potrebna) sklapaju se. Sledeća operacija tehnološkog procesa je livenje (zalivanje) kalupa. Livenje se obavlja livačkim loncima. Ohladjeni odlivci se istresaju iz kalupa. Kalupnici se transportuju na ponovo kalupovanje,a pesak na regeneraciju. Upotrebljeni pesak ponovo se koristi, otpadni pesak od jezgara se odbacuje. Ohladjen odlivak se kontroliše na "crno". Operacija čišćenja odlivaka od zaostalog peska, skidanje šavova i površinsko čišćenje obavlja se u odeljenju čistionice.

Ulivni sistemi, škart posle kontrole na "crno" i završne kontrole u čistionici vraćaju se na ponovno pretapanje u topionicu.

Operacija termičke obrade i bojenje odlivaka nisu obavezne operacije u tehnološkom procesu livnica sivog liva.

Očišćeni odlivci se transportuju odgovarajućim transportnim uredjajem u magacin gotove robe. Šljaka, otpadni pesak posle čišćenja odlivaka i polomljena jezgra se izbacuju na skladište otpadaka.

Tehnološki proces svakog odeljenja livnice dat je uz poglavlja koja obradjuju odgovarajuća odeljenja.

5. T O P I O N I C A

U livnicama sivog liva topionica predstavlja osnovno odeljenje. Dobro tehnički rešena topionica garantuje dobijanje kvalitetnog liva.

Na slici 5-1 data je šema tehnološkog procesa topionice. Iz centralnog skladišta komponente šarže za kupolnu peć transportuju se u bunkere dnevne potrošnje. Komponente se lageruju u odgovarajuće bunkere. Odmeravanje šarže vrši se vagom i korpama. (Korpa je sastavni deo šaržirnog uredjaja). Pripremljena šarža ubacuje se u kupolnu peć šaržirnim uredjajima. Proces topljenja odvija se u samoj kupolnoj peći. Rastopljeni liv iz peći preko izlivnog kanala odlazi u predpećicu ili direktno u livačke lonce. Loncima se materijal raznosi u pripremljene kalupe. Šljaka koja se stvara u procesu topljenja kontinualno se odvaja na izlivnom kanalu ili se povremeno izduvava na posebnom otvoru kupolne peći. Šljaka se granuliše ubacivanjem u vodu. Povratni materijal, škart i ulivni sistem dopremaju se transportnim sredstvima iz čistionice do bunkera dnevne potrošnje.

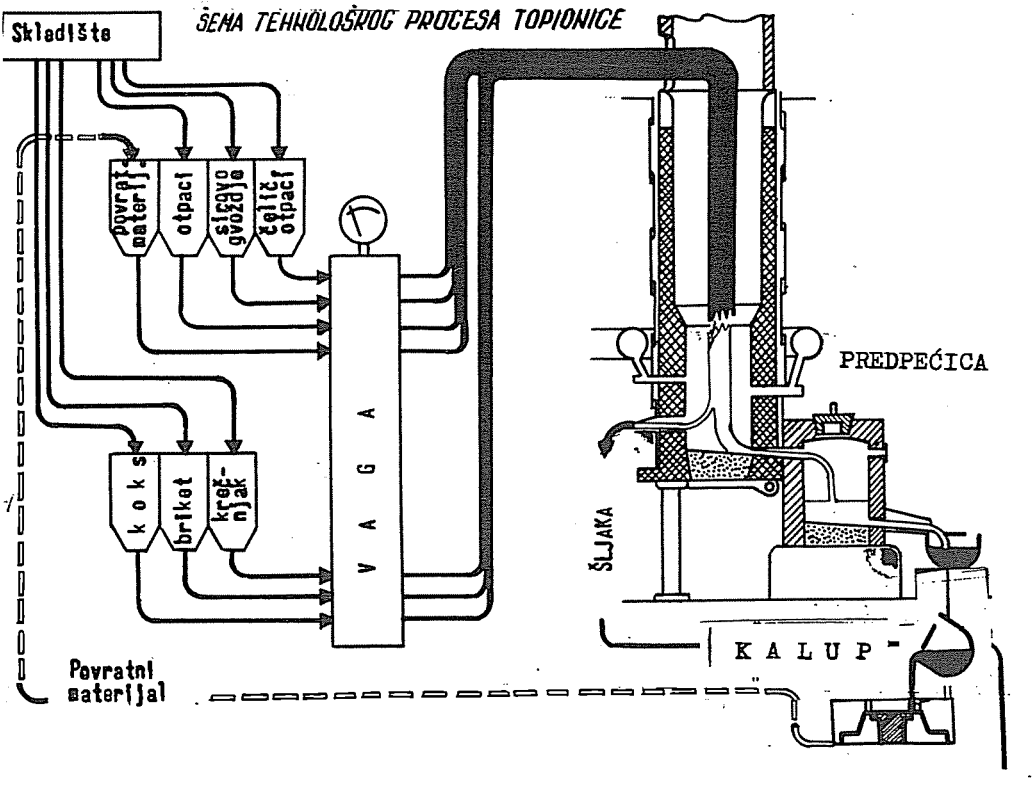
5.01. Izbor peći

Za proizvodnju sivog liva topionički agregati su sistematizovani u tablici 5-1 |1|

Tablica 5-1

		Kupolna peć na topao i hladan vazduh	Indukciona peć	Lučna peć	Rotaciona peć
1		2	3	4	5
			A. OPŠTE O TEHNOLOGIJI PROCESA		
1.	Tip uredjaja	Peć cilindričnog omotača. Gorivo koks	Peć sa loncem hranjena uzastopnom šaržom	Peć sa loncem hranjena uzastopnom šaržom	Peć sa plamenom, hranjena uzastopnim šaržama
2.	Prenošenje toplote	Koks, gas,šarža simulatna izmena	Topljenje šarže indukcijom	Topljenje šarže preko elektr.luka	Gorivo (gas).Topljenje šarže gorivom i zračenjem obloge
3.	Korišćenje sivog sirovog gvoždja	Često na granici upotrebe (za hladan vazduh)	Nepotrebno	Nepotrebno	Nepotrebno
4.	Pregrevanje šarže	U zoni peći posle šaržiranja	Potrebno sušenje šarže,pregrevanje na 600°C korisno je ukoliko ekonomska računica to pokaže.(Izbegava se praskavi gas usled vlažne šaržre)	Potrebno sušenje šarže	Nepotrebno
5.	Izlivanje metala	Kontinualno i diskontinualno	Diskontinualno (šarža)	Diskontinualno (šarža)	Diskontinualno (šarža)

	1	2	3	4	5
6.	Hemizam šljake - kisela $(CaO)SiO_2$ <1 - bazna $(CaO)SiO_2$ >1	 X X	 X (X)	 X (X)	 X (X)
7.	Kretanje u zoni topljenja	Gravitacijom i termičkom konvekcijom	Gravitaciojom i indukcijom	Gravitacijom i termičkom konvekcijom	Rotacijom i gravitacijom
8.	Elastičnost u radu	Zadovoljavajuća	Dobra	Dobra	Dobra
	B. INFORMATIVNI PODACI O POTROŠNJI ENERGIJE ZA TOPLJENJE 1 t TEČNOG LIVA				
9.	Potrošnja energije za topljenje sa 5% dodatka za pomoćne agregate u th/t	Do 150 kg Do 110	500-700Kwh Do 63,5	Do 650 Kwh Do 59	120 l (tečno gor.) 250 Nm^3 prir. gasa Do 220
10.	Voda za hladjenje	(Potrebna)	Potrebna	Potrebna	(Potrebna)
	C. ZAŠTITA ČOVEKOVE SREDINE				
11.	Otprašivanje	Potrebno	Potrebno	Potrebno	Potrebno
12.	Zapremina dima u Nm^3/t	Do 1000	Do 30	Do 60	Do 1000
13.	Stvaranje buke u dB	Do 80 šaržiranje i ventilatori	Do 70 šaržiranje	Do 90 i više šaržiranje i luk	60-70 (gorionik)



Slika 5-1

5.02. Proračun kapaciteta kupolnih peći

Časovni kapacitet kupole peći je:

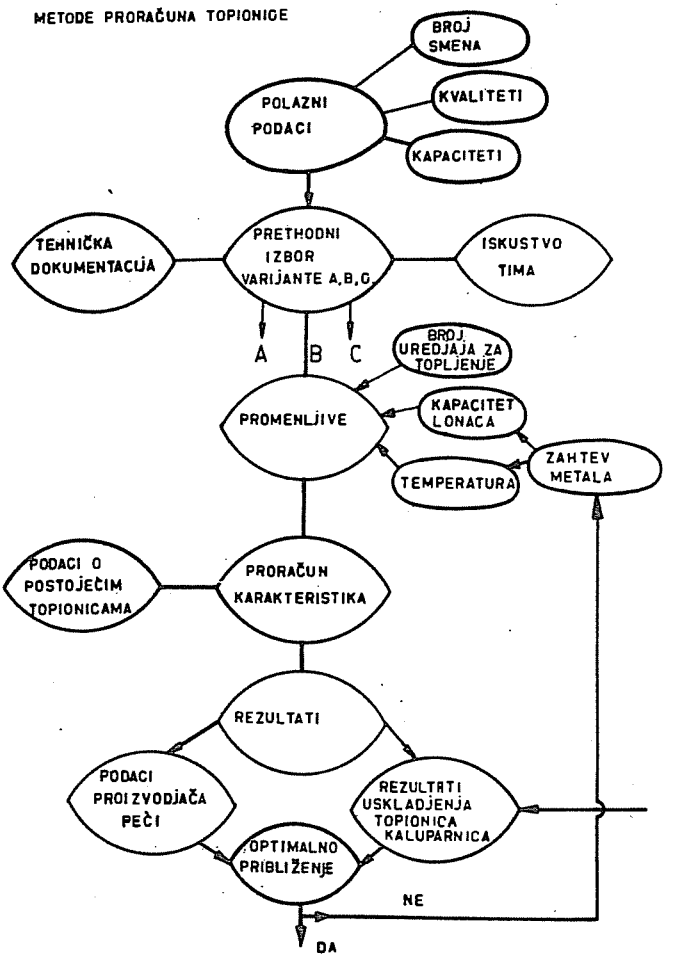
$$G_h = \frac{Q \cdot \alpha}{T_h \times \eta} \quad (t)$$

Q - godišnji obim proizvodnje
G_h - časovni kapacitet kupolne peći
T_h - godišnji fond vremena u časovima
η - stepen iskorišćenja peći
α - koeficijent neravnomernosti (primenjuje se pri neravnomernom radu peći, α=1,2).

Stepen iskorišćenja peći zavisi od sledećih faktora:

$$\eta = f(g_1, g_2, g_3, g_4, g_5)$$

- Gubici izgaranjem (g_1)



Slika 5-2

- Otpaci nastali na ustima peći/hladan liv koji se sipa u blokove za ponovno topljenje/(g_2)
- Elementi ulivnog sistema (g_3)
- rastur liva pri livenju kalupa (g_4)
- škart u livnici (g_5)

1. Gubici izgaranjem (g_1) predstavljaju razliku u težini ubačenog mametrijala u peć i težine materijala dobijenog na "ustima" peći. Ovi gubici zavise od: kvaliteta sirovina, baziciteta šljake i režima topljenja. (g_1=3-8%).

Gubici izgaranjem najmanji su kod baznih peći sa redukcionom atmosferom i pećima sa vrućim vazduhom.

2. Otpaci nastali na "ustima" peći (g_2) posledica su prvog ispuštanja liva koji je nešto "hladniji". Ove količine za neke livnice kreću se i do 10% od ukupna šarže.

3. Elementi ulivnog sistema (g_3). Odnos neto težine odlivka i teži ne elemenata ulivnog sistema jedan je od najvažnijih faktora stepena iskorišćenja liva. Ulivni sistem može biti i do 50% od neto težine samog odlivka.

4. Rastur metala (g_4) pri livenju rasut nepažnjom radnika, plod je više subjektivnih nego objektivnih uzroka. U celini ovaj rastur ne predstavlja neki ozbiljan činioc,a kreće se do 0,5%.

5. Škart (g_5) je procenat težine definitivno odbačenih odlivaka u odnosu na težinu odlivenih komada.

U tablici 5-2 dat je pregled škarta za različite asortimane odlivaka prema inostranim i domaćim podacima kao i vrednost stepena iskorišćenja peći.

Iz tabele se jasno vidi da je problem stepena iskorišćenja kupolne peći η vrlo važan faktor koji je u zavisnosti od vrste asortimana odlivaka kao i da se prilikom projektovanja mora izvršiti pravilan izbor ovog faktora.

Na osnovu proračunatog časovnog kapaciteta biramo unutarnji prečnik peći. Prečnici peći su standardizovani. U tablici 5-3 date su osnovne tehničke karakteristike kupolnih peći.

Kupolna peć zahteva svakodnevni remont: ozid peći, izradu dna peći i popravku izlivnih kanala za liv i šljaku. Zbog prednjeg uvek se postavlja po dve peći u bateriji. Ovo se ne mora odnositi i na male livnice koje ne tope svakodnevno, i na livnice koje rade sa jednom specijalnom kupolkom.

Kapacitet ovih kupolki je 30-60 t/h. Zona topljenja je bez obloge koja je hladjena vodom. Primer livnice: FORD, FIAT, FOB - Beograd.

Na slici 5-3 dat je presek kupolne peći sa gabaritnim merama.

Sastavni deo savremene kupolne peći je i otprašivač za dimne gasove i hvatač varnica i granulacija šljake. Otprašivač dimnih gasova obavezan je za kupolne peći u industrijskim centrima. Na slici 5-4 prikazan je sistem recirkulacije vode za otprašivanje i granulaciju šljake. Pumpa 1 crpi vodu iz taložnika 4 i podiže je na vrh dimnjaka. Tuširanjem vrši se otprašivanje i sakupljanje gasa i cevima se otprašene čestice vodom odvode do taložnika 4. Šljaka se preliva na izlivnom kanalu i posredstvom posebnog priključka vode 3 granuliše se i uliva preko cevi u taložnik 4. Pražnjenje taložnika vrši se lopatom ili grabuljastim transporterom. Otpadna voda je kisela i mora se povremeno vršiti neutralizacija. Za kupolne peći koje rade 16 h dnevno primeniti vodeno hladjenje spoljnjeg omotača i duvnica. Za vodeno hladjenje omotača primeniti poseban recirkulacioni sistem.

Tablica 5-2

Asortiman odlivaka	škart u inostranim livnicama	škart u domaćim livnicama	η	Konkretni podaci za Englesku	Primedba
1	2	3	4	5	6
Vrednosti u	%	% min-max	%	%	
Čeličanske kokile	1	1,5	85-90	90	
Valjci za čeličane	do 3	1,5-2	75-90	-	Podaci za Engleske livnice British Cast Research Association |2|
Centrifugalne peći	do 8	10-20	70-80	-	
Fazonski delovi za kanalizaciju	6-7	10-25	60	-	
Sitan mašinski liv do 10 kg	10	15-20	50-70	66,3	
Srednje krupan mašinski liv do 100 kg	8	10-15	65-75	-	
Krupan mašinski liv do 100 kg	3	8-10	60-70	-	
Motorni liv	10	15-30	55-65	59	
Klipni prsten	20	30-40	40-50	-	
Trgovački liv za štednjake	10	10-15	55-65	60,4	
Radijatori i kotlovi	5-6	10-15	65-75	-	
Odlivci za poljop. mašine				64	
Odlivci za željeznice				77,7	
Pumpe i kompresori				62,0	
Alatne mašine				66,5	
Brodske mašine				58,7	
Odlivci za rudars.				64,7	
Odlivci za komunalne potrebe				76,9	

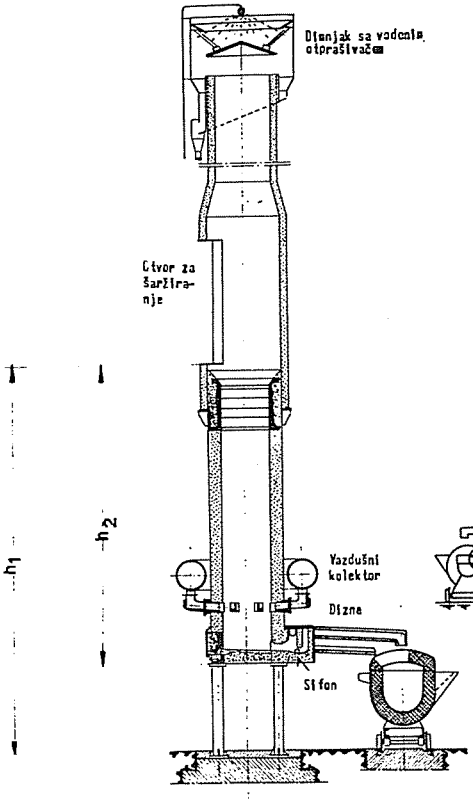
Tehničke karakteristike kupolnih peći

Tablica 5-3

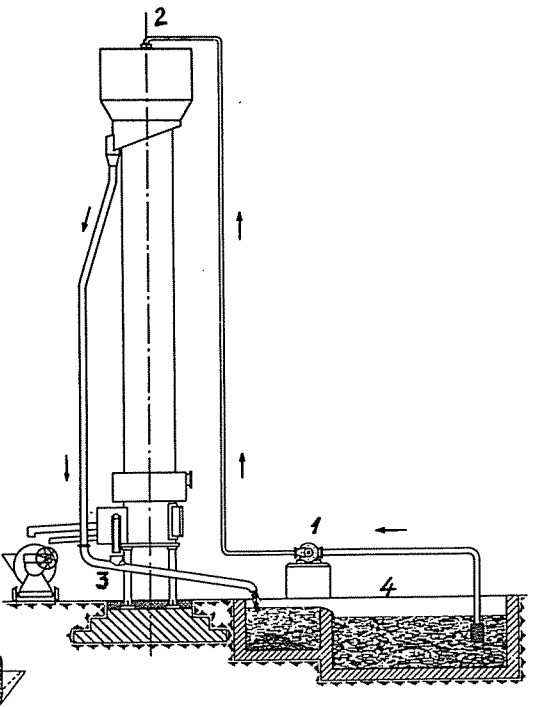
Kupolna peć bez ugradnje predpećice		Kupolna peć (mere u mm)			
Broj	časovni kapacitet (t)	Spoljni omotač	Unutr. prečnik	Visina omotača	Ukupna visina
1	1 - 1,5	900	500	3750	4500
2	2 - 2,5	1000	600	4250	5150
3	3 - 3,5	1100	700	4250	5250
4	4 - 4,5	1200	800	4500	5600
5	5 - 5,5	1400	900	5000	6100
6	6 - 6,5	1500	1000	5200	6500
7	7 - 8	1600	1100	5200	6500
8	8,5 - 9,5	1800	1200	5500	7000
10	10 - 11	1900	1300	6000	7500

Nastavak tablice 5-3

Kupolna peć bez ugradnje predpećnice		Podaci za ventilator			Težina	
Broj	časovni kapacitet (t)	Priklj. Ø mm	Količ. m^3/min	Pritisak Pa VS	Neto kg	Bruto kg
1	1 - 1,5	200	25	320	1400	1700
2	2 - 2,5	250	40	420	1800	2150
3	3 - 3,5	250	55	480	1950	2400
4	4 - 4,5	300	75	550	2400	2900
5	5 - 5,5	350	90	620	3250	3800
6	6 - 6,5	350	110	680	3800	4500
7	7 - 8	400	130	750	4600	5400
8	8,5 - 9,5	400	155	800	6300	7200
10	10 - 11	500	205	1000	6800	7950



Slika 5-3



Slika 5-4

5.03. Izbor tipa peći

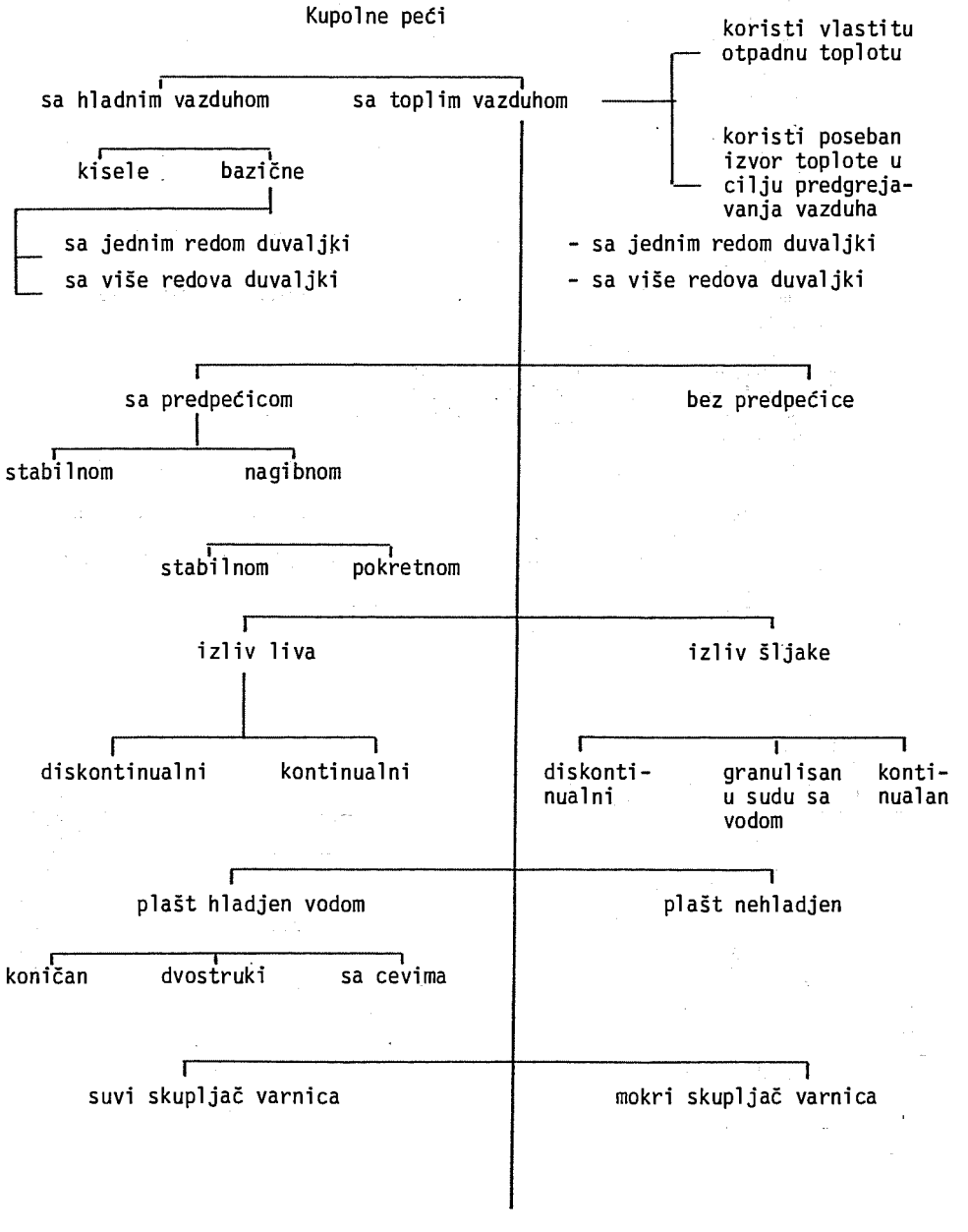
U prednjem izlaganju dat je način izbora glavnih dimenzija klasične kupolne peći. Osnovne dimenzije i unutrašnji prečnik kupolne peći,ostaju za sve tipove kupolnih peći kao definicija časovnog kapaciteta (pri primeni sa toplim vazduhom izvršiti izbor prečnika prema dijagramu (slika 5-5). Pri definitivnom izboru peći mora se odrediti vrsta kupolnih peći prema tablici 5-4.

a) da li je peć sa hladnim ili toplim vazduhom
b) da li će rad peći biti kontinualan ili diskontinualan.

U zavisnosti od ovoga odredjuje se peć bez predpećice ili sa predpećicom.

VRSTE KUPOLNIH PEĆI |3|

Tablica 5-4



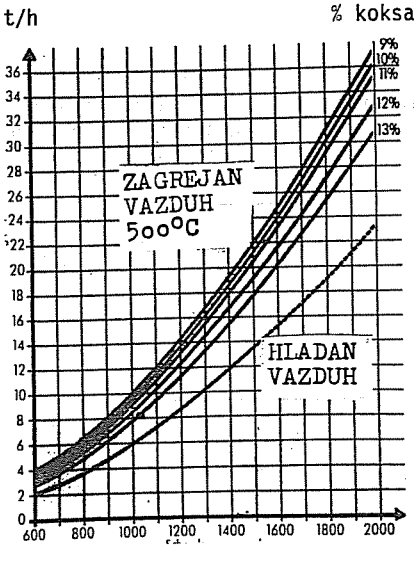
Termički bilans kupolne peći pokazuje da se toplota, koju odvaja koks rasporedjuje pri dobrim uslovima rada na:

- zagrevanje, topljenje i pregrevanje gvoždja 36%
- osetnu toplotu gasa 18%
- latentnu toplotu gasa 34%
- razlaganje krečnjaka 0,1%
- isparenje vode iz vazduha 1,3%
- toplotu koja otpada na šljaku 6%
- zračenje 6%

Prednji bilans pokazuje da više od polovine ubačenog koksa odlazi na gubitke. Nameće se zaključak da je potrebno da se izgubljena toplota rekuperira i vrati u peć u vidu toplog vazduha.

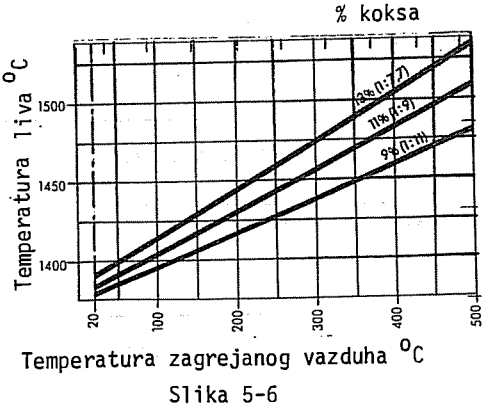
Prednosti kupolne peći sa toplim vazduhom u odnosu na peć sa hladnim vazduhom su sledeće: |4|

1. smanjenje troškova šarže korišćenjem ekonomičnih materijala;
2. uštede u koksu i do 30%;
3. mogućnost korišćenja lošijeg koksa;
4. značajno je smanjen procenat izgaranja;
5. povećana je desulfaracija gvoždja;
6. povećanje temperature liva, dijagram slika 5-6;
7. bolja je tečljivost metala;
8. poboljšan je kvalitet gvoždja (dobija se konstantan kvalitet);
9. povećan je stepen iskorišćenja peći;
10. povećanje časovnog kapaciteta do 50% za isti prečnik kupolnih peći, dijagram slika 5-5;
11. smanjenje opštih troškova, smanjenje cene odlivaka, radne snage i sl.;
12. smanjenje količine prašine u atmosferi;
13. lakša je regulacija rada peći i kontrola iste.



Slika 5-5

Ø (mm) kupolne peći



Slika 5-6

Na dijagramima, slika 5-5, na ordinati unete su vrednosti časovnog kapaciteta kupolne peći a na apscisi prečnici.

Isprekidana kriva daje, u funkciji prečnika časovni kapacitet, kupolne peći na hladan vazduh. Ostale krive daju časovne kapacitete kupolne peći na topli vazduh pri temperaturi 500°C i odredjenoj procentualnoj potrošnji koksa (u funkciji od prečnika). Proračunom dobijamo časovni kapacitet kupolne peći. Iz dijagrama biramo odgovarajući prečnik kupolne peći na topli vazduh. Usvojiti optimalnu potrošnju koksa 11%.

Primenjuju se dva sistema zagrevanja vazduha. Korišćenjem gasova iz kupolne peći, sagorevanje istih,propuštanje kroz rekuperator koji zagreva hladan vazduh i putem ventilatora ga ubacuje u kupolnu peć. Ovaj sistem je ekonomski najopravdaniji, no predstavlja vrlo skupu investiciju. Poseban problem predstavlja čišćenje rekuperatora. Drugi sistem, korišćenje dopunskog goriva za grejanje vazduha, sa sistemom rekuperatora (u ovom slučaju sagoreli gasovi iz kupolne peći se ne koriste) našao je takodje primenu jer su investicije znatno manje,a održavanje rekuperatora se svodi na minimum. Potrošnja goriva za ovaj sistem za peći od 10-12 t/h je oko 250 kg/h.

Ekonomska računica pokazuje da se za dve godine isplaćuje povećane investicije,primenom kupolnih peći koje koriste sagoreli gas iz kupolnih peći.

Svakako da je kontinualni rad kupolne peći povoljniji i ekonomičniji. Neprekidno topljenje liva i ispuštanje liva iz kupolne peći naziva se kontinualnim radom. Kontinualni rad može biti 8-16 h. Medjutim, u manjim livnicama i u livnicama sa različitim vrstama kvaliteta materijala kontinualni rad peći nije moguć iz sledećih razloga:

- zbog teškoća oko uskladjivanja rada topionice sa odeljenjem kalupovanja,
- prelaz sa kvaliteta na kvalitet liva zahteva zastoj u radu peći.

Ovi činioci imaju presudnu ulogu pri definisanju diskontinualnog ili kontinualnog rada kupolnih peći.

5.04. Predpećica

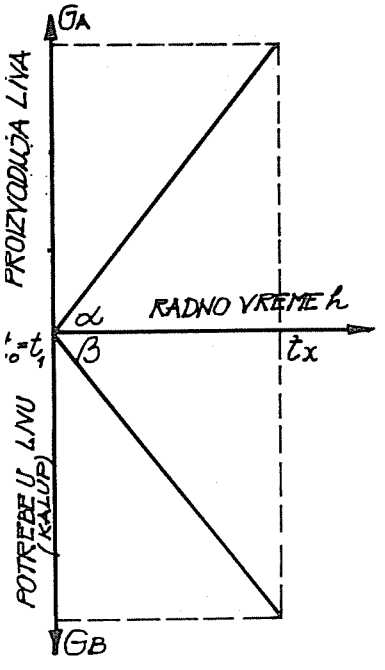
Teoretska proizvodnja tečnog liva i kalupa treba da je sinhronizovana. Na slici 5-7 proizvodnja i potrošnja liva prikazane su kao simetrične funkcije $G_A=G_B$ i G_A = proizvodnja liva G_B=potreba u livu (kalupi) (6)

Sl.5-7. Na početku smene kaluparnica ne može odmah da primi svu količinu tečnog metala. Isto tako tokom rada može doći do nepredvidjenih zastoja. Najveći je problem ako nema gde da se izlije tečan metal. Zaustavljanje topioničkih agregata čini se u krajnjoj nuždi. Da bi se izbalansirao rad topionice i kaluparnice primenjuje se predpećica.

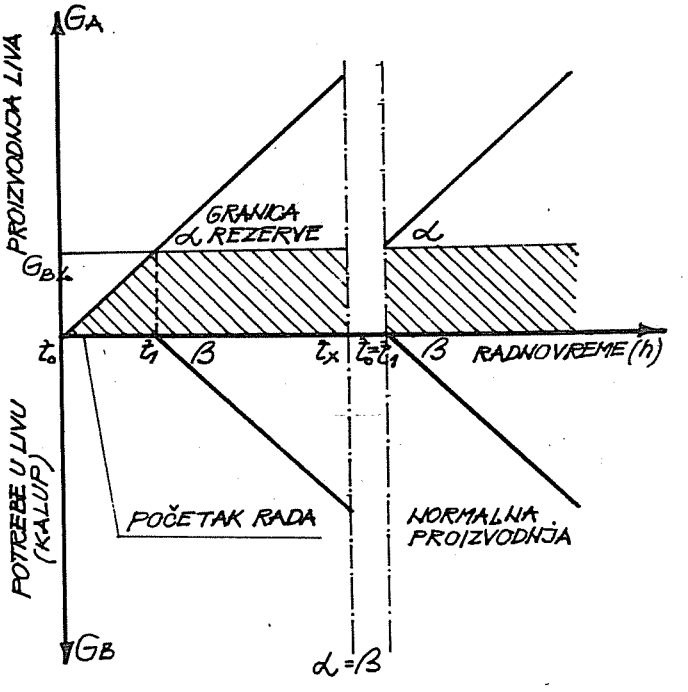
Sl.5-8 prikazuje slučaj kad nema sinhronizacije i potrebno je primeniti predpećicu. Ista služi kao "pufer" $G_A-G_{BL}=G_B$; G_{BL}=zapremina preduzeća.

Na ovaj način za period t_0-t_1 tečan liv odlazi u predpećicu,a posle t_1 počinje livenje, tako da se postiže sinhronizacija liva i kalupa i tokom dalje normalne proizvodnje postiže se $t_0=t_1$.

Za grube proračune može se usvojiti da je kapacitet predpećice ravan 1-3 časovnih kapaciteta topioničkog agregata.



Slika 5-7



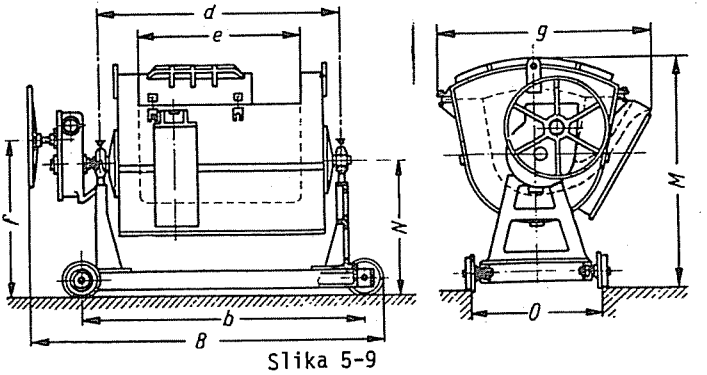
Slika 5-8

Veće vrednosti uzeti za livnicu sa većim brojem kaluparskih linija.

Predpećice mogu da budu stabilne, pokretne, predpećice za održavanje temperature i aktivne za povećanje temperature liva.

5.04.1. Predpećice za održavanje temperature

Ovakve predpećice imaju zadatak da primaju samo rastopljeni liv i da održavaju temperaturu rastopljenog liva (odnosno svedu gubitke u predpećici na minimum). Pad temperature u predpećici je oko 80°C.



Slika 5-9

Tehnički podaci za pokretnu predpećicu - slika 5-9 za održavanje temperature

Tablica 5-5

Prijemni kapacitet kg.	Ukupna težina kg.	Dimenzije mm								
		B	M	N	o	b	d	e	f	g
2000	3380	2260	1730	1040	1000	2230	1880	1180	1246	1420
4000	4800	3140	2110	1040	1000	2700	2314	1600	1246	1670

Pre početka rada potrebno je predpećicu zagrejati, a njeno zagrevanje vrši se naftom. Potrošnja nafte za predpećice od 800-3000 kg je oko 15-30 kg/h, a za veće od 4000-5000 kg je 30-50 kg/h.

5.04.2. Aktivne predpećice

Pod ovim pojmom podrazumevaju se predpećice u kojima se održava konstantna temperatura. Ovi topionički agregati su električne indukcione kanalne niskofrekventne peći. Tablica 5-6.

Konstruktivna rešenja i gabaritne mere ovih su slične običnim predpećicama. Zauzimaju nešto veći prostor obzirom na indikacioni kalem koji je montiran sa strane suprotne otvoru za izlivanje.

Tablica 5-6

Tip NFRGe	Korisna količina metala kg.	Ukupna količina metala kg.	Snaga induktora kW	Količina metala koja se može zagrejati za 100°C, kg/h
6/200	6000	8500	200	4000
9/200	9000	12250	200	3400
12/300	12000	16000	300	6800
15/300	15000	19750	300	6200
20/400	20000	26500	400	9400
25/400	25000	32750	400	8600
30/500	30000	39000	500	12600

Preporuke za primenu predpećice

1. Kombinacija - Kupolna peć na hladan vazduh - predpećica grejana naftom, može se primeniti kod manjih časovnih kapaciteta do 5 t/h, za livnice koje rade opšti mašinski i trgovački liv. Sinhronizacija topionice i kaluparnice delimično je sprovedena.

2. Kombinacija - Kupolna peć na hladan vazduh - aktivna predpećica elektro indukciona može se primeniti kada je u pitanju kvalitetniji liv, mo-

torni liv i kad sinhronizaciju topionice i kaluparnice nije mogućno u potpunosti sprovesti. Tada aktivna predpećica služi kao "pufer" i ujedno održava temperaturu liva a može vršiti i dogrevanje liva.

3. Kombinacija - Kupolna peć na hladan vazduh - predpećica grejana naftom - elektro indukciona (kanalna niskofrekventna peć) rade u triplex-u. Ova kombinacija nije sasvim ekonomski opravdana,no primenjuje se kada se rade više kvaliteta metala u jednoj smeni i kad je teško sinhronizovati rad topionice sa kaluparnicom. U tom slučaju indukciona niskofrekventna peć puni se livačkim loncem pomoću krana ili monošinkom i služi kao "pufer". U njoj se vrši i dogrevanje liva.

5.05. Proračun kapaciteta elektro indukcione peći

Časovni kapacitet elektro indukcione peći dobija se po istoj formuli kao i za proračun kupolne peći.

Napomena: Stepen iskorišćenja η uzeti za 5% veći, jer je sagorevanje u el. peći manje kao i mogućnost hladnog liva.

Na sledećem primeru daćemo način izbora el. indukcione peći, koristeći se tablicom 5-7 i dijagramima. Slika 5-10, 5-11, 5-12 |5|

Godišnji kapacitet livnice 10.000 t dobrih odlivaka

$$G = \frac{Q \cdot \alpha}{T_1 \cdot \eta} = \frac{10000 \times 1}{290 \times 16 \times 0,5} = 4,31$$

Usvojimo iz tablic 5-7 peć Tip 06 normalnog kapaciteta 6 t. U dijagramu sl.5-10 vidi se da peć od 6 t/h. može da bude niskofrekventna 50 Hz.

- Temperatura topljenja	1500^0C
- Snaga bobine (induktora)	1300 KW
- Realna potrošnja za peć 6 t. (iz dijagrama sl.5-11)	660 KWH/t
- Usvajamo da ćemo u peć šaržirati i odlivati	2 t
- Iskorišćenje bobine	0,9

t_1 = Vreme topljenja = $\frac{660 \times 0,9 \times 2}{1300}$ = 0,930 h

t_2 = vreme skidanja šljake

$t_2 = (10+2,4\ G) \cdot 10^{-3} = (10+2,4 \times 4,31)\ 10^{-3}$ = 0,053 h

t_3 = Vreme uzimanja uzorka za probu (0,013-0,015)h (iskustveni podatak) = 0,015 h

t_4 = Vreme izlivanja istopljenog metala u lonac od 2 t uzeti iz dijagrama sl.5-12 0,018 h

$t_1+t_2+t_3+t_4$ = 1,016 h

Maksimalna proizvodnja na čas:

$\frac{2\ t}{1,016}$ = 1,96 t/h (za razliku od teoretske proizvodnje/h)

Srednja proizvodnja na čas:

1,96 x 0,72 = 1,43 t/h

$\frac{4,31}{1,43}$ = 3,02 peći

Usvajaju se tri peći tip 06 - 6 t nominalnog kapaciteta.

Ovo dovodi do zaključka da podaci koje daju proizvodjači treba da budu podvrgnuti kritičkoj oceni i kontrolisani gore izvedenim proračunom.

Potrebno je uvek uraditi minimum tri varijante:

1) provesti račun za indukcionu peć koja ima približno najbliži časovni kapacitet;

2) provesti račun za indukcionu peć većeg kapaciteta s obzirom na povoljniji režim rada peći na 50 Hz većeg kapaciteta;

3) provesti račun za rad topionice u tri smene (ako livnica radi u dve smene) jer je noćna struja po povoljnijoj tarifi (ceni). U tom slučaju predvideti indukcionu kanalnu predpećicu ili indukcionu peć manje instalirane snage za stokiranje pretopljenog metala.

Kod izbora peći birati uvek broj peći n+1, tj. uvek jednu rezervnu peć s tim da grupe snage budu ravne broju peći po proračunu. Ovo obezbedjuje siguran rad topionice i normalno prezidjivanje peći i njeno sušenje za slučaj normalnog remonta ili za slučaj havarije.

U tablici 5-8 prikazane su razne varijante za jednu topionicu časovnog kapaciteta cca 15 tona/h.

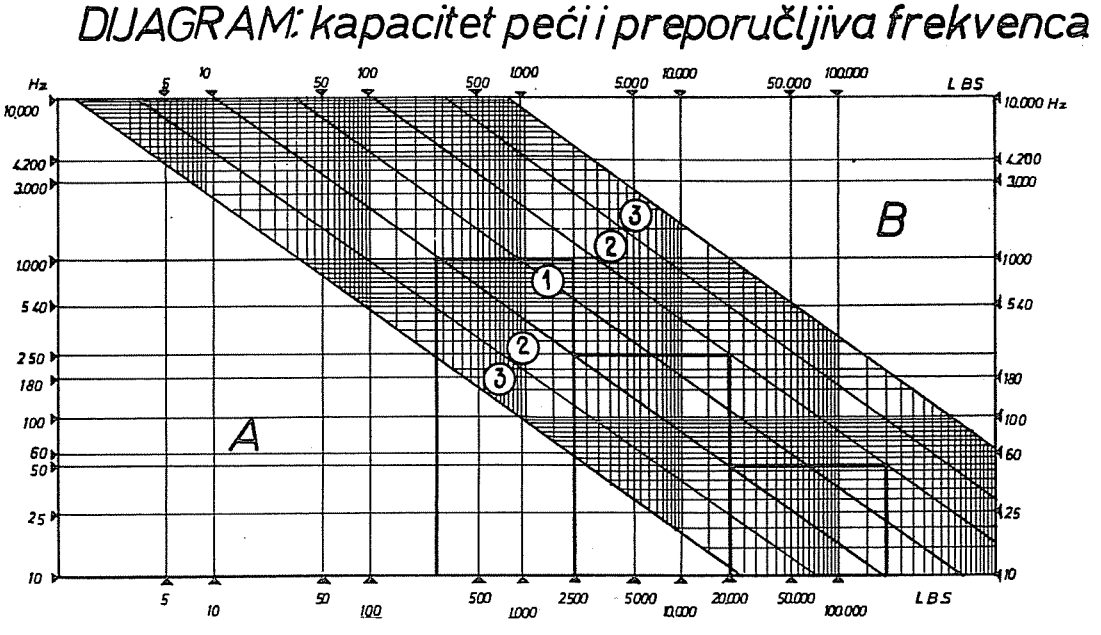
Primena srednje frekventnih peći od 150-1000 Hz može se preporučiti kada se radi sa čvrstim uloškom (za razliku kod indukcionih peći od 50 Hz gde 2/3 metala ostaje u peći od nominalnog kapaciteta) i to prvenstveno za temper liv i čelični liv. Kod srednje frekventnih peći istopljena šarža se uvek kompletno izliva.

Može se ispitati i varijanta primene elektro lučne peći kao osnovnog agregata za topljenje. Elektro indukciona peć za takvu varijantu se koristi kao aktivna predpećica.

Rotaciona peć kao topionički agregat našla je primenu u zemljama gde je prirodan gas jeftin. Jugoslovenska iskustva su se pokazala loša.

Osnovno pravilo za optimalni izbor topionica je prilagoditi se uslovima u kojima se livnice nalaze i to: - cene osnovnih sirovina, - cene el. energije i njena raspoloživost za odredjeno područje, - metalurški zahtevi za kvalitet odlivaka, - uslovi koji nalažu propisi zaštite čovekove okoline.

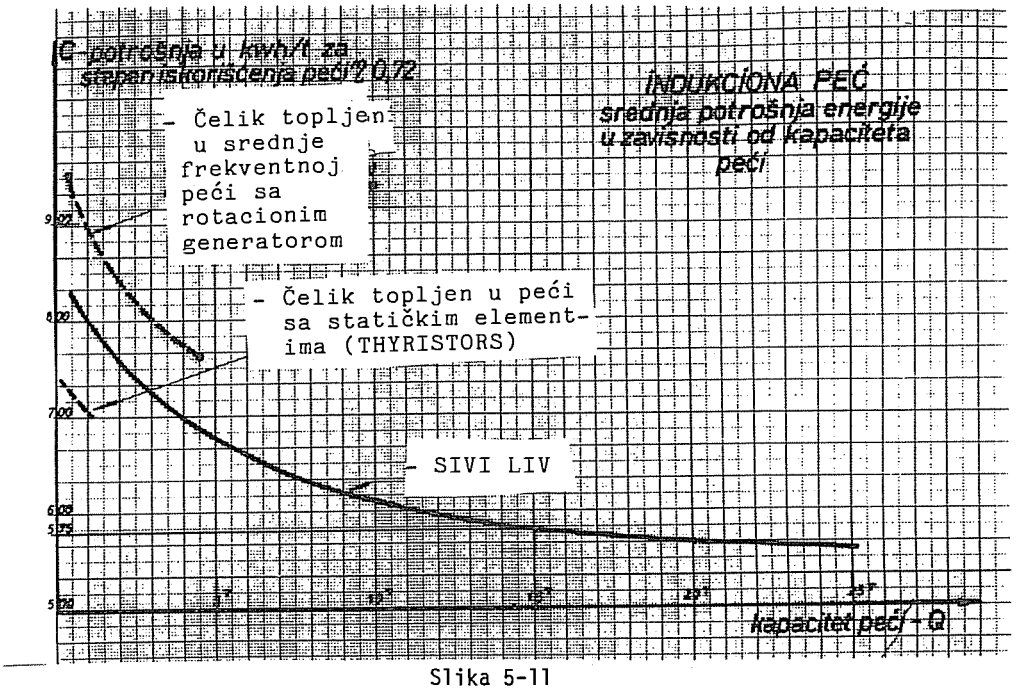
Normalno se izvodi kompletna ekonomska računica za cenu kg dobrih odlivaka.



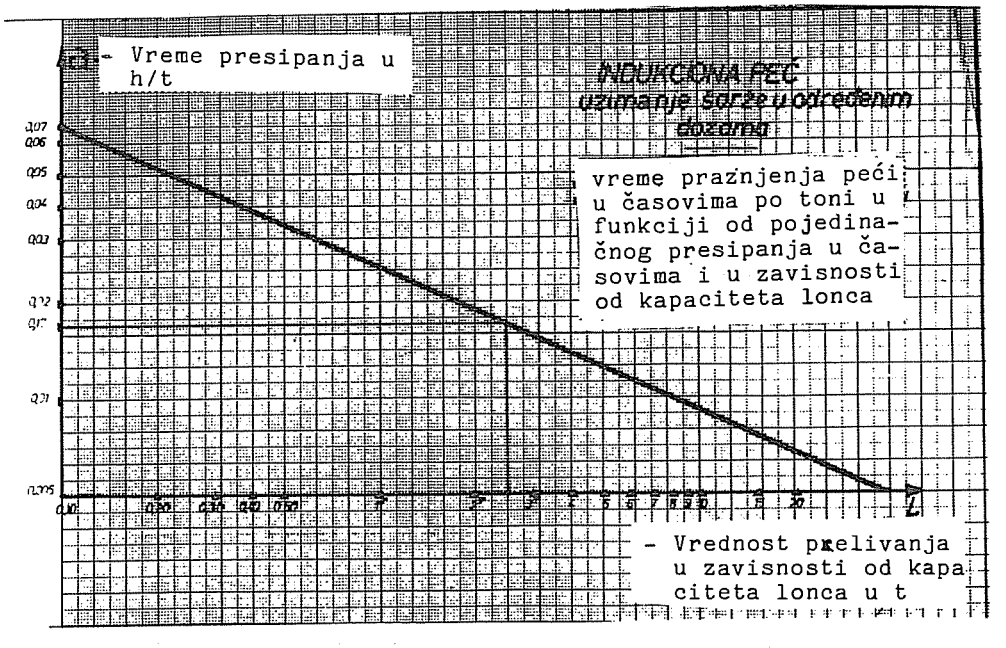
Slika 5-10

Prava 1 na dijagramu sl.5-10 prikazuje oblast izvanredno uspešne primene indukcionih peći. U zoni 2 izabrane peći odgovaraće nameni, dok je u zoni 3 potrebna opreznost. U zoni A i B ne mogu se primenjivati.

(1LBS = 0,46 kg).



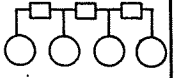
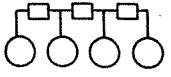
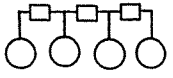
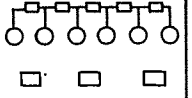
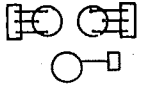
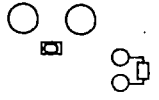
Slika 5-11



Slika 5-12

Tablica 5-8

RAZMATRANJE MOGUĆIH VARIJANTI TOPIONICE

VARIJANTA	1	2	3	4	5	6
SKICA						
PEĆI	4 LONCA 20-25 t	4 LONCA 18-20 t	4 LONCA 40-50 t	6 LONCA 11 t	2 LUČNE 20 t	2 KUPOLNE 15 t 1 VIBRACIONI LONAC SA TURBULENCIJOM
BROJ INSTALACIJA SNAGE	3 5200 kw	3 4200 kw	3 3100 kw	4 6000 kw	2 10 MVA	
FREKVENCIJA	NISKO 50 Hz	NISKO 50 Hz	NISKO 50 Hz	SREDNJE 250 Hz		
UKUPNA INSTALISANA SNAGA	19,5 MVA	16 MVA	11,5 MVA	35 MVA	26 MVA	
STOKIRANJE METALA				3 KANALNE PEĆI 75 t	1 LONAC 30-35 t	2 LONCA 10 t
SNAGA PEĆI ZA STOKIRANJE				1000 kw/h	1700 kw/h	1000 kw/h
RAD TOPIONICE	2x6 h	2x8 h	3x8 h (NOĆU 8h)	1x8 h NOĆU	2x8 h	
RAD PEĆI — RADE	3	3	3	4		1
RAD PEĆI — U REMONTU	1	1	1	2		1

Proizvodne karakteristike za niskofrekventne indukcione peći 50 HZ

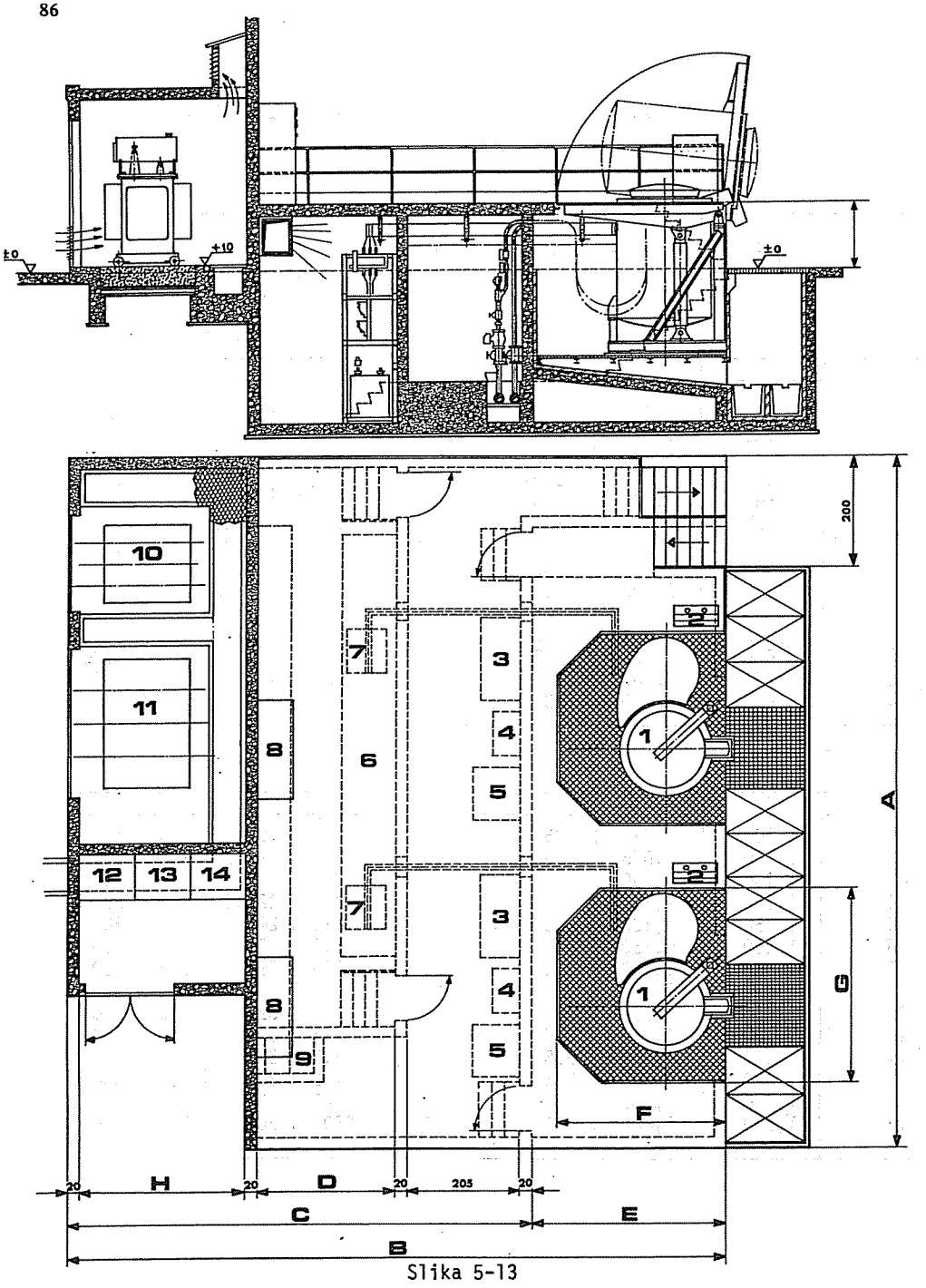
Tablica 5-9

Tip peći	Zapremina u dm^3 do nivoa suda	Kapacitet u t.	Snaga bobine u kW	Teoretska brzina topljenja t/h	Teoretska potrošnja u kWh/t	Protok vode za hladjenje u litrama u minuti	masa peći t
1	2	3	4	5	6	7	8
01	148	1.000	300	0,500	600	76	4.000
02	182	1.250	450	0,790	570	98	4.760
03	278	1.750	500	0,875	570	102	7.145
04	374	2.500	600	1,060	560	121	8.700
05	552	3,500	850	1,550	545	153	10,500
06	737	5,000	1,100	2,050	535	181	11,400
07	904	6,000	1,300	2,450	525	205	14,500
08	1,114	7,500	1,500	2,860	525	235	17,500
09	1,458	10,000	1,900	3,660	515	280	20,700
10	1,635	11,000	2,200	4,270	515	315	24,100
11	1,955	13,500	2,650	5,190	510	365	27,000
12	2,505	17,00	3,300	6,520	505	435	32,000
13	3,251	22,000	4,400	8,800	500	555	42,000
14	6,631	45,000	9,000	18,400	490	1,040	78,000

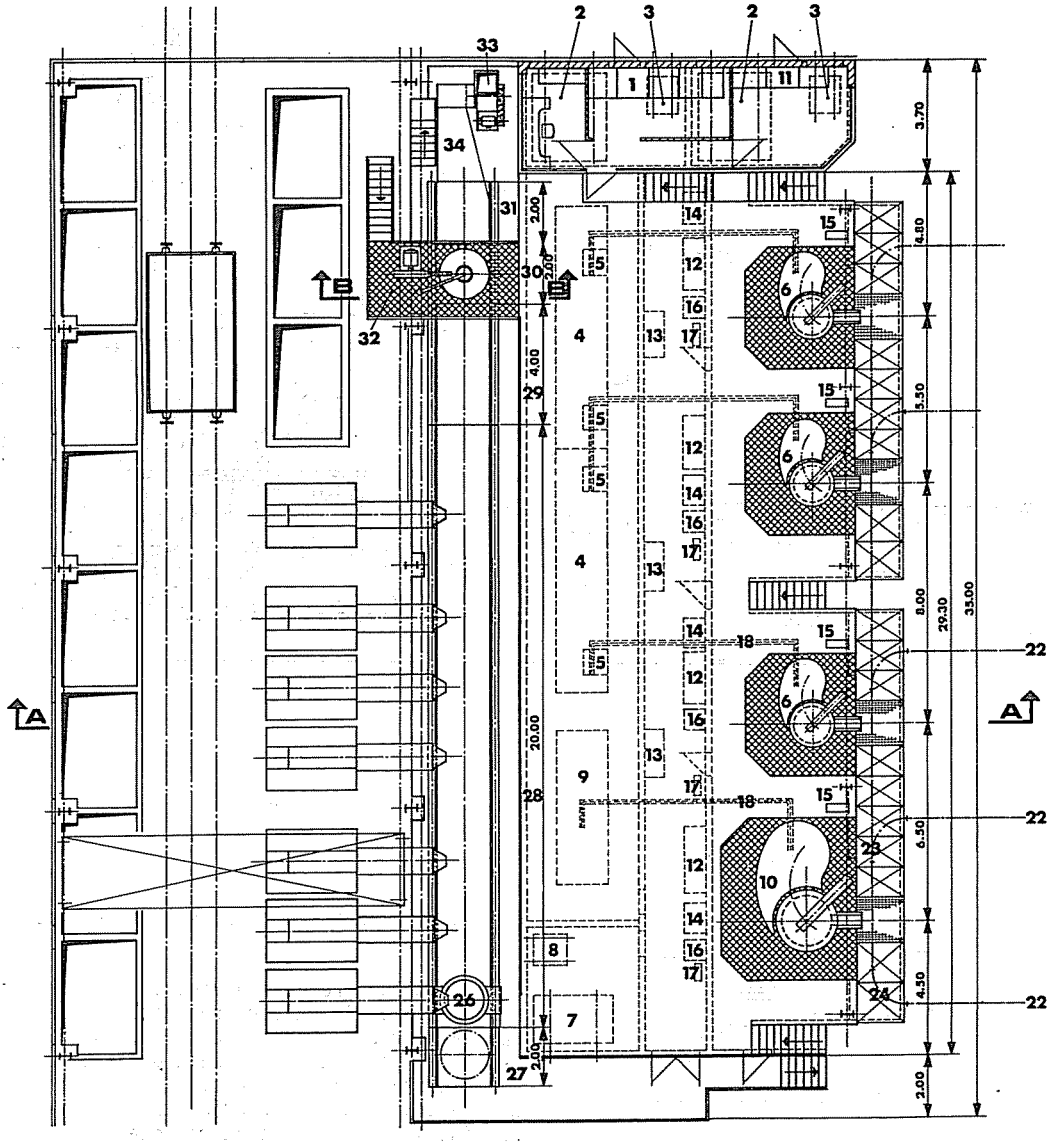
Tablica 5-10

Mere u cm. za sl.5-10

	A	B	C	D	E	F	G	H
01	1,100	1,075	835	250	240	191,5	264	300
02	1,100	1,075	835	250	240	191,5	264	300
03	1,150	1,100	835	250	265	210,5	276	300
04	1,150	1,120	835	250	285	229,5	301	300
05	1,250	1,130	835	250	295	248	334	300
06	1,250	1,150	835	250	315	273,5	348	300
07	1,250	1,160	835	250	325	286	336	300
08	1,250	1,190	835	250	355	302	350	300
09	1,400	1,200	835	250	365	322	419	300
10	1,400	1,240	835	250	415	357	408	300
11	1.400	1.350	935	300	415	367	394	350
12	1,450	1.350	935	300	415	368	439	350
13	1,500	1,380	935	300	445	402	484	350
14	1,750	1,485	935	300	550	502	594	350



Slika 5-13

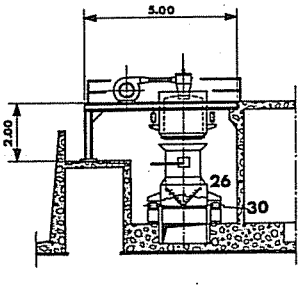


Slika 5-14

Primer kompletne topionice koja se sastoji od 3 peći tipa 11 (za topljenje) i 1 peći tipa 14 (za održavanje - stokiranje metala). Sl.5-14,5-15. Proizvodjač: ACEC, CHARLROI, BELGIJA.

PRESEK A-A

Slika 5-15



PRESEK B-B

Objašnjenje pozicija uz sl.5-13 i tablicu 5-10.

1. Indukciono mrežno frekventna peć, 2.Komandna tabla; 3. Razvod vode za peć; 4.Pumpa za hladjenje vode za cirkulaciju; 5.Hidraulički pogon za naginjanje peći; 6.Kondenzatorska kutija; 7. Glavni prekidač; 8.Komandni ormar; 9. Uredjaj za klimatizaciju; 10. Prigušivač za ravnotežu faza; 11. Transformator; 12. Napajanje peći; 13. Merna grupa za ulaznu stranu; 14. Merna grupa za izlaznu stranu.

Objašnjenje pozicija uz sl.5-14, 5-15

1. Merna grupa za niski napon (ulazni); 2. Transformator peći za topljenje 33000 KVA; 3300 VOLTI; 3. Prigušivač za ravnotežu faza (topljenje) 1920 KVA; 4. Daljinski prekidač, statički balansni kondenzator 1920 KVAr i kondenzatori 16500 KVAr za popravku faktora snage; 5. Glavni prekidač indukcione peći; 6. Indukcione mrežne frekventne peći - tip II; 7. Transformator peći za održavanje 1200 KVA, 1650 V; 8. Prigušivač za ravnotežu faza (peći za održavanje) od 660 KVA; 9. Daljinski prekidač. Kondenzatori za statičko uravnoteženje na 660 KVA i kondenzator od 6600 KVAr za popravku snage peći; 10. Nisko frekventna peć za održavanje - tip 14; 11. Kontrolni ormar sa tablama za kontrolu topljenja i održavanja metala; 12. Razvod vode za peć; 13. Klimatizacija za kondenzatorske baterije; 14. Hidraulični pogon za nakretanje peći; 15. Komandni pult za nakretanje peći; 16. Vodovi za vodu pokretnog izmenjivača; 17. Pumpe za cirkulaciju vode za hladjenje; 18. Sistem šinskog razvoda; 19. Zaštitni pokazivač šinskog razvoda; 20. Kran raspona 11 m, nosivost 5 t; 21.Kran raspona 14 m, nosivost 5 t; 22. Monorej za kazane, 5 t; 23. Skretnica; 24. Krivine monoreja; 25. Lonac za livenje 2 t; 26. Korpe za šaržiranje 2 m^3 približnog kapaciteta 2 t; 27. Valjkasti transporter za transport korpe pre šaržiranja; 28. Valjkasti transporter sa vagom sa elektronskim odmeravanjem; 29. Valjkasti transporter za manipulaciju korpama pre predgrevanja; 30. Stanica za predgrevanje šarže; 31. Valjkasti transporter za predgrevanje šarže.

32. Uredjaj za predgrevanje; 33. Ventilator za odvodjenje dima kod predgrevanja šarže; 34. Dimovod; 35. Odvodjenje dima iznad svake peći ventilator (-50000 m^3/h).

5.06. Proračun kapaciteta elektro lučnih peći

Časovni kapacitet el. lučnih peći dobija se po istoj formuli kao i za proračun kupolne peći (5.02).

Napomena: stepen iskorišćenja čeličnog liva kreće se 0,4-0,5. Zbog povećanih ulivnih sistema i "atmosferskih" nalivaka.

God. fond vremena je u principu tri smene zbog režima rada el. lučne peći.

Za remont poklopca, zamenu elektroda i obloge predvideti 60-100 h/god.

Prosečna časovna i godišnja proizvodnja el. lučnih peći

Tablica 5-11

Tip	Prosečna časovna proizvodnja t/h*	Godišnja prosečna proizvodnja čelika ** t/god
IHO 20/1,5	0,6	4.400
IHF 20/1,5	0,9	6.500
IHF 25/2,6	1,3-1,8	9.500-12.000
IHF 31/6,2	2,7-3,6	19.000-25.000
IHF 37/9	4,5-6	33.000-43.000
IHF 42/16	7,5-10	55.000-72.000
IHF 45/22	10,5-14	77.000-100.000
IHF 55/38	18 -24	130.000-175.000

Proizvodjač:KGVY,BUDIMPEŠTA,Madjarska

* Za nelegirane ugljenične čelike, sa jednim skidanjem šljake i nominalnom šaržom, bazne obloge i kontinualni rad 24 h (tri smene)

** Godišnja proizvodnja nelegiranog čelika sa radom η=0,85 efektivnog vremena.

Ciklus topljenja u el. lučnoj peći je diskontinualan. Potrebno je vreme za topljenje jedne šarže je 2,5-3 h. Ovo vreme obuhvata: šaržiranje, topljenje, dezoksidaciju, rafinaciju, izlivanje kompletne šarže u odgovarajući livačaki lonac.

Dimenzije el. lučne peći definišu se na osnovu ukupne količine metala koji ista treba da primi

$$G = G_h \ (2,5\text{-}3)(t)$$

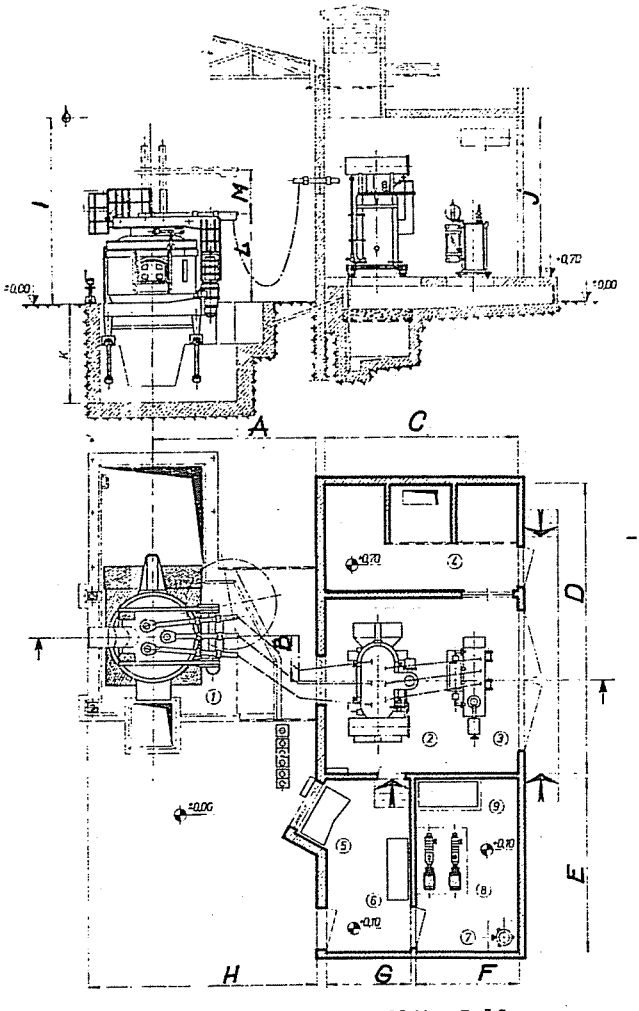
Podaci o el. lučnoj peći dati su u tablici 5-11, 5-12, 5-13, 5-14 i sl.5-16.

Šaržiranje el.lučnih peći do 1-t vrši se ručno kroz otvor sa zadnje strane,suprotne od otvora za izlivanje, veće od 1 t specijalnom korpom. Poklopac peći se zakrene za 180°, kranom se donese korpa koja ispusta šaržu u el. lučnu peć. Izlivanje se vrši naginjanjem pomoću hidrauličnog sistema.

Tehnički podaci za elektro lučne peći

Tablica 5-12

		IHO 20/1,5	IHF 20/1,5	IHF 25/2,6	IHF 31/6,2	IHF 37/9	IHF 42/16	IHF 45/22	IHF 55/38
Kapacitet	t	1,5	2,2	4	8	15	25	35	60
Unutrašnji prečnik peći	mm	2000	2000	2500	3150	3700	4200	4500	5500
Instalirana snaga	MVA	1,5	1,5	2,6	6,2	9	16	22	38
Specifična potrošnja ±5%	KWh/t	500	490	470	450	430	420	415	415
Vreme topljenja (± 5 min)	MIN	48	66	68	55	66	60	60	60
Prečnik graf.elektrode	mm	150	150	200	300	350	400	450	550
Naginjanje	Hidraulič.	hid.	hid	hid	hid	hid	hid	hid	hid
Ugao naginjanja									
Istakanje	ugao	40	40	40	40	40	44	44	44
Skidanje šljake	ugao	15	12	12	12	12	15	15	15
Šaržiranje		ruč	korpa	k	k	k	k	k	k
Stezanje elektroda		ruč	opruga	o	o	o	o	o	o
Regulacija elektrode		ruč	hidr.	h	h	h	h	h	h
Voltaža sek.transformat.	V	180-104	180-104	200-116	222-118	270-100	350-115	430-140	500-160
Instalisana snaga transformatora	MVA	1,2	1,2	2	5	7,5	13,5	18,3	32
max struja	KA	4,8	4,8	7,5	17	19,2	26,4	33	49,5
Snaga bobine	KVAr	500	500	500	1000	1000	1000	-	-
Potrošnja elektroda	kg/t	4-5	4-5	5-6	5-7	5-7	5-7	5-7	5-7
Potrošnja vode za hladjenje bez transformatora	m^3/h	4	6	7	9	15	35	55	80



- Površine odelenja el. lučnih peći

typ IHO–20/1,5
IHF–20/1,5
IHF–25/2,6
IHF–31/6,2
IHF–37/9
IHF–42/16

Slika 5-16

Tablica 5-13 Dimenzije u mm

Typ	IHO 20/1,5	IHF 20/1,5	IHF 25/2,6	IHF 31/6,2	IHF 37/9	IHF 42/16
A	3500	4300	4700	5250	7000	8700
B	—	1000	1300	1100	750	1300
C	5600	5600	5600	6500	6500	7500
D	8000	8000	8500	9100	9100	9600
E	5000	5000	5000	5000	5000	6000
F	3000	3000	3000	3400	3400	4500
G	2450	2450	2450	2900	2900	2800
H	5200	5900	6680	7530	9810	11500
I	5000	5000	5500	6000	7600	9000
J	4500	4500	4800	5100	5500	5500
K	1800	2400	3160	3400	3800	5600
L	2350	2930	2575	3164	3300	3600
M	1100	1400	1400	1700	2400	2800

Tehnički podaci o korpi za šaržiranje

Tablica 5-14

Mere u mm

Tip peći	IHF 20/1,5	IHF 25/2,6	IHF 31/6,2	IHF 37/9	IHF 42/16	IHF 45/22	IHF 55/38
A = Visina korpe	1720	1820	2530	3000	3500	4270	5000
B = Visina do kuke	2930	3480	3690	4500	5500	6250	7000
C = Visina od vrha korpe do kuke	1440	1820	1880	2340	3500	2620	2000
D = Prečnik korpe	1130	1450	1950	2350	3000	3350	4260

Prilikom šaržiranja i metalurških operacija stvara se velika količina gasova te je neophodno otprašivati el. lučnu peć.

Manje peći otprašivati pomoću klasične pokretne haube a veće preko "četvrte" rupe na poklopcu (tri rupe su za elektrode).

5.07. Površina odeljenja topionice

Na osnovu iskustvenih podataka površina odeljenja topionice (bez uredjaja za šaržiranje) je 0,6-0,8 m^2 od mesečne proizvodnje (za kupolne peći), za odredjivanje površine kod primene elektropeći v.tablicu 5-13, sliku 5-16 a za el.lučne peći v.tablicu 5-13.

5.08. Radna snaga

Standardna ekipa (koja opslužuje peći-jedna smena):

- šaržiranje 1-5 radnika
- zidar-pećar 1-3 radnika
- rukovaoc peći 1 radnik
- topioničar 1-2 radnika
- inženjer metalurgije 1-2

Napomena: Za šaržiranje el.peć uzeti manje radnika, takodje i za ostala radna mesta.

Literatura:

1. Fonderie 369/77. str.250, Francuska
2. Publikacija British Cast Research Associatiom, Engleska
3. Zariženi slevaren.Grupa autora, ČSSR
4. Strico, Gumersbach, Z.Nemačka
5. Dokumentacija, Renault, Francuska
6. Giesserei Prozess - Technik, Dr ing.k. Stolzel, DDR

6. IZBOR NAČINA ŠARŽIRANJA

Pojam šaržiranja peći, primenjenih u livnicama sivog i temper liva, obuhvata niz pripremnih operacija koje dovode do mogućnosti ubacivanja gotove šarže u peć.

Šarža jedne peći za topljenje liva sastoji se od sledećih komponenti:

- metalnog dela šarže, koji obuhvata:

  sirov sivi liv,
  lomljeni liv i čelik,
  povratni liv i
  briketirane strugotine;

- koksa,
- krečnjaka.

Operacija šaržiranja može se podeliti u dve faze:

1. Priprema šarže na skladištu i transport iste do kupolne peći,
2. Ubacivanje šarže u peć.

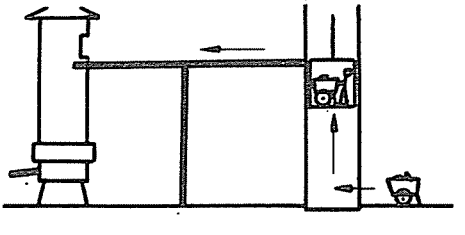
Šaržiranje se može vršiti na više načina. Način šaržiranja, stepen mehanizovanosti, izbor sredstava mehanizacije i sl. zavise od niza faktora koji se pri projektovanju moraju uzeti u obzir. Zavisno od stepena mehanizovanosti vrši se podela šaržiranja na:

1. Ručno šaržiranje;
2. Mehanizovano šaržiranje i
3. Automatizovano šaržiranje.

6.01. Ručno šaržiranje

Ručno šaržiranje predstavlja najprimitivniji oblik napajanja kupolnih peći šaržom. Zbog veoma teških uslova rada, stalne opasnosti od povrede radnika niske produktivnosti, ovaj način se danas po pravilu ne primenjuje.

6.01.1. Ručno šaržiranje sa ubacivanjem šarže u peć pomoću vagoneta,(slika 6-1)



Slika 6-1

Priprema šarže vrši se na skladištu odakle se vagonetom dovodi do podnožja peći i liftom diže do platforme za punjenje, sa koje se istresa u peć.

Kod ovog načina šaržiranja izbegnut je ručni rad radnika pored peći. Kvalitet šaržiranja je bolji.

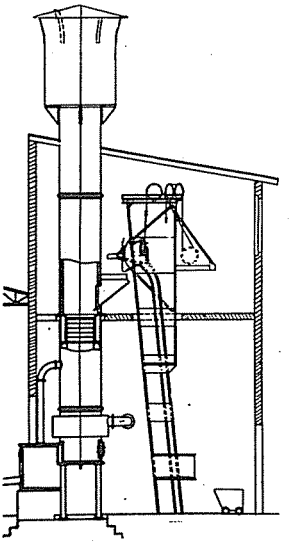
Pri istresanju šarže u peć, šarža zauzima kos položaj, zbog čega je onemogućeno njeno pravilno mešanje. Osim toga, pri pražnjenju vagoneta komadi šarže udaraju u oblogu peći i oštećuju je.

6.02. Mehanizovano šaržiranje

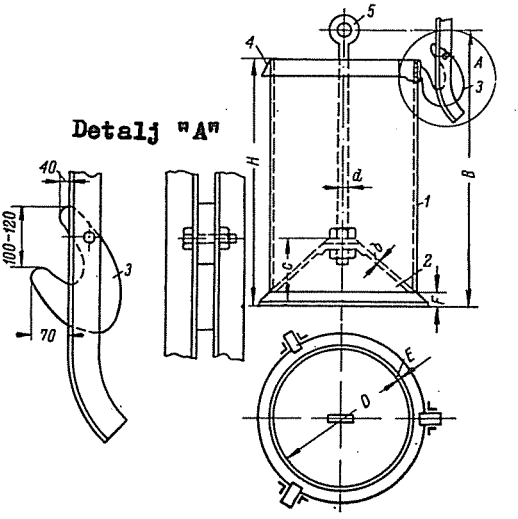
6.02.1. Šaržiranje skip uredjajem sa stalnom korpom (slika 6-2). I kod ovog načina šaržiranja, u etapi pripreme šarže može se primeniti veći ili manji stepen mehanizovanosti. Broj mogućih varijanti je veliki te će ovde biti reči samo o punjenju peći, dok će o ostalim etapama biti govora kasnije, kada će se dati pregled svih operacija.

U korpu skipa istrese se šarža iz vagoneta, jednošine dizalice, elektro ili auto kolica i slično. Pogonski uredjaj se smešta na najpogodnijem mestu konstrukcije, obično gore, a komanda je u prizemlju.

Kao i u prethodnom slučaju, i ovde je položaj šarže u peći kos, što ima za posledicu loše mešanje.



Slika 6-2



Slika 6-3

6.02.2. Šaržiranje skip uredjajem sa specijalnom korpom

Da bi se omogućilo dobro mešanje šarže, umesto stalne korpe, primenjuje se specijalna korpa sa pokretnim dnom (slika 6-3).

Korpa se sastoji od omotača 1 sa obodom 4 i pokretnog koničnog dna 3. Posle unošenja u kupolnu peć korpa se osloni o specijalni oslonac u peći 3, a dno počinje da se spušta. Šarža ravnomerno pada u peć i pravilno se raspoređuje.

Konstrukcija korpe kao i sastav šarže čine primenu ovog načina šaržiranja celishodnim samo kod kupolnih peći većeg prečnika. Za peći manjeg prečnika ove korpe se ne mogu primeniti, s jedne strane zbog male korisne zapremine, a sa druge zbog relativno velikih komada šarže.

U tablici 6-1 dati su podaci o korpama sa pokretnim dnom. Treba napomenuti da postoji čitav niz drugih konstruktivnih rešenja ovih korpi.

Gabaritne mere specijalnih korpi za punjenje kupolnih peći sa koničnim dnom (slika 6-3)

Tablica 6-1

Masa šarže u kg.	H	B	C	D	E	F	b	d
300	1100	1380	330	670	9	9	10	40
500	1100	1385	335	800	9	9	12	55
1000	1200	1485	395	1075	9	9	13	70
1500-1800	1400	1612	460	1400	12	16	16	70

Pored prednosti, koje su očigledne, pri ovom načinu šaržiranja javlja se i nekoliko nedostataka:

- pri nailaženju na naslon dolazi do udara koji se prenosi na peć;
- korisna zapremina korpe i izlazni otvor su relativno mali;
- pokretni mehanizami,koji su osetljivi, izloženi su uticaju visokih temperatura.

6.03. Šaržiranje pomoću mosnih i jednošinih dizalica

Na slici 6-10 prikazan je način šaržiranja pomoću jednošine dizalice, a na slici 6-9 pomoću mosne - šaržirne dizalice. Oba načina su u suštini ista. Operacija uvodjenja korpe u kupolnu peć i njeno pražnjenje ne podleže komandi rukovaoca, već je automatska. Način pražnjenja korpe je isti kao u napred opisanoj metodi šaržiranje pomoću skip uredjaja.

Treba odmah napomenuti da je ovaj način šaržiranja praktično neprimenljiv za peći čiji su prečnici manji od 1 m, što znači za peći kapaciteta manjeg od 5,5 - 7 t/h.

Konstrukcija uredjaja je dosta teška i zahteva velika investiciona ulaganja. Kapacitet dizalice nije dovoljno iskorišćen.

Iako su napred iznete primedbe ozbiljne, ovaj način šaržiranja nailazi na čestu primenu kod peći većih kapaciteta iz sledećih razloga:

- ulazak korpe u peć je horizontalan;
- kvalitet šarže je ravnomeran;
- mešavina šarže je pravilna;
- isključena je mogućnost povrede radnika;
- korišćenje unutrašnjeg obima peći je veća, jer nije potreban oslonac za pražnjenje korpe;
- isključeni su svi udari, pa time i mogućnost oštećenja obloge peći;
- jednom dizalicom se, bez ikakvih teškoća, može napajati dve i više kupolnih peći.

U tablici 6-2 dati su orijentacioni podaci za izbor šaržiranja dizalica.

Osnovni podaci za izbor mosnih šaržirnih dizalica

Tablica 6-2

Nosivost dizalice t.	Brzine u m/min.		
	Dizanje tereta	Kretanje kolica	Kretanje mosta
1,5	18-20	30	100
3	20-22	30	100
5	20-22	26	75

Broj mogućih operacija u toku jednog časa iznosi 40-45.

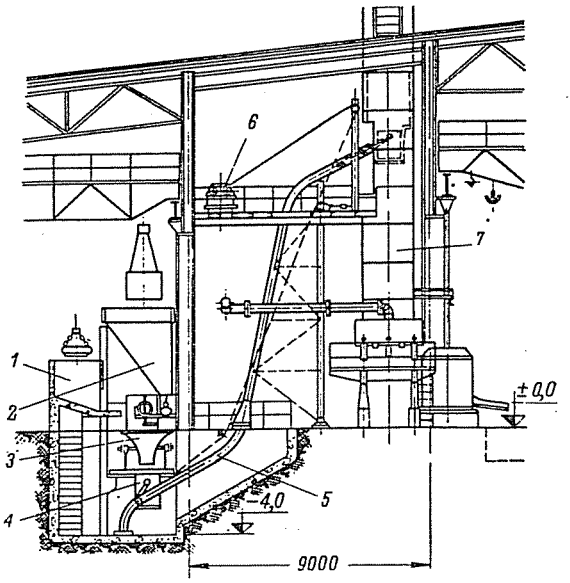
NAPOMENA:

Na korpu prikazanoj na slici 6-3 u slučaju primene na dizalici ugradjuje se čvor A, koji ne postoji kod korpi skip uredjaja.

U položaju pražnjenja korpa se spušta do zahvatanja oboda korpe 4 za kuku u peći, posle čega se konično dno korpe 2 spušta i počinje pražnjenje. Posle pražnjenja se kuka, o koju je pomoću karike 5 okačen lonac, diže toliko da se korpa oslobodi od kuke, kada se može izvaditi.

6.04. Šeme pojedinih postrojenja za šaržiranje kupolnih peći

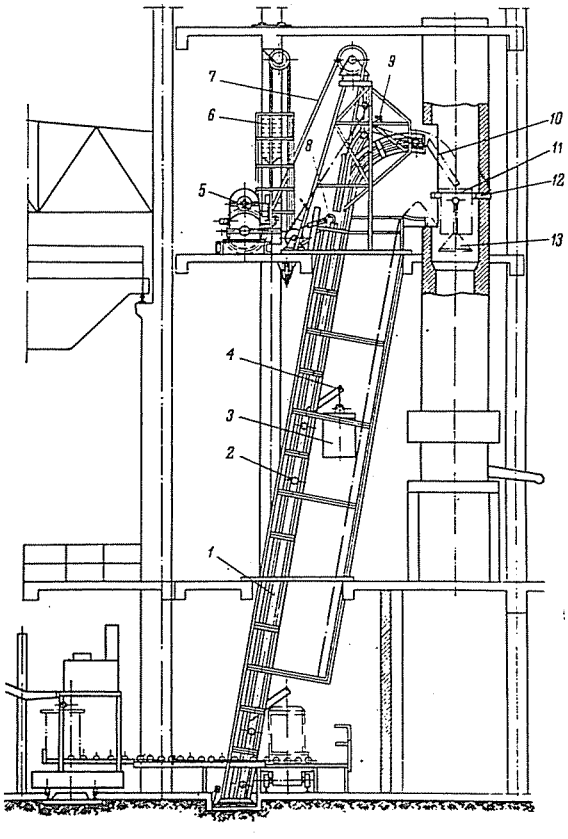
Pored osnovnih šema koje su već date u ranijem izlaganju, ovde će se dati neke nove šeme šaržiranja kupolnih peći.



Slika 6-4

Na slici 6-4 prikazana je šema mehanizovanog šaržiranja kupolne peći. Dužin fronta bunkera pojedinih komponenti šarže prekriva mostovska dizalica kojom se dati bunkeri pune. Električna pokretna kolica sa vagom 3 se pune odgovarajućim komponentama šarže iz pojedinih bunkera dnevne potrošnje 1 i bunkera za koks i krečnjak 2. Pripremljena šarža se kroz otvor bunkera na samim kolicima ispušta u stalnu korpu - kolica 4, skip podizača 5, sa električnim pogonom dizanja 6, koji puni kupolnu peć 7.

Na slici 6-5 prikazana je šema šaržiranja kupolne peći pomoću skip uredjaja sa specijalnom korpom. Ovde električnim putem pokretana vaga nema sopstvenog bunkera, već se punjenje šarže vrši direktno u korpu koja se nalazi na vagi.

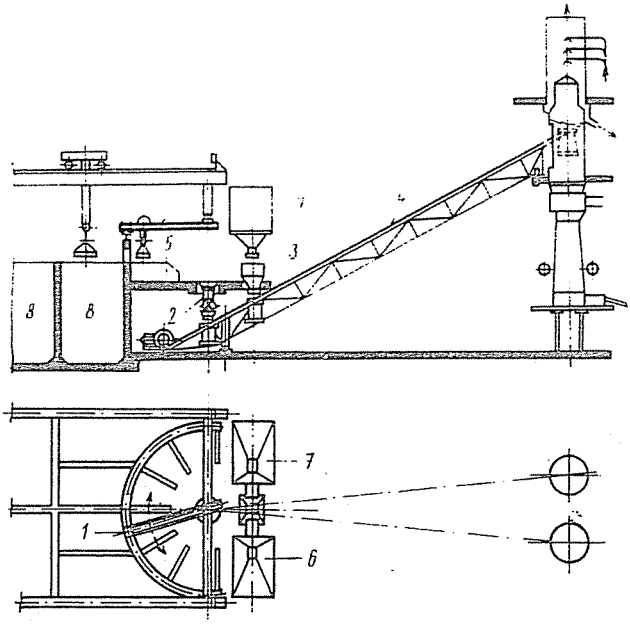


Slika 6-5

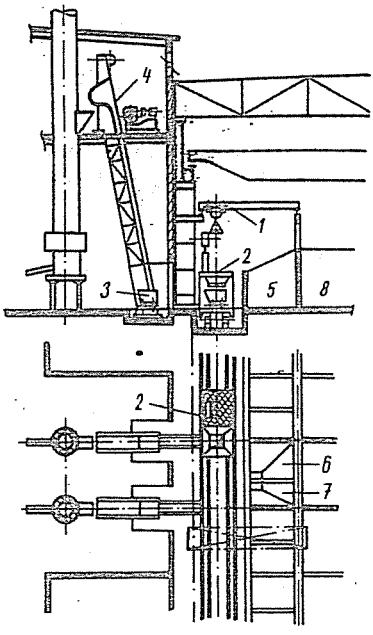
Princip rada samog skip uredjaja je sledeći. Dvoosovinska kolica 2, na čijem je ispustu 4, pomoću lanaca okačena korpa 3, dižu se električnim pogonskim uredjajem 5 pomoću užeta 7. Kolica se vode vodjicama 1. Zadnji točkovi kolica 2, za razliku od prednjih kreću se po vodjicama manje krivine, tako da ispust kolica 4 ulazi u otvor kupolne peći 10, a korpa 3 se kreće naniže. Korpa s vencem 11 naleže na obruč u peći 12. Usled daljeg kretanja ispusta kolica, konično dno se i dalje spušta, otvara korpa i nastaje pražnjenje šarže. Da bi se omogućio povratni hod kolica 2, tj. njihovo spuštanje pod sopstvenom težinom, ugradjen je specijalni uredjaj sa protivtegom 6, koji se pri dizanju korpe kukom 8 zakači za kolica i pri daljem kretanju ovih i sam diže. Kada je korpa ispražnjena protivteg se spušta i povlači kolica koja se u odredjenom položaju razdvajaju od njega i počinju da se sama spuštaju. Krajnji isključivači 9 obezbedjuju automatsko isključivanje pogona dizanja i spuštanja kolica posle pražnjenja.

Na slici 6-6 prikazan je sistem šaržiranja kupolnih peći skip uredjajem na okretnom nosećem mostu. Mosnom jednogredom dizalicom sa elektromagnetom 1, zahvata se iz boksova dnevne potrošnje 5, metalni do šarže i sipa u vagu 2 a odatle u korpu skipa. Posle punjenja metalom korpa se dovodi ispod vage 3, kojom se iz bunkera za koks 6 i krečnjak 7 dozira potrebna količina ovih sastojaka. Po završetku doziranja korpa se skip uredjajem diže i uvodi u jednu od kupolnih peći. Ovakvo rešenje mogućava napajanje više peći jednim šaržirnim uredjajem.

Sistem šaržiranja skip uredjajem sa prevrtnom korpom prikazan je na slici 6-7. Iz bunkera dnevne potrošnje 5, zahvata se elektromagnetom mosne dizalice 1, metalni deo šarže i puni korpa 3. Iz bunkera za koks i krečnjak 6 i 7, dodavačima se puni korpa i dozira potrebna količina ovih materijala. Korpa je sa točkovima i kreće se po šinama na relaciji skip - vaga. Skip uredjajem 4, korpa se diže do otvora kuplne peći, prevrće i prazni.



Slika 6-6



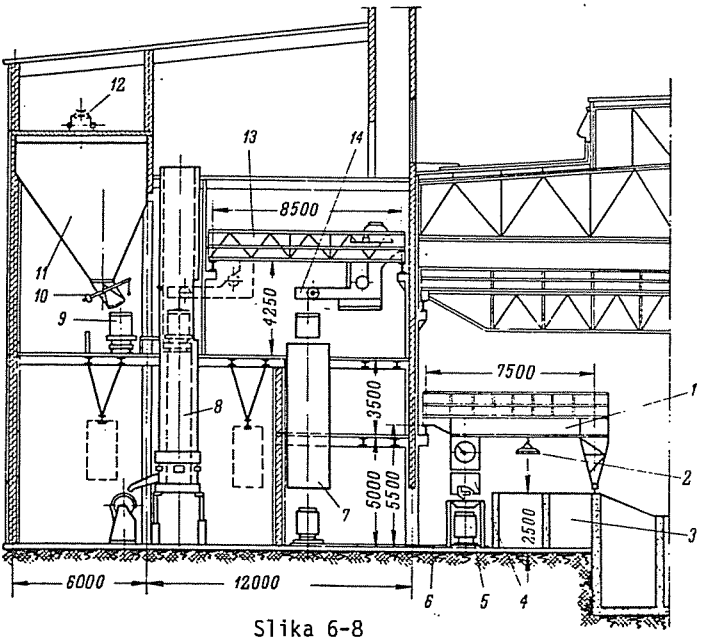
Slika 6-7

Na slici 6-8 prikazan je način šaržiranja kupolne peći 8 pomoću mosne dizalice 13 sa ispustom specijalne konstrukcije 14. Punjenje korpe 5 metalnom šaržom vrši se iz boksova dnevne potrošnje 3 posebnom poluportalnom dizalicom 1 a pomoću elektromagnetnog podizača 2, kroz bunker - vagu koji je vezan za samu dizalicu a ispod koga se nalazi dozator 4. Korpa 5 se sa odmerenom količinom metalne šarže premešta rolgangom 6 do otvora okna 7 šaržirne dizalice 13. (Prazne korpe se spuštaju kroz isto okno na rolgang radi povratka do mesta doziranja). Koks i krečnjak dopremaju se do bunkera dnevne potrošnje 11 trakastim transporterom 12. Iz bunkera pomoću dozirajućeg levka 10 puni se korpa 9 koja je postavljena na rolgangu, a u nivou platforme kupolne peći, pomoću koga se puna korpa premešta u zonu dejstva šaržirnog krana.

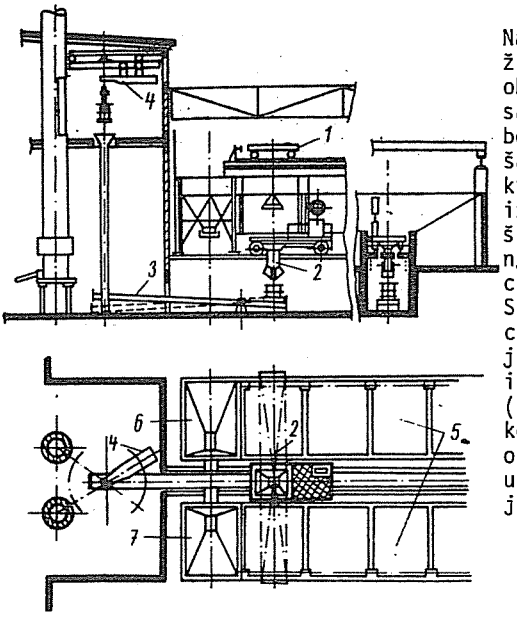
Napred izloženim šemama obuhvaćeni su principi mehanizovanog načina šaržiranja kupolnih peći, što ne znači da druga rešenja ne mogu biti povoljnija i celishodnija.

Primena bunkera dnevne potrošnje sa bočnim ispuštanjem materijala povlaći za sobom, zbog relativno malog nagiba levka, obaveznu intervenciju radnika pri punjenju korpi ili kolica, što je u suprotnosti sa zahtevom pune mehanizovanosti operacija šaržiranja.

Osim toga mehanizovano punjenje bunkera koksom pomoću trakastih transportera, odlikuje se jednostavnošću rukovanja, a što je važnije, smanjuje se broj pretovarnih operacija.

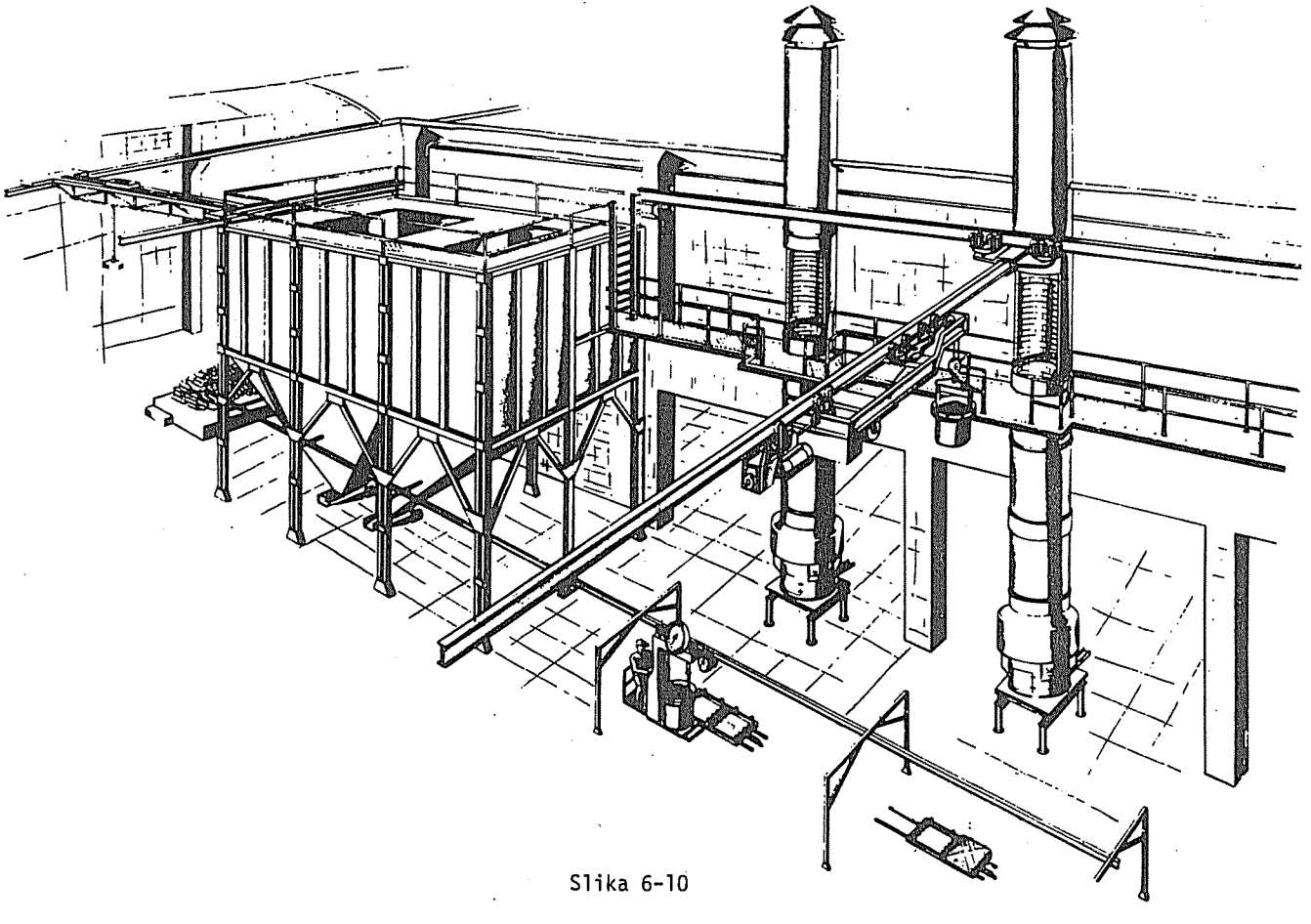


Slika 6-8



Slika 6-9

Na slici 6-9 data je šema procesa šaržiranja dve kupolne peći jednošinom obrtnom dizalicom 4. Mosnom dizalicom sa elektromagnetom 1, zahvata se iz boksova dnevne potrošnje 5, metalni deo šarže i sipa u pokretnu vagu 2. Koks i krečnjak se nalaze u bunkerima 6 i 7, iz kojih se napajanje pokretne vage vrši dodavačima. Posle završenog doziranja vaga dolazi u položaj iznad kolica sa korpom za šaržiranje i prazni se. Staza kolica postavljena je na konstrukciji oblika dvokrake poluge 3. Zahvaljuji ovom, naginjanjem poluge na jednu ili drugu stranu ostvaruje se slobodno (gravitaciono) kretanje kolica. Kada kolica dodju u položaj ispod glavnog otvora, korpa se zahvata zahvatnim uredjajem dizalice 4, diže i unosi u jednu od kupolnih peći.



Slika 6-10

7. KALUPOVANJE

Tehnološki proces kalupovanja

izrada d. kalupa

izrada g. kalupa

stavljanje jezgara → sklapanje kalupa → šverovanje → livenje → istresanje

Slika 7-1

Na sl.7-1 prikazana je šema tehnološkog procesa kaluparnice.

Osnovne operacije na izradi kalupa su: 1. Izrada donjeg kalupa pomoću modela koji ostavlja u kalupu donju "sliku" kalupovanog komada (odlivka); 2. Izrada gornjeg kalupa pomoću modela koji ostavlja u kalupu gornju "sliku" kalupovanog komada; 3. Stavljanje jezgra u donji kalup; 4. Sklapanje donjeg i gornjeg kalupa. Sklapanje se vrši ručno, jednošinkom ili mostovskim kranom; 5. "Šverovanje" - opterećenje kalupa koje se vrši da bi se savladao pritisak koji metal stvara u kalupu. Opterećenje se izvodi tegovima, klanfama ili specijalnim stegama, koje kalupnike čvrsto povezuju; 6. Zalivanje kalupa tečnim metalom; 7. Posle hladjenja odlivka u kalupu minimum 500°C, vrši se istresanje odlivka iz kalupa.

Po usvojenim težinskim grupama treba svrstati sve odlivke ili predstavnike u sledeću tablicu, radi sprovodjenja obračuna osnovnih proizvodnih kapaciteta kaluparnice:

Tablica 7-1

Naziv proizvoda (predstavnika)	Težina neobradjenog komada u kg (težinska grupa)	% učešća	t god.po grupi delova	t god.(bruto) sa % škarta	Broj komada god. (bruto)	Gab.mere odl. u mm.	Dim.kalupa u mm	Broj komada u kalupima	Broj kalupa god. (bruto)	Zapremina kalupa u m^3	Ukupna zapremina kalupa u m^3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Gabaritne mere gotovog komada - odlivka potrebne su zbog odredjivanja broja komada, koji se mogu smestiti u kalupnik. Normalno je da se crteži odlivaka ne konstruišu pošto JUS definiše veličinu dodatka za obradu, koju tehnolozi pri izradi dokumentacije za modele dodaju - i na bazi kojih se radi model odnosno odlivak. Izvesna preduzeća izradjuju i crtež odlivaka no ovo se primenjuje za odlivke visokih serija. Prema tome može se koristiti crtež obradjenog dela.

Tip kalupnika u savremenoj livnici mora da bude standardizovan. U tablici br.7-1 dat je pregled standardizovanih kalupnika. Paralelno sa dimenzijama kalupnika dati su i podaci o tome koji odlivci u odnosu na težinu, prema ustaljenoj praksi, mogu da budu kalupovani u odredjenom kalupniku.(Ovo treba da bude samo orijentacija projektantu a crtež dela je najmerodavniji za definiciju kalupnika).

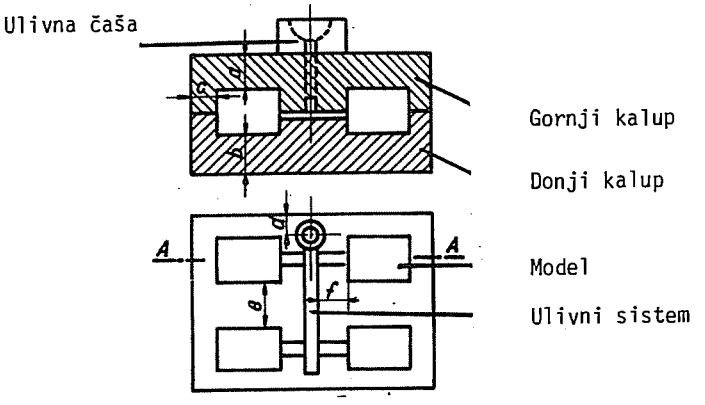
Tablica 7-2 |1|

Dimenzije kalupnika Gornjeg i donjeg kalupnika |mm|				Težina odlivaka	Broj komada u kalupu**
Širina	Dužina	Visina donjeg	Visina gornjeg		
300	400	100	150	0,1 - 15 kg.	16-4
500	600	250	250	15 - 30 kg.	4-2
700	800	250	300	30 - 50 kg.	2-1
800	1000	300	300	50 - 100 kg.	2-1
1000	1200	300	350	100 - 150 kg.	2-1
1200	1400	300	350	150 - 250 kg.	1
1200	1600	350	400	250 - 350 kg.	1
1200	2000	350	450	350 - 500 kg.	1
1500	2500	450	450	500 kg.	1
2500	3000	450	500	*800 kg.	1
3000	4000	u zavisnosti od visine odlivka		*1500 kg.	1
4000	5000			*3000 kg.	1

* U zavisnosti od dimenzija odlivka
** Kod serijske i masovne proizvodnje tendencija je, da se sitniji odlivci stavljaju u većem broju komada u veće kalupnike.

Broj komada u kalupu odnosno broj modela na model-ploči je u zavisnosti od dozvoljenih odstojanja modela od bočnih ivica kalupa i odstojanja modela medjusobno i u odnosu na ulivni sistem.

Pomoću tablice br.7-2 i 7-3 može se definisati broj modela, odlivaka u kalupu i dimenzije kalupnika. Dobijene veličine kalupnika standardizovati prema tablici 7-2.



Slika 7-2

Tablica 7-3 |2|

Težina odlivka kg.	a Odstojanje gornje površine kalupa od gornje površine odlivka	b Odstojanje donje površine odlivka od donje površine kalupa	c Odstojanje bočne strane odlivka do bočne strane kalupa	d Odstojanje osa ulivka od bočne strane kalupa	e Odstojanje medjusobno odlivaka po Y osi	f Odstojanje odlivaka po X osi
do 5	40	40	30	30	30	30
5-10	50	50	40	40	40	30
10-25	60	60	40	50	50	30
25-50	70	70	50	50	60	40
50-100	90	90	50	60	70	50
100-250	100	100	60	70	100	60
250-500	120	120	70	80	-	70
500-1000	150	150	90	90	-	120
1000-2000	200	200	100	100	-	150
2000-3000	250	250	125	125	-	200
3000-4000	275	275	150	150	-	225
4000-5000	300	300	175	175	-	250
5000-10000	350	350	200	200	-	250
teži od 10000	400	400	250	250	-	250

7.01. Analiza definitivnog programa kaluparnice

Ova analiza treba da obuhvati:

1. Utvrdjivanje optimalnog načina izrade kalupa:
   - rad u vlažnom kalupu
   - rad u suvom kalupu
   - šel-molding postupak
   - kokilno livenje
   - livenje centrifugalnim putem
   - kalupovanje sa samočvršćavajućim vezivima na vazduh
   - izrada kalupa po CO_2 postupku.
2. Utvrdjivanje veličine serije:
   - individualna proizvodnja - ručni rad
   - maloserijska proizvodnja - mašinski rad
   - serijska proizvodnja - mašinski rad
   - krupnoserijska proizvodnja - mašinski rad

1. Utvrdjivanje optimalnog načina izrade kalupa

Mogućnosti izrade kalupa su:

- rad u vlažnom kalupu - tj.. izrada kalupa u regenerisanom - pripremljenom pesku u pripremi peska, bez sušenja kalupa pre odlivanja. Ovo je danas najuobičajeniji način izrade kalupa, normalnih zahteva. Savremeni sintetski pesak (vidi recepturu za sintetski pesak) obezbedjuje dovoljnu propustljivost gasova i čvrstoću kalupa, te se ovaj metod može preporučiti za sve odlivke težine i do 500 kg uključujući i vrlo odgovorne odlivke kao što su blokovi motora;

- rad u suvom ili prosušenom kalupu. - Ovim načinom izrade rade se odlivci sa velikim debljinama zidova (preko 50 mm), (tada se odlivci rade u prirodnom pesku), zatim vrlo odgovorni odlivci, veliki zamajci, tela turbina, delovi alatnih mašina, tela presa, čekića i sl. Ovakvi odlivci česo se rade u podu same livnice te je sušenje odlivaka onemogućeno u sušarama. Oni se prosušuju prenosnim sušarama. Kalupnici koji se ne rade u podu suše se u komornim sušarama. Ovaj način rada postepeno ustupa mesto samočvršćavajućim mešavinama peska na bazi hemijskih veziva.

- rad po šel-molding (shell molding) procesu - izrada kalupa u školjkama. Glavna karakteristika procesa je u tome što se kalupi ne rade u klasičnom pesku već u čistom kvarcnom pesku sa dodatkom specijalnih smola. Kalup se na specijalnim mašinama formira u obliku "školjke" - ljuske.

Primena ovog procesa može se preporučiti za odlivke velikih serija, sa tankim zidovima i vrlo preciznim dimenzijama. Primer: kola za pumpe, za cilindre motora hladjene vazduhom (Fiat 500). Širu primenu ovaj metod je našao kod obojenih metala,a za temper liv kod fitinga. Isto tako ovaj metod našao je široku primenu u izradi jezgara;

- kokilno livenje. - Umesto kalupa od peska livenje se vrši u čeličnu kokilu ili kokilu od sivog liva. Obzirom na visoke investicije koje su potrebne za kokile i vek trajanja istih, ovaj proces bi se mogao preporučiti za masovnu proizvodnju. Firma Renault postigla je dobre rezultate ovom metodom za cilindre hidraulika za kočnice vozila. U SSSR primena kokila je našla široku primenu.

- livenje centrifugalnim putem. - U načelu može se primeniti za sve okrugle komade. Praktičnu primenu ovog metoda možemo preporučiti za izradu košuljica cilindra (košuljive koje se umeću u blok i vozila Renault, Fiat 1400 itd.), zatim livenje zamajaca, diskova, doboša kočnica i sl. Gotovo isključivo metod centrifugalnog livenja može se preporučiti za izradu vodovodnih i kanalizacionih cevi dužine do 3 m pa čak i do 6 m.

- Kalupovanje sa samoočvršćavajućim vezivima

Poslednjih godina primena novih hemijskih veziva na raznim osnovama dovela je do "male" revolucije u tehnologiji izrade kalupa. Osnovni problem "nabijanja" kalupa tj. postizanje odredjene čvrstine kalupne mešavine, a istovremeno i dovoljna propustljivost za gasove koji se stvaraju pri livenju, zamenjena je primenom hemijskih veziva na bazi furana i sl., koja obezbedjuju ono što se ranije postizalo "treskanjem", "presovanjem" i sušenjem kalupa.

Mešavina smole na bazi furana (1-2%) i katalizatora (0,5-0,8%) sa suvim kvarcnim peskom, dobija se mešavina vrlo tečljiva, koja puni kalupnik. U kontaktu sa vazduhom ova mešavina očvršćava za 10-20 min. u zavisnosti od procenta vezujućih komponenti. Mešanje komponenti se obavlja u kontinualnim mešačima koji istovremeno služe kao transportno i dozirno sredstvo za punjenje kalupnika.

Primena ovog načina izrade kalupa može se primeniti za individualnu i maloserijsku proizvodnju kalupa srednjih i velikih dimenzija.

- Izrada kalupa po CO_2 postupku

Ovaj proces je našao široku primenu za izradu jezgara, no isto tako s obzirom na ekonomske efekte, našao je primenu za izradu i kalupa (pr.Renault). Postupak je našao široku primenu za izradu svih automobilskih delova koji u transfer linijama za mašinsku obradu zahtevaju veliku tačnost i minimalne dodatke za obradu. Na primer: doboši kočnica, glavčine a naročito je uspela izrada radilica. Pesak sa mešavinom vodenog stakla "ispucava" se u kalupnik i uduvavanjem gasa CO_2 kalup stiče zahtevana tehnološka svojstva.

Praktičan ekonomski problem, regeneracije ovog peska, takodje se može uspešno rešiti. 90% iskorišćenog peska ponovo se koristi. Ovaj metod se može preporučiti za sve odlivke gde se zahteva velika tačnost i veće serije kako bi se regeneracija peska isplatila. Dimenzije kalupnika od 600x600 mm pa naviše.

2. Utvrdjivanje veličine serije

Potrebno je da se sagleda veličina serija pojedinih kategorija odlivaka a u cilju sagledavanja stepena mehanizacije koji će se predvideti projektom. Preporučuju se izvesni kriterijumi koji su vezani za primenu mašina za kalupovanje (broj mašina koje istovremeno rade), broj kalupa na čas i način transporta gotovih kalupa (Tablica 7-4).

7.02. Ručna izrada kalupa

Ručno kalupovanje može se primeniti za sve vrste odlivaka i sve dimenzije kalupnika. Jasno je da livnice sa ručnim kalupovanjem postepeno gube svoju ekonomsku opravdanost, sem za livnice koje rade za remont i pojedinačne odlivke za specijalne mašine.

Tablica 7-4 |3|

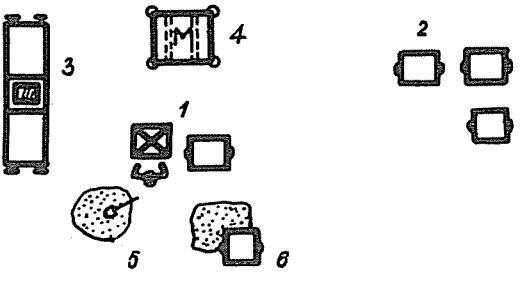
Način izrade	Dimenzije kalupnika	Broj mašina u radu (br. parova)	Broj kalupa na čas po paru mašine "K"	Ukupno na čas	Način transporta kalupa
1	2	3	4	5	6
Maloserijska proizvodnja	300x400	2	30	60	
	500x600	2	20	40	
	700x800	2	10	20	rad na rolgangu ili podu
	800x1000	1	10	10	
		ili 1 mešač (furan)	6	6	
	1200x1400	1	6	6	
		ili 1 mešač (furan)	6	6	
	1200x1600	1	6	6	
		ili 1 mešač (furan)	6	6	
Serijska proizvodnja	300x400	3	60/100	180/300	Konvejer ili rolgang
	500x600	3	35	105	Taktni konvejer
	700x800	2	15-20	30/40	Konvejer
	800x1000	2	15-20	30/40	Rolgang
		ili mešači (furan)	15	15	
	1200x1400	2	do 10		
		ili mešači (furan)	10	10	
	1200x1600	2	do 10		
		ili mešači (furan)	10	10	
Masovna proizvodnja (automatizacija)	480x600	1 mašina	Disamatic	300/375	Taktni
	560x780	1 mašina	Disamatic	200/315	
	700x800	3-4	25	75/100	Konvejer
	800x1000	3-4	25	75/100	Konvejer
	ili automatska mašina	1 mašina	do 100	100	Taktni konv.
	ili automatska mašina	1 par	do 240	240	Taktni konv.
	1200x1400	1 par	do 100	100	Taktni konv.
	1200x1600	1 par	do 60	60	Taktni konv.

Ručno kalupovanje može se obavljati: u kalupnicima svih dimenzija i na podu i u podu livnice.

Kalupovanje u podu livnice primenjuje se pri izradi velikih komada preko 5 t. Tada se donji deo kalupa izradjuje u podu livnice bez donjeg kalupnika. Gornji kalup se izradjuje u odgovarajućem kalupniku. Ostale operacije: livenje, hladjenje odlivaka i istresanje vrše se na istom mestu gde i kalupovanje.

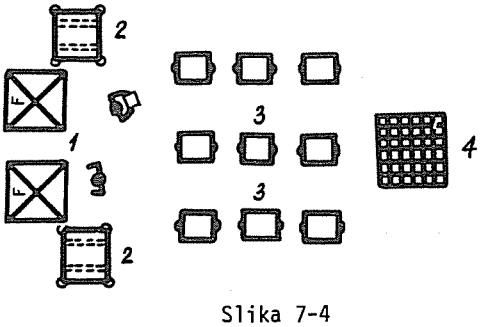
NAPOMENA: Detaljnije o ručnom kalupovanju dato je u II Izdanju (1970) ove knjige.

Nekoliko primera organizacije radnog mesta za ručni rad



Slika 7-3

Na slici 7-3 radnik 1 ručno izradjuje i gornji i donji kalup pomoću slobodnog modela ili modela vezanog za model-ploču i ručno prenosi kalupe na mesto sklapanja i livenja 2. Kran 3 donosi model pesak u korpama 4 pesak za popunu priprema se na radnom mestu 5 pomoću običnog sita 6.



Slika 7-4

Na slici 7-4 prikazano je radno mesto za dva radnika 1. Jedan radi gornji kalup, drugi donji kalup. Pesak se nalazi u korpama 2. Odlaganje kalupa vrši se u više redova 3. Livenje se vrši na istom radnom mestu. Istresanje kalupa vrši se na radnom mestu 4. Pesak može biti transportovan korpom ili trakom do pripreme peska.

7.03. Kalupovanje u suvom kalupu

Ova tehnologija se primenjuje za komade preko 500 kg. Glavni razlog izrade odlivka u suvom kalupu je zbog povećanja propustljivosti gasova, pošto komadi koji se odlivaju imaju veliku masu koja stvara veliku količinu gasova. Ovu tehnologiju su zamenila samoočvršćavajuća veziva (detaljno o sušenom kalupu, vidi:Projektovanje livnica, 1978).

7.04. Mašinska izrada kalupa

Proračun mašina

Na osnovu tablice 7-1, rubrika 10, dobija se broj kalupa godišnje. Za svaku kategoriju kalupnika vršimo poseban proračun broja mašina (parova).

Osnovni obrazac za proračun potrebnog broja mašina je:

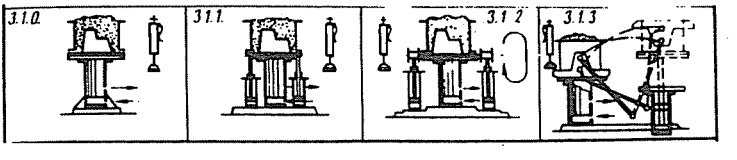
$$I = \frac{N}{(T_f - t) \cdot K} = \text{broj pari mašina} \quad |4|$$

gde je: N - broj kalupa godišnje - bruto
T_f - godišnji fond vremena
t - vreme za zamenu modela
K - kapacitet mašine na čas
t ukupna vrednost gubitka godišnje po jednoj mašini treba da bude u granicama od 50-150 h/god.
K - kapacitet pojedinih mašina dati su u tablici 7-4 a u zavisnosti su od vrste, serije i veličine kalupnika, ostalo uz skicu opisa mašine.

Izbor mašine

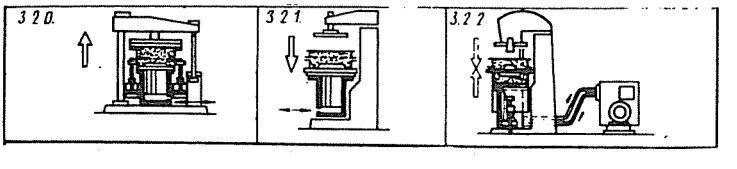
Na slikama 7-5 - 7-8 data je opšta klasifikacija kaluparskih mašina.

7.04.1. Kaluparske vibracione mašine sa ručnim dodatnim sabijanjem |5|



Sl.7-5. 3.1.0. vibracioni sto; 3.1.1. sa vertikalnim hodom; 3.1.2. okretne; 3.1.3. preklopne

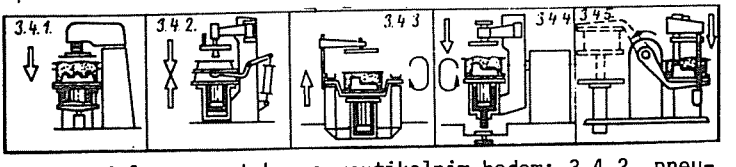
7.04.2. Kaluparske mašine koje rade sa pritiskom do 5 $\frac{daN}{cm^2}$ |5|



Sl.7-6. 3.2.0. i 3.2.1. sa vertikalnim hodom pneumatske; 3.2.2. hidraulične

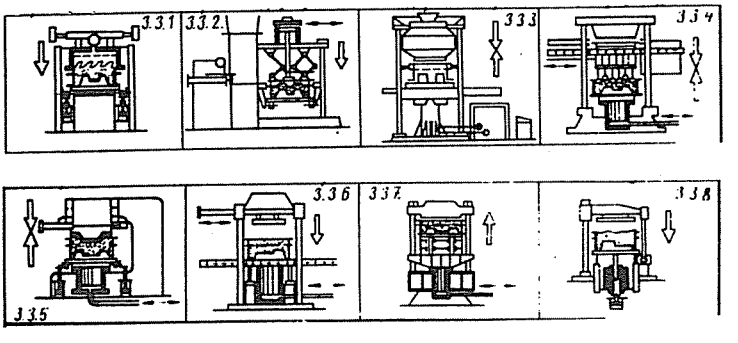
7.04.3. Kaluparske mašine sa treskanjem i presovanjem |5|

Za sve klasične mašine specifičan pritisak je 3-5 daN/cm^2.Primena treskalice sa presovanjem može se smatrati najrasprostranjenijom.



Sl.7-7. 3.4.1. pneumatska sa vertikalnim hodom; 3.4.2. pneumatska za izradu kalupa bez kalupnika; 3.4.3. pneumatska sa obrtnim stolom; 3.4.4. pneumatska sa obrtnim stalkom; 3.4.5. pneumatska obrtna

7.04.4. Kaluparske mašine koje rade sa pritiskom do 15 $\frac{daN}{cm^2}$ |5|



Sl.7-8. 3.3.1. pneumatske membranske; 3.3.2. pneumatske polužne; 3.3.3. peskometne pneumatsko hidraulične; 3.3.4. hidropneumatske; 3.3.5. hidropneumatske membranske; 3.3.6. i 3.3.7. hidraulične; 3.3.8. elektromagnetske

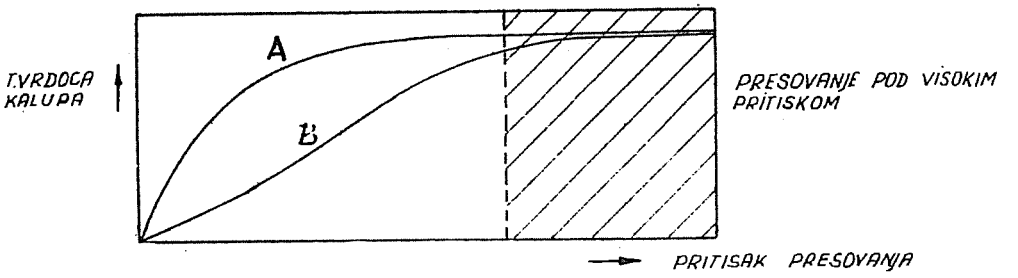
U livnicama masovne proizvodnje danas je tendencija za primenu mašina sa visokim pritiskom 15 daN/cm^2.

Prednosti primene mašina pod visokim pritiskom su sledeće: Veća tvrdoća kalupa, ravnomernija tvrdoća kalupa po celoj površini istog.

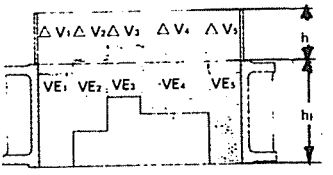
Na slici 7-9 prikazana je zavisnost tvrdoće kalupa od pritiska presovanja i to:B ledjna strana kalupa, A podeona strana kalupa.

Dalje prednosti su:

- smanjenje deformacije kalupa pri livenju,
- odlivci su tačniji i manji su dodaci za obradu,
- veća čvrstoća (stabilnost oblika) kalupa,
- smanjenje škarta.



Slika 7-9



Slika 7-10

Da bi se kod mašina sa visokim pritiskom postigao što bolji kvalitet kalupa klip je podeljen na veći broj manjih klipova. Broj klipova je u zavisnosti od površine kalupnika i kreće se od 30-100. Klipovi deluju svaki za sebe i prilagodjavaju se prema obliku modela, slika 7-10.

Prenosti sistema sa više klipova su:

- neograničeno presovanje pri svakom procesu sabijanja iznad celokupne površine kalupa,
- ravnomerno sabijanje kaluparskog peska u stubovima peska razne visine,
- poboljšanje sabijanja ivica kalupa pomoću dopunskog povećanog pritiska presovanja na ivici kalupa.

Primena kaluparskih mašina pod visokim pritiskom zahteva obezbedjenje sledećih uslova:

- Modeli moraju biti od sivog liva ili od plastičnih masa dobro armirani .
- Pesak za kalupovanje treba da je sintetski sa nižom vlagom.
- Kalupnici treba da su ojačani.

Podatke za ove mašine, za svaki poseban slučaj, treba tražiti od proizvodjača mašina.

Klasične mašine date u poglavlju 7.05.1 i 7.05.2 i 7.05.3 uglavnom se svode na mašine prve generacije, tj. treskalice i treskalice sa presovanjem specifičnog pritiska 3-5 daN/cm^2.

Mašine druge generacije date u 7.05.4 svode se na mašine sa specifičnim pritiskom do 15 daN/cm^2.Ove mašine rade kao pneumatske, pneumatsko membranske. hidropneumatske, elektromagnetne, hidraulične.

Mašine prve i druge generacije karakteriše velika buka pri treskanju, mnogo habajućih delova (kod pneumatskih cilindra), robustne konstrukcije kod hidrauličnih instalacija a samim tim i povećane investicije.

Postavlja se tehnološki problem kako dobiti što kvalitetniji kalup, postići visoku tvrdoću uz optimalnu propustljivost kalupa i upotrebiti što manje energije i svesti investicije u prihvatljive okvire.

U trećoj generaciji kaluparskih mašina uočavaju se sledeće tendencije:

7.04.5 KALUPARSKE MAŠINE NA PRINCIPU VAKUMA "V" PROCES

7.04.6 KALUPARSKE MAŠINE NA PRINCIPU VAKUMA I UDUVAVANJA GASA ZA OČVRŠĆAVANJE KALUPA "Q" PROCES

7.04.7 KALUPARSKE MAŠINE NA PRINCIPU "UPUCAVANJA" KALUPNE MEŠAVINE U KALUPNIK

7.04.8 KALUPARSKE MAŠINE NA PRINCIPU UDARA SABIJENOG VAZDUHA

- IMPACT - AIR
- IMPACT - GAS
- AIROMATIC

7.06. Kalupovanje bez kalupnika (okvira)

Veći deo ovih mašina pripada drugog generaciji kaluparskih mašina. Trećoj generaciji pripadaju mašine:

Sa HORIZONTALNOM podelom kalupnika (za razliku druge generacije koja primenjuje vertikalnu podelu)

Horizontalna podela je nekad neophodna iz metalurških razloga. Vertikalna podela ne obezbedjuje uvek kvalitetan odlivak. (Vidi detaljno 7.06).

7.04.3.1. Kaluparske mašine sa treskanjem i presovanjem

Dimenzije kalupnika 400x300 do 1000x1200 mm.

Najbolja kombinacija mašina za izradu gornjih dimenzija kalupa je jedna "stabilna" i jedna "obrtna" mašina.

Kalupnici sa plitkim modelima dubine do 150 mm rade se na "stabilnim" mašinama.

Glavne operacije na "stabilnim" mašinama koje radi radnik su: izduvavanje modela od peska i doziranje peska. Mašina radi sledeće operacije: treska - nabija kalup, presuje kalup, vibrira kalup i odvaja kalup od modela podizačem. Radnik skida gotov kalup i odlaže na sledeću operaciju.

"Obrtne" mašine posle operacije presovanja i vibriranja okreću se oko obrtne tačke 1 (sl.7-12) i izvlače model iz kalupa. Ostale operacije iste su kao kod "stabilne" mašine.

Tehnički podaci za "stabilne" mašine (sl.7-11)

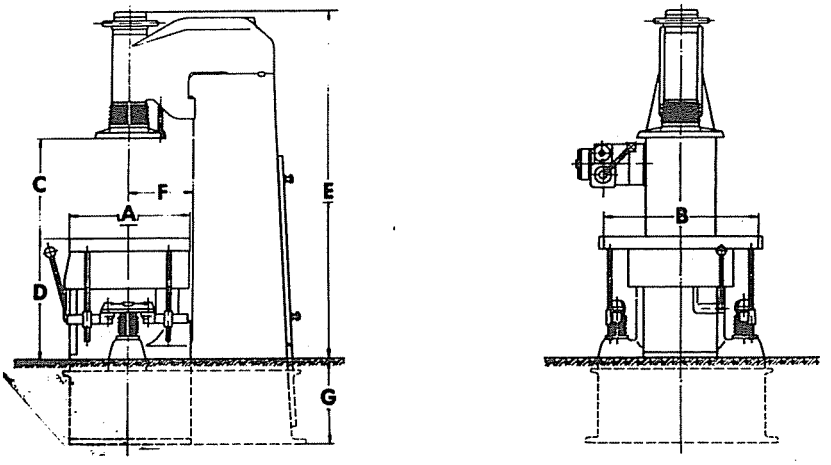
Proizvodjač: G.Zimmermaa Z.Nemačka

Tablica 7-5

TiP	Maksimalni pritisak u kN	Opterećenje stola u kp	Veličina stola u mm	Radna širina kalupa u mm	Maxim. širina kalupa u mm	Visina izvlačenja u mm	Masa	
							meto kg	bruto kg
RPA 1	40	180	500x600	390	500	100/150/200	1200	1450
RPA 2	50	250	560x840	530	560	150/200/500	1700	1850
RPA 3	90	400	700x900	550	700	150/200/250	2600	2850
RPA 4	140	700	840x1000	550	840	150/200/250	3800	4100

Nastavak tablice 7-5

Tip	Gabaritne mere u mm						
	A	B	C	D	E	F	G
RPA 1	500	660	390	670	1580	260	265
RPA 2	560	840	530	670	1730	290	400
RPA 3	700	900	550	670	1925	360	465
RPA 4	840	1100	550	670	1930	430	610



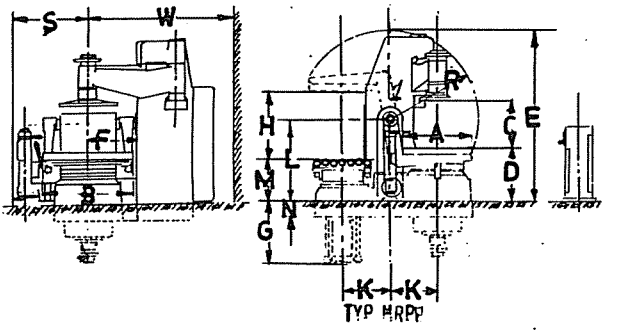
Slika 7-11

Tehnički podaci za "obrtne" mašine (sl.7-12)

Proizvodjač G.Zimmerman Z.Nemačka

Tablica 7-6

Tip	Pritisak pri 6 bar u kN	Dimenzije kalupnika u mm	Maxim. visina kalupnika u mm	Dimenzije stola u mm	Masa	
					neto kg	bruto kg
MRPW 2	70	500x650	400	850x700	4400	5000
MRPW 3	100	600x800	400	1080x800	6200	7500
MRPW 4	200	800x1000	450	1300x950	11400	13200
MRPW 5	400	1000x1200	450	1600x1200	18500	21700



Slika 7-12

Gabaritne mere za "obrtne" mašine

Tablica 7-7

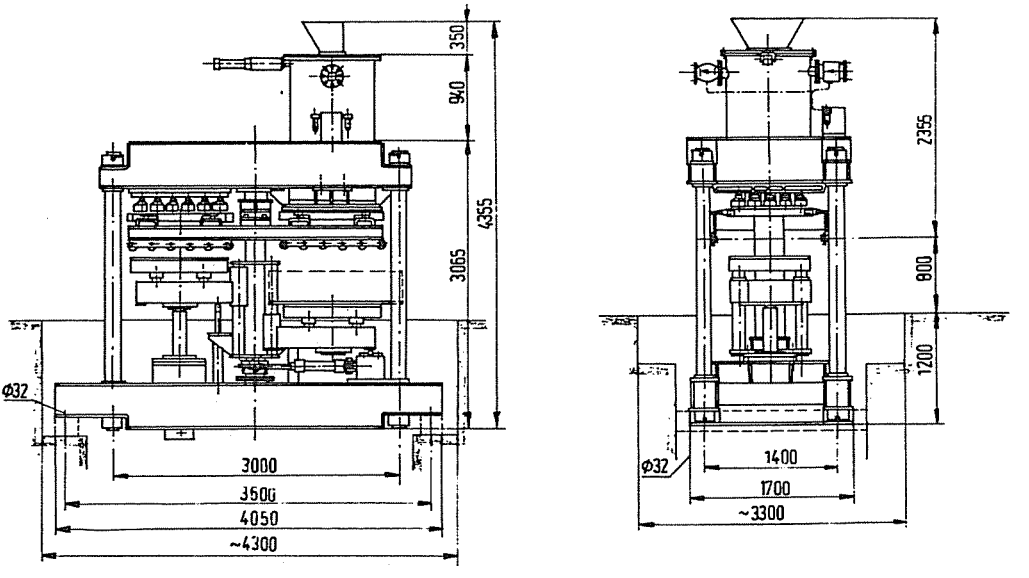
Tip	A	B	C	D	E	F	G	H
MRPW 2	700	850	550	620	1900	470	700	760
MRPW 3	800	1080	550	620	2020	570	760	800
MRPW 4	950	1320	720	730	2310	760	940	900
MRPW 5	1200	1600	750	730	2650	900	1100	900

Nastavak tablice 7-8

Tip	K	L	M	N	R	S	W
MRPW 2	500	930	480	150	970	800	1600
MRPW 3	560	950	480	200	1070	870	1800
MRPW 4	650	1070	510	250	1250	1100	2200
MRPW 5	850	1115	600	400	1520	1100	2600

7.04.4.1. Mašina za kalupovanje

Princip rada: Visoki pritisak
Specifičan pritisak 15 daN/cm^2
Proizvodjač: GOSTOL Nova Gorica, SFRJ

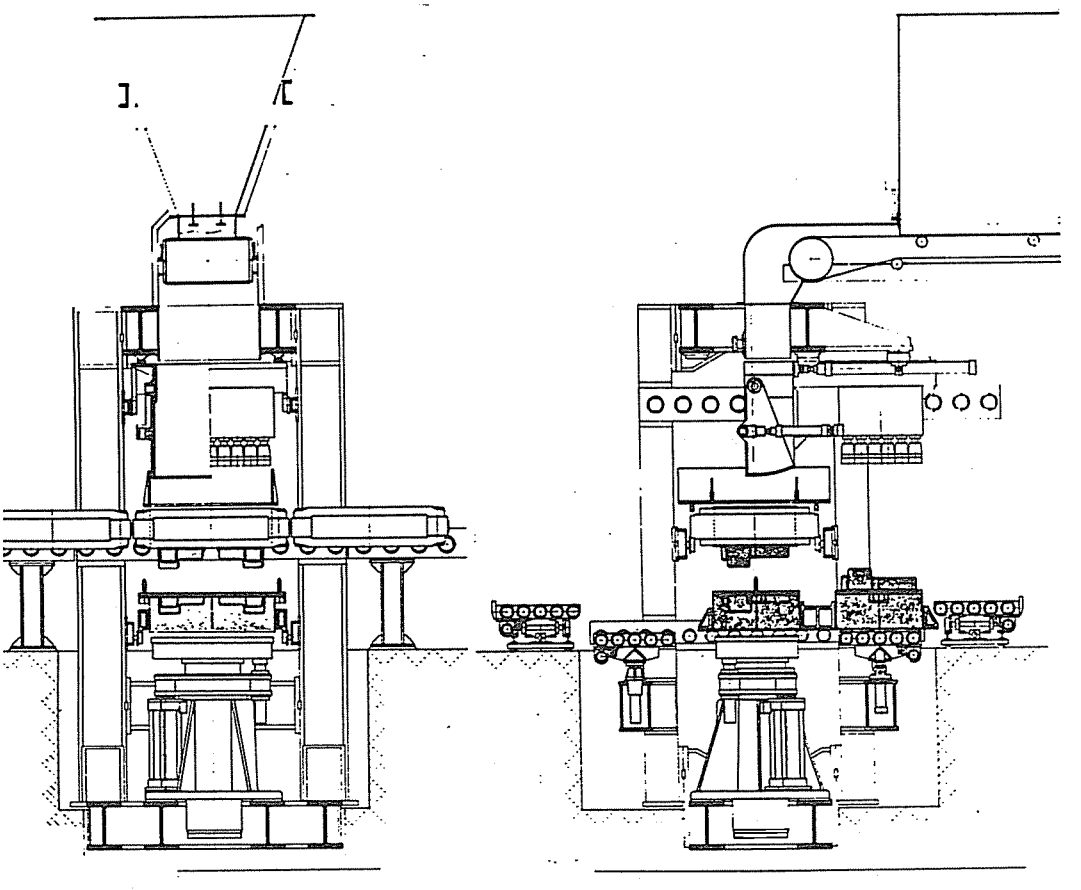


Slika 7-13

Tehničke karakteristike
Tip 50 F 1080
Dimenzije kalupnika 800x1000 x $\frac{250}{250}$

Stolovi mašine su obrtni oko vertikalne ose. Donji odnosno gornji model dolaze naizmenično pod hidraulične klipove kojih ima 30. Posle presovanja donji i gornji kalup odlaze na klasičan konvejer na ostale operacije.

7.04.4.2. Mašina za kalupovanje
Princip rada: Visoki pritisak
Proizvodjač: H.Wagner, Z.Nemačka



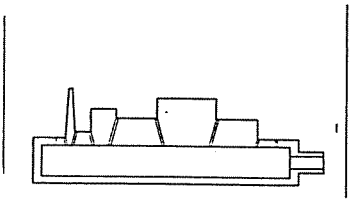
Slika 7-14

Tablica 7-8

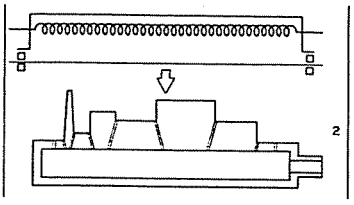
Pojedinačna automatska mašina		Tip				
		EFA1-M	EFA2-M	EFA3-M	EFA4-M	EFA5-M
Unutrašnja dimenzija kalupnika	mm	800x600	1000x700	1200x800	1400x900	1600x1000
Sila pritiska	N	600	8500	1200	1500	20000
Hod izvlačenja	mm	450*	500*	550*	600*	650*
Koristan teret	kg	1500	1800	2400	3600	4800

* u zavisnosti od visine kalupnika

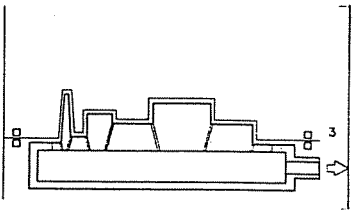
7.04.5.1. Mašina za kalupovanje
"V" Proces (sl.7.15)
Princip: Vakum. (Heinrich Wagner Sinto Z.Nemačka)



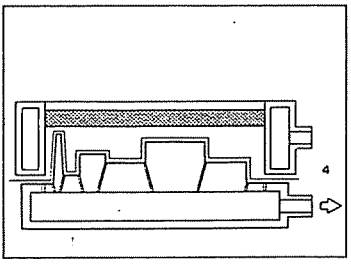
Model se pričvrsti na specijalni nosač



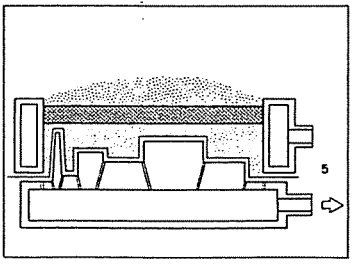
Nad model se stavlja uredjaj sa plastičnom folijom, d= 0,1 mm i grejačem, folija se stavlja na model i zagreva se



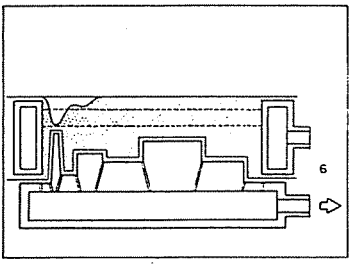
Uključuje se vakum i folija intimno naleže na model



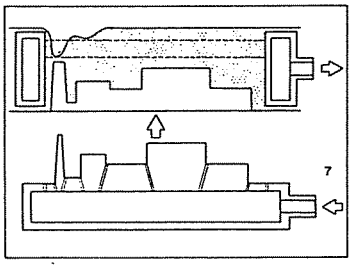
Postavlja se kalupnik na model sa foliom



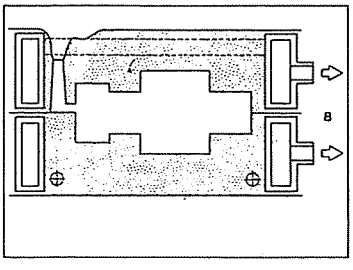
Kalup se puni finim peskom Pesak je suv bez veziva. Malo se vibrira



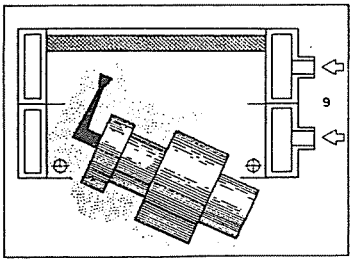
Folija se stavlja preko kalupnika. Uključuje se vakum.



Kalup se odvaja od modela.Stalno pod vakumom. Dobija se tvrdoća od 90-98 jedinica GF



Vrši se sklapanje gornjeg i donjeg kalupa stalno pod vakumom.



Vrši se livenje.Posle hladjenja,vakum se isključuje. Odlivak se minimalno čisti, a pesak se ponovo koristi bez regeneracije

Slika 7-15

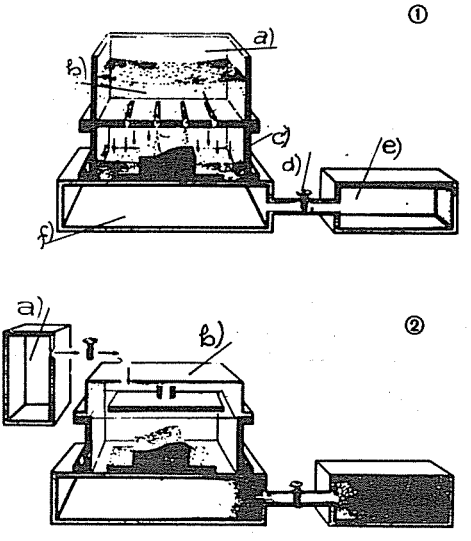
Prenost ovog procesa je očigledna. Mogu se liti sve vrste metala. Odlivci do 12 t. Tehnička rešenja obezbedjuju perfektan vakum. U SFRJ ovakvu liniju ima livnica u Guči za izradu sanitarnog liva (kada)

Do sada su proizvedene instalcije sledećih dimenzija kalupnika

1100x1100x400/400 mm	2000x2000x400/500 mm
1250x1250x350/350 ... 300/750 mm	2400x1600x500/500 mm
1400x1000x400/400 mm	2500x1600x200/200 mm
1500x1500x500/500 mm	2500x2300x300/300 mm
1600x1250x350/350 ... 600/600 mm	2500x2500x400/200 mm
1600x1600x400/400 ... 550/550 mm	2600x2300x550/300 mm
2000x1100x750/200 mm	2800x2000x350/350 mm
2000x1250x750/250 ... 500/200 mm	

Časovni kapacitet gore navedenih linija kreće se od 20 do 40 kal/h

7.04.6. Mašina za kalupovanje
"Q" Proces
Princip: Vakum+Uduvavanje gasa
Proizvodjač: H.Wagner Sinto S.Nemačka



Slika 7-16

Sl.7-16. Principijelna šema

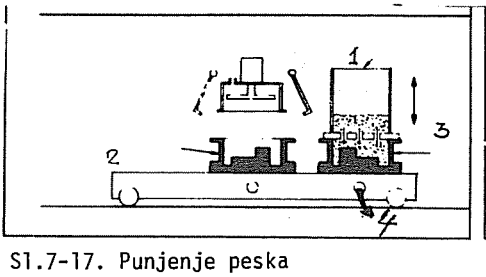
1. Punjenje kal.mešavine
   a) Bunker peska
   b) Kalupna mešavina
   c) Kalupnik
   d) Ventil
   e) Vakumski sud
   f) Usisna komora
2. Gasiranje
   a) Posuda sa gasom
   b) Zaštitna hauba pri gasiranju

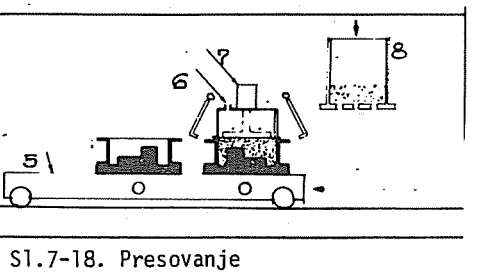
Princip rada:

1. Napunjeni kalup stavi se pod vakuum.
2. Kalup je pod vakumom i istovremeno se uduvava gas.

Napomena : Ovaj tip mašine radi bezokvirni kalup vertikalne i horizontalne podele

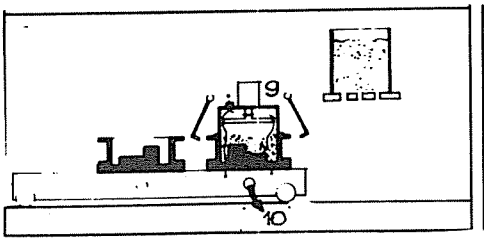
FUNKCIONALNA ŠEMA



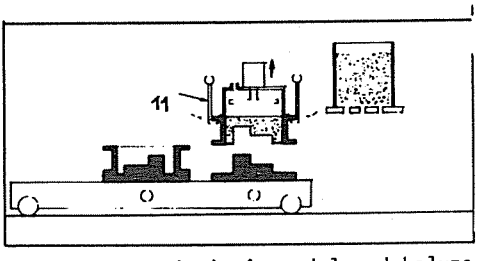


Sl.7-17. Punjenje peska
1. Bunker za pesak
2. Donji kalup
3. Gornji kalup
4. Vakum

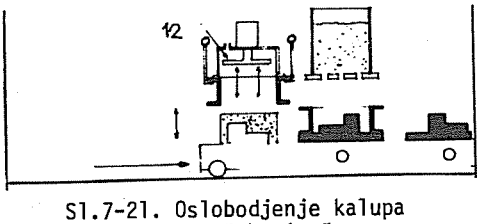
Sl.7-18. Presovanje
5. Kolica
6. Hauba za gas
7. Cilindar za presovanje
8. Pesak



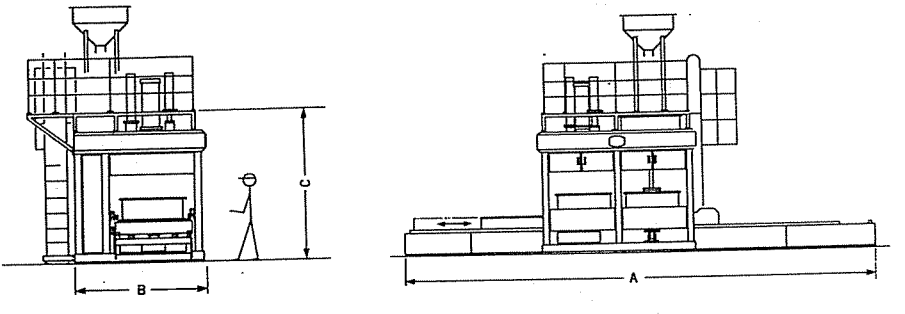
Sl.7-19. Gasiranje
9. Gas
10. Vakum



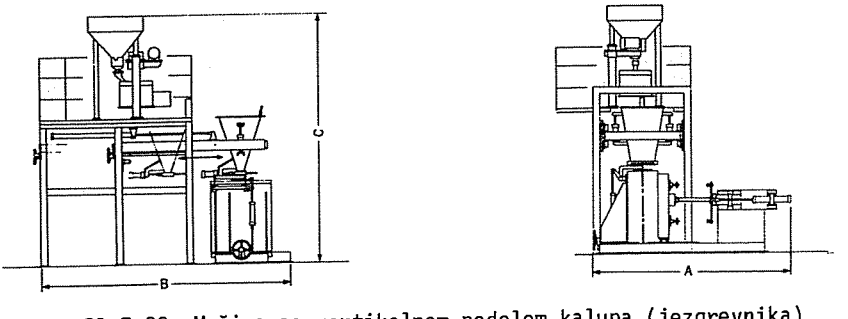
Sl.7-20. Razdvajanje modela od kalupa
11. Fiksiranje kalupnika



Sl.7-21. Oslobodjenje kalupa
12. Izbacivač



Sl.7-22. Mašina sa horizontalnom podelom kalupa



Sl.7-23. Mašina sa vertikalnom podelom kalupa (jezgrevnika)

Tehničke karakteristike mašina sa horizontalnom podelom kalupa

Tablica 7-9

T i p	QHM-88	QHM-100	QHM-122
Kapacitet 1/2 kalupa/min 200 mm visine	1,8	2	2,2
Dimenzije kalupnika max.	800x800	1000x1000	1200x1200
(unutr.) min	500x500	600x 600	800x 800
Visina max.	350/350	400/400	500/500
min.	60/ 60	80/ 80	100/100
Dim.mašine A.	8000	9200	10400
B	2100	2300	2500
C	2700	2750	2850

Tehničke karakteristike mašine sa horizontalnom podelom kalupa

Tablica 7-10

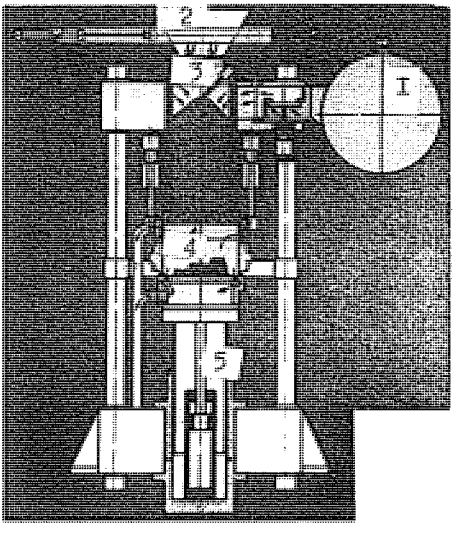
T i p		QVC-89	QVC-101	QVC-124
Vreme izrade sec/kalup		30	30	30
Ukupno po kalupu u min		2-3	2-4	2-5
Dimenzije kalupa (jezgra)	max	800x900	1000x11000	1200x1400
Visina	max	250/250	250/250	350/350
	min	100/100	100/100	100/100
Dim.mašine	A	3200	3200	3800
	B	3900	4000	4200
	C	3800	4000	4450

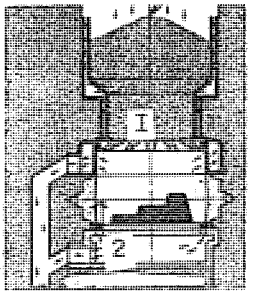
Napomena: Na ovim mašinama mogu da se proizvode i jezgra

7.04.7. Mašine za kalupovanje

Proizvodjač: BMD. Z.Nemačka

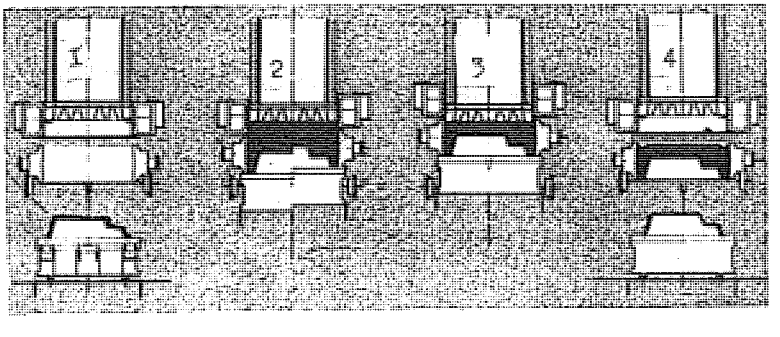
Princip: Ispucavanje i presovanje





Sl.7-24. Izgled mašine tip "DSPA" sa desne strane nalazi se rezervoar kompr.vazduh 1,pneumatski šiber 2, omogućuje ulaz peska: sonda 3 odredjuje nivo peska i zatvaranje šibera, 4 je šupljina kalupa, 5 klip za presovanje

Sl.7-25. Prikazuje detalj komore za ispucavanje 1, izlazak viška kom.vazduha 2



Sl.7-26. Redosled operacija kalupovanja
1. Pripremna pozicija modela
2. Položaj u momentu ispucavanja
3. Položaj u momentu presovanja
4. Položaj izvlačenja modela
- Završni polukalup

Tehničke karakteristike mašina FPS-DSP

Tablica 7-11

Tip mašine	Vreme izrade	Polukalupa na h	Kompletnih kalupa na h
DSPA 40	11	326	163
DSPA 30	11	326	163
DSPA 50	12	300	150
DSPA 65	12	300	150
DSPA 80	12	300	150
DSPA 40-2 K	12,5		288
DSPA 60-2 K	12,5		288
FPS 100	13	276	138
FPS 150	14	256	128
FPS 200	15	240	120
DSPA...2K su iste kao DSPA ali radi po dva kalupa istovremeno			

Tehnički podaci

Tablica 7-12

Tip mašine	Dimenzije kalupa	Sila pritiska U...N	Spez.pritisak daN/cm^2
DSPA 20	500 x 400x200	2000	10
DSPA 30	600 x 500x200	3000	10
DSPA 50	800 x 600x250	5000	10
DSPA 65	900 x 700x250	6500	10
DSPA 80	1000 x 800x250	8000	10
FPS 100	1000 x 800x300	10000	12,5
FPS 150	1200 x1000x300	15000	12,5
FPS 200	1400 x1200x400	20000	12

Kod svih ovih mašina moguća je primena kruženja modela te se obezbedjuje velika fleksibilnost u proizvodnji.

7.04.8. Mašina za kalupovanje

Princip

7.04.8.1. Postupak-udar sabijenim vazduhom ("IMPACT-AIR") sl.7-27

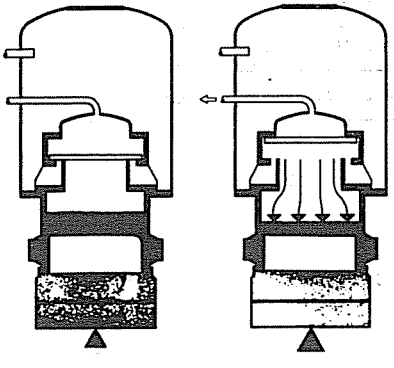
7.04.8.2. Postupak-udar zapaljene smeše gasa i vazduha ("IMPACT-GAS") sl.7-28

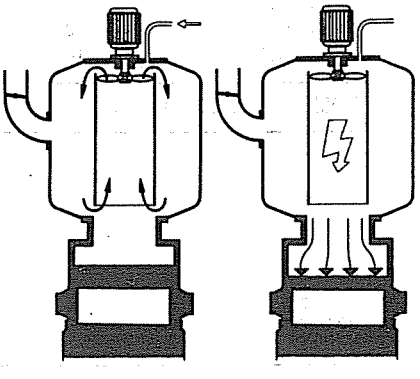
Proizvodjač GEORGE FISCHER+GF+ŠVAJCARSKA

7.04.8.3. Postupak-udar sabijenim vazduhom (LUFTIMPULS) "AIROMATIC" sl.7-29

Proizvodjač BMD Z.NEMAČKA

Tendencija kaluparskih mašina treće generacije je izbeći presovanje, treskanje, hemijska veziva i delimično vakum .





Sl.7-27. Prikazuje princip rada mašine "IMPACIT-AIR". Cilindar se puni preko tanjirastog ventila. Otvaranjem istog udar sabijenog vazduha vrši pritisak na pesak koji se sabija u kalupniku i oformljuje kalup prema modelu.Pritisak je 5-6 bar.

Dimenzije kalupnika:

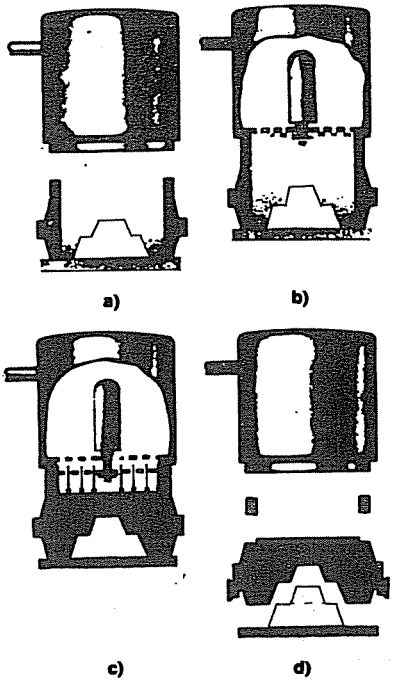
600x500x180	80 kal/h
850x700x300	

Spec.mašine do 1,5 m^2 površine kalupa,kapaciteta do 240 kal/h

Sl.7-28. Prikazuje princip rada "IMPACT-CAS". Uvodi se gas koji se meša sa vazduhom. Sagorevanjem gasa stvara se pritisak koji vrši pritisak na pesak koji se sabija u kalupniku i oformljuje kalup prema modelu.

Dimenzije kalupnika	Kapacitet
1400x1000x600 do	30 kal/h
2200x1000x500/500	15 kal/h
1250x900x350/250	35 kal/h

Ostali delovi kaluparnice isti su ili slični kao standardne kaluparnice.



Slika 7-29

Sl.7-29. Prikazuje princip rada "AIROMATIC"

a) Kaluparnik se puni kalupnom mešavinom iznad model ploče
b) Spajanje:rezervoara pod pritiskom i rama za punjenje kalupnika.
c) Uključivanje ventila,stvaranje vazdušnog udara,presovanje kalupne mešavine na model.
d) Razdvajanje rezervoara od kalupnika,odvajanje kalupnika od modela.

Vreme otvaranja ventila se postiže u hiljaditom delu sekunde.

Dimenzije kalupnika:	Kapacitet
1000x860x250/250 mm	100 kal/h
1125x800x250/300 mm	110 kal/h
1200x800x250/250 mm	120 kal/h

Ostali delovi kaluparnice su isti ili slični kao kod standardnih kaluparnica.

7.05. Medjusobni položaj mašina

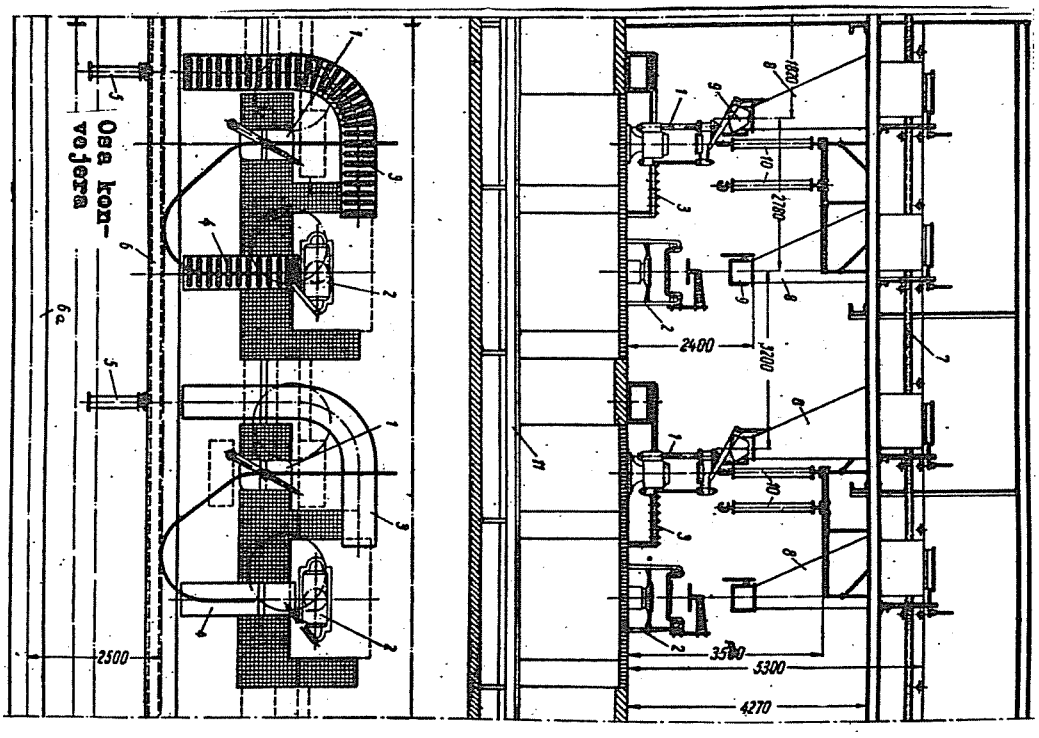
Kaluparske mašine se postavljaju obavezno po parovima koje predstavljaju jednu proizvodnu jedinicu. Povezivanje više ovakvih jedinica daje proizvodne linije.

Odstojanje mašina u paru

Ovi podaci ne mogu se standardizovati, jer to zavisi od:

- tipa mašine, veličine kalupa, načina stavljanja jezgara,stepena mehanizacije, organizacije radnog mesta.

Mora se obezbediti normalna manipulacija kalupa i nesmetano kretanje radnika.

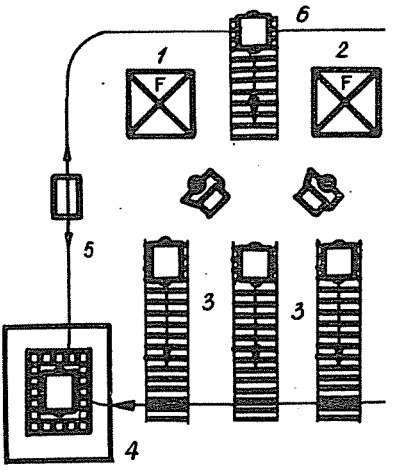


Slika 7-30

Na slici 7-30 prikazano je radno mesto sa dva para mašina: 1 je kaluparska mašina za gornji kalup, 2 mašina za donji kalup. Prazni kalupnici dolaze konvejerom 6 (isti služi za transport praznih kalupnika i odlivenih kalupa). Potiskivač 5 potiskuje prazne kalupnike na rolgang 3. Dizalicom 10 stavljaju se kalupnici na mašine 1 i 2. Donji izradjen kalup stavlja se na rolgang 4. Tu se stavljaju i jezgra. Drugom dizalicom 10 uzima se gornji kalup sa mašine 1 i sklapa sa donjim kalupom na rolgangu 4. Sklopljen kalup potiskuje se na konvejer 6. Broj 7 prikazuje traku iznad bunkera rezervnog peska 8, 9 su riblja usta za doziranje peska u kalup. 11 je traka koja prihvata rasut pesak oko mašine kroz rešetku. 6a pokazuje drugu stranu konvejera (isti je kružni).

7.05.1. Mehanizacija i organizacija radnog mesta |6|

Na sledećim primerima date su izvesne mogućnosti opsluživanja mašine sa rolganzima (valjčastim transporterima) i na beskonačnim trakama (konvejerima).

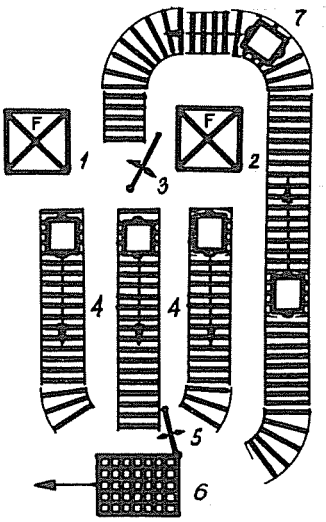


Slika 7-31

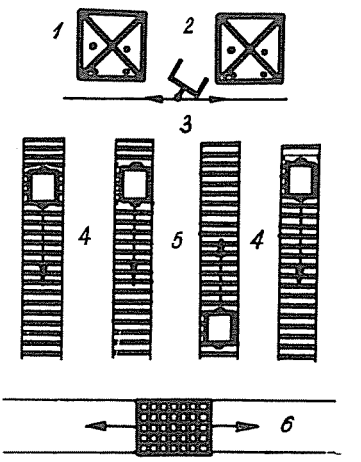
Na slici 7-31 prikazano je radno mesto sa kaluparskim mašinama 1 i 2. Donji i gornji kalup se sklapaju na rolganzima 3. Livenje se takodje vrši na istim rolganzima. Ohladjeni kalupi prebacuju se monošinkom 5 do istresne rešetke 4. Prazni kalupnici monošinkom 5 transportuju se do rolganga za stokiranje praznih kalupnika. Stavljanje i skidanje kalupnika i kalupa vrši se ručno.

Na slici 7-32 prikazan je par kaluparskih mašina 1 i 2. Opsluživanje ovih mašina vrši se dizalicom 3. Sklapanje kalupa, livenje i hladjenje vrši se na rolganzima 4. Istresanje kalupa vrši se na istresnoj rešetci 6 pomoću dizalice 5. Vraćanje praznih kalupa do mašine obezbedjuje rolgang 7.

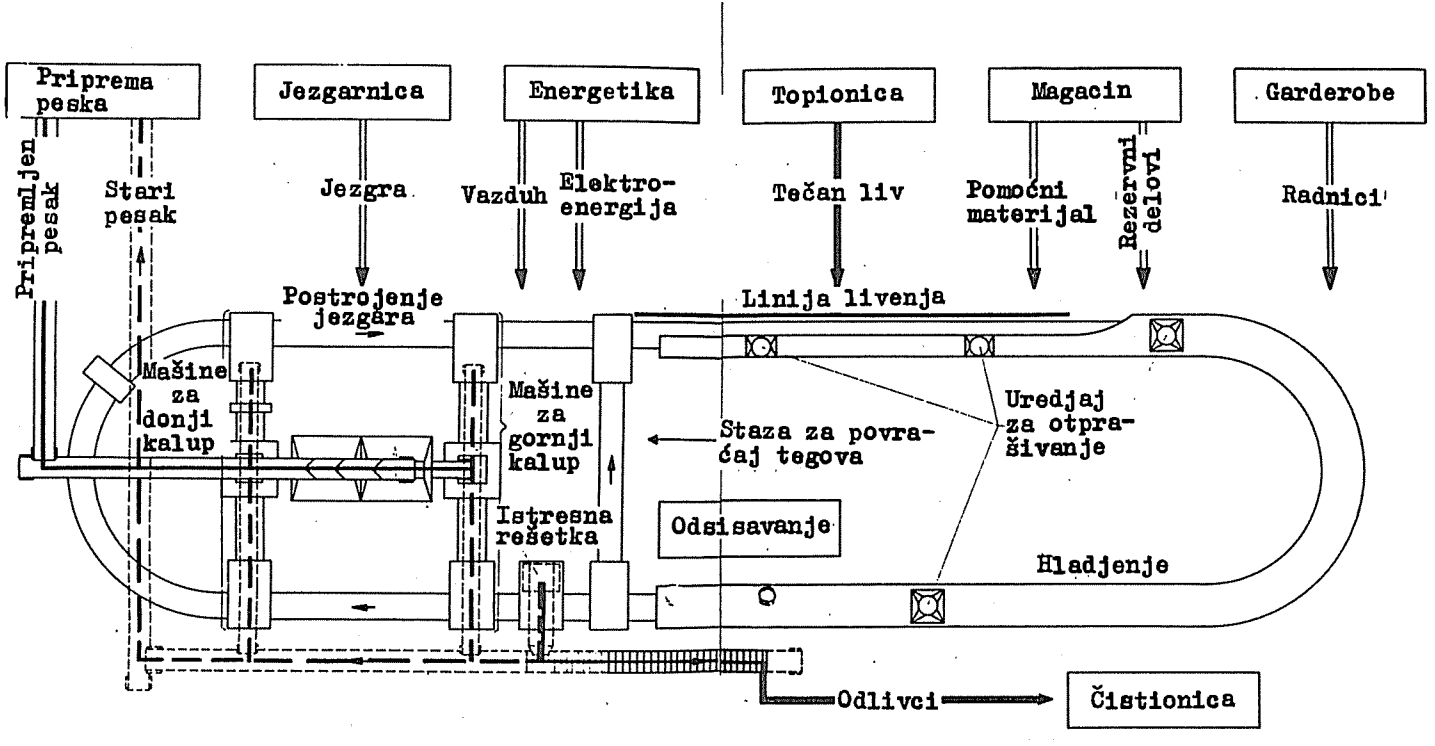
Na slici 7-33 kaluparske mašine 1 i 2 opsluživane su konzolnom dizalicom. Stavljanje jezgara, sklapanje kalupa, livenje i hladjenje kalupa vrši se na rolganzima 4. Istresanje kalupa obavlja se na istresnoj rešetci 6, koja je pokretna u smeru naznačenom na slici. Povratak praznih kalupa do kaluparskih mašina obezbedjuje rolgang 5.



Slika 7-32



Slika 7-33

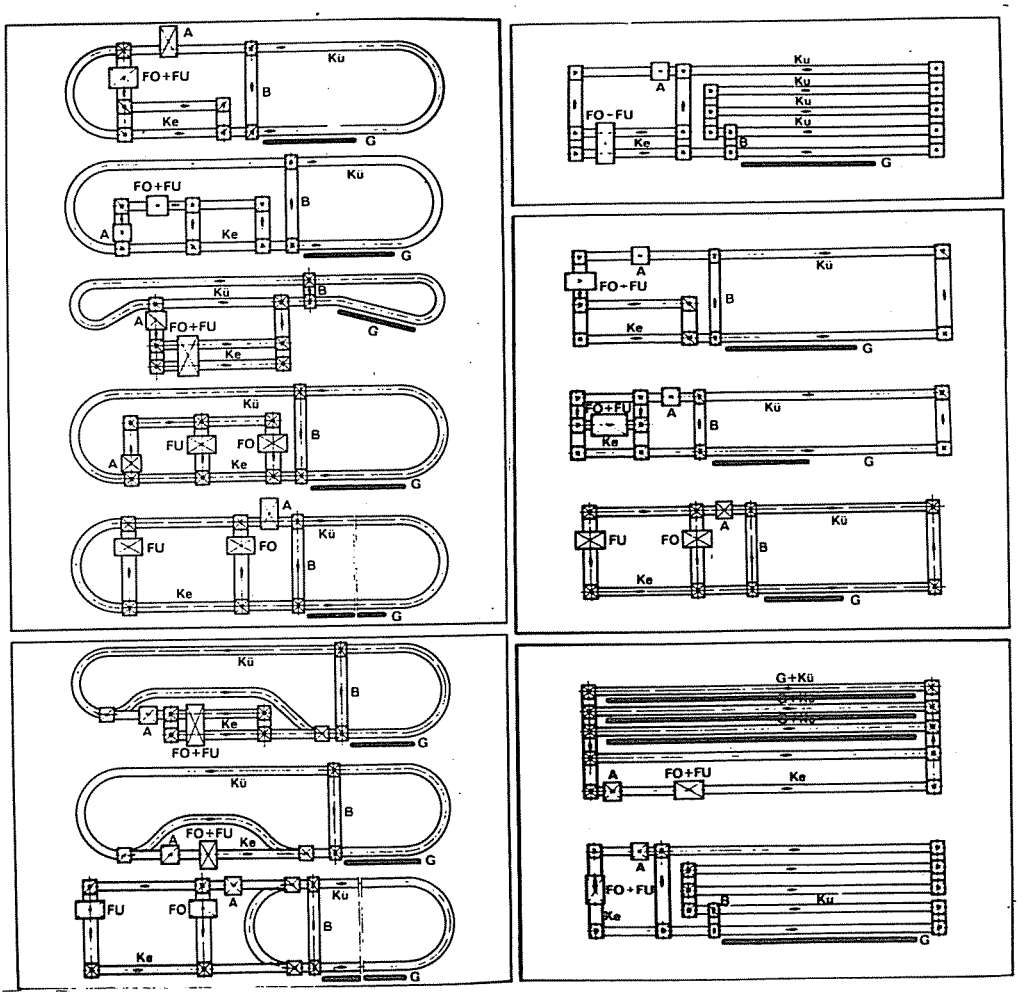


Sl.7-34. Predstavlja principijelnu šemu kaluparnice sa podnim konvejerom. Posebno je data šematska veza sa ostalim odelenjima livnice

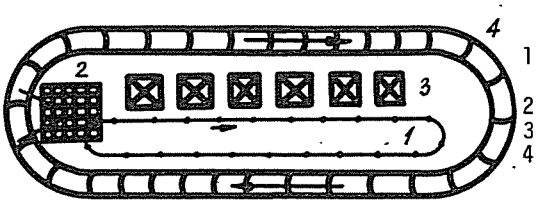
Na slici 7-35 date su principijelne šeme automatizovanih kaluparnica (levo) sa podnim konvejerima i (desno) sa sistemom rolganga, okretnicama i guračima.

Objašnjenje simbola:

A - istresna rešetka
B - uredjaj za prebacivanje tegova koji služe za opterećenje kalupa pri livenju
FO - kaluparska mašina za gornji kalup
FU - kaluparska mašina za donji kalup
G - linija livenja
KE - linija stavljanja jezgara
KU - linija hladjenja.

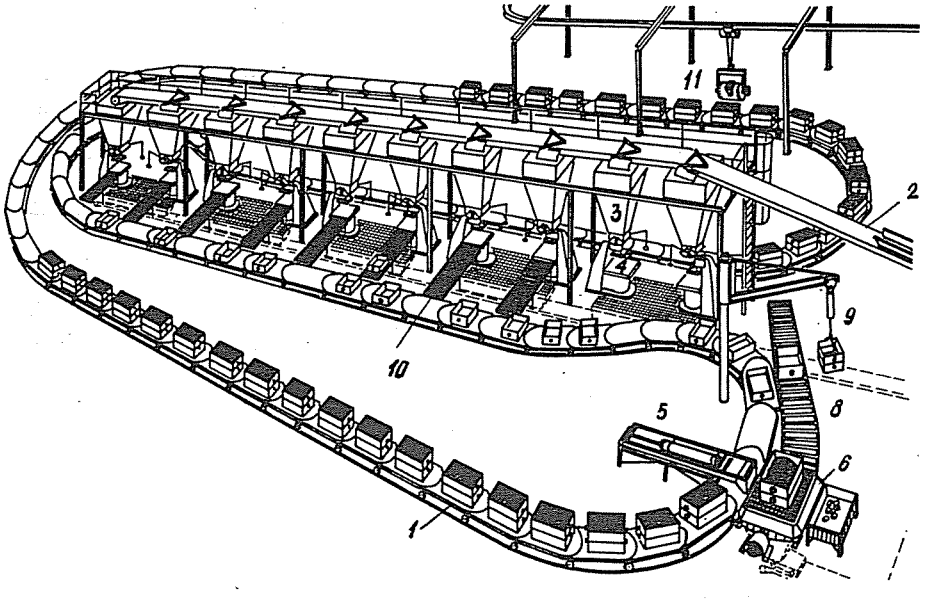


Slika 7-35



1. Monogrej za vraćanje kalupnika
2. Ist.rešetka,
3. Kal.mašine
4. Podni konvejer

Slika.7-36



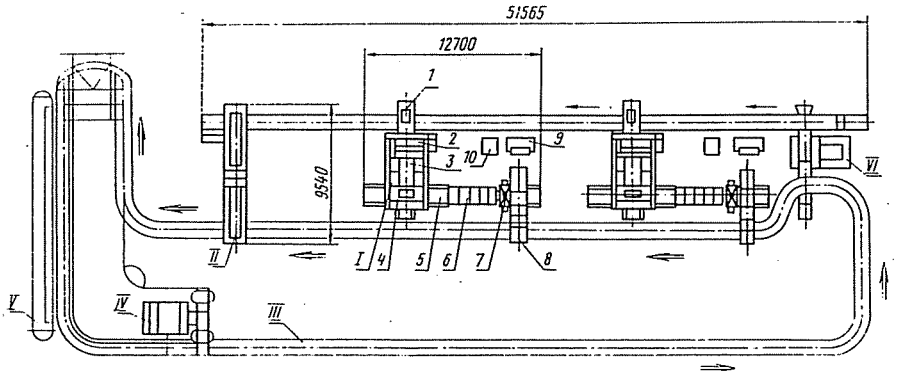
Slika 7-37

Ova dispozicija na slici 7-37 kaluparnice predstavlja jedno interesantno rešenje primene konvejera 1.Traka 2 doprema pesak u bunkere 3 iznad mašina za kalupovanje 4. Pneumatski potiskivač 5 gura odliven kalup na istresnu rešetku 6. Prazni kalupnici rolgangom 8 i dizalicom 9 prebacuju se ponovo na konvejer 1. Kod svake kaluparske mašine 4 nalazi se rolgang 10 koji prima prazne polukalupnike. Na kaluparske mašine kalupi se stavljaju konzolnim dizalicama na konvejer gde se vrši i sklapanje kalupa. Sklopljeni kalupi odlaze u zonu livenja gde se vrši livenje kazanima 11. Zona hladjenja je za ovo rešenje vrlo duga.

7.05.2. Klasična kaluparnica

Sa parom kaluparskih mašina (sl.7-38)

Proizvodjač: MAŠINOEXPORT, SSSR



Slika 7-38

I BLOK KALUPARSKE STANICE

1. Prebacivač praznih kalupa
2. Rolgang
3. Obrtač
4. Automatska kaluparska mašina
5. Meh. regulacija modela
6. Medjutransporter
7. Stok kalupnika
8. Uredjaj za stavljanje kalupnika na konvejer
9. Hidraulična stanica
10. Komandni pult

II LINIJA VRAĆANJA KALUPNIKA

III LINIJA HLADJENJA

IV TRANSPORT TEGOVA ZA OPTEREĆENJE KALUPA

V LINIJA LIVENJA

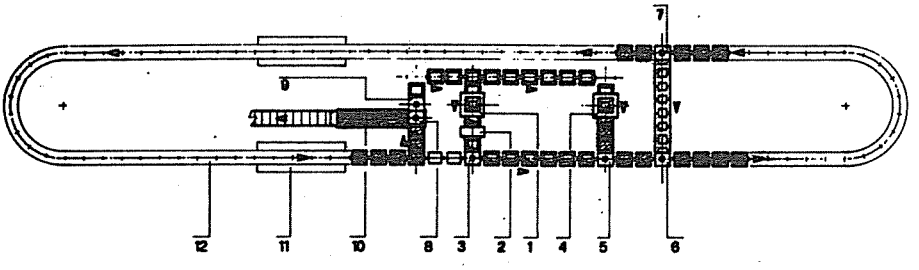
VI ISTRESANJE KALUPA

Mehanizovana kaluparnica

Dim.kalupa 800x700x300x300
Kapacitet 60 kal/h

7.05.3. Visokomehanizovana kaluparnica (sl.7-39)

Proizvodjač MEC-FOND ITALIJA



Slika 7-39

1. Kaluparska mašina donji kalup
2. Prevrtač donji kalup
3. Stavljanje donjeg kalupa na konvejer
4. Kaluparska mašina gornji kalup
5. Sklapanje donji + gornji kalup
6. Postavljanje tegova
7. Prebacivanje tegova
8. Izbacivač peska
9. Čistač kalupnika
10. Istresna rešetka
11. Komandna grupa
12. Podni konvejer

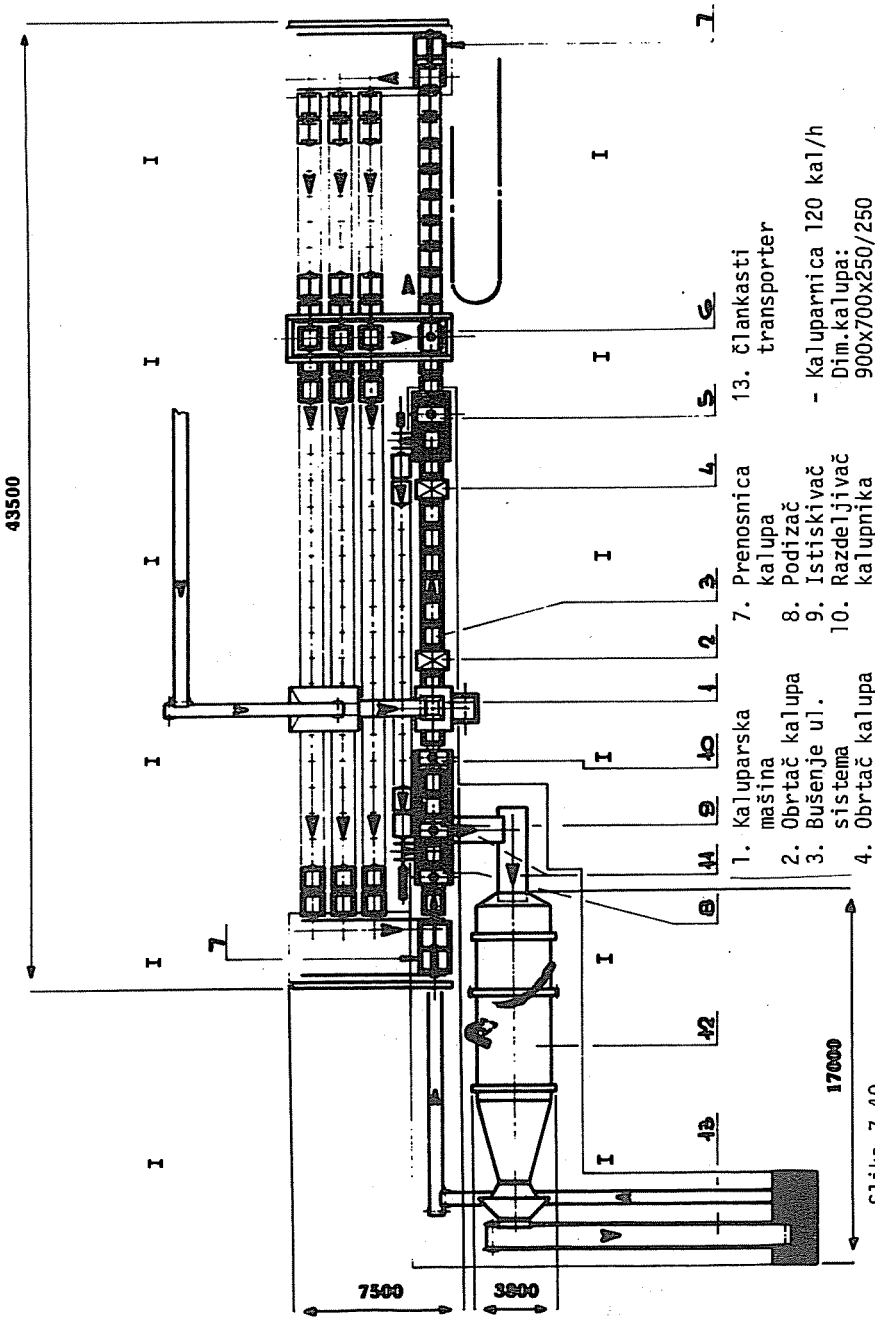
Osno odstojanje konvejera

o.c. 55 m

- Kalupa 360 kal/h
- Dimenzije kalupnika 1000x800x200/200
- Vreme kalupovanja 7 sec
- Spec.pritisak 16 daN/cm^2
- Broj kolica 100

7.05.4. Fleksibilna mehanizovana kaluparnica (sl.7-40)

Proizvodjač MEC-FOND ITALIJA

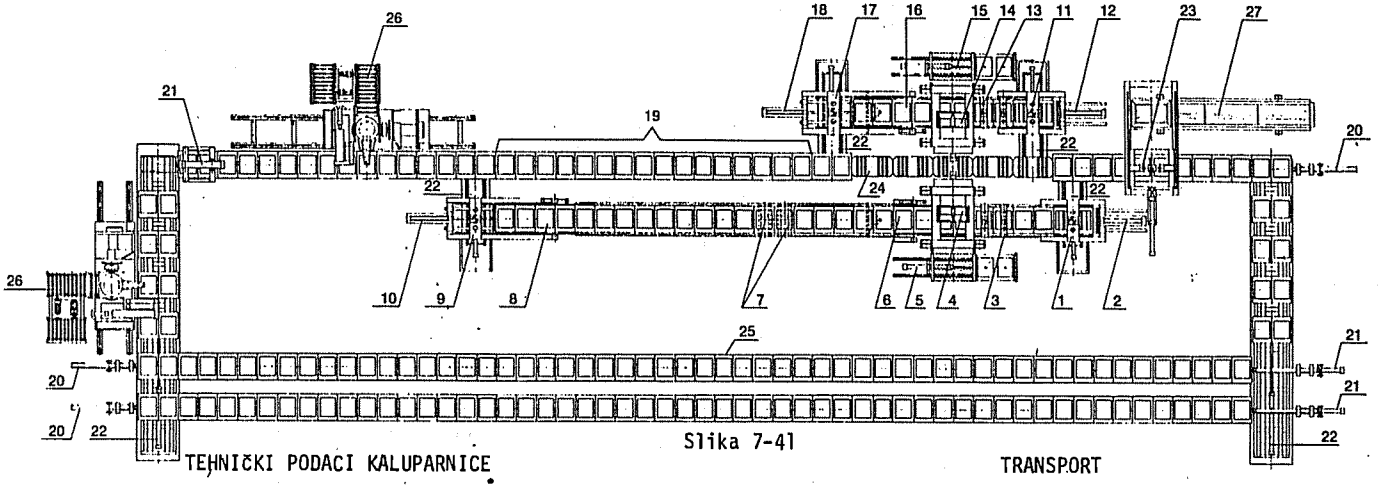


Slika 7-40

7.05.6. Dvolinijska kaluparnica (sl.7-41)

Proizvodjač: H .WAGNER Z.NEMAČKA

Gornji i donji kalup radi svaki posebna mašina



Slika 7-41

TEHNIČKI PODACI KALUPARNICE

- Kaluparska mašina	TIP ZFA 3
- Pritisak	12000 N
- Kapacitet linije	300 kal/1
- Ciklus mašine	24 (48) sec
- Dim.kalupnika	700x600x250/250
- Ulaganje jezgara	16 kalupa
- Linija livenja	22 kalupa
- Vreme hladjenja	27 min
- Potrebna površina	29x16 m

LINIJA GORNJEG KALUPA

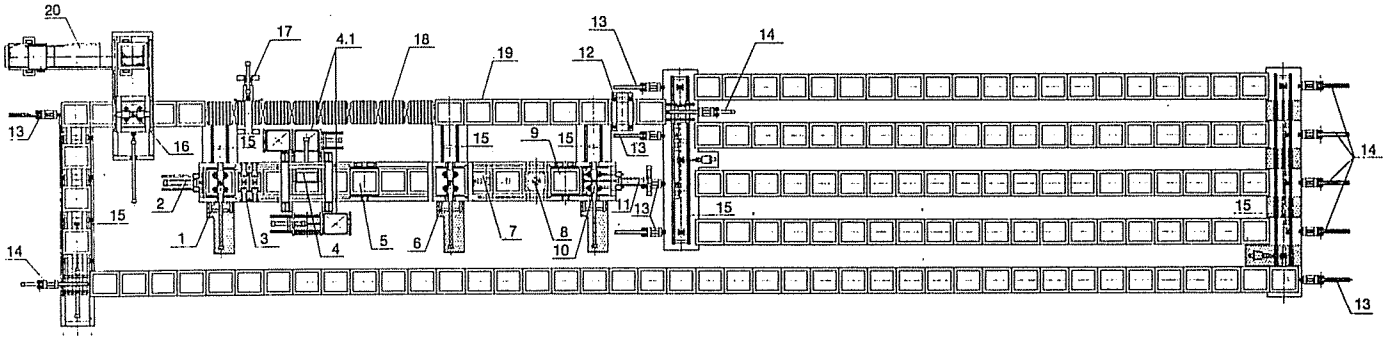
1. Podizač
2. Potiskivač - cilindar
3. četka za šišćenje kalupnika
4. Kaluparska mašina
5. Stanica za izmenu modela
6. Dupli obrtač
7. Frezer ulivnih sistema
8. Dupli obrtač za donji kalup
9. Prebacivač
10. Amortizer

LINIJA DONJEG KALUPA

11. Podizač
12. Potiskivač cilindar
13. četka za čišćenje kalupnika
14. Kaluparska mašina
15. Stanica za zamenu modela
16. Dupli obrtač
17. Prebacivač
18. Amortizer

TRANSPORT

19. Linija ulaganja jezgara
20. Potiskivač - cilindar
21. Amortizer
22. Potiskivač
23. Istresanja kalupa
24. Kolica
25. Linija hladjenja
26. Livna mašina
27. Vibracioni transporter odvoz odlivaka



Slika 7-42

TEHNIČKI POOACl

- Kaluparska mašina EFA 3-M	
- Pritisak	12000 N
- Kapacitet	100 komplet kalupa na/h
- Ciklus mašine	18 sec
- Ciklus roglanga	36 sec
- Dimenzije kalupnika	1000x850x350/350
- Linija ulaganja jezgara	4 kalupa
- Linija livenja - više mogućnosti	
- Vreme hladjenja	63 min
- Potrebna površina	56x13 mm

LINIJA GORNJEG I DONJEG KALUPA

1. Podizač i uredjaj za hvatanje kalupnika
2. Potiskivač
3. Četka za čišćenje kalupnika
4. Kaluparska mašina
5. Obrtač
6. Prebacivač donjeg kalupa
7. Amortizer
8. Frezer za ulivne sisteme
9. Obrtač - gornjeg kalupa
10. Podizač i sklapač gornjeg kalupa
11. Amortizer

TRANSPORT

12. Uredjaj za spajanje
13. Potiskivač
14. Amortizer
15. Prenosnica
16. Istresna rešetka
17. Čistač kolica
18. Kolica
19. Linija postavljanja jezgra
20. Vibracioni transporter

Napomena:

Obezbedjena je mogućnost većeg stokiranja kalupa i time sinhronizacija kaluparnice i topionice.

7.06. Kalupovanje bez kalupnika

Upotreba kalupnika pri kalupovanju neophodna je da bi ubačen pesak mogao da se pod raznim pritiscima dovede u odredjeno koheziono stanje (5 daN/cm^2,15 daN/cm^2 i do 20 daN/cm^2. Kod manjih pritisaka debljina zidova kalupnika je mala i kalupnik relativno lak, dok kod velikih pritisaka konstrukcija kalupnika postaje komplikovana, sopstvena težina je velika (primer: kalupnik 1000x1400x400 dostiže težinu i do 1 t). Osim toga, preciznost obrade je jako velika, tako da kalupnik postaje skupoceni alat. Zato se došlo na ideju da samo u trenutku nabijanja peska pod visokim pritiskom postoji kalupnik ili komora u koju se sabije pesak, sledeće operacije: stavljanje jezgara, sklapanje kalupa i livenje ne zahtevaju poseban okvir - kalupnik.

U ovome se uspelo do dimenzije kalupnika cca 700x950. Kalupe u ovih dimenzije mogu se liti odlivci oko cca 30-45 kg. Za teže odlivke potrebni su i veći kalupnici, jer su veće dimenzije, a metalostatički pritisak zahteva kompaktniju kaluparsku masu, te klasičan kalupnik ima svoju punu opravdanost.

Ovaj problem su rešili uspešno:

- Disamatic Danska; Herman Walwork USA i u SSSR-u. Koncepcija mašine je izrada kalupa u komori za presovanje, kalup izlazi na livnu stazu gde se obavljaju ostale operacije; podela kalupa je vertikalna.

- Georg Fischer + GF +, švajcarska; BMD i Univerzal Z.Nemačka, Gostol No.Gorica. Ovi tipovi mašina predvidjeni su za horizontalnu podelu kalupa. Koncepcija mašine je da se kalup izradjuje u momentu presovanja u posebnim kalupnicima, no posle operacije stavljanja jezgara i sklapanja kalupa, isti se istiskuju i slobodni kalupi odlaze na operaciju livenja i dalje operacije. Ovakvim koncepcijama uspelo se da se izbegnu investicije u kalupnike, koje predstavljaju 10% od instalacije i posebno manipulacije sa praznim kalupnicima.

Na slici 7-43 do 7-45 prikazan je princip rada mašine Disamatic.

7.06.1. Mašina za kalupovanje

Princip: Bezokvirno kalupovanje-vertikalna podela
Proizvodjač: DISAMATIC, DANSKA

Kalupi su bez kalupnika. Kalupi su postavljeni vertikalno te je livenje vertikalno, što kod nekih odlivaka predstavlja problem. Kalup nije radjen "treskanjem", već je presovan do 20 daN/cm^2.čvrstoća forme idealna. Svaki kalup ima otisak donjeg i gornjeg modela, čime se duplira kapacitet instalacije.

Ulaganje jezgara može biti ručno ili automatsko. Livenje se izvodi sa automatskom livnom mašinom.

Tehničke karakteristike DISAMATIC:

- dimenzije kalupa	600x480	650x730	700x950
- debljina kalupa	150-330	100-475	200-560
- časovna proizvodnja	375-315 kal/h	300 kal/h	250-300 kal/h

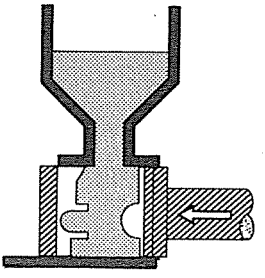
- dimenzije mašine	3150x1770x6980 mm + linija hladjenja cca 18 met. ili više
- vreme hladjenja	8-13 min. (u zavisnosti od odlivka)
- potrošnja vazduha	8-10 m^3/min.
- instalirana snaga cca	80 KW - 120 KW

Može se primenjivati za sve vrste odlivaka čija tehnologija obezbedjuje vertikalno livenje i automatsko ulaganje jezgara.

Priprema peska je u standardnom izvodjenju.

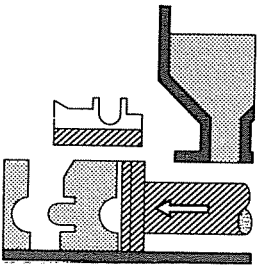
Pesak se priprema sa manjim procentom vlage.

DISAMATIC FUNKCIONALNA ŠEMA (vertikalna podela)



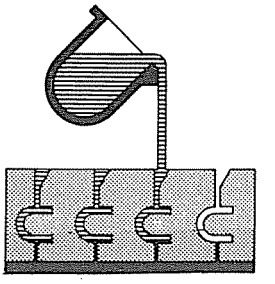
Ubacivanje peska u komoru

Sl.7-43



Presovanje peska u komori.
Stavljanje jezgara.
Zatvaranje kalupa.

Sl.7-44



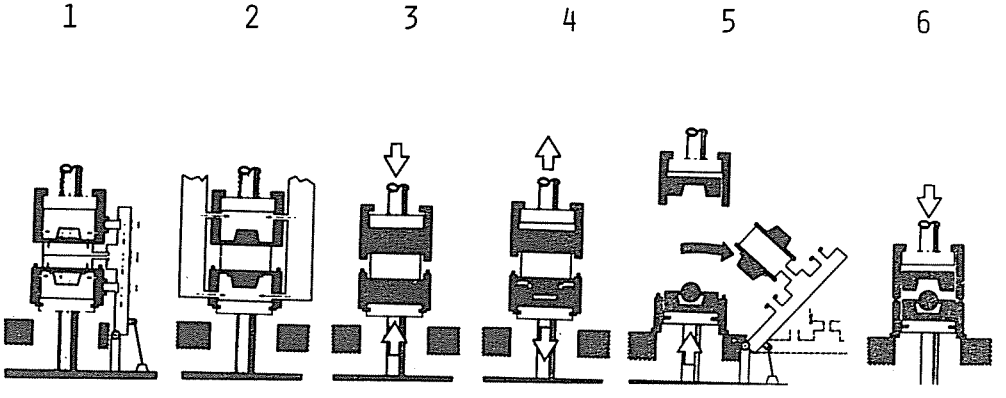
Livenje metala u kalup.
Kontrola livenja sa foto ćelijom.

Sl.7-45

7.06.2. Mašina za kalupovanje

Princip: Bezokvirno kalupovanje horizontalna podela (sl.7-46)

Proizvodjač: DISA, Ind.Syndikat DANSKA



Slika 7-46

1 - Vazduh se isisava iz gornjeg i donjeg kalupa

2 - Ubacuje se pesak pod pritiskom

3 - Presovanje direktno gornjeg i donjeg kalupa

4 - Razdvajanje modela od kalupa

5 - Nosač modela-gornji i donji - "IZVLAČE" se naginjanjem za 45°

6 - Zatvaranje kalupa i prebacivanje kalupa na liniju livenja

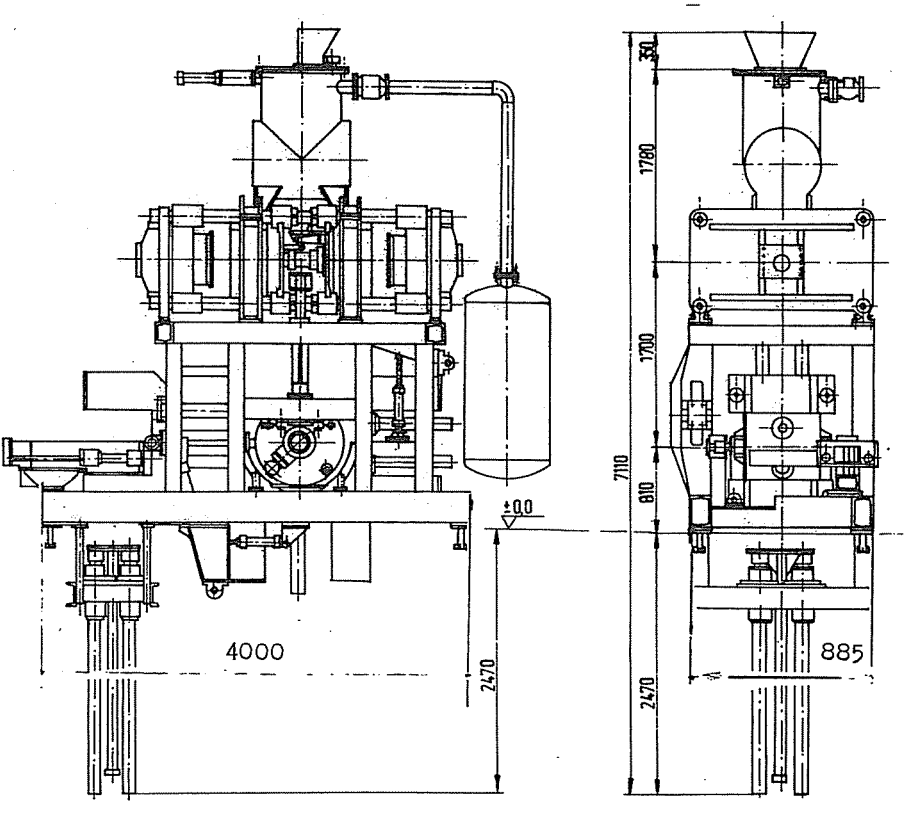
- Kapacitet kalupa 130 kal/h
- Dimenzije kaluparnika 600x750x250/250
- Pritisak u hidrauličnom sistemu do 150 bar.
- Vakum sistem Vakumski rezervoar 4 m^3
- Temperatura vode za hladjenje 15°C 3 m^3/h
- Instalirana snaga 74 kW
- D menzije linije 4x35 m.

7.06.3. Mašina za kalupovanje

Princip: Bezokvirno kalupovanje SBF 65
Horizontalna podela (sl.7-47)

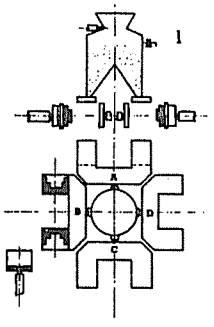
Proizvodjač: "GOSTOL" Nova Gorica

- Dimenzije kalupa 600x500
- Visina kalupa 180-260 mm
- Broj kalupa 180 kal/h
- Spec.pritisak 8 bar
- Priključena snaga 30 kw

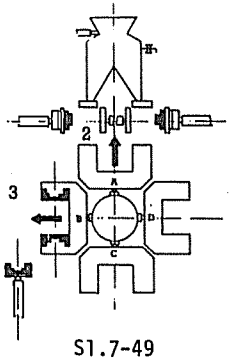


Slika 7-47

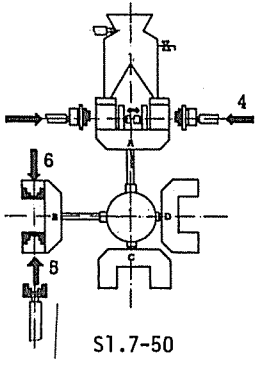
Na slici 7-48 do 7-55 pokazan je redosled operacija za mašinu SBF 65. Sa mašine SBF 65 proizvedeni kalupi mogu se postavljati na klasične podne konvejere ili rolgange.



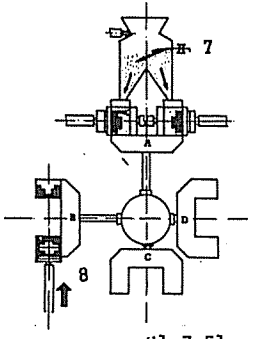
Sl.7-48



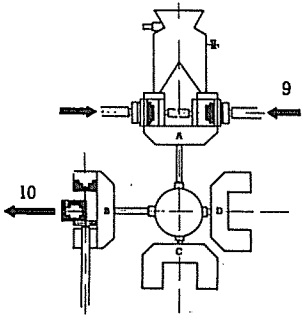
Sl.7-49



Sl.7-50

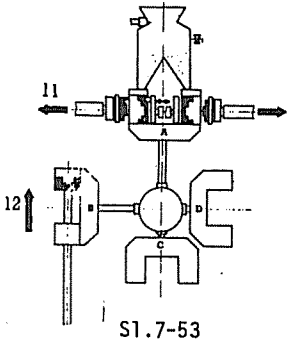


Sl.7-51

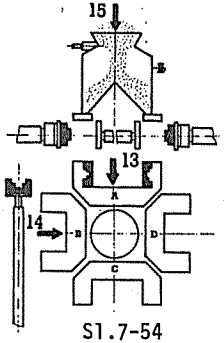


Sl.7-52

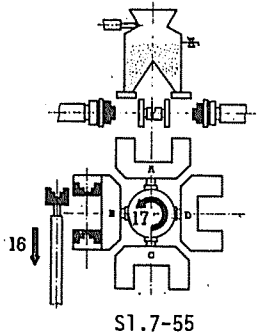
1. Početni položaj
2. Pokretanje komore na gore
3. Primicanje komore B u položaj izbacivanja i sklapanja
4. Komora se zatvara modelnom pločom i bočnom pločom
5. Pokretanje donje polovine kalupa
6. Postavljanje jezgra
7. Punjenje komore
8. Stavljanje kalupa i izvlačenje kalupa
9. Presovanje kalupa
10. Iznošenje kalupa iz našine



Sl.7-53



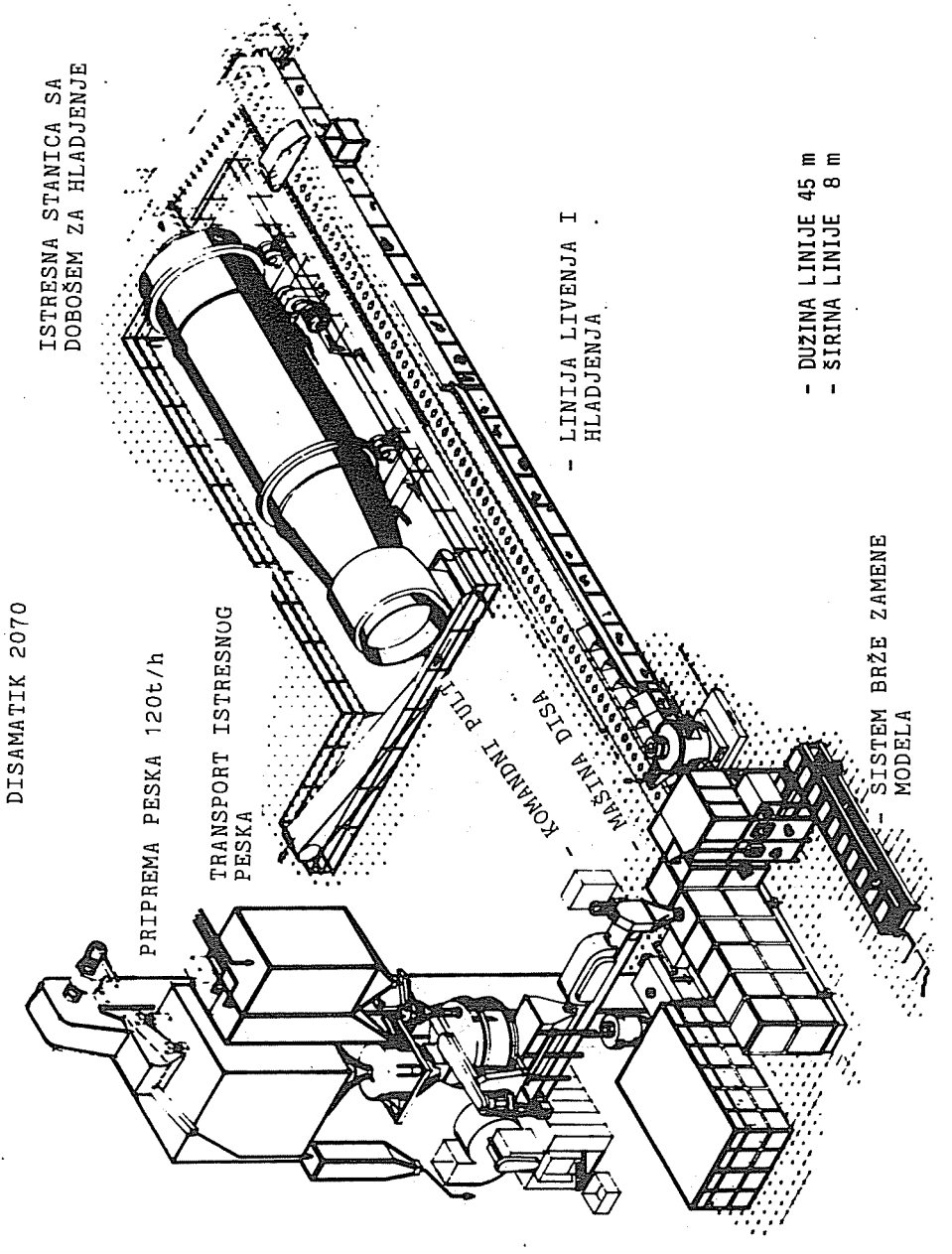
Sl.7-54



Sl.7-55

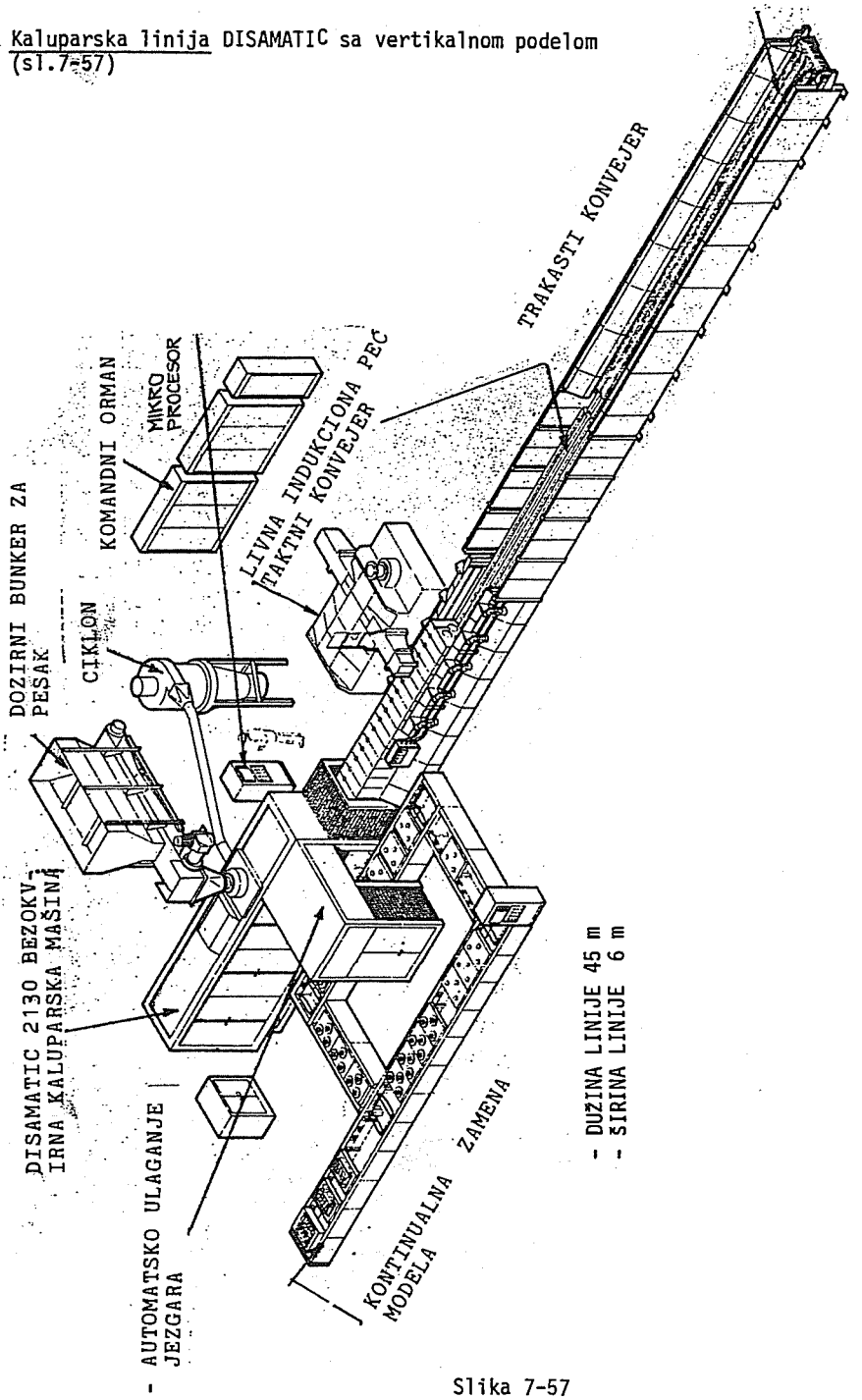
11. Izvlačenje modela iz kalupa
12. Izbijanje donjeg kalupa
13. Pokretanje komore na dole
14. Odmicaj komore B
15. Punjenje bunkera peskom
16. Spuštanje gornje polovine kalupa
17. Obrtanje

7.06.4. Kaluparska linija DISAMATIC vertikalna podela,sa pripremom peska istresanjem i hladjenjem odlivaka (sl.7-56)



Slika 7-56

7.06.5. Kaluparska linija DISAMATIC sa vertikalnom podelom (sl.7-57)

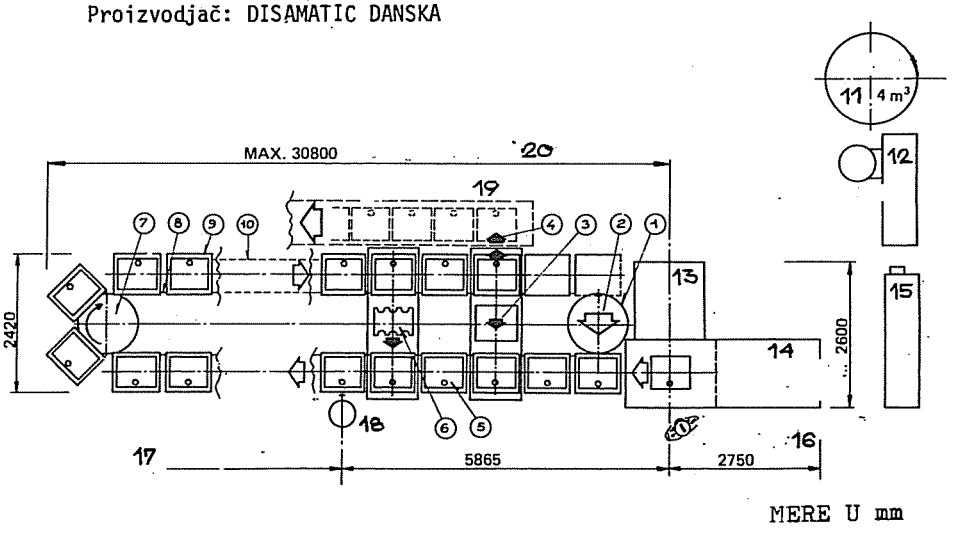


Slika 7-57

7.06.6. Kaluparska linija DISAMATIC

Horizontalna podela kalupa (sl.7-58)
Princip rada mašine prikazan na sl.7-48

Proizvodjač: DISAMATIC DANSKA



Slika 7-58

1. Pogonska stanica
2. Okretnica
3. Prenosnica
4. Prebacivač
5. Popuna peska
6. Prebacivanje tegova
7. Zatezna stanica
8. Pogonski lanac
9. Kolica
10. Šine
11. Rezervoar za vazduh $4m^3$
12. Vakum pumpa
13. Kaluparska mašina
14. Hidraulična stanica
15. Komandni pult
16. Stavljanje jezgara i komandno mesto
17. Zona livenja
18. Livenje
19. Konvejer za hladjenje
20. Kolica (max) 62 kom.

7.07. Izrada kalupa sa samoočvršćavajućim vezivima

Opis ovog poglavlja objašnjen je u poglavlju 7.01. Osnovna mašina za izradu - punjenje kalupnika odgovarajućom mešavinom je mešač kontinualnog tipa. On se sastoji od pužnog mešača i dve pumpe: jedna za vezivo (furansko ili slično), a druga za odgovarajući katalizator. Doziran pesak, pomoću jedne trake ulazi u mašač, a istovremeno se uključuju i gore navedene pumpe. Na izlasku iz mešača, mešavina pada u kalupnik spreman za upotrebu. Kalupnik se nalazi na podu livnice ili na valjčastom transporteru. Korisno je postaviti kalupnik na vibracioni sto da bi mešavina bolje popunila kalupnik. Savremeni mešač ima 3-5 programa radi obezbedjenja korišćenja više vrste peskova, različite količine smole katalizatora.

Posle punjenja kalupnika, nastupa period očvršćavanja mešavine na vazduhu 10-20 min. Sledeća operacija je razdvajanje kalupnika od model ploča. Ovo se obavlja pomoću obrtne naprave, sl.7-59. Ostale operacije: ulaganje jezgara, livenje, istresanje i sklapanje kalupa obavlja se na klasičan način.

Sadašnje tendencije u livarstvu su da se ovaj mešač primeni kao zamena za peskomet i u svim slučajevima kada je tehnologija nalagala da se primeni sušeni kalup. (Detaljno o peskometu vidi III izdanje 1978, Projektovanje livnica 7.06).

Kontinualni mešači se proizvode sledećih kapaciteta: 8-12,5 t/h, 16-25 t/h, 25-40 t/h, sl.7-58. Na sl. 7-59 prikazana je obrtna mašina tip ON-1 za razdvajanje modela od kalupa.

Šematski prikaz linije za izradu kalupa u furanskom pesku dat je na slici 7-60 sa svim potrebnim objašnjenjima.

7.07.1. Proračun i izbor kontinualnog mešača

Pri proračunu kontinualnog mešača treba imati u vidu dve činjenice:

- zapreminu kalupa i broj kalupa na čas.

Zapremina kalupa i broj kalupa na čas definišu časovni kapacitet kontinualnog mešača:

$$Q = \frac{V \cdot n}{\eta} \qquad |m^3|$$

gde je:

Q - potrebni časovni kapacitet peskometa
V - zapremina nabijenog peska u kalupu, $|m^3|$

Napomena: Zapremina nabijenog peska može se dobiti dodavanjem 10% na zapreminu kalupa.

n - broj kalupa na čas
η - stepen iskorišćenja (0,6-0,7).

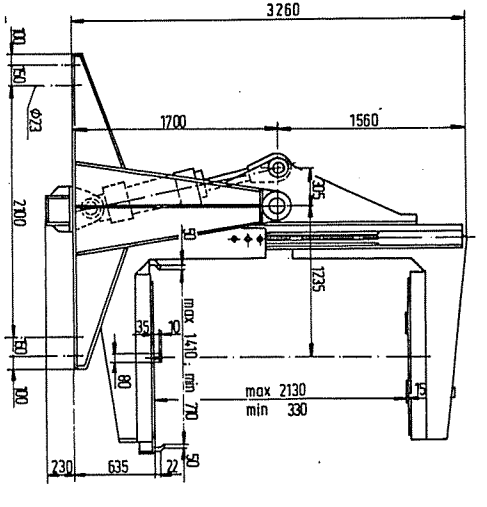
Ovde se praktično obuhvataju gubici na pripremi mašine za rad, uklanjanju kalupa i stavljanju drugog, a za pokretne mešače izgubljeno vreme za pomeranje.

Tablica 7-13

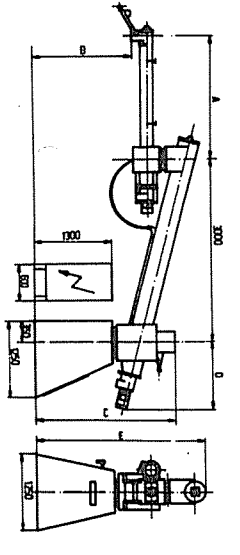
Proizvodjač:GOSTOL N.Gorica

Tip	Kapacitet (t/h)	Snaga (kW)	Pumpa		Mere Dimenzija (mm)					Masa* kg
			Smola kg/h	Kiselina kg/h	A	B	C	D	E	
KMh-40D	8-12,5	8,5	90-540	0-360	1800	1650	2290	1000	2730	1510
KMh-20D	16-25	11,5	90-540	0-360	2000	1630	2350	1100	2780	1735
Mh-32D	25-40	16	120-720	0-360	2250	1580	2400	1150	2850	1930

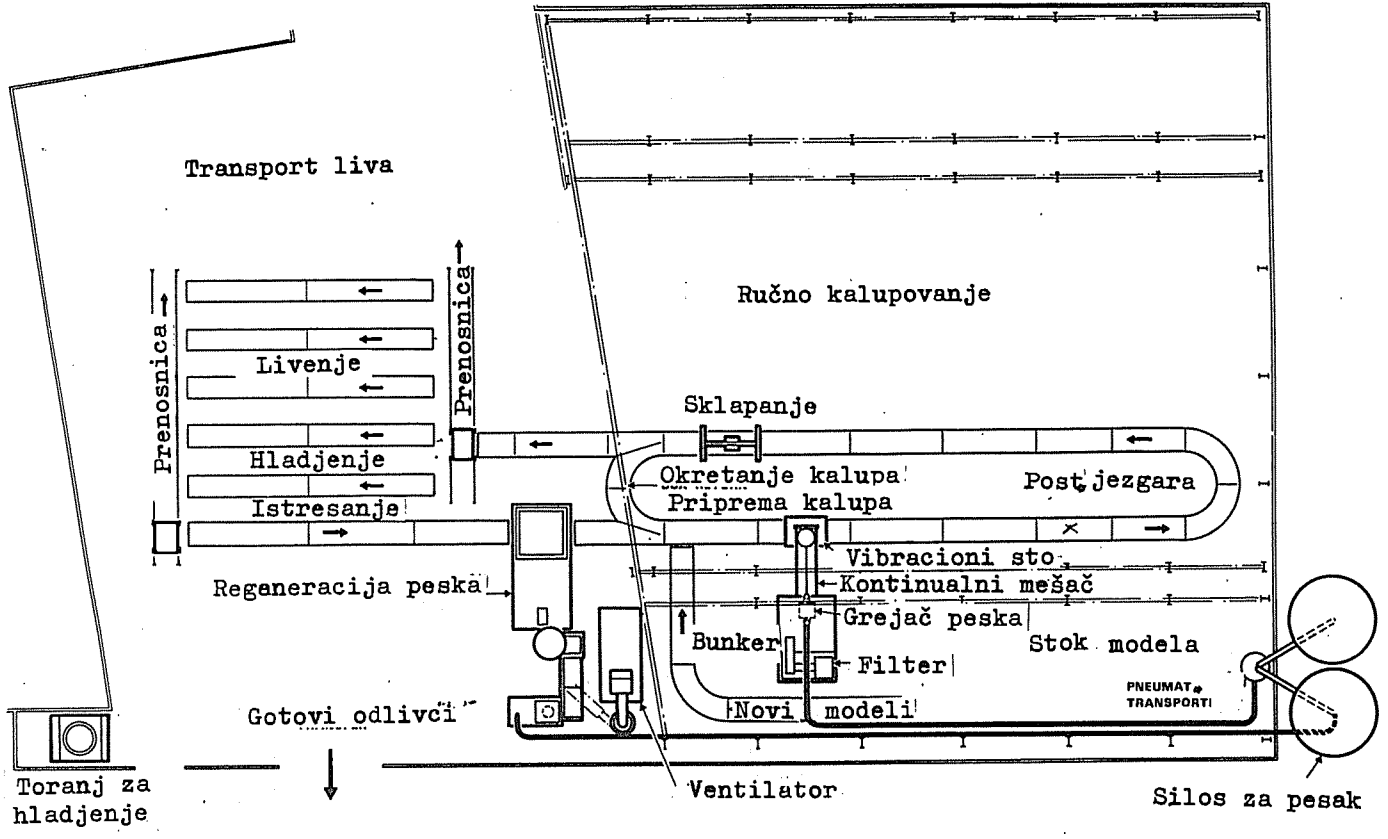
* Bez elektroopreme i komandnog ormana.



Slika 7-59



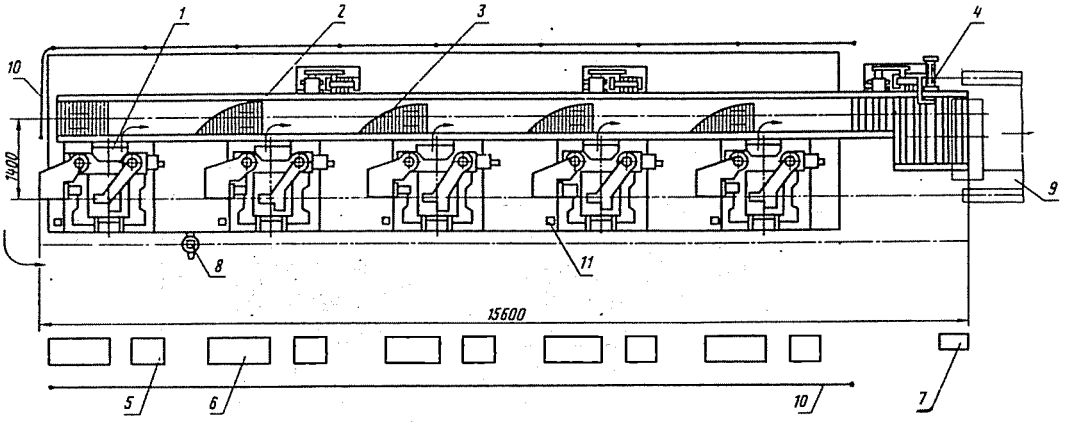
Slika 7-58



Slika 7-60. Šematski prika linije za izradu kalupa sa furanskim vezivima (očvršćavanje kalupa na vazduhu 10-15 min)
Proizvodjač: FORDATH LTD.WEST BROMWICH, V.BRITANIJA

7.08. Dispozicija linije kokilnog livenja

Proizvodjač: MAŠINOEXPORT, SSSR

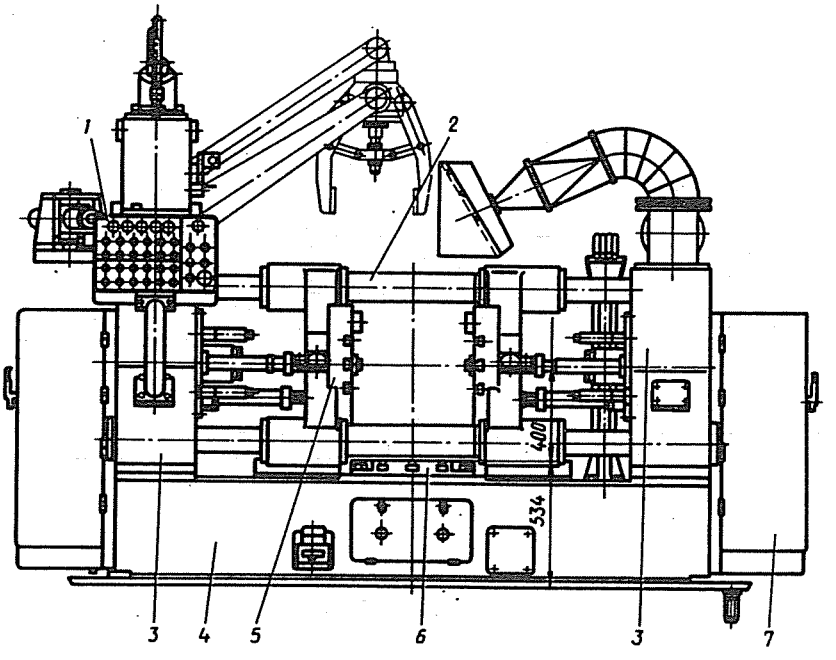


Slika 7-61

1. Jedno poziciona kokilna mašina
2. Transportni rolgang
3. Prihvatni sto
4. Pogon
5. Komandni pult
6. Komandna hidraulika
7. Komandni pult rolganga
8. Lonac sa monorejem za livenj
10. Zaštitna ograda
11. Nožna komanda
    - početak procesa
    - kraj procesa
    - put ka termičkoj obradi

7.08.1. Kokilna mašina

Proizvodjač: MAŠINOEXPORT, SSSR



Slika 7-62

1. El.komanda
2. Vodjice
3. Nosač
4. Postolje
5. Gl.ploča
6. Nosač donjeg jezgra
7. Hidraulična oprema
8. Izvlakač odlivka

Tehničke karakteristike

Tablica 7-14

Tip	59A24	82303	82305	82305
Širina mm	630	500	800	1250
Visina mm	500	400	630	800
Sila stezanja KN	150	100	160	250
Instalirana snaga KW	7,5	7,5	7,5	11

7.09. Radna snaga

U tablicama tehničko-ekonomskih pokazatelja (poglavlje 1) su date u tablicama orijentacione produktivnosti livnica u zavisnosti od stepena mehanizacije u tonama po kaluparu godišnje.

Projektant odredjuje prema izabranoj kaluparnici tačan broj radnika.

7.10. Površina kaluparnice

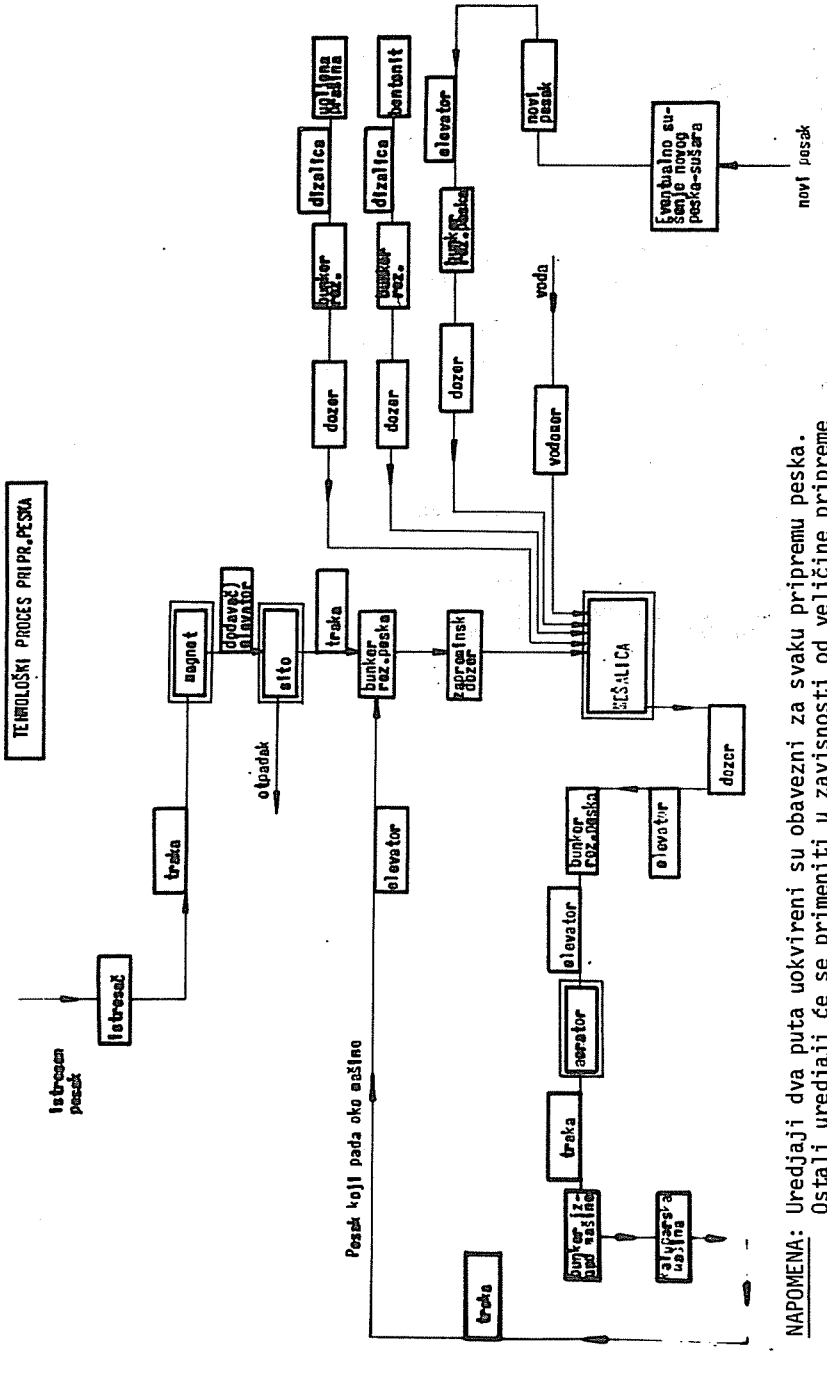
U tablicama tehničko-ekonomskih pokazatelja (poglavlje 1) za različite kaluparnice data je orijentaciona proizvodnja u tonama po m^2.

Stvarna površina se dobija na osnovu izabrane kaluparnice, dodajući površine za skladištenje jezgara (ako se ista ne dopremaju visećim monorejem), površine potrebne za alate za montažu i ulaganje jezgara (ukoliko se isti primenjuju) i prolaze za viljuškare.

Literatura:

1. Fantalov: Projektovanje litejnih cehov, SSSR
2. Fantalov: Projektovanje litejnih cehov, SSSR
3. Autor
4. Fantalov: Projektovanje litejnih cehov, SSSR
5. Zarizeni slevaren,Grupa autora, ČSSR
6. Material Fluss in Gisserei. 1969, Z.Nemačka

8. PRIPREMA PESKA



NAPOMENA: Uredjaji dva puta uokvireni su obavezni za svaku pripremu peska. Ostali uredjaji će se primeniti u zavisnosti od veličine pripreme peska (časovnog kapaciteta) i stepena mehanizacije.

Slika 8-1

a) Modelni pesak

Modelni pesak se stavlja direktno do modela u sloju do 50 mm,a pesak za popunu ispunjava ostatak kalupa. Ovakav način pripreme peska primenjuje se i u izvesnim mehanizovanim livnicama no uglavnom se primenjuje u livnicama sa malim stepenom mehanizacije i zastarelim nivoom tehnologije. Modelni pesak je obavezan pri izradi čeličnih odlivaka. Količina istoga je oko 1/3 ukupne količine peska u kalupu.

Posle kalupovanja i istresanja sav istresen pesak transportuje se na preradu i preradjuje se u pesak za popunu.

Modelni pesak se priprema u posebnoj instalaciji. Iz ovoga se vidi da moraju da budu dve instalacije što povećava investicije i komplikuje tehnološki proces.

b) Sintetički pesak

Može se reći da sve savremene livnice rade sa jedinstvenim (sintetičkim) peskom. (Šema tehnološkog procesa pripreme peska data je za jedinstveni pesak).

c) Prirodni pesak

Prirodni pesak se primenjuje za izradu komada težine preko 500 kg. Pripremanje ovog peska vrši se samo prosejavanjem, odvajanjem gvozdenih opiljaka i kvašenjem.

Medjutim u savremenim livnicama gde se primenjuje peskomet primena jedinstvenog peska našla je široku primenu i za odlivke težine od 500 kp.

d) Pesak za brzo očvršćujuće smeše (furan i sl.).

8.1. Proračun potrebne količine peska

U tablici 7-1, u rubrici 11, data je zapremina kalupa (gornjeg i donjeg). Broj kalupa bruto dat je u rubrici 10.

Potrebna količina peska je:

$$Q_p = \frac{V_k \cdot n}{T}$$

gde je:

Q_p - količina peska u m^3/h

V_k - zapremina jednog kalupa u m^3

n - broj kalupa godišnje bruto

T - godišnji fond vremena (h).

Tablica 8-1

Redni broj	Vrsta peska i namena	Procentualni sastav mešavine					Mehaničke osobine			Vreme mešanja (min)	
		Povratni pesak	Novi kvarcni pesak	Bentonit	Ugljena prašina	Voda	Pritisna čvrstoća gr/cm²	Propustljiv. cm³/min.	Vlažnost u %		
1.	Modelni pesak	71,94 70,6	22,0	1,4-2,3	0,66-1,1	4,0	800-1000	min. 90	3,75-4,25	3-5	
2.	Pesak za popunu kalupa	95	-	-	-	5	700-800	min. 90	5,0	3	
3.	Jedinstveni pesak	90	5	0,5	0,5	4,0	900-1100	min.	4,0	1,5-3	
4.	Prirodni pesak	46-47	46-47	-	-	6-8	250	60	6-8	-	Prirodni pesak sadrži 15-20% gline. Služi za suve kalupe

V_k je uzeta zapremina kalupa bez odbitka zapremine modela. Ovo iz razloga što je vrlo komplikovano računati zapreminu modela zbog konfiguracije istog.

Na dobijenu potrebnu časovnu količinu peska treba dodati:

a) 10% na sabijanje peska pri kalupovanju;
b) 40% na rastur i pesak koji pada pored mašine i vraća se u pripremu peska. Nižu vrednost uzimati za slučaj kada oko mašine nema rešetke a veću vrednost kada se oko mašine nalazi rešetka i podzemna traka za povraćaj peska u pripremu peska.

Znači ukupni časovni kapacitet pripreme peska je:

$$Q_u = (1,3-1,4)Q_p$$

8.2. Izbor pripreme peska

Kapacitet pripreme peska je u funkciji kapaciteta mešalica. Svetske firme izradjuju uglavnom mešalice sledećih časovnih kapaciteta.

Tablica 8-2

t/h	2,5 - 3	5 - 6	7 - 9	27	45	72	114

Priprema peska kao osnovni uredjaj savremene livnice može biti izvedeno na dva načina:

8.2.1. kao posebna proizvodna jedinica nezavisna od ostalih instalacija;

8.2.2. kao proizvodna jedinica vezana za ostale instalacije.

8.2.1. Priprema peska kao posebna jedinica obuhvata sledeće: vibraciono sito, skip za šaržiranje mešalice, mešalicu, prihvatni uredaj za pripremljen pesak - dozer, aeroator i eventualno bunker za rezervni pesak.

Glavni nedostatak ovakve pripreme peska je u tome što je dovoz istresenog peska i odvoz pripremljenog peska kranom sa korpama ili ručnim kolicima. Ovakva priprema peska može se preporučiti za livnice max. godišnje proizvodnje do 2000 t/godišnje, pretežno sa ručnim radom ili sa primenom kaluparskih mašina bez rešenog mehanizovanog transporta peska do mašina.

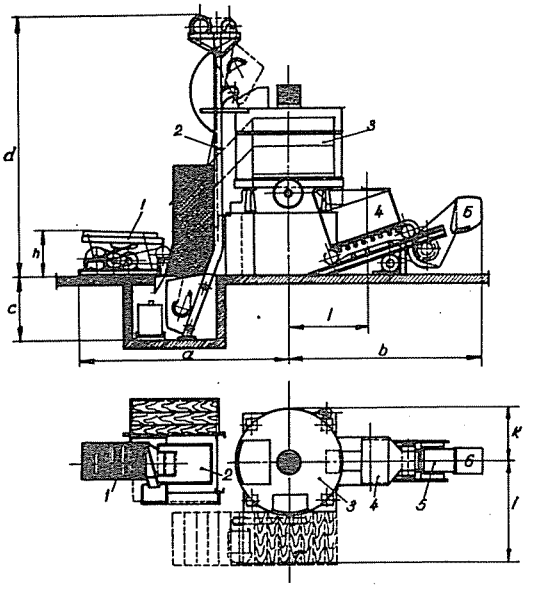
Instalacije tipa "NA". (Doziranje bentonita, ugljene prašine i vode vrši se ručno). Tehnološki podaci su dati u tablici 8-3.

8.2.2. Priprema peska kao proizvodna jedinica vezana za ostale instalacije

Ovakva priprema peska može se preporučiti u livnicama kapaciteta većeg od 2000 t/god.

Priprema peska ovog tipa obuhvata standardnu opremu neophodnu za dobijanje kvalitetnog peska kao i instalacije datih pod 8.2.1.

Ovakve pripreme peska vezane su sa kaluparnicom sa trakama za povratni pesak ispod kaluparskih mašina i transportnim sredstvima koja dovode pripremljen pesak do kaluparskih mašina.



MERE U mm

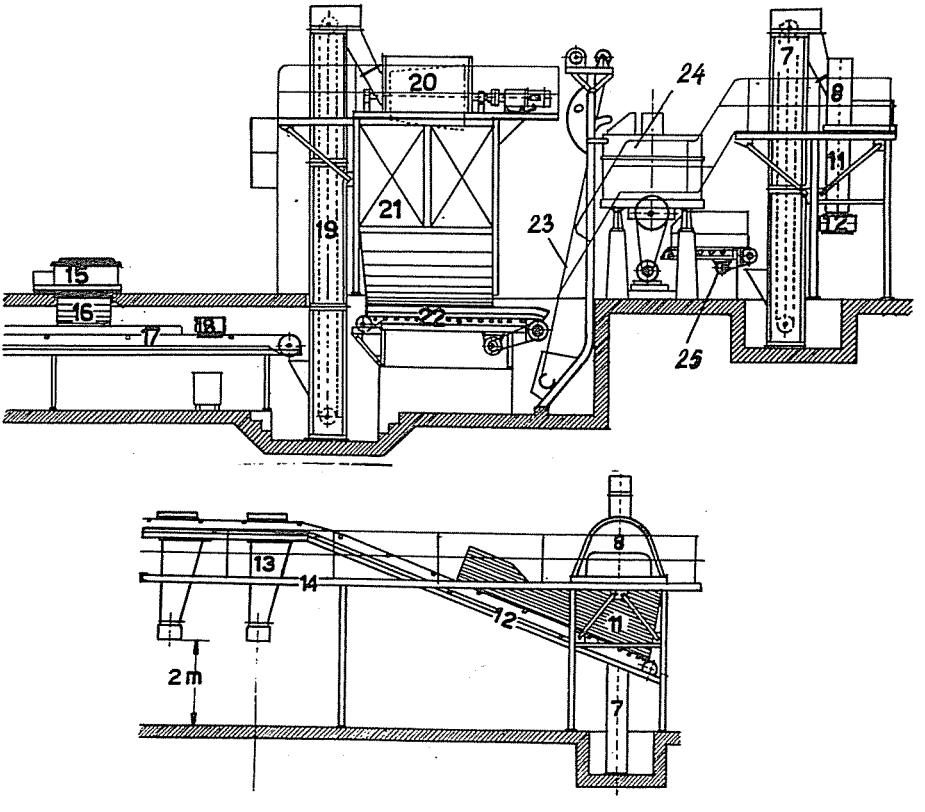
	NA I	NA Ia	NA II	NA III
a	3000	3300	3650	4700
b	3000	3300	3350	4400
c	1000	1100	1100	1500
d	3600	4000	4500	5750
l	1000	1200	1300	1600
k	620	820	920	1230
i	1600	1800	1900	2200

Slika 8-2

Tablica 8-3

Pozi-cija	Naziv uredjaja	Tip NA 1	Tip NAIa	Tip NA II	Tip NA III
1.	Vibraciono sito sa magnetskim dobošem	800x400	800x400	1000x500	1300x800
2.	Korpa sa skipom	120 lit.	250 lit.	350 lit.	700 lit.
3.	Mešalica	IM I	IM Ia	IM II	IM III
4.	Prihvatni bunker	150 lit.	250 lit.	350 lit.	700 lit.
5.	Traka za doziranje	400x1000	400x1200	500x1400	650x1500
6.	Aerator	300x400	300x400	300x400	300x500
7.	Platforma za opslu-živanje				

Šema pripreme peska uključena u transport dovoza i odvoza peska

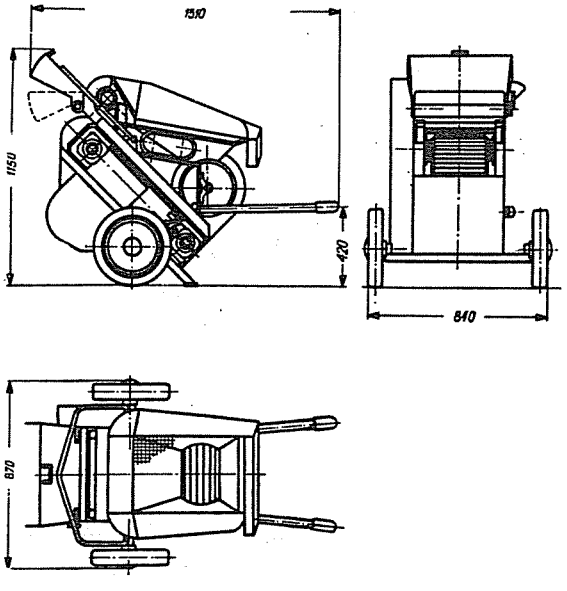


Slika 8-3

Objašnjenje uz sliku 8-3: - kapacitet ove instalacije je isti kao i pripreme peska tipa "NA"

7. Elevator
8. Aerator
11. Zaštita ispod aeratora
12. Transportna traka
13. Bunker iznad mašine
14. Noseće konstrukcije
15. Rešetka za istresanje
16. Otprašivanje rešetke za istresanje
17. Transportna traka ispod kaluparskih mašina
18. Magnetni odvajač trakastog tipa
19. Elevator
20. Sito
21. Bunker starog peska-rezerva 2-3 časa
22. Dozirajuća traka
23. Skip
24. Mešalica
25. Trakasti dozer.

Na slici 8-4 prikazano je motorno sito. Primenjuje se u livnicama sa ručnim radom. Služi za prosejavanje peska, odvajanje gvozdenih opiljaka, armature jezgara i sl. Uspešno služi u livnicama koje rade sa prirodnim peskom. Koristi se takodje za preradu peska za popunu. Kapacitet ovakvih uredjaja je 1-1,5 m^3/h.



Slika 8-4

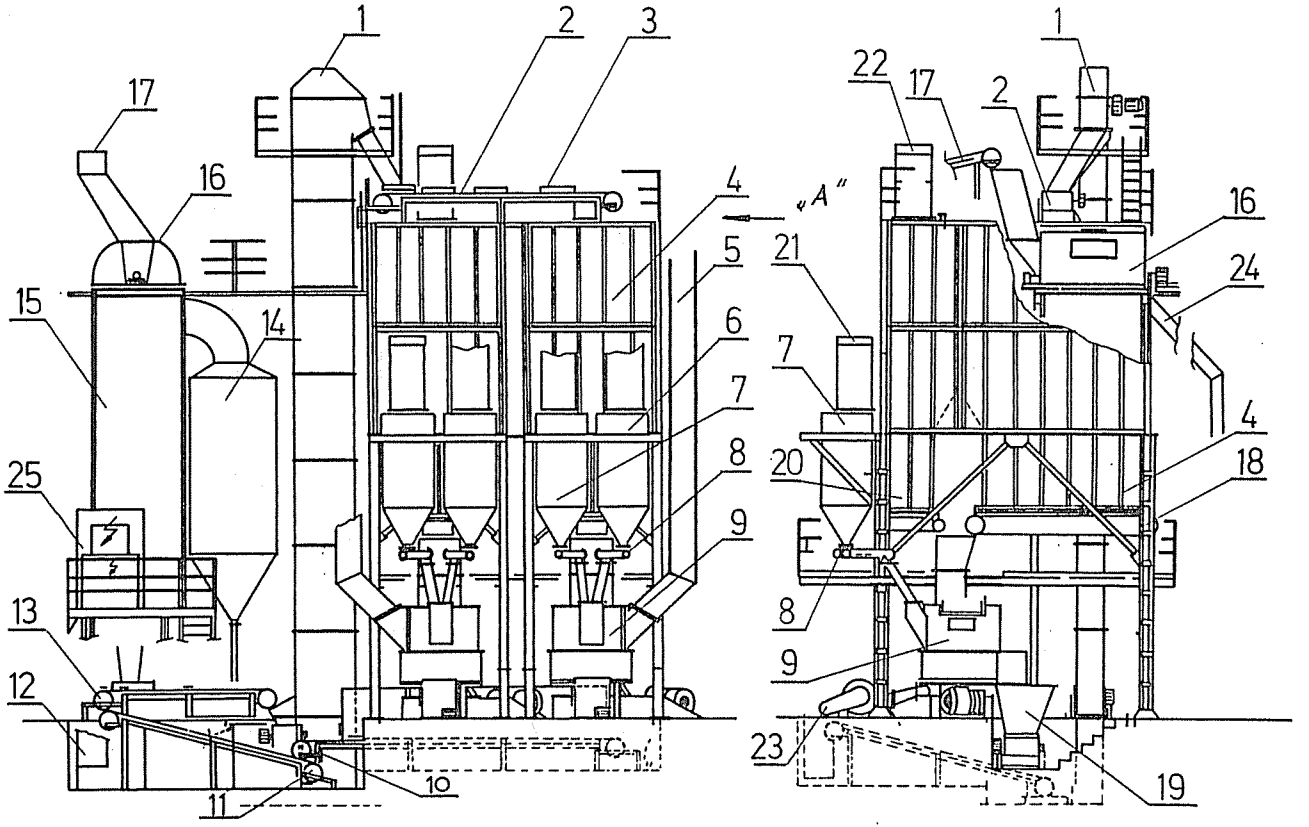
8.3. Podaci za projektovanje nestandardnih priprema peska u sklopu odelenja za kalupovanje

Već je ranije rečeno da priprema peska za kalupe nije u potpunosti standardizovana. Projektant je dužan da izabere najcelishodniju instalaciju koja odgovara najbolje nameni i vrsti livnice i da ih poveže u celinu. U tom cilju daju se glavne tehničke karakteristike osnovnih uredjaja koji sačinjavaju savremenu pripremu peska. Redosled je dat prema tehnološkom procesu.

Na slici 8-5 prikazana je automatizovana priprema peska 2x45 t/h.

8.3.1. Istresna rešetka

Ovaj uredjaj služi za istresanje odlivenih kalupa. Tehnički podaci su dati u poglavlju 10. Čistionica.



Sl.8-5

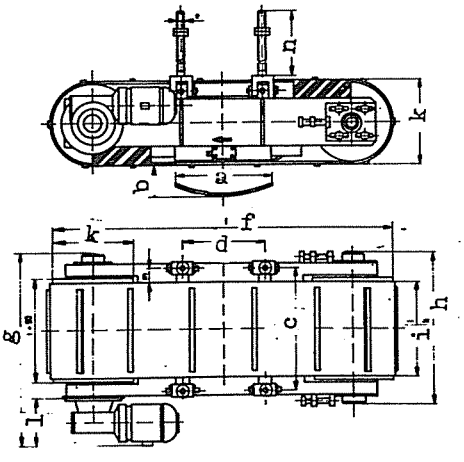
PDGLED "A"

Legenda uz sl.8-5 - PRIPREMA PESKA 2x35 t/h

1. Elevator
2. Traka ist.peska
3. Drisać
4. Dunker starog peska
5. Ventilacija mešalice
6. Bunker ugljene prašine
7. Dunker bentonita
8. Pužni dozer bentonit ugljen.prašina
9. Mešalica Spedmuhler
10. Traka pripremljenog peska
11. Traka pripremljenog peska
12. Traka pripremljenog peska
13. Traka ohladjenog peska
14. Ciklon hladnjaka
15. Hladnjak kaskadni
16. Sito
17. Traka istresnog peska

1. Elevator
16. Sito
4. Dunker starog peska
18. Dozer starog peska
19. Prihvatni levak pripremljenog peska
23. Ventilator Spedmuhlera
9. Mešalica Spedmuhler
8. Pužni dozer bentonit
20. Dunkernovog peska
17. Dovodna traka istovarnog peska
27. Cev za otpadni pesak
25. Komandni pult
7. Dunker bentonit i ug.prašina
21. Filter iznad bunkera bentonit-ug.prašina
22. Filter iznad bunkera novog peska

8.3.2. Magnetni odvajač



Slika 8-6

U tablici 8-4 su dati tehnički podaci za magnetne odvajače.

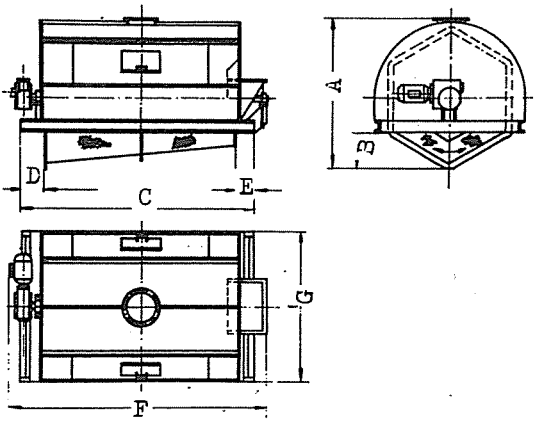
Tablica 8-4

a_{max} (mm)	b_{max} (mm)	Dimenzije (mm)									Pogon (kW)	Masa (kg)
		c	d	f	g	h	j	k	l	n		
500	100	500	320	1612	845	620	400	415	253	400	1,5	600
650	175	650	420	1762	945	720	500	415	253	400	1,5	730
800	225	800	570	2022	1095	870	650	415	253	400	1,5	1250
1000	280	950	720	2262	1245	1020	800	415	253	400	1,5	1720
1200	360	1150	920	2582	1445	1220	1000	415	253	400	1,5	2700
1400	450	1380	1090	3149	1710	1435	1200	510	307	500	2,2	4250
1600	500	1580	1290	3435	1910	1635	1400	510	307	500	2,2	5800
1800	580	1780	1490	3785	2110	1835	1600	510	307	500	2,2	7600

Napomena: Pre peskometa potrebno je obavezno postaviti magnetni odvajač bez obzira na postojanje magneta posle istresne rešetke. Ovo iz razloga što bi opiljci gvoždja, koje magnet ne bi odvojio bili štetni za model a isto tako i zbog zaštite radnika.

8.3.3. Rotaciono sito

Ovaj uredjaj, slika 8-7 ima zadatak da odvoji iz istresenog peska ostatke jezgara i svih krupnijih primesa.



Slika 8-7

Gabaritne mere i tehnički podaci za sita

Tablica 8-5

Tip		PS 20	PS 50	PS 80	PS 110
Kapacitet	(m^3/h)	10-35	25-60	50-100	80-150
Snaga motora	(kW)	4	5,5	7,5	11
Površina sejanja	(m^2)	6	10	14	18
Odsisni vazduh	m^3/h	3200	5000	8000	11000
Masa	(kg)	1500	1700	2400	3600
A (mm)		1675	2040	2405	2575
B (mm)		475	640	585	610
C (mm)		2310	2740	3355	4130
D (mm)		220	220	390	410
E (mm)		320	320	365	320
F (mm)		2925	3355	3802	4570
G (mm)		1720	2100	2450	2620

8.3.4. Bunkeri

Bunker rezervnog istresnog peska, koji se nalazi iznad mešalica treba da obezbedi 3-4 časovnu rezervu u odnosu na kapacitet mešalice.

Buner novog peska treba da obezbedi istu časovnu rezervu kao i bunker rezervnog istresnog peska, preračunat na učešće novog peska u šarži (vidi recepturu).

Bunker za bentonit i ugljenu prašinu treba proračunati prema procentualnom učešću ovih komponenata u šarži. Za ove komponente ukupna rezerva može da iznosi i dnevnu rezervu za 2 smene obzirom na malo procentualno učešće.

Bunker iznad kaluparskih mašina su zapremine 1-1,5 m^3.

8.3.5. Dozeri

Dozeri za elevator. Obično se primenjuju tanjirasti dodavači istog kapaciteta kao elevatori ili trakasti.

Dozeri za stari pesak. Doziranje starog peska vrši se zapreminskim dozerima, ili trakastim. Zapremina dozera odgovara zapremini jedne šarže izabrane mešalice. Ovi dozeri mogu da imaju i ugradjenu vagu. Težinsko odmeravanje šarže uvek je tačnije od zapreminskog.

Dozeri za novi pesak. Ovi dozeri mogu biti zapreminski ili trakasti. Ovaj dozer treba da obezbedi procentualno učešće novog peska u šarži izabrane mešalice.

Dozeri za bentonit i ugljenu prašinu. Za mešalice do 300 lit. po šarži ovi dodaci mogu se ubacivati ručno. Za veće kapacitete primenjuju se pužni dozeri. Savremenije je rešenje da se bentonit i ugljena prašina ubacuju kao emulzija sa vodom. Ovim se obezbedjuje tačnije doziranje i izbegava se prašina koja se stvara pri doziranju ovih elemenata.

Doziranje vodom. Voda se može dozirati preko vodomera sa relativnim očitavanjem (običan vodomer), ili specijalnim vodomerima koji očitavaju apsolutni protok.

8.3.6. Mešalica peska

Mešalica peska je osnovni agregat za pripremu peska. Tipovi mešalice mogu biti:

a) diskontinualnog tipa
   - tanjir mešalice je fiksan, valjci i lopatice pokretni (tip Simson, Speedmuler),
   - tanjir je okretan a valjci fiksni (tip Pramaggiore),

b) Kontinualnog tipa (tip Foudry Equipment, Junkart).

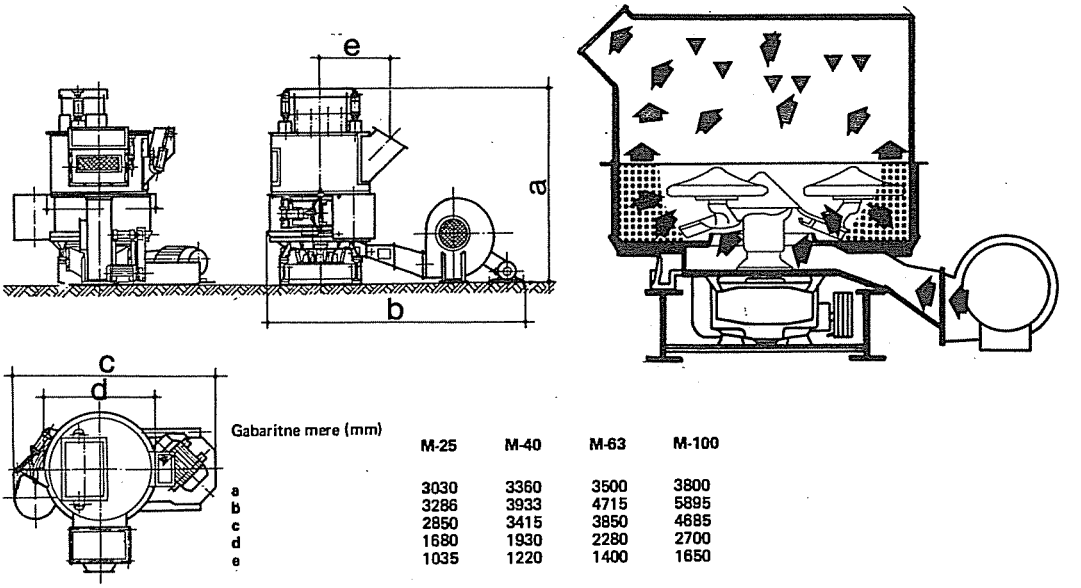
Prednosti jednih nad drugima teško je podvući. Može se reći da svaki ovaj tip obezbedjuje kvalitetni pesak.

Kod diskontinualnog procesa pripreme peska (mešanja) otežana je kontrola kvaliteta peska.

Posebno se može naglasiti da Speedmuler ima prednost u odnosu na ostale pošto mu je ciklus mešanja sveden na minimum 60-120 sec, ali zahteva uredjaj za hladjenje peska u toku mešanja.

Speedmuler proizvodi se u sledećim veličinama: 27 t/h; 45 t/h; 70 t/h i 114 t/h.

Mešalica za pesak (Speedmuler)



	M-25	M-40	M-63	M-100
a	3030	3360	3500	3800
b	3286	3933	4715	5895
c	2850	3415	3850	4885
d	1680	1930	2280	2700
e	1035	1220	1400	1650

Slika 8-8
Tehnički podaci za mešalicu (sl.8-8)

Tablica 8-6

Tip mešalice	M-16*	M-25	M-40	M-63	M-100
Kapacitet za ciklus					
60 sec.(t/h)	10**	27	45	72	114
90 sec.(t/h)	20**	19	30	50	80
Motor mešalice (kW)	30	45	75	90	136
Motor ventilatora (kW)	-	11	15	18,5	22
Količina vazduha za hladjenje (m^3/h)	-	10000	15000	20000	25000
Težina šarže (kg)	700	475	760	1200	1900
Broj točkova	2	2	2	2	3
Priključak komprimiranoga vazduha (inch)	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4
Prečnik mešalice (mm)	1800	1385	1640	2000	2400
Težina mešalice (t)	3,4	4,5	8,8	9	12

* M-16 Mešalica sa vertikalnim točkovima. Visina od poda 2180 mm.
** Kapacitet za ciklus 2-4 min.

8.3.7. Dozeri pripremljenog peska

Pražnjenje mešalice mora da se obavi u vremenu do 30 sec. Znači da iza mešalice mora da se postavi prijemni bunker sa dozerom koji je u stanju da primi kompletnu šaržu jedne mešalice i da je kontinualno dozira u sledeći transportni uredjaj.

Mogu se preporučiti tanjirasti dodavači i dozeri sa polugama. Njihov kapacitet mora da odgovara kapacitetu jedne šarže izabrane mešalice.

8.3.8. Bunker za pripremljeni pesak

Savremene instalacije pripreme peska poseduju i bunker za pripremljeni pesak. Kapacitet ovakvog bunkera treba da obezbedi rezervu za 3-4 časa od časovnog kapaciteta izabrane mešalice. Pražnjenje ovakvih bunkera je vrlo delikatan problem pa se mogu preporučiti dozeri sa polugama i trakasti dozeri.

Napomena:

U najsavremenijim livačkim postrojenjima sve veću primenu nalazi "vibrotehnika", kod koje se primenjuju elektromagnetski vibratori koji se postavljaju na odgovarajuće posebno konstruisane dozere. Prednost ovih dozera je u tome što nemaju rotirajućih - abajućih delova što je vrlo povoljno obzirom na uslove rada pri transportu peska.

Transport peska ka aeratoru (vejač peska) može se vršiti elevatorom ili kosom trakom. Ovde treba istaći da elevator mora imati emajlirane kofice zbog lepljenja peska i veći kapacitet od nominalnog časovnog kapaciteta mešalice. Ovo povećanje može biti do 30%.

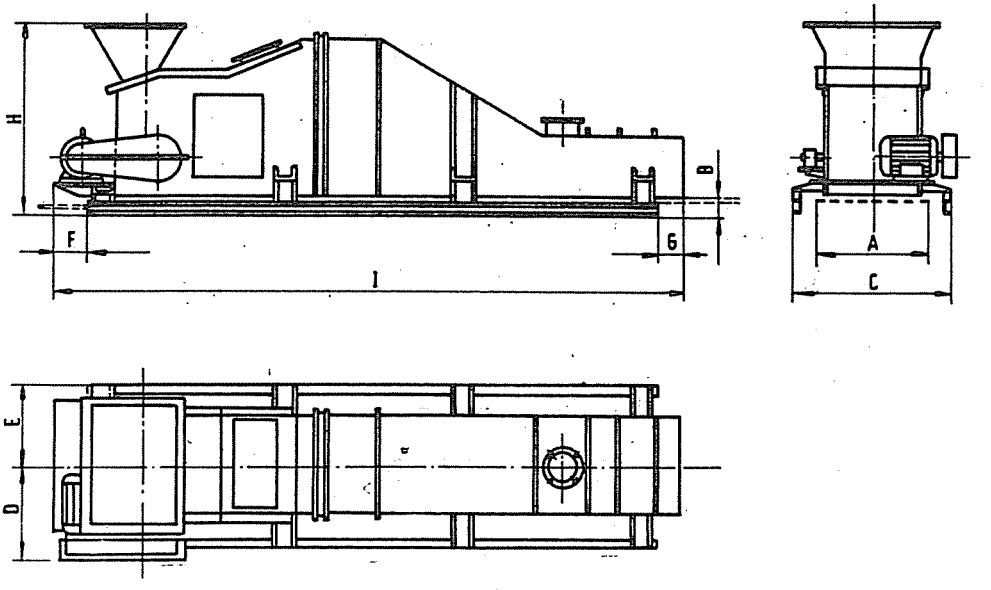
Primena trake uopšte obezbedjuje sigurniji rad u transportu vlažnog peska, no ova koncepcija ima nedostatak da zauzima dosta korisnog prostora (zbog ograničenog nagiba za vlažan pesak max. 22°).

8.3.9. Aerator

Zadatak ovog uredjaja je da proveje pripremljeni pesak - slika 8-8 u cilju dobijanja bolje plastičnosti, a vrši se rotorom sa ravnim lopaticama.

8.3. Hladjenje kaluparskog peska

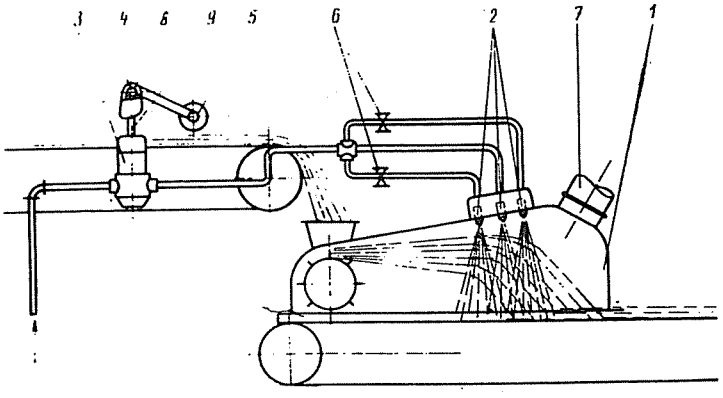
Istresen kaluparski pesak ima temperaturu od 70-100°C kod sitnih i srednjih odlivaka. Hladjenje peska može se vršiti sa rasprešenim kapljicama vode, slika 8-9, uredjajem nazvanim "Coolevayor" 8-10 i kaskadnim hladnjakom u obliku bunkera 8-11.



Slika 8-8

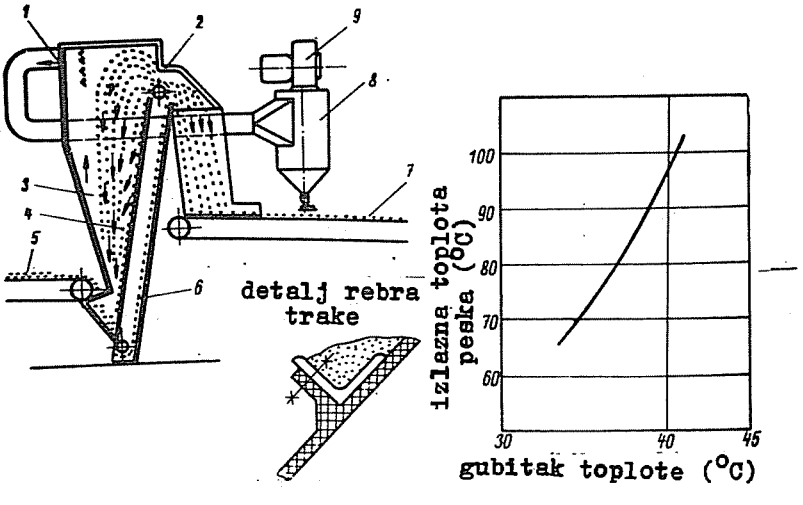
Tablica 8-7

Tip aeratora	A 500	A 650	A 800	A 1000
Kapacitet (m^3/h)	50	80	110	150
Snaga motora (kW)	7,5	11	15	18,5
Max.količina odsisovanog vazduha (m^3/h)	2000	2500	2500	3000
Masa	820	900	980	1100
Širina transportne trake (mm)	500	650	800	1000
B (mm)	790	940	1140	1380
C (mm)	505	565	640	730
D (mm)	395	470	570	680
E (mm)	240	240	240	240
F (mm)	180	180	180	180
G (mm)	1309	1309	1309	1309
H (mm)	4440	4440	4440	4440



Sl.8-9. Sistem vlaženja peska rashladjivačem AP25 |1|

1. rashladjivač AP25, 2.dizne, 3.regulacioni ventil, 4.breg za upravljanje regulacionim ventilom, 5.kontrola količine peska, 6.regulacioni ventil, 7.usisne cevi, 8.osovina, 9.potiskivač.



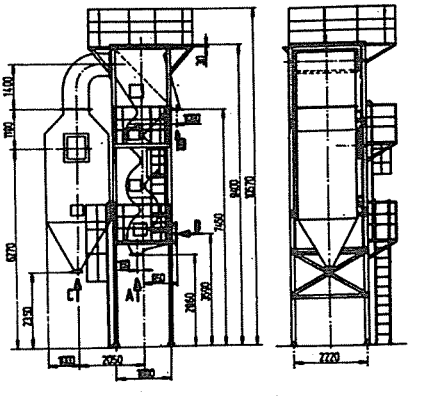
Slika 8-10

Na slici 8-10 levo prikazan je princip rada "Coolevayor"-a 1.usisna cev, 2. omotač, 3. pesak koji se vraća i hladi, 4. transportna traka sa lopaticama, brzina trake v=175 m/min., 5. topli pesak, 6. donja strana trake sa lopaticama, 7. ohladjen pesak, 8. ciklon, 9. ventilator.

Tehnički podaci "Coolevayer"-a /BONVILLAIN RONCERAY/.

Tablica 8-8

Širina trake	(mm)	300	450	600	900	1200
Količina hladjenog vazduha	(t/h)	10-12	15-20	20-25	30-40	40-50
Snaga elektromotora	(kW)	2	3	5	7,5	10
Količina izduvnog vazduha	(m^3/h)	5000 5000	7500	10000	15000	20000
Potrebna snaga ventilatora	(kW)	4	6	8	8	8



Slika 8-11

Kaskadni hladnjak		
Kapacitet	50 m^3/h	100 m^3/h
Količina otsisnog vazduha	30.000 m^3/h	70.000 m^3/h
Masa	4.400 kg	8.500 kg.

8.5. Opšte o pripremi peska

Na bazi ključnih mašina za pripremu peska projektantu ostaje da poveže ove elemente u celini pomoću standardnih konstrukcija: traka, elevatora i dodavača.

Tendencija pripreme peska je da ide u visinu u cilju uštede u prostoru. Preporučljivo je predvidjati uvek, kad god je to moguće, bunker rezerve istresenog peska i bunker rezerve pripremljenog peska. (Nije ekonomski opravdano, no obezbedjuje sigurnost u radu).

Električne komande pripreme peska treba postaviti na centralnom mestu sa svetlećim ekranom i šematizovanim tehnološkim procesom. Kod elektro komandi potrebno je predvideti sistem "blokiranja" svakog uredjaja u cilju bezbednosti rada i šemu na kojoj se mogu odmah utvrditi mesta kvara - zastoja.

Na slikama 8-12; 8-13; 8-14 prikazane su domaće mehanizovane livnice, odeljenje kaluparnice i priprema peska.

Na sl. 8-15 prikazana je kaluparnica za pripremu peska, BMD, Z.Nemačka.

8.6. Regeneracija peska

U današnjoj livnici i pored savremene tehnologije kvarcni pesak ostaje u 95% slučajeva glavni medijum (najjeftiniji), sa kojim se izradjuju kalupi. Medjutim, javlja se problem otpadnog peska:

1. Kod sintetskog peska otpada do 15%
2. Kod furanskog peska otpada do 95%
3. Kod shell -(školjkastog livenja) otpada do 95%
4. Kod CO_2 postupka otpada do 95%
5. Pesak koji se upotrebljava za jezgra do 100%.

Postavljaju se dva problema:

- gde stokirati otpadni pesak?
- da li je postupak rentabilan?

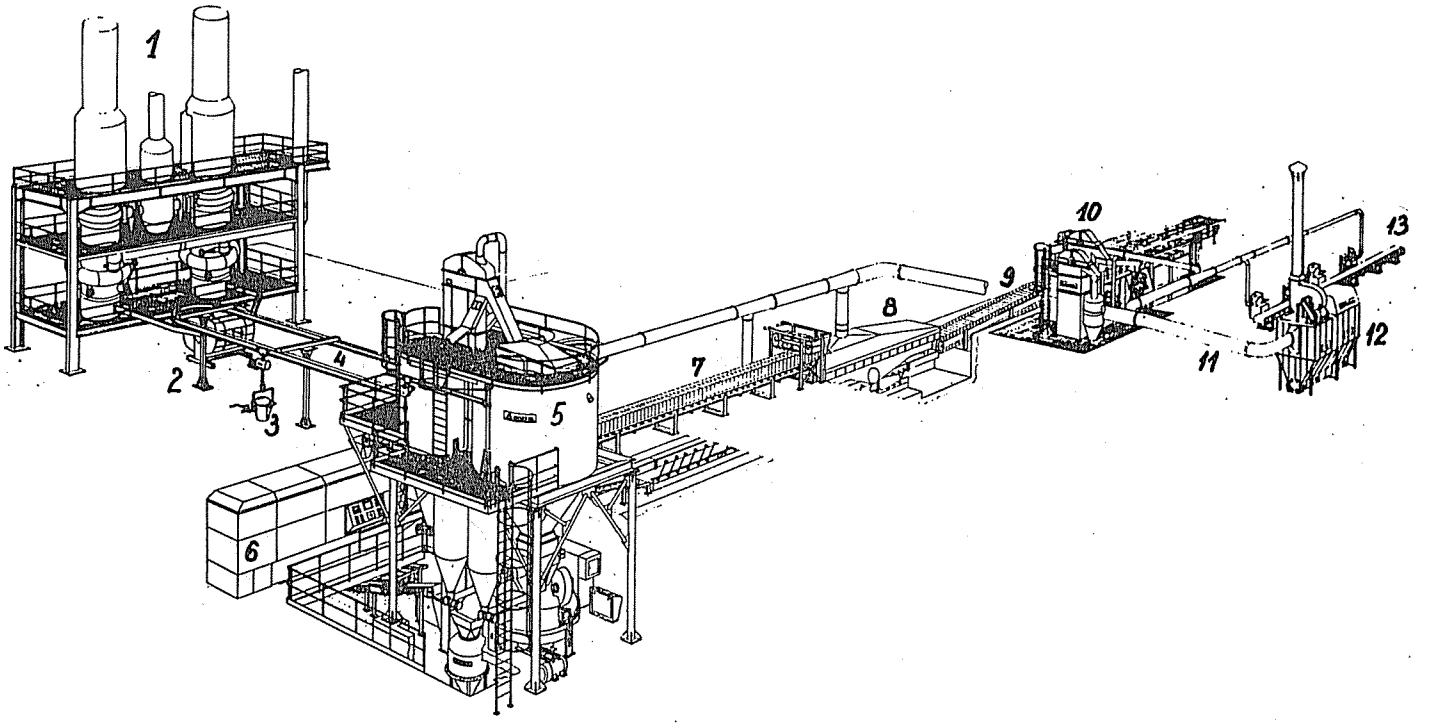
Ovo činjenično stanje zahteva u bliskoj budućnosti da sve livnice rešavaju pitanje otpadnog peska.

Postoje uglavnom tri tipa regeneracije:

- vlažna regeneracije otpadnog peska
- suva regeneracija otpadnog peska
- topla regeneracija otpadnog peska.

8.6.1. Vlažna regeneracija peska zahteva sistem drobljenja i hidroklasere za ispiranje i klasificiranje opranog peska i najzad sušenje.

Proces je vrlo efikasan, no pretstavlja najskuplje rešenje.Primenjena je kod Sulzer-Švajcarska i ekonomska računica je pozitivna, jer u Švajcarsku se uvozi kvalitetan pesak usled nedostatka sopstvenih nalazišta. Ova regeneracija je najekonomičnija za pesak CO_2

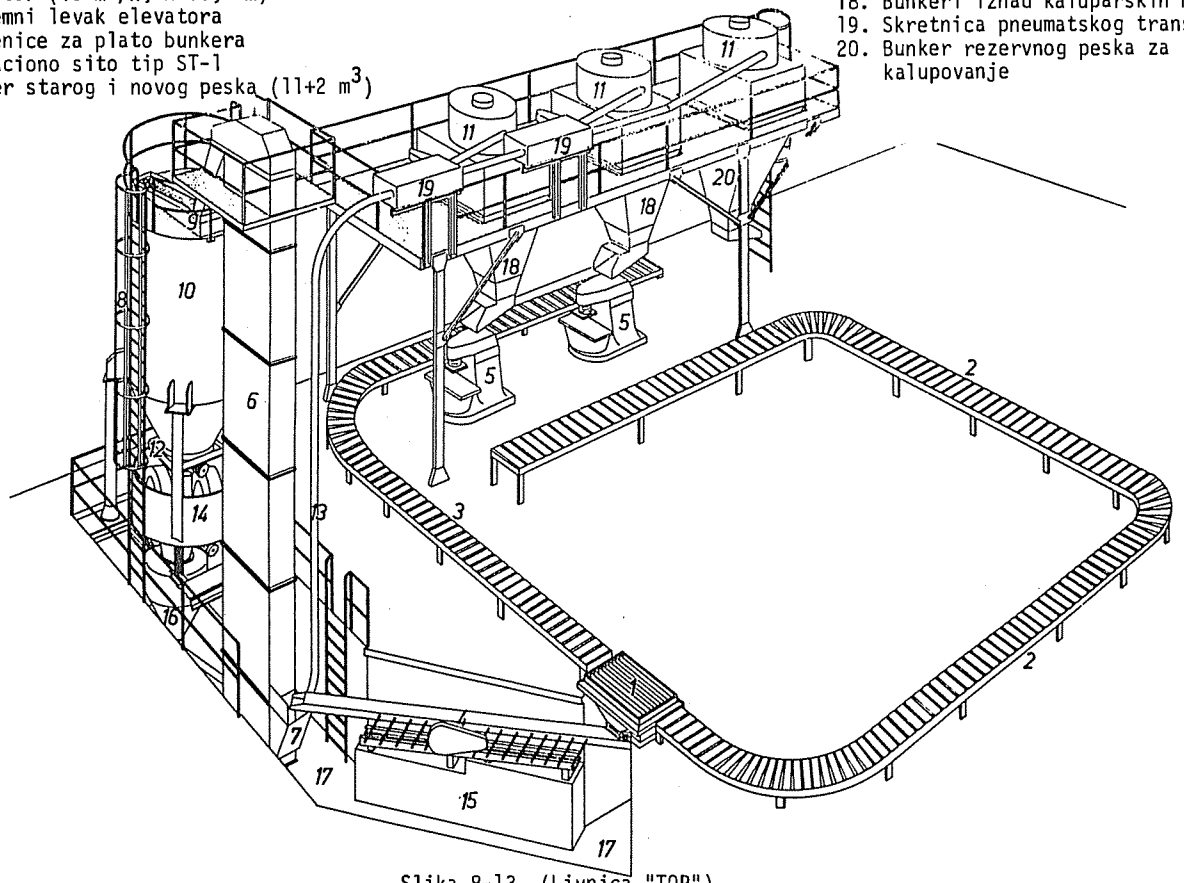


Slika 8-12 (Livnica "GOSTOL")

1-kupolne peći, 2-predpećica, 3-livački lonac, 4-monorej za livenje, 5-priprema peska, 6-automatska kaluparska mašina DISAMATIC, 7-zona livenja, 8-istresna rešetka sa ventilacionom haubom, 9-pločasti transporter za hladjenje odlivaka, 10-kontinualni uredjaj za čišćenje, 11-ventilacioni cevovod, 12-vodeni filter, 13-čistionica.

L E G E N D A

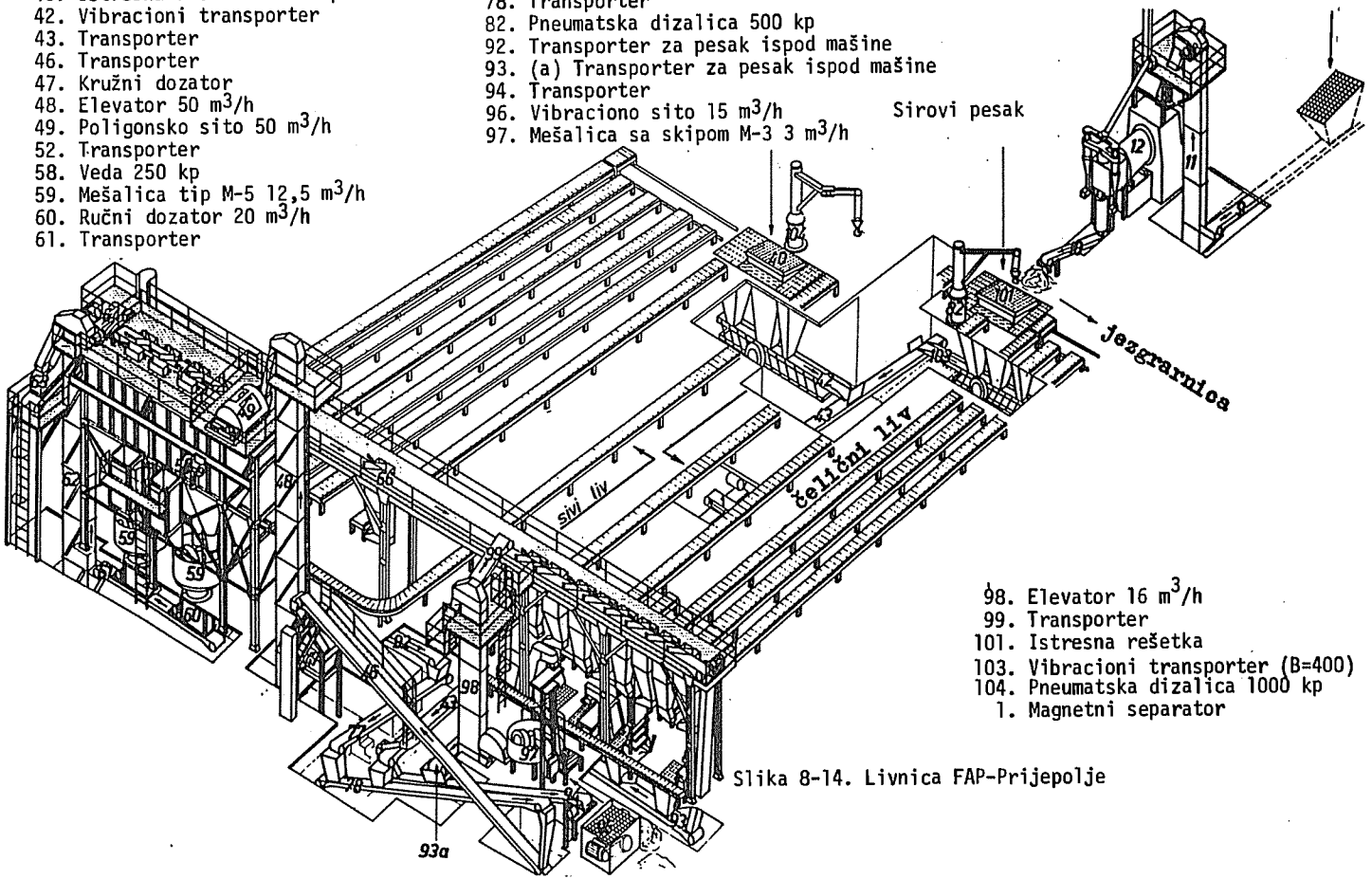
1. Istresna rešetka tip IR-02
2. Valjčasti transporter za pune kalupe
3. Valjčasti transporter za prazne kalupe
4. Vibracioni transporter (B=400; L=4 m)
5. Kaluparska mašina tip Foromat 10-A
6. Elevator (15 m^3/h; H=11,5 m)
7. Prijemni levak elevatora
8. Stepenice za plato bunkera
9. Vibraciono sito tip ST-1
10. Bunker starog i novog peska (11+2 m^3)
11. Prihvatna posuda za pesak
12. Tanjirasti dodatak (Ø 1500 mm)
13. Cevovod pneumatskog transporta
14. Mešalica za pesak tip M-3
15. Temelj vibracionog transportera
16. Prijemna posuda pneumatskog transporta
17. Podzemni hodnik
18. Bunkeri iznad kaluparskih mašina
19. Skretnica pneumatskog transporta
20. Bunker rezervnog peska za ručno kalupovanje



Slika 8-13. (Livnica "TOP")

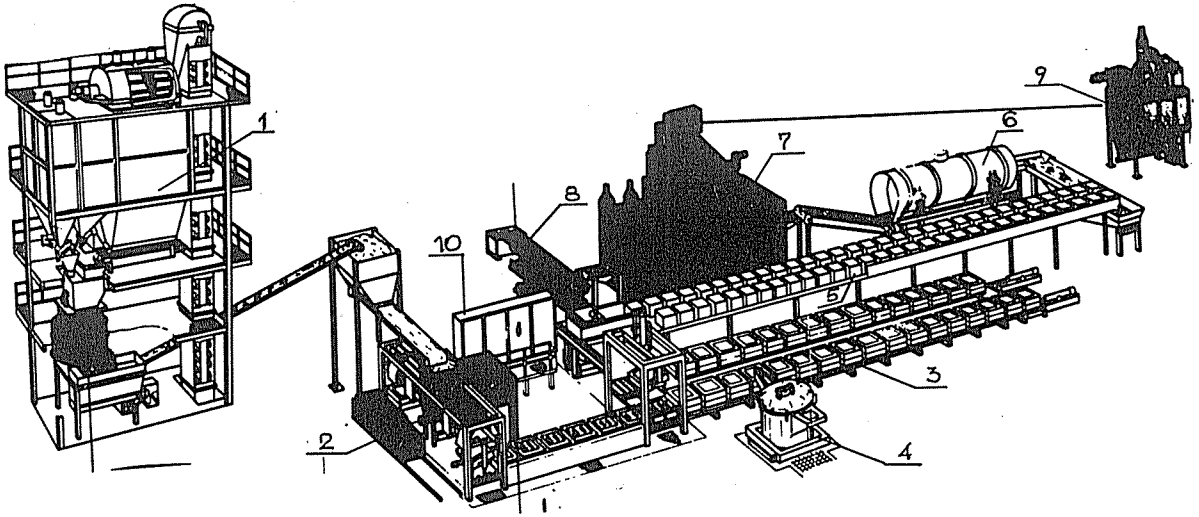
L E G E N D A

9. Transporter do 70 m^3/h
10. Transporter
11. Elevator 16 m^3/h
12. Rotaciona peć 3 t/h
40. Istresna rešetka 1000 kp
42. Vibracioni transporter
43. Transporter
46. Transporter
47. Kružni dozator
48. Elevator 50 m^3/h
49. Poligonsko sito 50 m^3/h
52. Transporter
58. Veda 250 kp
59. Mešalica tip M-5 12,5 m^3/h
60. Ručni dozator 20 m^3/h
61. Transporter
62. Elevator 50 m^3/C
63. Aerator 50 m^3/h
64. Transporter
65. Transporter
77. Transporter
78. Transporter
82. Pneumatska dizalica 500 kp
92. Transporter za pesak ispod mašine
93. (a) Transporter za pesak ispod mašine
94. Transporter
96. Vibraciono sito 15 m^3/h
97. Mešalica sa skipom M-3 3 m^3/h



98. Elevator 16 m^3/h
99. Transporter
101. Istresna rešetka
103. Vibracioni transporter (B=400)
104. Pneumatska dizalica 1000 kp
1. Magnetni separator

Slika 8-14. Livnica FAP-Prijepolje



Slika 8-15

L E G E N D A:

1. Priprema peska
2. Kaluparska mašina
3. Konvejer taktni
4. Lonac za livenje
5. Kalupi na liniji hladjenja
6. Istresanje
7. Kontinualni uredjaj za čišćenje
8. Vibracioni transporter
9. Filter
10. Komadni orman

Površina pripreme peska cca 8x12 m
Površina kaluparnice cca 15x60 m

Proizvodjač B.M.D. Z.NEMAČKA

8.6.2. Suva regeneracija našla je do sada najširu primenu. Proces regeneracije sastoji se u sledećem: istresanje kalupa, odvajanje gvozdenih opiljaka, drobljenje, prvo hladjenje, jer često istrešen pesak dostiže temperaturu i do 400°C (pesak se fluidizira). Zatim se pesak stokira. Pneumatskim odašiljačem pesak prolazi kroz filter gde se odvoji prašina a čisto zrno peska odlazi u specijalni hladnjak čiji je zadatak da ohladi pesak do 25°C. Ovo iz razloga, što ako bi pesak bio topliji u kontaktu sa vezivima bi stvarao grudve, te bi bio neupotrebljiv.

Posle hladjenja pesak se transportuje pneumatski do silosa iznad kontinualnog mešača. Ovakvom i sličnim regneracijom postiže se stepen odvajanja do 95%. Regeneracije ovog tipa mogu se preporučiti za pesak sa furanskim vezama sl.8-16.

Za bentonitne peskove koristi se takodje suva regeneracija. Na slici 8-17 je dat izgled regeneracije kapaciteta 4-15 t/h.

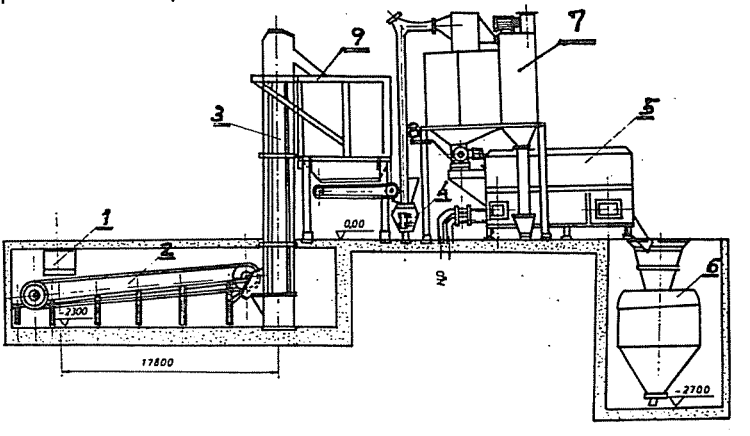
8.6.3. Topla regeneracija: Ovom regeneracijom sav pesak prolazi kroz protočnu peć i na temperaturi cca 350°C sva veziva furanska ili druga sagorevanja i time zrno peska postaje čisto i spremno za ponovnu upotrebu. (Za pesak pod 3 i za jezgra radjena po shell-u i (HOT BOX), sl.8-18.

Ovakav tip regeneracije preporučljiv je u slučajevima izrade kalupa i jezgara po Shell-molding postupku. Poznato je da se školjka i jezgro po ovom postupku dobija pečenjem do 250°C, te je veza zrno peska - vezivo jaka. Obično drobljenje i separacija kao pod 8.6.2.ne obezbedjuje uspelu regeneraciju.

Instalacije tople regeneracije izradjuju se u modulima od 5 t/h, 10 t/h i 15 t/h.

8.6.2. Regeneracija furanskog peska

Kapacitet 4-15 t/h

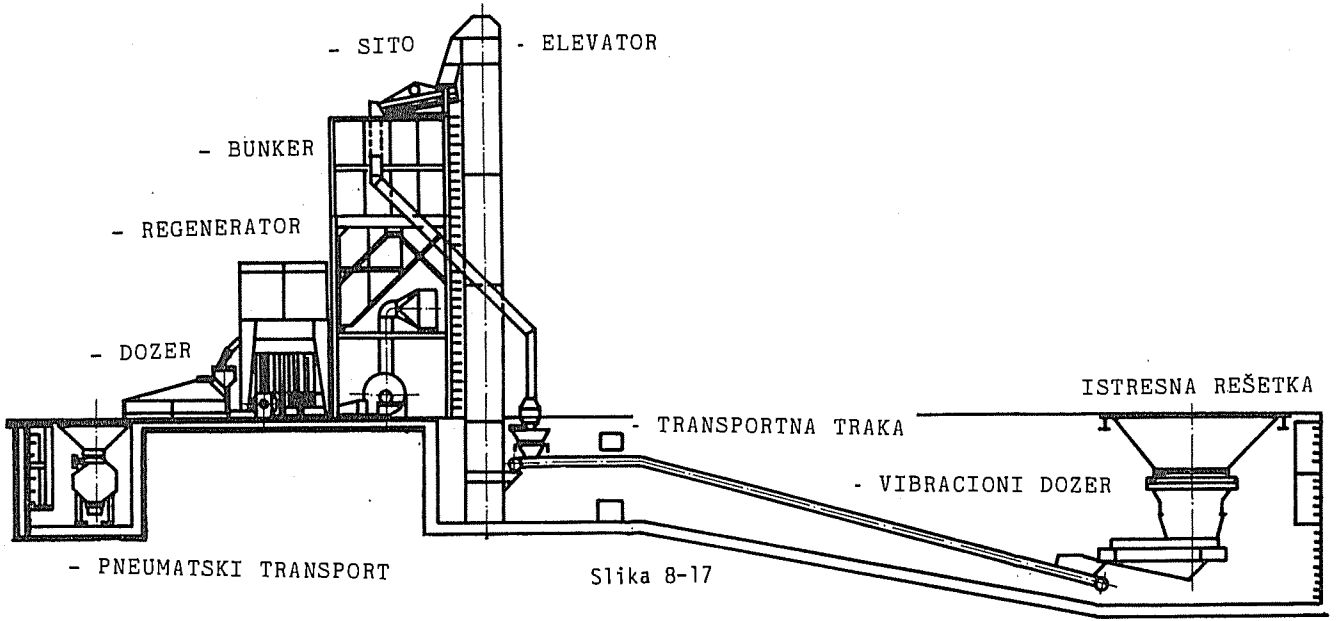


Slika 8-16

1. Istresna rešetka
2. Transportna traka
3. Elevator
4. Fina drobilica
6. Hladnjak
6. Posuda za pneumatski transport
7. Filter
8. Pužni transporter
9. Bunker

Površina potrebna za regeneraciju 4 t/h 12x6 m, visina 8 m

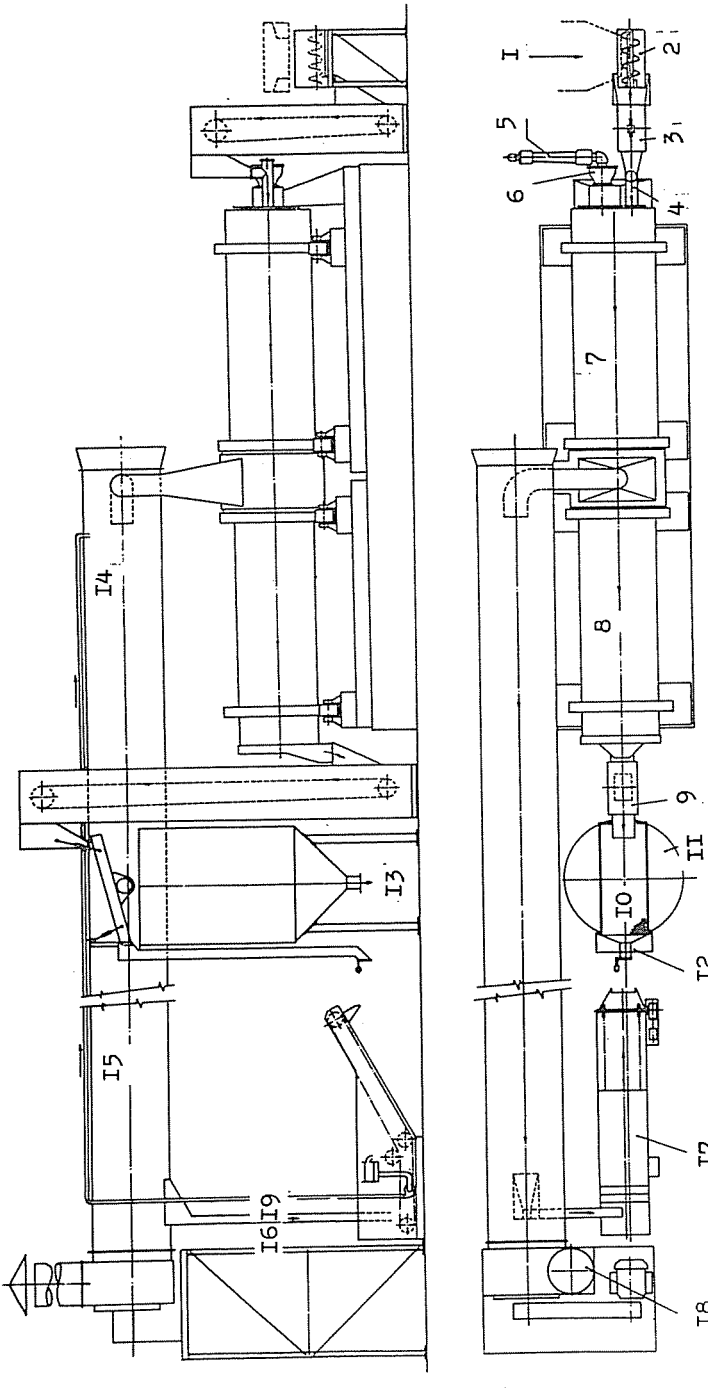
|od elevatora (3) do posude (6)|


- SITO
- ELEVATOR
- BUNKER
- REGENERATOR
- DOZER
ISTRESNA REŠETKA
- TRANSPORTNA TRAKA
- VIBRACIONI DOZER
- PNEUMATSKI TRANSPORT

Slika 8-17

8.6.3. Topla regeneracija

Proizvodjač: FORDATH,WEST BRONWITCH, ENGLESKA



Slika 8-18

8.7. Površine pripreme peska

Za ovo odelenje ne postoje pokazatelji na osnovu kojih bi se odredjivale približne površine pripreme peska.

U principu nad mešalicom kao osnovnoj mašini postavljaju se bunkeri starog i novog peska koju definišu površinu potrebnog prostora.

Tendencija je da se priprema peska gradi u visinu. Ovo zahteva da se nad ovom instalacijom postavlja povišen krov ili odgovarajuće "badže".

Zbog prednjeg često se kod većih livnica pripreme peska postavljaju u posebnu zgradu.

8.8. Radna snaga

Priprema peska gde nije sprovedena automatizacija rade 2-3 čoveka a na automatizovanim 1 čovek. Za nadzor rada traka koriste se 1-2 radnika ukoliko nisu ugradjeni mikroprocesori koji na ekranu signaliziraju kvar svakog pojedinačnog uredjaja.

Literatura

|1| Zarizeni Slevaren, Grupa autora, ČSSR.

* Pojedinačna oprema pripreme peska
Prospekti Gostor.Nova Gorica

9. J E Z G R A R N I C E

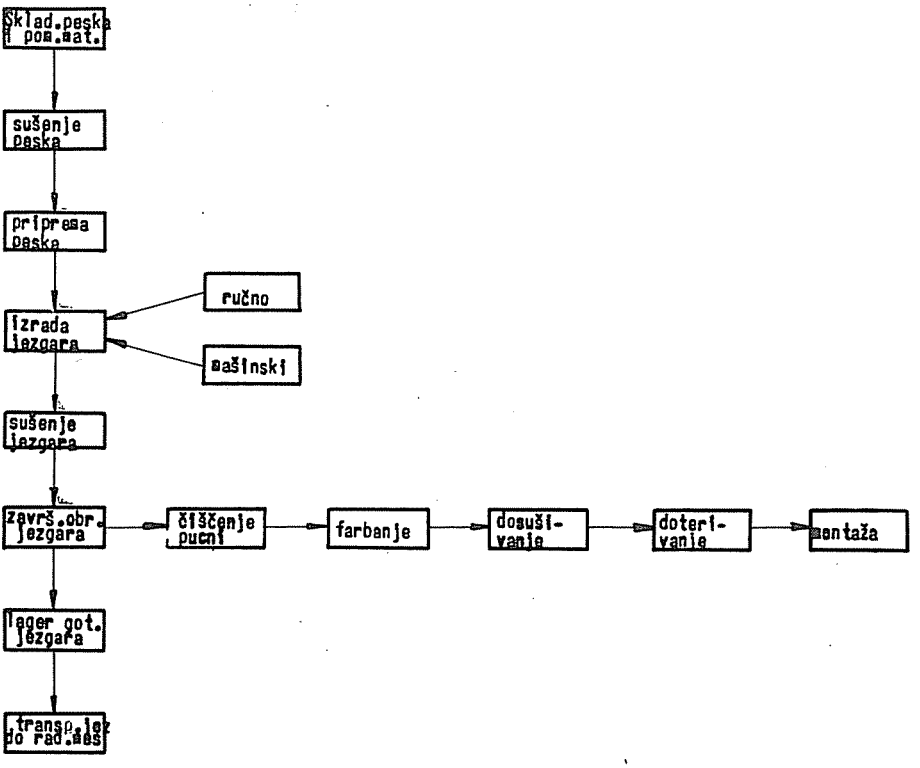
Izrada jezgara je sastavni deo proizvodnje odlivaka. Dobijanje unutrašnjih oblika odlivaka obezbedjuje se jezgrom. Jedan odlivak može imati jedno jezgro i više (blok motora i do 25 kom). Uklapanje jezgara u kalupu zahteva preciznu izradu jezgara. Tolerancije izrade jezgara idu i na desete delove od milimetra.

U livnicama motornog liva jezgarnica ima poseban značaj po obimu proizvodnje i površini koju zauzima.

Jezgarnica ima svoj poseban tehnološki proces koji je sastavni deo tehnološkog procesa livnice.

Na slici 9-1 prikazan je tehnološki proces jezgarnice.

Tehnološki proces jezgarnice



Slika 9-1

9.1. Program proizvodnje jezgrarnice

Na osnovu proizvodnog programa livnice utvrdjuje se program jezgrarnice.

Kao što se odlivci dele u odredjene težinske grupe,takodje se i jezgra dele u odredjene težinske odnosno zapreminske grupe. Zapreminske grupe zato, što su sve mašine za izradu jezgara definisane sa zapreminom koju mogu da popune u jezgreniku. Specifična težina peska za jezgra je 1,4 kg/dm^3.

Tablica 9.1

Zapreminska podela (lit.)	1	5	12	25	80	80
Težinske podele (kg.)	1,4	7	16,9	35	112	preko 112

Za težinske, odnosno zapreminske grupe, ovo su gornje granice, pošto zapremina jezgra često nije jedino merilo po kome se odredjuje tip mašine već to zavisi i od konfiguracije jezgra (primer: jezgro vodenog prostora glave motora - tanko a dugačko).

Rekapitualcija proizvodnog programa

Tablica 9-2

Kategorija jezgra	Broj komada godišnje bruto	Broj komada godiš.bruto povećano za 7% škarta	Kg/god. bruto	Kg godišnje bruto povećano za 7% škarta u jezgrarnici	Ukupno vreme za izradu godišnje	Fond fremena 1 mašine	Broj mašinskih ili ručnih radnih mesta
	1	2	3	4	5	6	7
Do 1 litra							
Do 5 litara							
5 do 12 lit.							
12 do 25 lit.							
25 do 80 lit.							
Preko 80 lit.							

Proizvodni program treba analizirati da bi se utvrdilo:

- da li je proizvodnja pretežno ručna ili mašinska; mašinska će biti tada ako je iskorišćenje mašina minimum 60%;

- da li je potreban rad u jednoj ili dve smene; ovo je važno sa gledišta usklađenja rada u jezgrarnici sa radom kaluparnice. Dešava se da jezgrarnica mora pripremati jezgra u dve smene iako kaluparnica radi u jednoj smeni; ovo uglavnom zavisi od tipa odlivaka i količine jezgara. Primer za livnice motornog liva; odnos jezgara je u odnosu na težinu odlivka 1:1 a često i više u korist jezgara; za fazonske delove 0,8:1; za poljoprivredne mašine 0,3:1; za mašinske alatke 0,6:1. Ovi odnosi daju ideju o potrebi u jezgrima a samim tim i veličinu jezgrarnice.

- da li lokacija jezgrarnice u odnosu na kaluparnicu obezbedjuje minimalni transport;

- da li skladište peska za jezgrarnicu treba da bude u sklopu centralnog skladišta;

- da li jezgra raditi po CO_2 postupku; HARDEX-SO_2;

- da li jezgra raditi po postupku toplih kutija (Hot Box); Shel (školjka); CoLD-Box (po hladnom postupku) "Q" proces.

- da li jezgra raditi sa samoočvršćavajućm vezivima.

9.2. Proračun mašine za izradu jezgara

Za formiranje tablice 9-2, rubrike 6, potrebno je odrediti vreme potrebno za izradu jezgara pojedinih kategorija.

Jezgra se mogu izradjivati ručno ili mašinski - duvanjem ili ispucavanjem (Kernblassmaschinen i Kernschiesmaschinen).

Podaci o vremenu izrade pojedinih jezgara dati su u tablici 9-9 za ručni rad. Časovni kapacitet koji garantuje firma Röper Werk Dülken, Zapadna Nemačka su:

za mašine do 1 lit.	90 jezgara/h
za mašine do 5 lit.	60 jezgara/h
za mašine do 12 lit.	45 jezgara/h
za mašine do 25 lit.	30 jezgara/h
za mašine do 80 lit.	10-15 jezgara/h.

Realizacija ovog kapaciteta odnosno vremena zavisi od organizacije radnog mesta i dovoljnog broja alata u opticaju.

9.3. Izbor tipa mašina za izradu jezgara

Klasifikacija mašina za izradu jezgara

Podela na osnovu primenjene mešavine peska:

- mašine za izradu jezgara od uljanog peska
- mašine za izradu jezgara po postupku CO_2

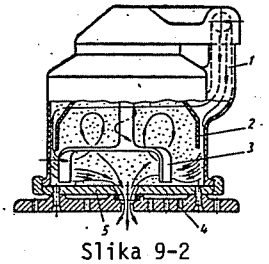
- mašine za izradu jezgara po Hot-Box (topli jezgrenik)
- mašine za izradu jezgara po Shel (školjka)
- mašine za izradu jezgara po Cold-Box (hladni postupak)
- mašine za izradu velikih - pojedinačnih jezgara sa samoočvršćavajućim vezivima,
- mašine po postupku Hardex-SO_2.

Podela prema načinu rada:

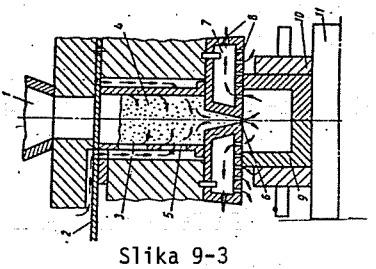
- individualna proizvodnja jezgara
- serijska izrada jezgara.

a) automati sa obrtnim stolom
b) transfer-mašine
c) individualne automatske mašine.

Već je pomenuto da postoje dva tipa mašina za izradu jezgara: mašine za izduvavanje i ispucavanje. Radi uporedjenja daje se princip rada ovih mašina.



Slika 9-2


Slika 9-3

Na slici 9-2 prikazan je princip rada mašine za jezgra za izduvavanje. Vazduh iz mreže dolazi u rezervoar 1 i struji kroz pregradu 2, koja je od perforiranog lima. Mešač 3 se okreće i održava pesak u rastresitom stanju. Pesak u struji vazduha prolazi kroz ploču sa otvorom 5 u jezgreniku. Višak vazduha izlazi kroz procepe 4.

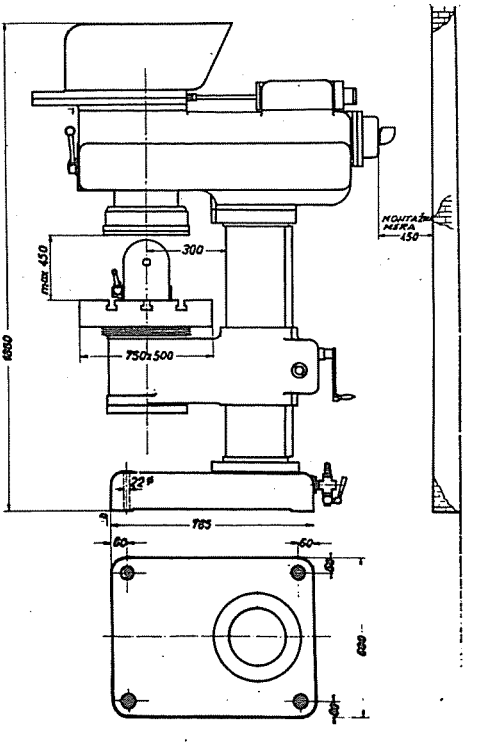
Na slici 9-3 prikazan je princip rada mašine za "ispucavanje jezgara". 1 bunker peska, 2. zasun koji se zatvori kada se napuni peskom cilindar 5. Kanal 3 dovodi vazduh iz mreže, 4. pesak za jegra (1, 5, 12, 25 lit. u zavisnosti od tipa mašine). Aktiviranjem ručice za dovod vazduha kompletna masa peska iz cilindra pod pritiskom vazduha prolazi kroz otvor 6 u jezgrenik 9. Višak vazduha izlazi iz jezgrenika kroz otvore 8 preko kolektora 7. Otvori za višak vazduha nalaze se i na jezgreniku (sita). 10 je stezač jezgrenika a 11 sto mašine.

Prednost mašine za izduvavanje je u tome, što su ove jeftinije i omogućavaju bez komplikovanog alata dobro popunjavanje jezgrenika. Glavni nedostatak je brzo abanje alata.

Mašine za ispucavanje su skuplje, potrebna je duža priprema i osvajanje procesa ali su zato sigurnije u radu i abanje alata je minimalno. Mašine za ispucavanje mogu se preporučiti kao savremenije i imaju sve veću primenu.

Tehnički podaci za mašine za ispucavanje (Sl.9-4)

Sadržaj peska u cilindru	1 lit.	5 lit.	12 lit.
Sadržaj peska u bunkeru	10	40	90
Potrošnja vazduha pri normalnim uslovima (količina usisnog vazduha po jednom duvanju)	24	120	300
Vreme ispucavanja po jezgru pri pomeranju stola od 10 min.	2 sec.	3 sec.	4 sec.
Hod pneumatskog stola	30 mm	100 mm	100 mm
Vertikalno podešavanje stola	250	450	450 mm
Pritisak stola pri 6 atm.	0,57	1,9	3 t.



Proizvodjač: Röper Werk Z.Nemačka

Slika 9-4

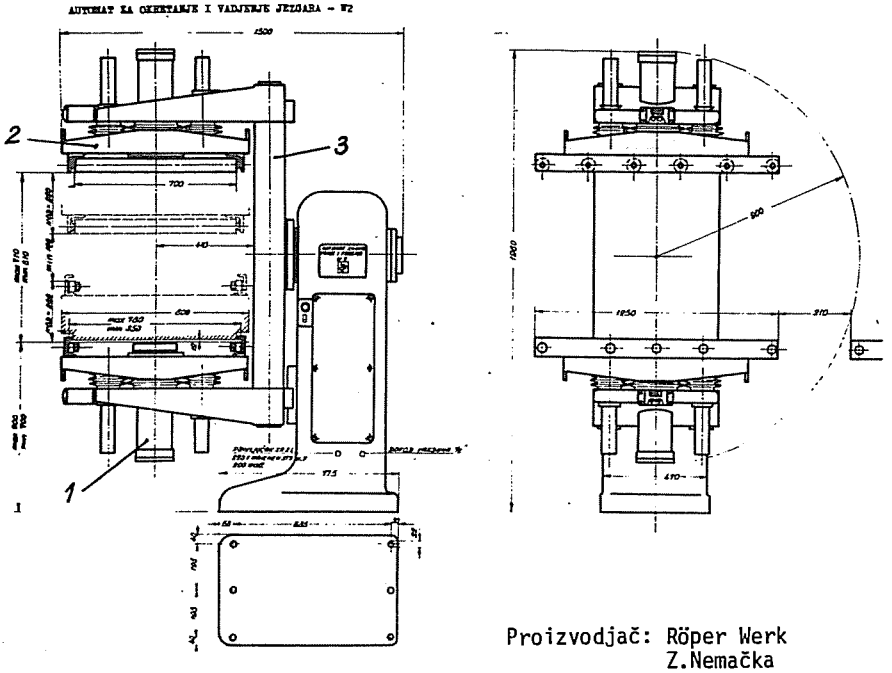
Uredjaj za stezanje:

Sila stezanja na 6 atm.	0,3 t	0,5 t	1 t.
Hod pneumatskog stezača	10	10	10 mm.
Visina mašine	800	1020	1860 mm.
Težina mašine	150	500	920 kg.

Mašina za okretanje i vadjenje jezgra

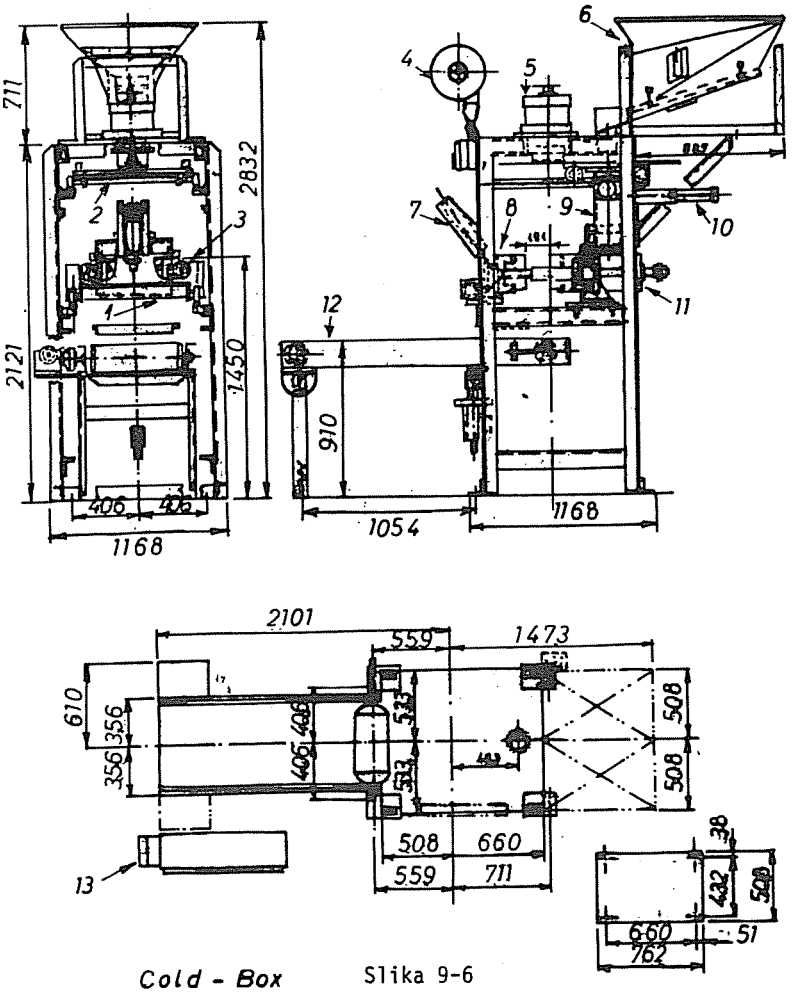
Slika 9-5 prikazuje automat za okretanje i vadjenje jezgara, služi za odvajanje "ispucanog" jezgra iz jezgrenika.

Jezgrenik sa posebnom pločom koja je pričvršćena za isti, ulazi u vodjice (šrafirani deo na slici). Pneumatski cilindar 1 pričvršćuje jezgrenik sa pločom. Zatim se gornji deo mašine 2 spušta, obrtni deo mašine 3 se obrće za 180°. Spuštanjem dela mašine 2 jezgro se odvaja i sa pločom za sušenje izvlači iz mašine. Vraćanjem mašine u prvobitni položaj jezgrenik sa pločom se izvlači i ciklus se ponavlja za sledeći jezgrenik.



Proizvodjač: Röper Werk
Z.Nemačka

Slika 9-5

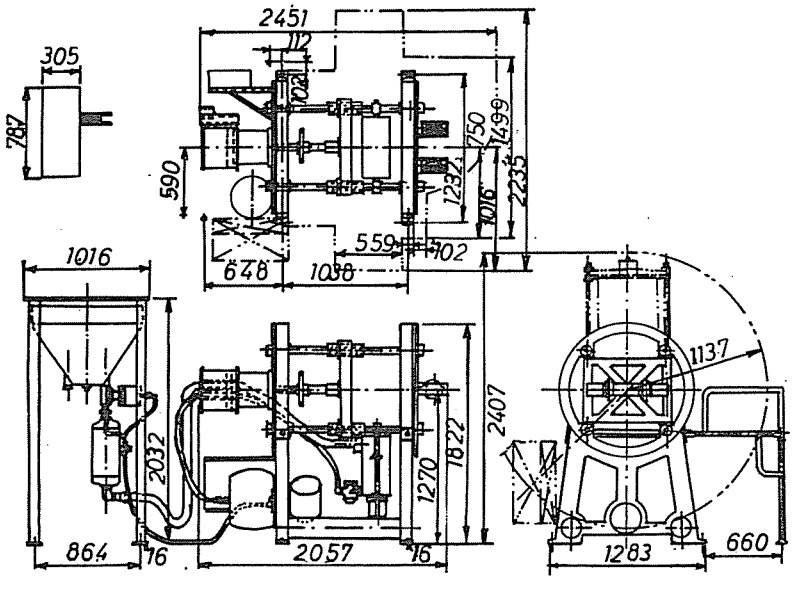


Cold - Box Slika 9-6

Mašina za izradu jezgara po postupku hladnih jezgrenika Shalco-Demmler,USA model 315.

1.nosač, 2.zatvarač, 3.cilindar za izbijanje jezgara, 4.rezervoar za vazduh, 5.cilindar za zatvaranje, 6.rezervoar za pesak, 7.cilindar za obaranje jezgrenika, 8.jezgrenik, 9.rezervoar za pesak, 10.cilindar za zatvaranje, 11.cilindar za zatvaranje jezgrenika, 12.trakasti konvejer, 13.-kontrolna tabla.

- Veličina jezgrenika	381x457 mm	- Površina duvanja	51x406 mm
- Dubina jezgrenika	76x 76 mm do 152x152 mm	- Potrošnja vazduha po ciklusu	1 m^3 do 6 atm
- Max.težina jezgrenika pokretnog dela	363 kg.	- Elektrika;voltaža	220/380 3 faze 50 Hz
- Max.težina jezgra	13,6 kg.	priključna snaga	0,75 kva
- Kapacitet rezervoara za pesak	36,3 kg.	- Težina mašine	3.400 kg.
		- Vreme ciklusa	30-50 sec.

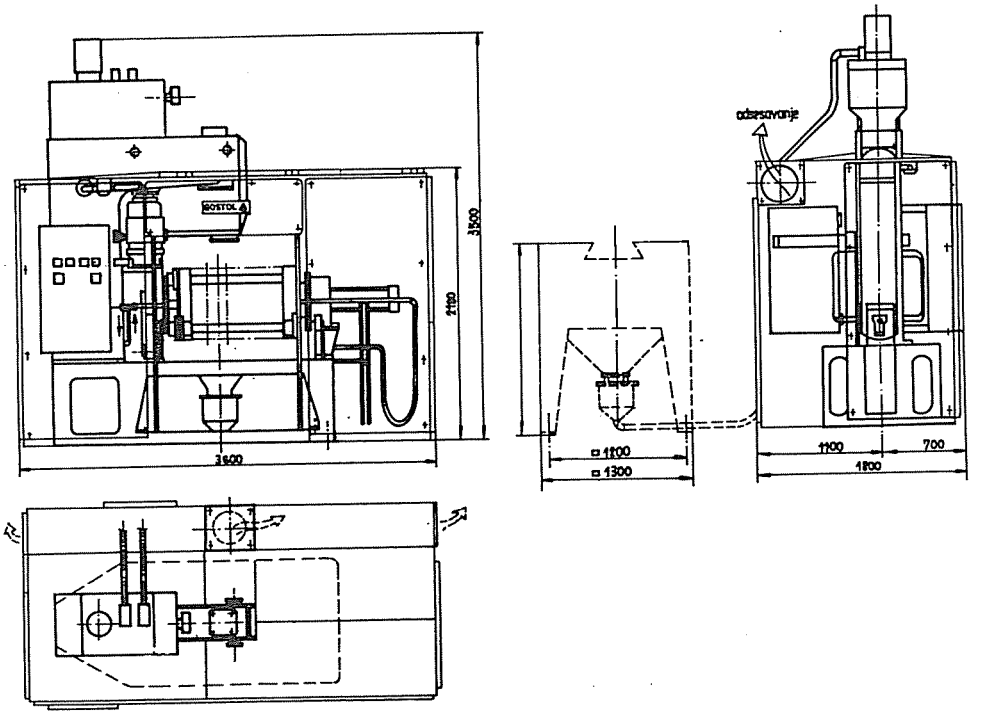


Shalco Model U 180

Slika 9-7

Masina za izrádu školjkastih jezgara Shalco model U-180-
gasno grejanje USA

- Veličina grejne ploče	737x508 mm
- Dubina jezgrenika	381 max.
- Težina jezgrenika	454+454 kg.
- Kapacitet rezervoara za pesak	80 kg.
- Komprimovani vazduh - pritisak	6 bar
- Masa jezgara max.	30 do 50 kg.
- Vreme ciklusa	45-60 sec.



Proizvodjač: Gostol,Nova Gorica

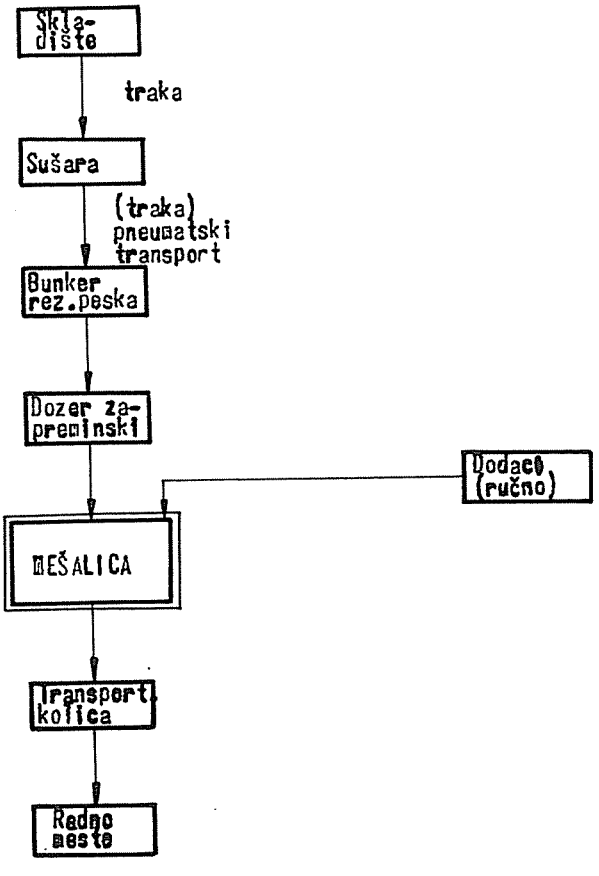
Slika 9-8

Mašina za izradu školjkastih jezgara, CO_2 i COLD-BOX postupku

- Dimenzije jezgrenika	širina	550 mm
	visina	630 mm
	deblj.	400 mm
- Težina jezgrenika		25 kg (puno)
- Kapacitet rezervoara peska		
- grejanje:propan-butan		360.000 KJ
- potrošnja vazduha		63 Nm^3/h
- el.priključak		220 V 50 Hz
- priključak vazd.Rl"		6 bar
- priključak gasa Rl/2"		50 m bar
- težina		1600 kg.

9.4. Priprema peska za jezgra

Tehnološki proces pripreme peska za jezgra:



Slika 9-9

Priprema peska za jezgra

Sušenje peska za jezgra

Pesak za jezgra mora biti osušen, obzirom na kvalitet mešavina koja je potrebna za izradu jezgara. Proizvodjači livačkog peska suše pesak u rudniku i transportuju ga do potrošača kamion-cisternama (kao cement). Proizvodjaču liva ostaje da predvidi stokiranje u bunkerima, sa rezervom od 15-30 dana.

Osušen pesak se transportuje transportnom trakom do mesta potrošnje. Povoljnije je rešenje transporta osušenog peska pneumatskim putem, jer se kod nekih sistema pneumatskog transporta pesak hladi.

Bunker za osušeni pesak ili ciklon za slučaj pneumatskog transporta treba da ima zapreminu za tročasovnu rezervu. Iz bunkera rezervnog peska mešalice vrši se zapreminskim dozerom. Ostali dodaci potrebni za mešavinu peska za jezgra dodaju se ručno mernim posudama.

9.4.1. Izbor mešalice

Proračun ukupne količine peska dat je u poglavlju priprme peska i može se izraziti:

$$Q = \frac{1{,}2\ Q_1}{T_f \cdot \gamma}$$

gde je:

Q - količina peska za jezgra

Q_1 - proračunata potrebna količina peska za jezgra sa škartom u jezgrarnici (kg).

T_f - godišnji fond vremena rada u jednoj ili dve smene

γ - specifična težina za osušen kvarcni pesak 1,4
- 20% povećanje na rastur i sabijanje.

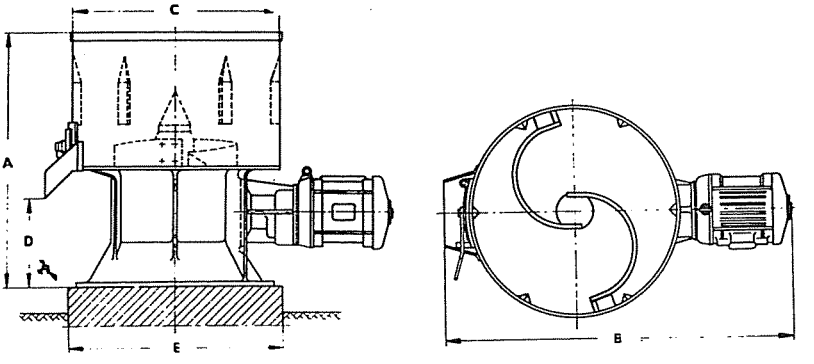
Izbor tipa mešalice vrši se na osnovu potrebnog ciklusa mešanja koji može biti 6-15 min. u zavisnosti od vrste peska (Vidi recepture peska za jezgra, tablica 9-5).

$$Q_M = \frac{Q}{Z}$$

gde je:

Q_M - zapremine mešalice (jednog punjenja)

Z - broj ciklusa na čas.



Slika 9-10

Tehnički podaci za mešalice za jezgra

Tablica 9-3

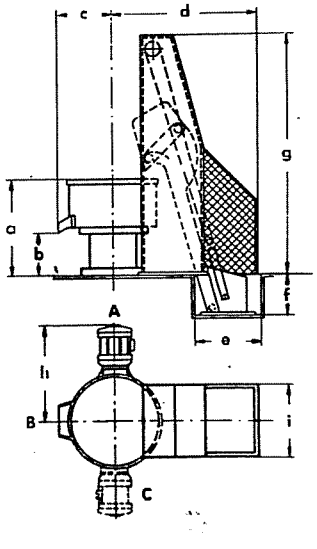
Tip	Zapremina mešal. lit.	Časov. kapacitet lit/h	Gabaritne dimenzije					Snaga Kw	Težina	
			A	B	C	D	E		neto	bruto
KM I	80	1000	1000	1500	780	350	800	7,5	500	580
KM II	120	1500	1050	1600	920	350	800	10	600	720
KM III	250	3000	1120	1850	1210	350	1100	15	750	900

Tehnički podaci za mešalice sa skipom

Tablica 9-4

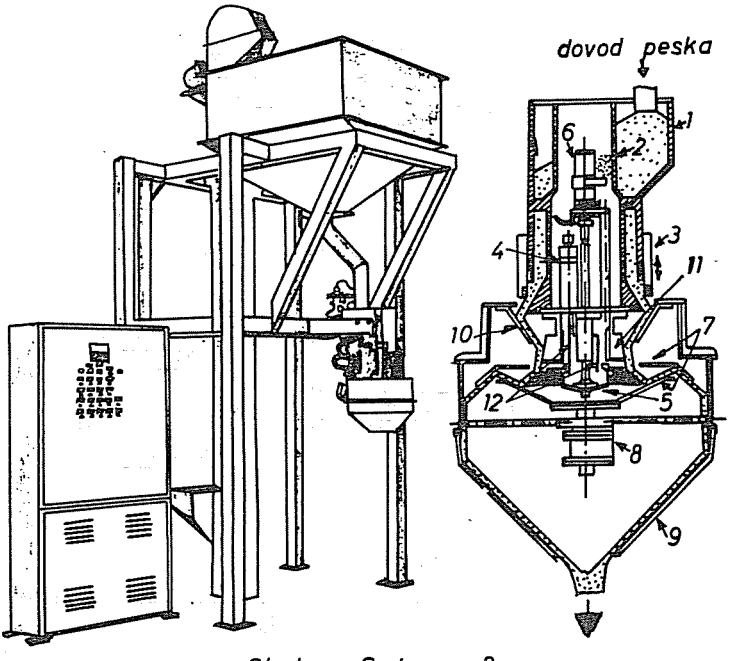
Tip	Mašalica	i	a	b	c	d	e	f	g	h
KK 1	KM 1	750	1000	350	470	1350	600	350	2500	900
KK 2	KM 2	900	1050	350	580	1500	700	450	2500	950
KK 3	KM 3	1100	1120	350	700	1800	800	600	2600	1120

Za izradu mešavina jezgarskog peska sa brzovezujućim samoočvršćavajućim vezivima primenjuju se kontinualne mešalice. Shalco-Saturn-2 je našao široku primenu za izradu jezgara i kalupe u USA i Evropi slika 9-12.



Slika 9-11

Na slici 9-10 dat je crtež mešalice za jezgra sa gabaritnim merama. Slika 9-11 predstavlja mešalicu za jezgra sa skipom za šaržiranje.



Shalco - Saturn - 2

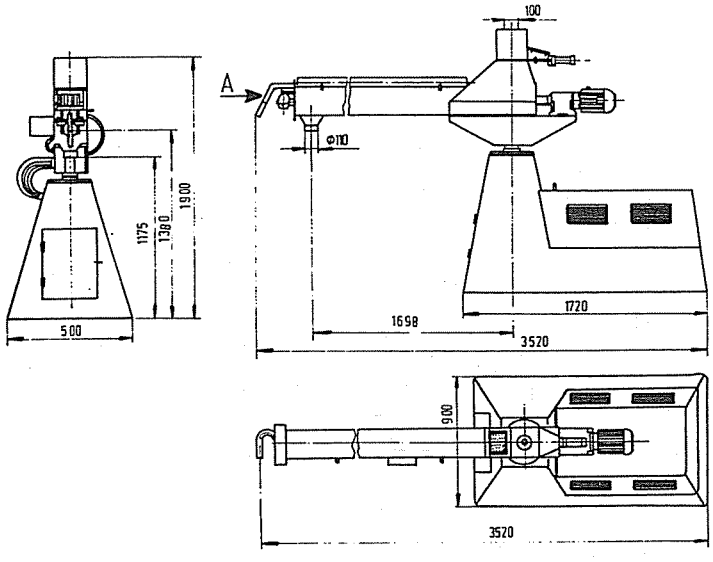
Slika 9-12

Šematski prikaz mešalice sa trenutnim ciklusom rada (Shalco - Saturn-2) USA

1-kućište, 2-zvonasta glava, 3-zasun za pesak, 4-razvodni povratni ventil, 5-rotirajuća posuda, 6-vazdušni motor, 7-rotaciona skretna pregrada-deflektor, 9-donji konus, 10-skretna pregrada, 11-unutrašnja skretna pregrada, 12-dovodne cevi za vezivna sredstva.

Kapacitet	110 kg/min.
Pritisak vazduha	6 bar
Priključna snaga	2 KW

Shalco-Sarurn služi za izradu jezgara i kalupa sa furanskim vezivima. Površina potrebna za montažu ovog uredjaja iznosi 6 m^2. Jezgrenici ili kalupnici dopremaju se do mašine valjkastim transporterom.



Slika 9-13

Kontinualni mešač za izradu jezgara po postupku CO_2 i ostalim hladnim postupcima na bazi furana i drugih veziva

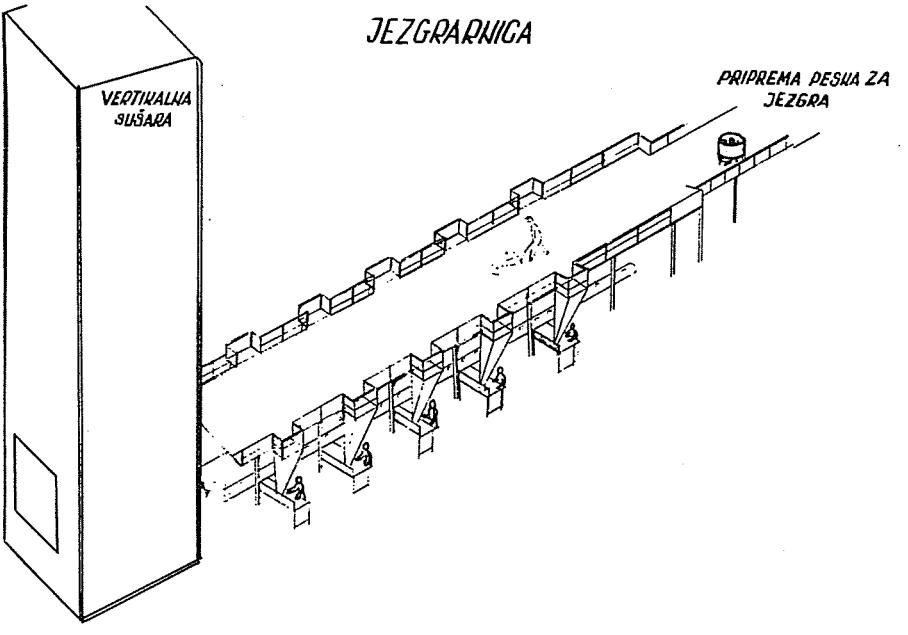
TEHNIČKI POCACI:

- Kapacitet mešalice	do 4 t/h (za furan max.4t/h za CO_2max.5t/h)
- Snaga motora mešalice	1,5 kW
- Kapacitet pumpe za smolu	0,5-2 l/min.
- Snaga pumpe	0,37 KW
- Kapacitet pumpe za katalizator	0,1-0,75 l/min.
- Snaga pumpe	0,37 KW
- Priključak komprimovanog vazduha	3/8"

9.5. Transport pripremljenog peska za jezgra

Pripremljen pesak obično se ne transportuje kontinualnim transportnim sredstvima, jer bi se izložio brzom sušenju. Uobičajen je transport do radnih mesta ručnim kolicima ili monošinkom sa korpama kojima se dno otvara.

Za livnice preko 3000 t/god. sa velikim brojem jezgara obično se primenjuje platforma iznad mašina za izradu jezgara na kojoj se istovremeno i priprema pesak za jezgra. Bunkeri iznad mašina mora da su obavezno cilindričnog oblika jer pesak za jezgra ima malu tečljivost i jako prijanja za zidove bunkera.



Slika 9-14

Na slici 9-14 prikazan je izgled jezgarnice. Na platformi 1 postavljena je mešalica za pesak za jezgra 2. Raspodela peska do bunkera 2 vrši se ručnim kolicima 4. Na radnim mestima 5 vrši se izrada jezgara. Transport jezgara do sušare 6 vrši se transporterom 7. Najpogodniji transporter za transport jezgara je transporter sa metalnom trakom. Za veće jezgarnice primenjivati viseće konvejere sa korpama, za transport jezgara. Oni ujedno služe za transport jezgara, vraćanje ploča na kojima se jezgra suše, povezuju sva radna mesta (znači rešava se unutrašnji transport) i služi kao medjufazno skladište.

9.6. Sušenje jezgara

Sušenje jezgara može se obavljati na sledeći način:

- po postupku CO_2
- sa komornim sušarama - za uljna jezgra
- sa kontinualnim sušarama - za uljna jezgra
- po postupku toplih kutija (Hot Box)
- po postupku Shell (školjka)
- sa brzovezujućim vezivima koja se suše na vazduhu
- po postupku hladnih kutija (Cold Box)
- po postupku Hardox-SO_2
- "Q" proces.

Sastav smeše jezgarskog peska za uljna jezgra i za jezgra po postupku CO_2

Tablica 9-5

Vrsta peska i namena		Procentualni sastav komponenata									Fizičke osobine							
											Sirovog jezgra				Suvog jezgra			
		Laneno ulje	Pesak	Dekanol	Ulje kukuruzne klice	Bentonit	Maršalit	Dekstrin	Sigel	Voda	Propust. gasova cm^3/min.	Jačina na pritis. gr/cm^2	Vlaga %	Količ. gas. u cm^3	Propust. gasova cm^3/min.	Jačina na pritisak kp/cm^2	Jačina na kidanje kp/cm^2	
Za najkomplikovanija jezgra sa tankim zidovima	6	-	95,0	3,8	-	1,2	-	-	-	-				16,5 17,5	Izn. 200	Izn. 13	9-11	14,0 15,0
		1,6	94,6	-	-	0,9	-	1,4	-	1,5	Min. 160	Min. 180	1,5-2					
Za sva ostala jezgra	10 do 15		95,5	3,5	-	-	-	-	-	-	Min. 160	Min. 160	1,5-2	16,5 17,5	Izn. 200	Izn. 13	7-9	14,0 15,5
		0,8	94,6	-	-	0,9	-	1,4	-	1,5								
Za jezgra predvidjena postupkom CO_2	5-5	-	95,0	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	Min. 100	7-12	Min. 1,9	- -

9.6.1. Postupak CO_2

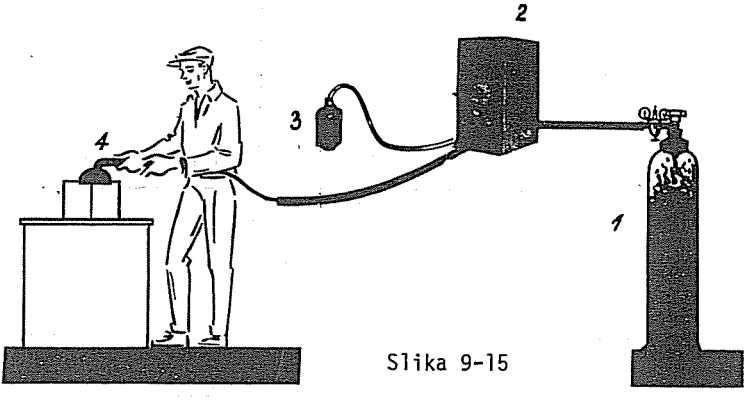
Preduslov da jezgra očvršćavaju na ovaj način obezbedjuje pesak za jezgra izradjen po recepturi predvidjenoj za jezgra po CO_2 postupku.Uduvavanje CO_2 vrši se u izradjeno jezgro preko odgovarajuće duvaljke. Hemijska reakcija obezbedjuje očvršćavanje jezgra u jezgreniku.

Slika 9-15 prikazuje radno mesto za izradu jezgara po CO_2 postupku. U boci 1 nalazi se CO_2 gas. Uredjaj 2 reguliše količinu gasa u zavisnosti od veličine jezgra pomoću vremenskog releja. Komandna "kruška" 3 daje impuls vremenskom releju. Duvaljka 4 uduvava gas CO_2 u jezgrenik.

Odgovarajući uredjaj za očvršćavanje jezgara postupkom CO_2 može biti ugradjen i na samo mašini za duvanje jezgara,svih veličina s time se ujedno postiže i veća produktivnost smanjenjem radnog mesta za uduvavanje gasa CO_2.

Napomena:

Ovaj način očvršćavanja jezgara ne može se predvideti za jezgra komplikovanih odlivaka,na primer:blokovi motora, glave motora i sl., jer ovakva se jezgra teško izbijaju, zbog velike tvrdoće. Jezgra po CO_2 postupku stvaraju teškoće pri čišćenju odlivaka. Ova metoda nije preporučljiva ni za zajgra za odlivke veće od 1000 kp.



Slika 9-15

9.6.2. Komorne sušare za jezgra

(za uljna jezgra i za prosušivanje ofarbanih)

Ovaj način sušenja primenjuje se u individualnoj i maloserijskoj proizvodnji. Temperatura je od 200-300°C.

Izbor i tip komorne sušare

Karakteristika kojom se definiše zapremina sušare je koeficijent punjenja sušare (tablica 9-5).

Ukupna zapremina jezgara je zbir zapremine jezgara za jednu smenu od 7 h, što praktično odgovara i zapremini peska za izradu jezgara za jednu smenu.

$$Q = \frac{V}{z \cdot \eta_v}$$

gde je:

V - zapremina jezgra (lit) po smeni

η_v - koeficijent punjenja

Q - zapremina potrebna za sušenje

z - ciklus sušenja može trajati 2-4 h.

Koeficijent punjenja sušare

Tablica 9-6

	Konfiguracija i oblik jezgra					
	Okrugla jezgra do Ø mm	jezgra nepravilnog oblika ograničene zapremine u lit/kom.				
		0-10	10-30	30-100	100-500	750
Komora bez regla	0,06	0,06	0,08	-	-	-
Komora sa reglima	-	0,06	0,08	0,12	0,15	0,18
Komóra sa kolicima	-	-	0,08	0,12	0,15	0,18

Na osnovu dobijenog Q usvajamo zapreminu sušare prema tablici 9-7.

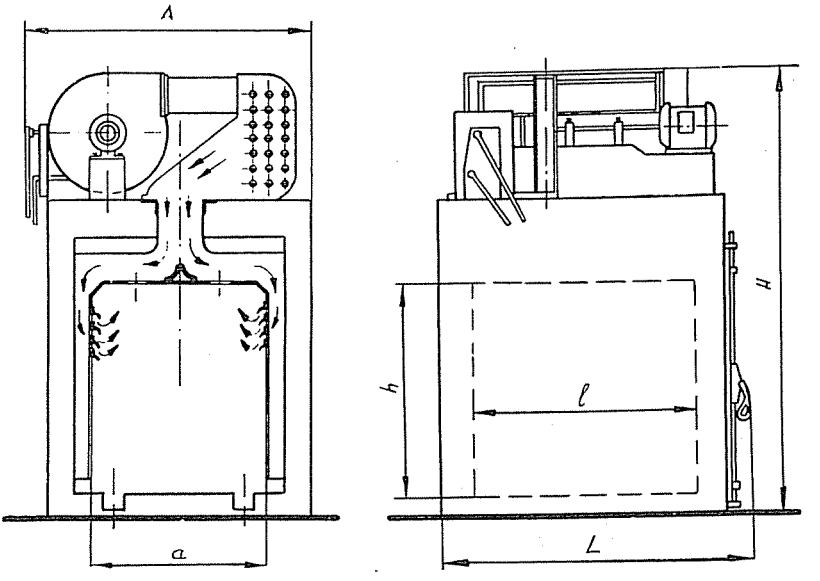
Tehničke karakteristike komornih sušara

Tablica 9-7

Tip	Temperatura °C	Snaga kW	Koristan prostor (mm)			Spoljne mere (mm)		
			a	j	l	A	H	L
S 50	300	20	800	1200	1000	1200	2200	1400
S 100	300	30	1000	1500	1100	1700	2750	1700
S 185	3000	60	1850	1850	1400	2200	3000	2000

Slika 9-16 prikazuje komornu sušaru za jezgra.

Ona se sastoji od komore za sušenje u koju se stavljaju regali sa sirovim jezgrima. Izvor energije može biti: električna energija, nafta, mazut ili gas. Ventilator obezbedjuje recirkulaciju gasova u sušari. Isparenja od jezgara odstranjuju se iz sušare kroz dimnjak u atmosferu.



Slika 9-16

9.6.3. Vertikalne sušare

Za uljna jezgra i prosušivanje ofarbanih jezgara

Vertikalne sušare primenjuju se za proizvodnju jezgara samo ako je količina jezgara, koja treba da se osuši, veća od 0,8 m^3/h. Ovo iz razloga jer su ovakve sušare vrlo skupe.

Prednost ovih sušara u odnosu na komorne je sledeća:

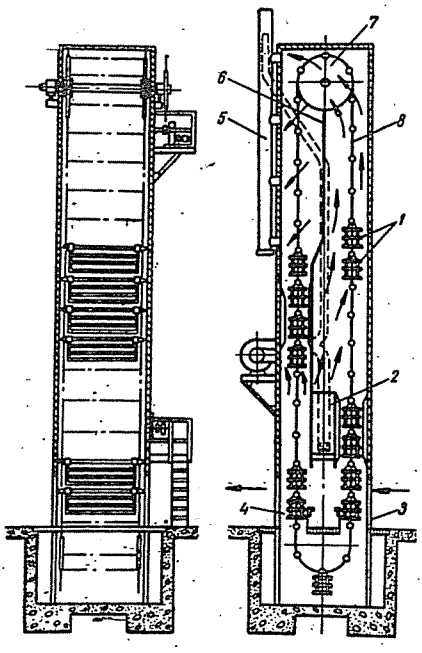
- obezbedjuje kontinualno i ravnomerno sušenje jezgara;
- obezbedjuje bolji transport u jezgarnici zbog kontinualnosti procesa a istovremeno služi kao "medjufazno" skladište jezgara.

Vreme sušenja jezgara u vertikalnim sušarama

Tablica 9-8

Tip jezgra (lit.)	Vreme sušenja (h)
do 5	1,0 - 1,5
do - 25	1,75 - 2,0
teže od 25	2,5 - 3,5

Skica vertikalne sušare



Slika 9-17

Objašnjenje uz sliku 9-17

1. Korpe za stavljanje jezgara sa pregradama.
2. Komore za sagorevanje.
3. Stavljanje jezgara.
4. Vadjenje jezgara.
5. Dimnjak.
6. Pregrada izmedju komore sušenja i komore hladjenja.
7. Pogonski lančanik.
8. Vučni lanac.

Temperatura na ulazu u sušaru je 35-40°, u zoni predgrevanja - na vrhu sušare 230-250°C, na izlazu sušare 60°C.

Proizvodjač: Control Heat,Engleska

Tehničke karakteristike vertikalnih sušara

Tablica 9-9

Glavne karakteristike vertikalnih sušara	Tipovi sušara				Primedba
	SKV-1	SKV-2	SKV-3	SKV-4	
1	2	3	4	5	6
Dužina (m) Širina (m) Visina (m)	2,8 2,6 7,9	2,8 2,6 11,76	3 4 12	4 4,5 14	
Broj korpi u sušari	18	26	28	35	Korpa može imati jednu, dve ili tri pregrade
Površina za sušenje (m^2) pri jednoj pregradi	7,5	12,5	17,5	27,5	
pri dve pregrade pri tri pregrade	15,0 22,5	25,0 37,5	35,0 52,5	55,0 82,5	

Tablica 9-9 (nastavak)

1	2	3	4	5	6
Max.opterećenje korpe u kp.	400	350	350	300	
Časovni kapacitet t/h	0,8	1,3	1,75	2,5	
Vreme sušenja u h	0,35-2,0	0,5-3,0	0,5-3,0	0,75-4,5	
Mah.temperatura u ^{o}C	300	300	300	300	

Brzine pogonskog lanca su od 0,172-0,46 m/sec.

Gorivo za loženje sušara je nafta ili mazut. Potrošnja goriva 30-35 kg nafte za 1 t/jezgara. Maksimalne težine jezgara koja se suše su do 50 kg. Vertikalne sušare mogu biti i većeg kapaciteta: do 5 t/h. Tada se izradjuju kao "četvorohode" za razliku od onih navedenih u prednjem tekstu a koje se nazivaju "dvohode".

Preporučljivije je birati dve sušare po 2,5 t/h nego jednu od 5 t/h zbog elastičnijeg rada, osim ako kapacitet jezgrarnice to izričito ne zahteva.

Izvesne firme izradjuju i horizontalne sušare za sušenje jezgara,no, ove su prilično nepraktične jer zauzimaju mnogo prostora.

Praktično vertikalne sušare se više ne primenjuju,sem za prosušivanje jezgara posle farbanja. Razlog ovome je što su savremene tehnologije zamenile uljna jezgra.

9.6.4. Postupak toplih kutija (Hot Box)

Ovaj postupak sastoji se u sledećem: pesak za jezgra priprema se sa furanskim vezivima. Ova veziva imaju osobinu da na temperaturi 200-300°C očvršćavaju u vrlo kratkom vremenu (10-30 sec.). Izrada jezgara ovim postupkom može se obavljati na standardnim mašinama za izradu jezgara sa adaptacijom glava za ispucavanje. Mora se omogućiti hladjenje istih vodom. Jezgrenici se zagrevaju električnim putem (ugradjeni su grejači u jezgrenik) ili se jezgrenici greju gasom sa spoljne strane. Hladjenje glave za ispucavanje je obavezno kako bi se sprečilo očvršćavanje peska u bunkeru za doziranje same mašine.

9.6.5. Postupak Shell (školjka)

Ovaj postupak se sastoji u sledećem: jezgra se izradjuju od obloženog peska. Kvarcni pesak granulacije od 0,3-0,1 mm oblaže se smolom u posebnim instalacijama, te nije potrebno vršiti mešanje pre upotrebe. Pesak se direktno ubacuje u mašinu. Jezgrenik se greje električno ili gasom. Temperatura jezgrenika je 200-300°C. Vreme pečenja je duže od vremena po postupku Hot-Box. Obloženi pesak kada dodje u kontakt sa zagrejanim jezgrenikom očvršćava i stvara "školjku" koja ima konfiguraciju oblika jezgrenika. Debljina zidova jezgra je 5-8 mm. Ovim metodom dobija se šuplje jezgro, čime se postižu uštede u pesku i do 30% u odnosu na klasičan način izrade jezgara.

Uporedjujući izradu jezgara po postupku Hot-Box i Shell ovaj drugi je skuplji, no u izvesnim slučajevima nezamenljiv, na primer, za jezgra za izradu kanalizacionih cevi.

U svakom slučaju za svako jezgro serijske proizvodnje treba napraviti ekonomsku računicu pre definitivnog izbora postupka sušenja.

9.6.6. Postupak sa brzovezujućim vezivima

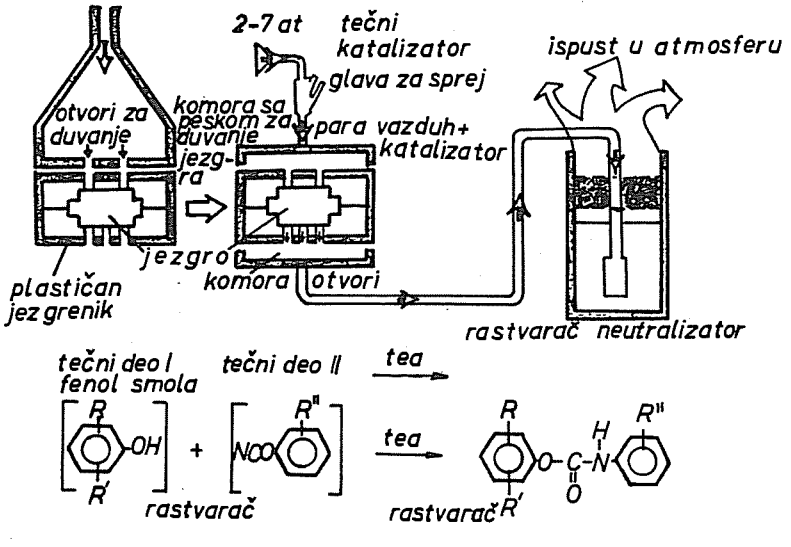
Za izradu jezgara većih dimenzija i manjih serija primenjuju se mešavine sa furanskim ili fenolnim smolama koje uz pomoć katalizatora očvršćavaju na vazduhu. Vreme očvršćavanja je 5 minuta - do više časova. Ovakve mešavine se spremaju u klasičnim mešalicama ili mešač MK4 i Shalco Saturn 2.

9.6.7. Postupak Cold-Box

Svi postupci "na toplo" za serijsku proizvodnju imaju nedostatke koji se očituju u primeni masivnih jezgrenika od sivog liva i medijuma za zagrevanje.

Poslednjih godina se radi na uvodjenju Cold-Box koji se sastoji u sledećem. U mešavinu kvarcnog peska i poliesternih smola i izocianata uduvava se u jezgrenik gastrietilamin. Jezgro očvršćava i spremno je odmah za upotrebu.

Ovaj postupak se uvodi oprezno u industriju zbog toksičnosti i mogućnosti eksplozije. Rezervoar za gas se mora stavljati u posebnu prostoriju. Na slici 9-18 pokazan je hemizam procesa Cold-Box.



Shema procesa Cold-box postupka

Slika 9-18

9.6.8. Postupak HARDEX-SO_2

Jezgrenik posle punjenja peskom unosi se u specijalnu komoru. Propušta se smeša SO_2 sa azotom ili vazduhom (nosioc), vrši se ispiranje sa nosiocem. Vreme produvavanja zavisi od veličine jezgara i iznosi 0,5-0,4 sec. Vreme ispiranja je oko 30 sec. Višak očvršćivača se neutrališe u posebnom uredjaju rastvorom NaOH. Mehanizam očvršćavanja jezgra je sledeći:

SO_2 + peroksid → SO_3

$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$

H_2SO_4 + smola čvrsto jezgro.

Ovaj postupak nije još našao širu primenu kod nas.

9.6.9. "Q"- proces za izradu kalupa i jezgara na principu gasa za očvršćavanje i vakuuma, detaljno je objašnjen u poglavlju 7. Kaluparnica.

Napomena: Poslednjih godina "hemija" je ušla u livnice sa ciljem da se zamene klasični postupci i izbegnu robustne kaluparske i jezgarske mašine.

9.7. Završna obrada jezgara

Završna obrada jezgara sastoji se u sledećim operacijama:

- čišćenje "pucni", tj. ostataka suvišnog peska na jezgru usled lošeg prijanjanja donje i gornje polovine jezgrenika medjusobno.

Ova operacija se izvodi ručno.

- farbanje jezgara

Ova operacija se izvodi u cilju veće termičke postojanosti jezgra pri livenju. Farbanje se vrši četkom ili fabrbarskim pištoljem sa specijalnim grafitnim premazima.

Farbanje je potrebno vršiti u posebnim kabinama za farbanje.

- Dosušavanje jezgara vrši se posle farbanja u komornim ili vertikalnim sušarama.

- Doterivanje jezgara. Kod odlivaka za motornu industriju tolerancije pri sklapanju jezgara vrlo su stroge te se mora vršiti doterivanje jezgara - struganje jezgara posebnim alatima, ručnim ili specijalnim mašinama.

- Oblepljivanje jezgara. Kada je jezgra rade iz dva dela tada se jezgra na sastavu lepe - posebnim lepkom.

- Montaža jezgara - za komplikovane odlivke jezgro se sastoji od više jezgara. Kod srednjih i velikih serija sklapanje jezgara se vrši ili u jezgarnici ili pred samo stavljanje u kalup. Spuštanje jezgara u kalup vrši se pomoću specijalnog alata "džiga".

Lager gotovih jezgara nalazi se u jezgarnici ili kod samih radnih mesta. Jezgra se lageruju na policama-"regalima".

Visećim konvejerom jezgra se mogu transportovati do radnih mesta a koji istovremeno služi kao medjufazno skladište jezgara.

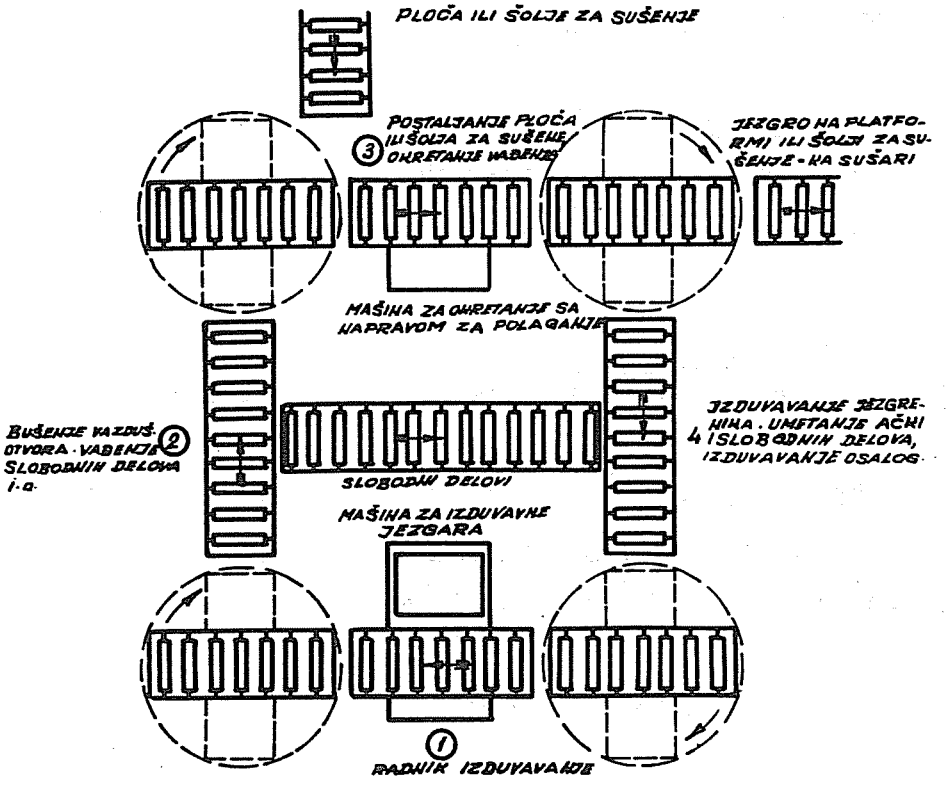
Transport u jezgarnici od radnih mesta do sušare vrši se:

- regalima sa kolicima
- metalnim ili gumenim transporterima (koji klize po uglačanoj dasci)
- visećim konvejerima
  (pri ovoj varijanti povratak šolja za jezgra na kojima se suše u sušari vrši se istim konvejerom od sušare do radnih mesta).

Transport od jezgarnice do radnih mesta:

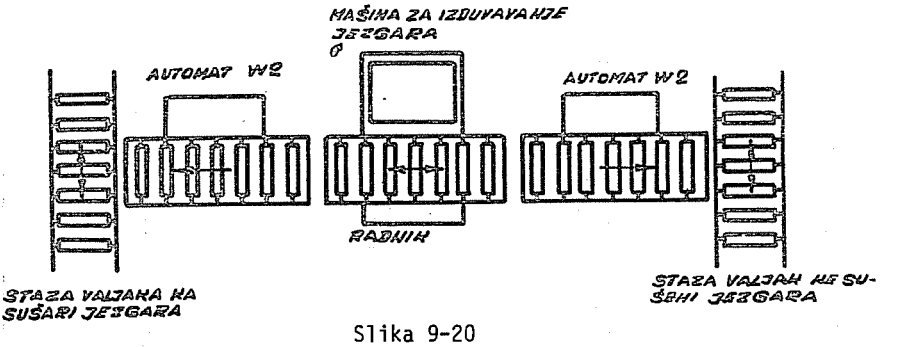
- regalima sa kolicima
- visećim konvejerima.

9.8. Primeri organizacije radnih mesta u jezgarnicama



Slika 9-19

Na slici 9-19 prikazana je organizacija radnog mesta za mašine od 12, 25 i 80 lit. - radno mesto mašine za ispucavanje jezgara. Ispucavano jezgro potiskuje se rolgangom do radnog mesta 2 na ovom radnom mestu vade se "slobodni" delovi iz jezgrenika - buše se iglom u jezgru radi bolje propustljivosti pri sušenju. Slobodni delovi se prebacuju srednjim rolgangom ka radnom mestu 4. Jezgrenik sa jezgrom potiskuje se na radno mesto 3 gde se na obrtnoj mašini (W2) jezgro odvaja od jezgrenika. Jezgro se stavlja na ploču (šolju) za sušenje i transportuje ka sušari za jezgra. Jezgrenik se potiskuje na radno mesto 4 gde se vrši čišćenje jezgrenika od zaostalog peska. Na ovom radnom mestu stavljaju se slobodni delovi ponovo u jezgrenik. Jezgrenik spremljen za ponovno ispucavanje potiskuje se ponovo do mašine. Ovim se završava radni ciklus. (Röper Werk.Z.Nemačka)



Slika 9-20

Na slici 9-20 prikazana je organizacija radnog mesta jedne mašine za izradu jezgara sa dve obrtne mašine W2. Ispucano jezgro potiskuje se u obrtnu mašinu. Odvojeno jezgro iz jezgrenika odlazi u sušaru za jezgra, jezgrenik se vraća istim putem na mašinu za izradu jezgara. Ovakvo rešenje se primenjuje za jezgrenike bez slobodnih delova. (Röper Werk Z.Nemačka)

9.9. Normativ montaže jezgara odredjuje se iskustveno za svako jezgro - grupu jezgara.

Obuhvata sledeće operacije:

1. Izdvajanje jezgra od peska i prašine
2. Struganje dodirnih površina u alatu za struganje
3. Premazivanje lepkom dodirnih površina
4. Sklopiti jednu polovinu jezgra na drugu (ručno ili dizalicom)
5. Povezati jezgra odgovarajućim zavrtnjima
6. Proveriti kontrolnim alatom tačnost jezgra
7. Sastave premazati lepkom.

9.10. Površina jezgrarnice

U tehnoekonomskim pokazateljima data je orijentaciona površina jezgrarnice u odnosu na kaluparnicu (poglavlje 2). Ovaj odnos je u zavisnosti od proizvodnog programa odnosno od broja jezgara u odlivcima. Kod proizvodnje automobila površina jezgrarnice ravna je a nekad i veća od odeljenja kalupovanja.

Tablica 9-9 |1|

Zapremina jezgra dm^3	Kategorija složenosti jezgara		
	1	2	3
	Vreme izrade jednog jezgra u min.(Ručna izrada)		
50	8	27	32
100	11	35	42
150	14	43	51
200	16	50	59
300	20	60	71
400	24	70	83
500	28	79	94
600	32	88	105
700	36	97	116
800	40	106	126
900	43	114	136
1000	46	122	146
1200	52	138	165
1400	57	154	183
1600	62	170	202
1800	67	184	218
2000	72	196	233

Posebnu teškoću pri odredjivanju površine jezgrarnice predstavljaju operacije završne obrade (9.7) . Moraju se posedovati normativi vremena ovih operacija za svako jezgro jer su sve operacije 90% ručna izrada. Ovi podaci su iskustveni i moraju se koristiti tehnološke karte sličnih proizvoda.

Projektovanjem ručnih radnih mesta dolazi se do potrebnih dodatnih površina.

9.11. Radna snaga

Analizom svakog radnog mesta za rad na mašinama i ručnih radnih mesta (9.7) dolazi se do broja radne snage u jezgrarnici.

Literatura:

1. Norme - SSSR.

10. ODELJENJE ZA ČIŠĆENJE

U čistionici livnice se odlivci oslobadjaju zapeklog peska, izbijaju jezgra, čiste se površine liva i odstranjuju ostaci ulivaka, hranitelja i šavova. Pored toga obavlja se proces kontrole, odvaja škart, popravljaju pojedine greške nastale livenjem, ukoliko je to potrebno, i primaju kvalitetni gotovi odlivci.

Projektovanje procesa čišćenja odlivaka treba da počne razmatranjem operacija koje prethode ovom postupku. Cilj ovih razmatranja je da se odrede takva svojstva odlivaka (konstrukcija, konfiguracija, tipizacija itd.) i tehnologija proizvodnje (projektovanje ulivnih sistema, procesa kalupovanja, izrade jezgara, izbora odgovarajućih materijala za kalupovanje i jezgra, itd.), tako da se obim radova na čišćenju svede na minimum.

10.01. Program proizvodnje čistionice

Program proizvodnje za radove koji se obavljaju u čistionici se pravi na osnovu proizvodnog programa livnice. Sastavljanje ovog programa se izvodi po tablici 10-1. Ukupni procenat škarta koji se javlja pri operacijama čišćenja iznosi 4-6%.

Tablica 10-1

Red. br.	Težinska grupa delova	% učešća	t/god.	Prosečna masa komada u kg.	Komada godišnje	t/god. sa % škarta (bruto)	Komada godišnje sa % škarta (bruto)	Primedba
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	od...do							

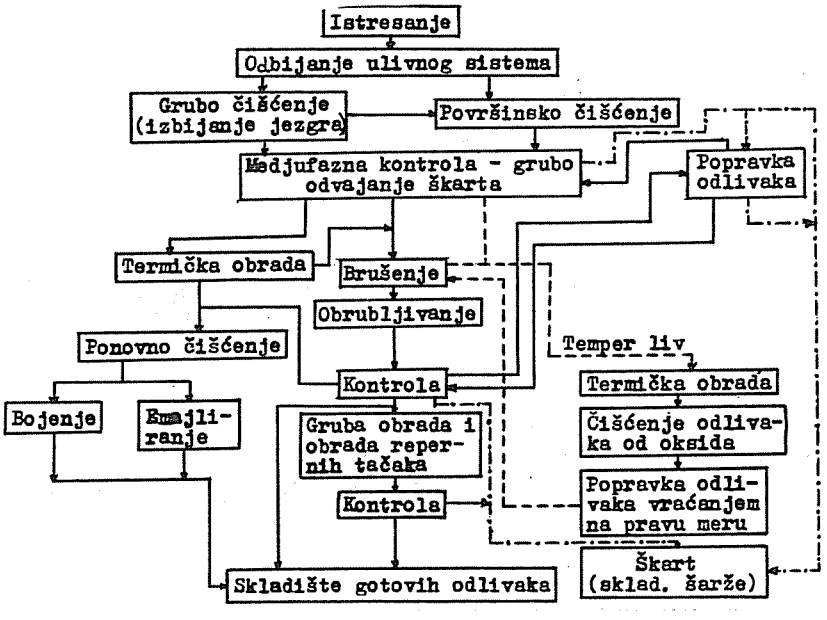
10.02. Tehnološki proces čistionice

Tehnološki proces čistionice obuhvata sledeće postupke:

- istresanje odlivaka,
- izbijanje jezgara,
- čišćenje površina,
- uklanjanje ulivnih sistema,
- obrubljivanje odlivaka,
- brušenje odlivaka,
- priprema odlivaka za popravku,
- popravka odlivaka,
- termička obrada odlivaka,
- površinska zaštita odlivaka, i
- kontrola odlivaka.

U odeljenju za čišćenje se predvidjaju medjufazna kontrola (posle pojedinih postupaka predvidjenih tehnološkim procesom) i finalna kontrola za prijem kvalitetnih odlivaka. Kontrola odlivaka u čistionici obuhvata sledeće postupke: vizuelni pregled, kontrolu dimenzija, mehanička ispitivanja, hemijske analize, kontrolu čistoće površine, itd.

Na slici 10-1 je data šema tehnološkog procesa čistionice.



Slika 10-1

10.03. Proračun potrebnih kapaciteta i odredjivanje površine čistionice

Proračun kapaciteta i odredjivanje potrebnog broja mašina i uredjaja u čistionici se izvodi na osnovu redosleda tehnoloških operacija, zavisno od vrste i količine liva, režima rada, raspoloživih mašina i pomoćnih uredjaja, tipa proizvodnje i stepena mehanizovanosti.

Proračun broja potrebnih mašina i uredjaja za čišćenje se izvodi, zavisno od vrste i kapaciteta mašine, po tablici 10-2.

Broj potrebnih radnika za opsluživanje mašina se odredjuje u zavisnosti od tipa mašine. Odredjivanje broja radnika za grubo čišćenje, brušenje i obrubljivanje se izvodi na osnovu potrebnih normativa vremena i sastavlja se po tablici 10-3, za svaku operaciju posebno.

Tablica 10-2

Redni broj	Težinska grupa delova u kg.	t/god. (bruto)	t/h	Godišnji fond vremena rada mašine h/god.	Vrsta usvojene mašine	Kapacitet mašine t/h	Usvojen broj mašina
1	2	3	4	5	6	7	8
	od ... do						

Tablica 10-3

Red. br.	Težinska grupa delova u kg.	t/god. (bruto)	kom./god. (bruto)	Vreme obrade		T_1=3x5	T_2=4x6
				h/t	h/kom.	h/god.	h/god.
1	2	3	4	5	6	7	8
	od...do						

Broj radnika je

$$R = \frac{\Sigma T_1}{T_{fr} \cdot S}, \text{ ili } \qquad R = \frac{\Sigma T_2}{T_{fr} \cdot S}$$

gde je:

ΣT_1 (ΣT_2) - ukupno vreme za izvodjenje odredjenih operacija po kategoriji odlivaka,

T_{fr} - stvarni fond vremena radnika u časovima, i

S - broj mašina koje opslužuje jedan radnik jednovremeno.

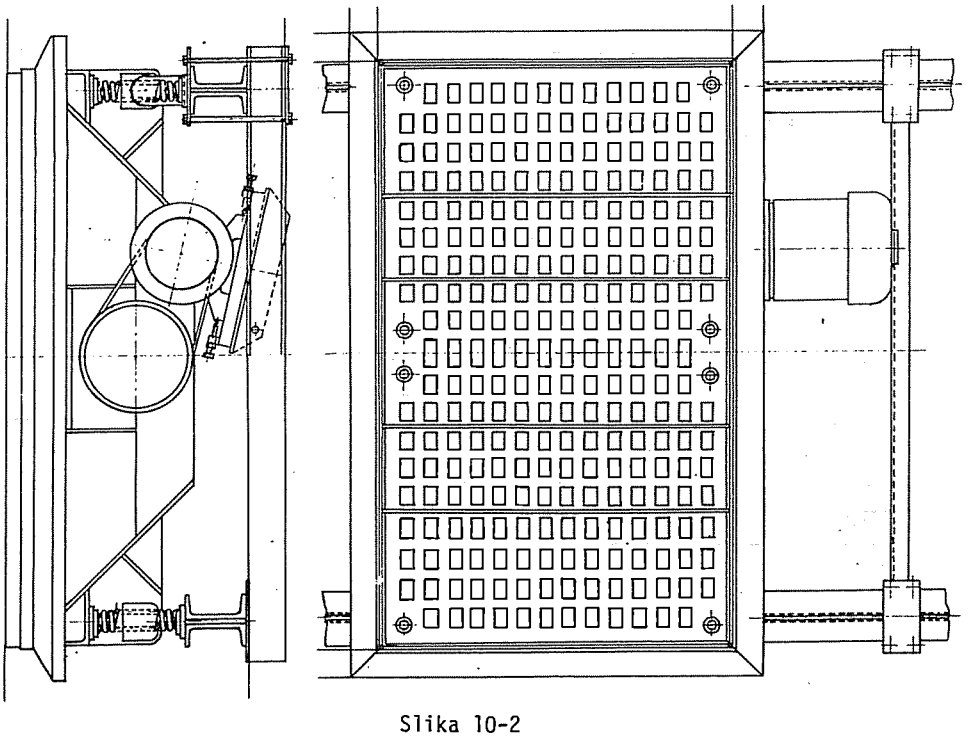
Površina odelenja za čišćenje se odredjuje na osnovu gabaritnih dimenzija mašina i pomoćnih uredjaja, prostora za njihovo opsluživanje, medjufaznih skladišta, prostora za manipulaciju i potrebnih saobraćajnica.

Medjufazna skladišta se odredjuju na osnovu potrebnog vremena zadržavanja materijala izmedju pojedinih operacija, količine liva i usvojenog tipa transportnih jedinica. Prostor za manipulaciju zavisi od usvojene mehanizacije i treba da zadovolji nesmetani transport odlivaka.

Približan proračun ukupne površine čistionice može da izvede na osnovu tehničkih pokazatelja (v. poglavlje 1).

10.04. Istresanje odlivaka

Istresanje odlivaka obuhvata proces razdvajanja istih od kalupa i smese za kalupovanje. Postupak istresanja odlivaka zavisi od niza faktora kao što su: masa, gabarit i oblik odlivka, način izrade kalupa, veličina serije, usvojeni sistem transporta itd. Sam proces predstavlja veliki izvor prašine i štetnih gasova, odaje znatnu količinu toplote i stvara veliku buku u pogonu tako da ga je potrebno mehanizovati.



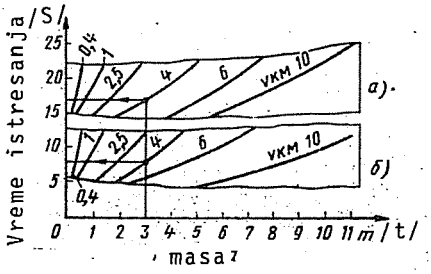
Slika 10-2

Istresne rešetke-gabaritne mere i tehničke karakteristike

Tablica 10-4

Tip	Broj rešetki	Maksimalno opterećenje u kg.	Dimenzije rešetke	Gabaritne mere		Snaga motora u KW	Težina u kg bez motora
				dužina	širina		
1	1	500	800x100	1720	1200	3	700
2	1	1000	1000x1600	2300	1400	4	1100
3	1	2000	1200x200	2400	1850	5	1700
4	1	3000	1200x2500	2900	1900	8	2250
5	1	3000	2000x2500	2900	2300	10	3500
6	1	5000	1500x3000	3400	1900	10	2900
7	1	5000	2000x3000	3360	2800	12	3600
8	1	10000	1800x2400	2900	2870	15	5600
9	1	15000	1800x2400	2900	2400	18	6000
10	2	20000	2000x3500	4500	2600	30	8000

Za istresanje odlivaka se najčešće koriste mehaničke rešetke koje mogu da budu stacionarne ili pokretne. Ram istresne rešetke je postavljen na oprugama a vibriranje se postiže pomoću ekscentričnog vratila ili neuravnoteženih masa. Na slici 10-2 dat je izgled jedne istresne rešetke, a u tablici 10-4 su date osnovne tehničke karakteristike ovih rešetki za opterećenje do 20 tona.



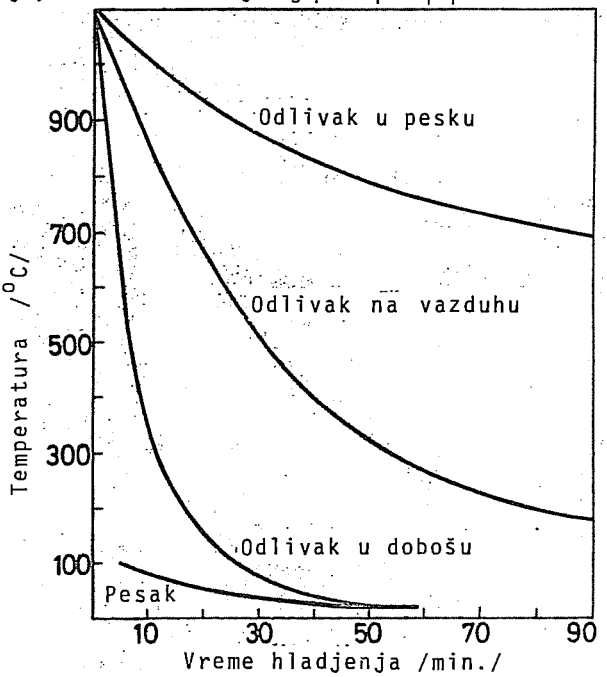
Slika 10-3

Na dijagramu slika 10-3 data je zavisnost trajanja procesa istresanja od opterećenja za obične rešetke (a) i za dvostruke rešetke (b). Brojke upisane pored krivih predstavljaju gabaritne mere (obim) odlivaka u metrima |1|.

10.05. Hladjenje odlivaka

Odlivci posle razdvajanja od kalupa i smese za kalupovanje se hlade pre nego što se pristupi daljem procesu čišćenja. U tablici 10-5 su data vremena potrebna za hladj enje odlivaka u časovima za pojedine vrste liva. Niže vrednosti u okviru pojedinih intervala vremena se primenjuju za odlivke kod kojih su prethodno odstranjena jezgra.

Na dijagramu slika 10-4 je data zavisnost temperature odlivka od vremena hladjenja, zavisno od usvojenog postupka |2|.



Slika 10-4

Normativi vremena hladjenja odlivaka (u časovima) posle istresanja iz kalupa (prirodno hladjenje)|6|

Tablica 10-5

Masa odlivka u kg	Sivi liv	Temper liv	Čelični liv	Legiran čelični liv
<8	1,0-2,5	1-1,2	0,8-1,5	1,2-3
9-20	1,2-3	1,2-5	1-2	1,5-4
21-50	1,5-4	1,5-2,2	1,2-3	1,8-5
51-100	2-5	2-5	1,6-3,7	2,4-6
101-250	3-7,5	3-4,5	2,5-6	3,5-8
251-500	5-11	-	4-9	10-14
501-1000	9-18	-	7-14	14-20
1001-2000	15-24	-	12-20	-
2001-5000	24-35	-	18-28	-
5001-10000	32-48	-	24-38	-
10000-20000	40-60	-	32-48	-
20000>20000	48-72	-	36-60	-

10.06. Odbijanje ulivnog sistema

Prema redosledu tehnoloških operacija čišćenja odlivaka, posle istresanja iz kalupa, predvidja se odbijanje ulivnih sistema i hranitelja. Kod manjih odlivaka, ulivni sistem obično sam otpadne u toku procesa istresanja na istresnoj rešetci ili za vreme transporta liva u čistionicu. Ulivni sistem odlivaka veće mase od sivog liva lako se odstranjuje udarcima malja u toku istresanja kalupa na vibracionoj rešetci.

Kod odlivaka manjeg gabarita od čeličnog liva ili obojenih metala ulivni sistemi se odsecaju na presama ili pomoću trakastih testera. Ulivni sistemi odlivaka većeg gabarita od čeličnog liva i obojenih metala se odstranjuju cirkularnim testerama. Proces odsecanja na mašinama je skup način pa se izostavlja tamo gde nije neophodan.

10.07. Grubo čišćenje (izbijanje jezgara)

Smesa od koje su napravljena jezgra se najčešće odvaja od odlivaka još u toku procesa istresanja kalupa na istresnoj rešetci. Ovaj proces se posebno lako obavlja pri istresanju jezgara gde su kao vezivna sredstva korišćene sintetičke smole. Za izbijanje jezgara odlivaka veoma složene konfiguracije mogu da se koriste pneumatska vibraciona postrojenja.

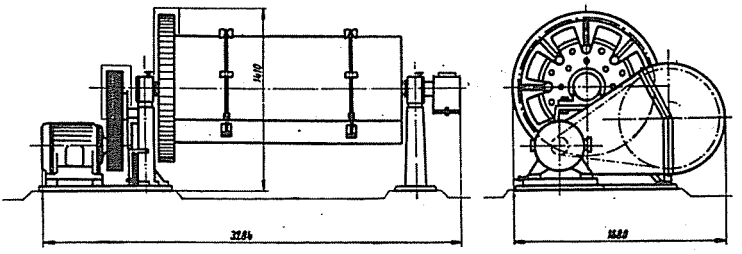
Ukoliko karakter proizvodnje, vrsta odlivaka i ekonomski uslovi opravdavaju korišćenje posebnih uredjaja za istresanje jezgara i grubo čišćenje, onda se primenjuju hidraulična i pesko-hidraulična postrojenja. Pored visokog stepena mehanizovanosti ova postrojenja potpuno zadovoljavaju sanitarno-higijenske uslove, zahvaljujući potpunom odstranjivanju prašine u toku radnog ciklusa.

U slučajevima kada nije moguće usvojiti postrojenja za izbijanje jezgara, ili pri izradi odlivaka sa veoma komplikovanim sistemom otvora, izbijanje armature za jezgra i peska se obavlja ručno, pomoću ručnih i pneumatskih alata.

Proces čišćenja spoljnih i unutrašnjih površina od izgorelog peska, izbijanje jezgara, kao i delimično skidanje šavova, kod malih odlivaka mase do 30 kg može se izvoditi u obrtnim limenim dobošima. Ovi doboši su pogodni samo za čišćenje odlivaka jednostavnih oblika.

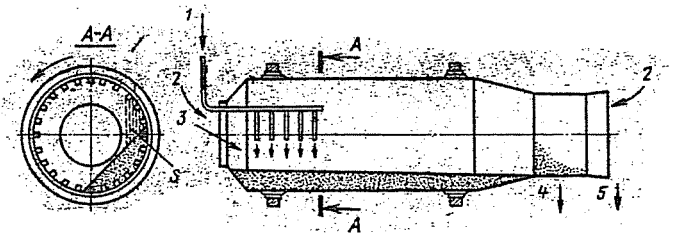
Tehničke karakteristike doboša za čišćenje sa punjenjem do 1500 kg (slika 10-5):

- kapacitet doboša 5 t/h
- snaga motora 8 kW
- kapacitet ventilatora 1300 m^3/h
- masa doboša 3120 kg.



Slika 10-5

Postoje specijalne konstrukcije doboša u kojima se pored čišćenja odlivci i hlade vodom. Na slici 10-6 je dat izgled takvog doboša, gde je sa 1 označen dovod vode, 2 vazduha, na mestu 3 se doboš puni, u 4 odvodi pesak pomešan sa vodom, a sa 5 su označeni odlivci u procesu čišćenja i 6 mesto gde se doboš prazni.

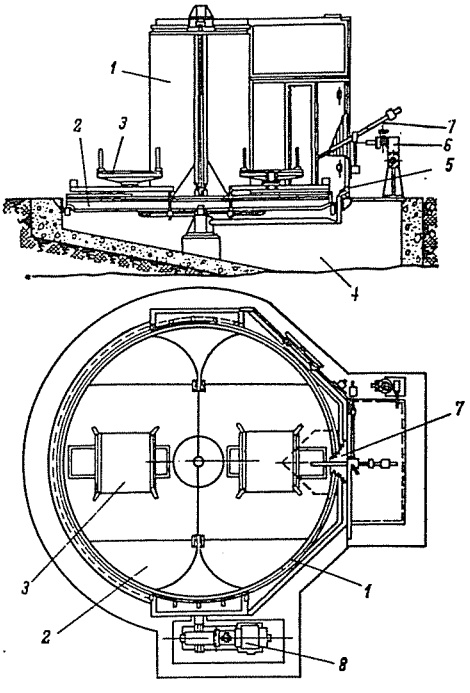


Slika 10-6

U hidrauličnim postrojenjima izbijanje jezgara se ostvaruje dejstvom vodenog mlaza. Radnik koji se nalazi van komore usmerava mlaz neposredno na predmet koji se čisti u komori, pomoću mlaznika naročitog oblika.

Na slici 10-7 prikazan je uredjaj za izbijanje jezgara vodenim mlazom, livnice fabrike traktora Čeljabinsk (SSSR).

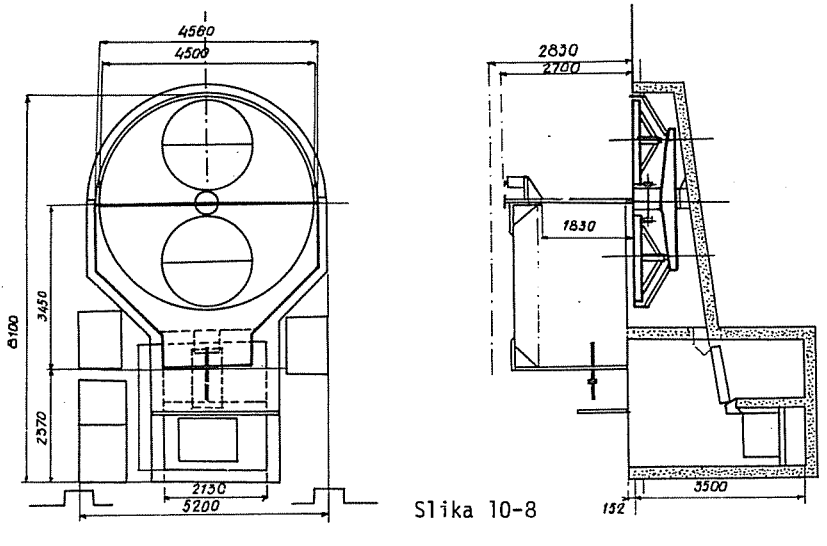
Komora 1 je prizmatičnog oblika, a ispod nje se nalazi okretni sto 2, koji je podeljen pregradom na dva dela. Na svakom od ovih delova se nalazi



Slika 10-7

četvorougaoni sto 3, za postavljanje odlivaka koji se čiste. Za vreme čišćenja liva u komori 1, sa druge polovine okretnog stola, skidaju se mostovskom dizalicom očišćeni odlivci i sto puni novim predmetima. Obrtni sto se okreće elektromotorom 8 snage 7,5 kW. Rešetkaste je konstrukcije tako da je omogućeno oticanje vode i mulja u slivnik 4. Iz slivnika se voda propušta kroz filter od koksa i prečišćena ponovo usisava pumpom. Pesak se taloži na dno, zahvata grabilicom mostovske dizalice i dalje prenosi na otpadno skladište.

Mnogo su pogodnija pesko-hidraulična postrojenja (Hydro-Blast), zato što se u njima pored uklanjanja jezgara iz odlivaka i površine efikasno čiste od izgorelog peska, tako da se u nekim slučajevima isključuje potreba kasnijeg čišćenja sačmom. U ovim postrojenjima se pod visokim pritiskom iz mlaznika izbacuje struja vode sa peskom. Po svojoj osnovnoj koncepciji rada komora pesko-hidrauličnog postrojenja je slična sa ranije opisanom. Okretni stolovi dopuštaju izlaganje svih površina odlivaka dejstvu mlaza.čak i najkomplikovanija jezgra se brzo izbijaju upotrebom ovoga sistema, a kvalitet očišćene površine je daleko bolji nego kod čišćenja samo vodenim mlazom.



Slika 10-8

Preradjena voda sa peskom i delovima razbijenih jezgara prolazi kroz rešetkasti pod komore, pri čemu se krupniji komadi odvajaju na mreži, a mulj se centrifugalnim pumpama, srednjeg pritiska, prebacuje u klasifikator, gde se pesak odvaja od opiljaka i gline i vraća na ponovnu upotrebu. Propuštena kroz centrifugu voda se skuplja u rezervoar i ponovo iskorišćava. Mlaznik napaja pumpa visokog pritiska. Osnova sa presekom i gabaritnim dimenzijama Hydro-Blast (SAD) postrojenja je data na slici 10-8.

Hidraulična i pesko-hidraulična postrojenja se upotrebljavaju za čišćenje odlivaka mase veće od 25 kg. Kapacitet ovih postrojenja pri čišćenju odlivaka srednje prosečne složenosti iznosi 1-2 t/h kod postrojenja sa jednom komorom i 2-4 t/h, kod postrojenja sa dve komore. Pri tome potrošnja vode iznosi 4-10 m^3 i električne energije 20-30 kWh za jednu tonu očišćenih odlivaka.

U tablici 10-6 je dato uporedjenje vremena potrebnih za čišćenje nekih odlivaka ručno i Hydro-blastom.

Tablica 10-6

Naziv komada	Masa kg.	Vreme čišćenja u h	
		Ručno	Hydro-Blast
Kokile (6 komada)	3000	50	6
Blok cilindra	12000	25	3
Kučište pumpe	1500	12	1
Kućište turbine	800	5	0,5
Postolje mašine	400	4	0,3
Radni sto mašine	800	6	0,5
Cilinder	2000	13	1,3

Tehničko ekonomsku pogodnost primene hidrauličnog i peskohidrauličnog postupka čišćenja odlivaka potrebno je razmotriti u svakom posebnom slučaju, u zavisnosti od obima čišćenja i potrebnih uslova za postavljanje postrojenja.

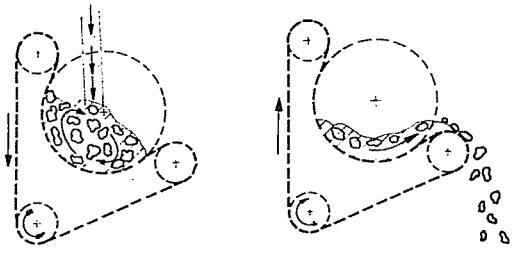
10.08. Čišćenje odlivaka sačmom

Osnovni cilj obrade odlivaka sačmom je uklanjanje izgorelog peska, dobijanje čistih površina i dobijanje veće površinske čvrstoće pojedinih komada. Pri tome se za obavljanje ovog procesa koristi kinetička energija sačme koja se dobija mehaničkim ili pneumatskim putem. Opremu koja se koristi u ovom procesu možemo da podelimo prema načinu ubrzavanja sačme, karakteristikama izvodjenja operacija, načinu premeštaja odlivaka, potrebnom opsluživanju i metodu upravljanja.

Prednost primene čelične sačme u odnosu na druge materijale koji mogu da se koriste za čišćenje je u sledećem: jače dejstvo zbog veće mase, manje stvaranje prašine, i duži period korišćenja zbog velike čvrstoće i tvrdoće.

10.08.01. Doboši za čišćenje sa centrifugalnim kolom (Wheelabrator-om)

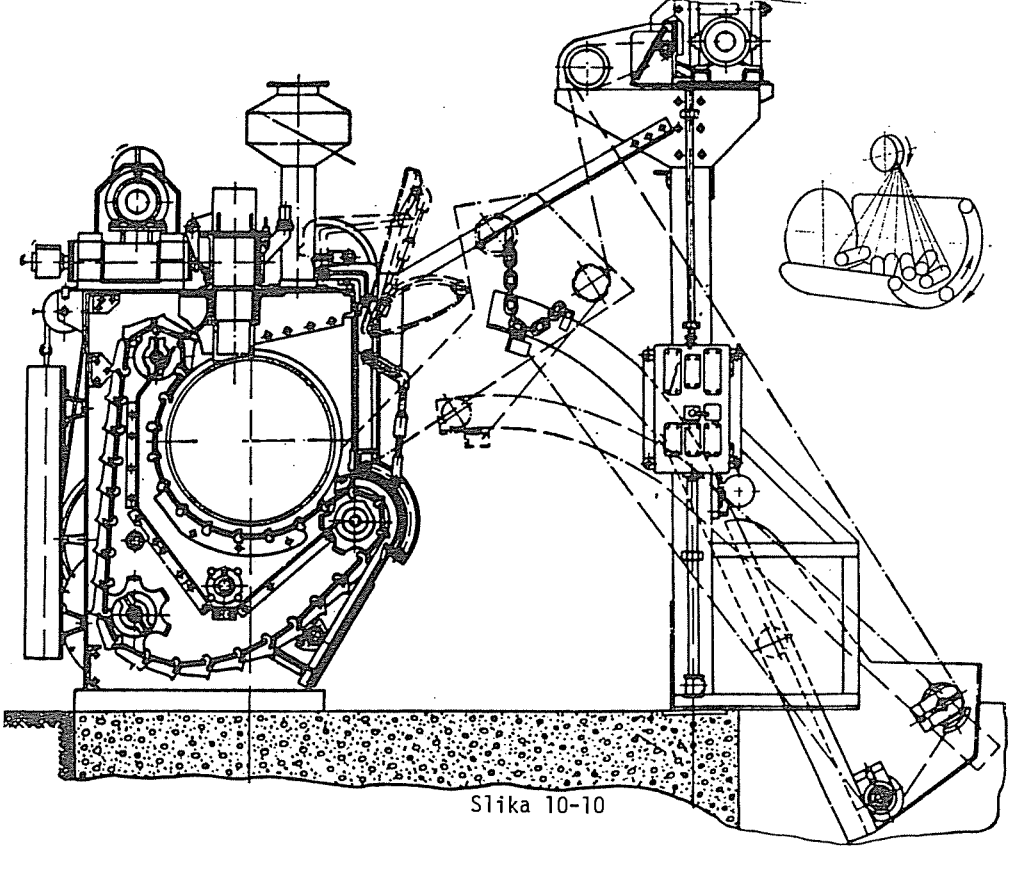
U livnicama lakog i sitnog liva pri većem obimu proizvodnje odlivci se čiste u dobošima sa centrifugalnim kolom, slika 10-9. Kao sredstvo za čišćenje služi čelična sačma koja se ubrzava u centrifugalnom kolu. Ovo kolo se izradjuje sa dve ili više lopatica i obrće se velikim brojem obrta, do 24 s^{-1}.



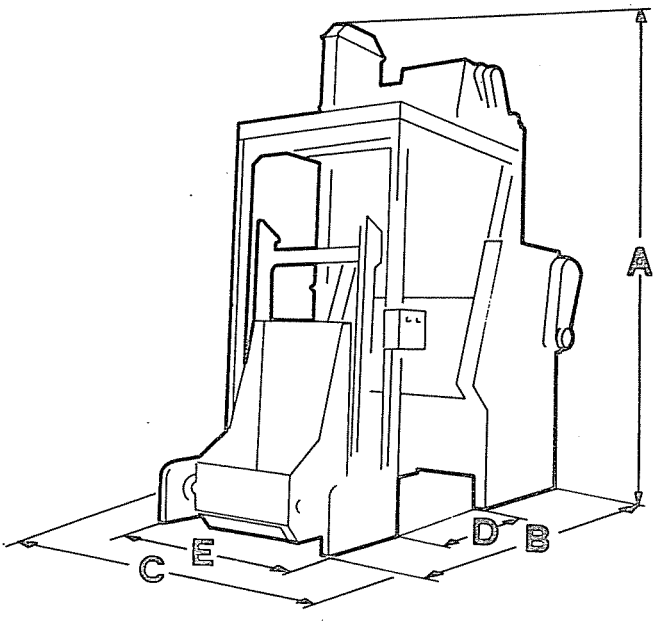
Slika 10-9

Odlivci se utovaraju u mašinu pomoću skip podizača. Radni prostor mašine je pločasti konvejer, koji se u toku procesa obrade kreće i prevrće odlivke, tako da se sve površine ravnomerno izlažu dejstvu mlaza.

Rotor (Wheelabrator) se postavlja iznad konvejera. U procesu čišćenja pesak i sačma propadaju kroz otvore na konvejeru u levak za skupljanje i dalje idu u elevator. Materijal se elevatorom podiže do rotacionog sita koje odvaja sve strane materije, uključujući armaturu za jezgra itd.



Slika 10-10



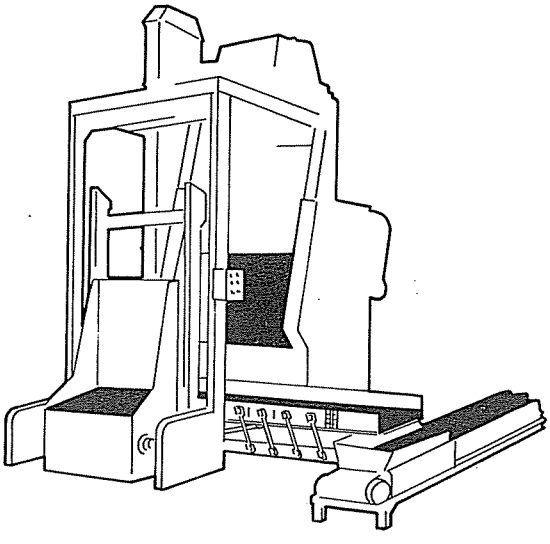
Tip	GG-150	G-450
Broj turbina	1	1
Instalisana snaga KW	14 KW	23 KW
Masa komada do	2 kg.	100 kg.
Kapacitet punjenja do	300 kg.	1000 kg.
Masa mašine	2850 kg.	9500 kg.
Kapacitet filtera	2500 m^3/h	5000 m^3/h

Gabaritne mere:			
	A	3970 mm	5110 mm
	B	3375 mm	4470 mm
	C	1745 mm	3020 mm
	D	1135 mm	1430 mm

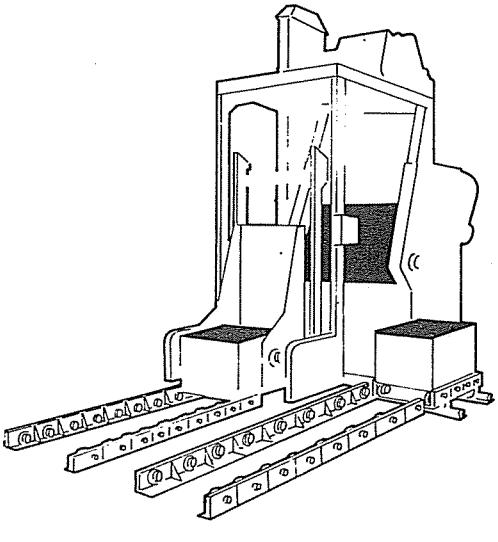
Slika 10-11

Sačma i pesak propadaju kroz rotaciono sito i idu u separator, gde se sačma čisti od peska i prašine i osposobljava za ponovnu upotrebu. Prašina se ventilatorom izvlači iz postrojenja. Istovar očišćenih odlivaka se vrši tako da se otvore vrata doboša i konvejeru da suprotni smer kretanja. Očišćeni odlivci ispadaju u kolica koja su smeštena ispod otvora.

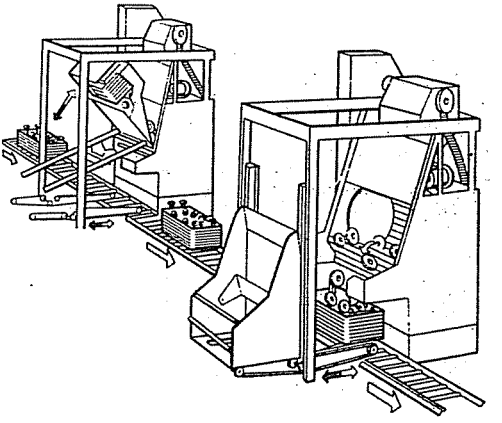
Na slici 10-10 dat je presek doboša za čišćenje. Slika 10-11 prikazuje doboš za čišćenje fabrike GOSTOL sa osnovnim tehničkim podacima. Na slikama 10-12 do 10-14 su data rešenja mehanizovanog dovoza i odvoza odlivaka pri radu sa ovim dobošima.



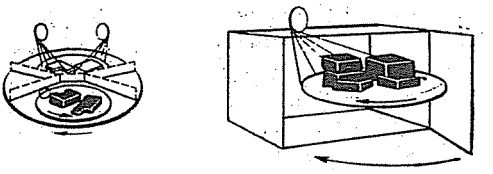
Slika 10-12



Slika 10-13



Slika 10-14



Slika 10-15

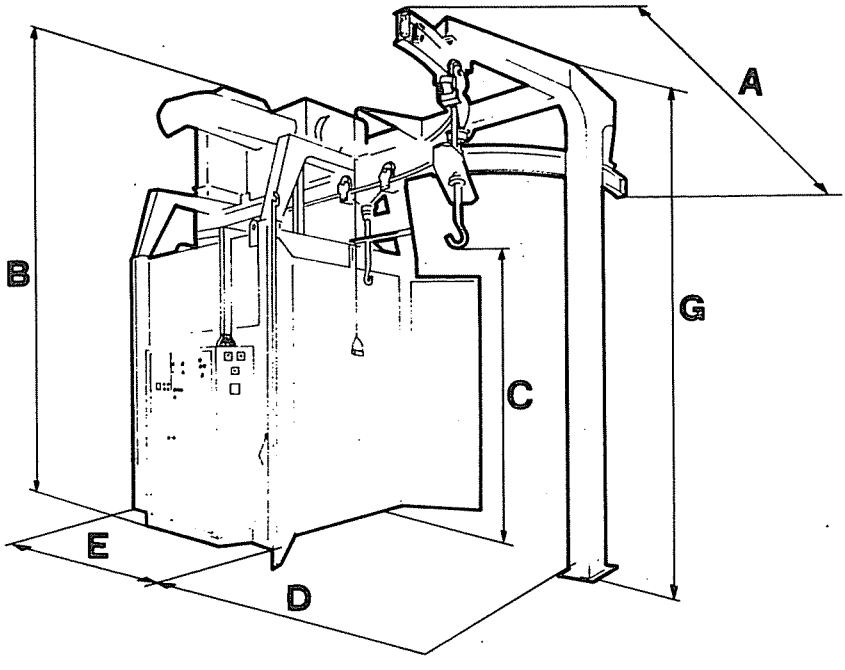
10.08.02. Komore za čišćenje

Komore za čišćenje odlivaka mlazom čelične sačme,pokazale su se veoma efikasne u livnicama krupnog liva. Površina komada se čisti udaranjem ubrzanih delića sačme, koji dobijaju kinetičku energiju dejstvom struje komprimovanog vazduha, ili dejstvom centrifugalnog kola. Primenjuju se u mehanizovanim livnicama za čišćenje odlivaka livenog gvoždja, čeličnog i temper liva. Komore su snabdevene uredjajima za izvlačenje prašine (rade sa potpritiskom), tako da zadovoljavaju sve uslove zaštite na radu.

Komore sa obrtnim stolom za čišćenje odlivaka sačmom pomoću centrifugalnog kola (slika 10-15) se upotrebljavaju za čišćenje odlivaka srednje veličine. To su poluautomatske mašine velikog kapaciteta i periodičnog dejstva.

Odlivci se postavljaju na okretni sto, koji se zavisno od tipa mašine može opteretiti od 250 - 2000 kg. Liv se čisti sa jednim ili više rotora. Utovar i istovar odlivaka se vrši na delu stola koji se nalazi van komore. Otvori na strani posluživanja su obloženi gumenim zavesama, da se radnik zaštiti od prašine i udarnog dejstva sačme. Kao i na svim ostalim postrojenjima ove vrste postoji mehanizam za separaciju, doziranje sačme i uredjaji za ventilaciju.

Kod pojedinih tipova komora odlivci se vešaju na kuke jednošinog transportera i tako unose u radni prostor za čišćenje (proizv. GOSTOL - v.sliku 10-16).

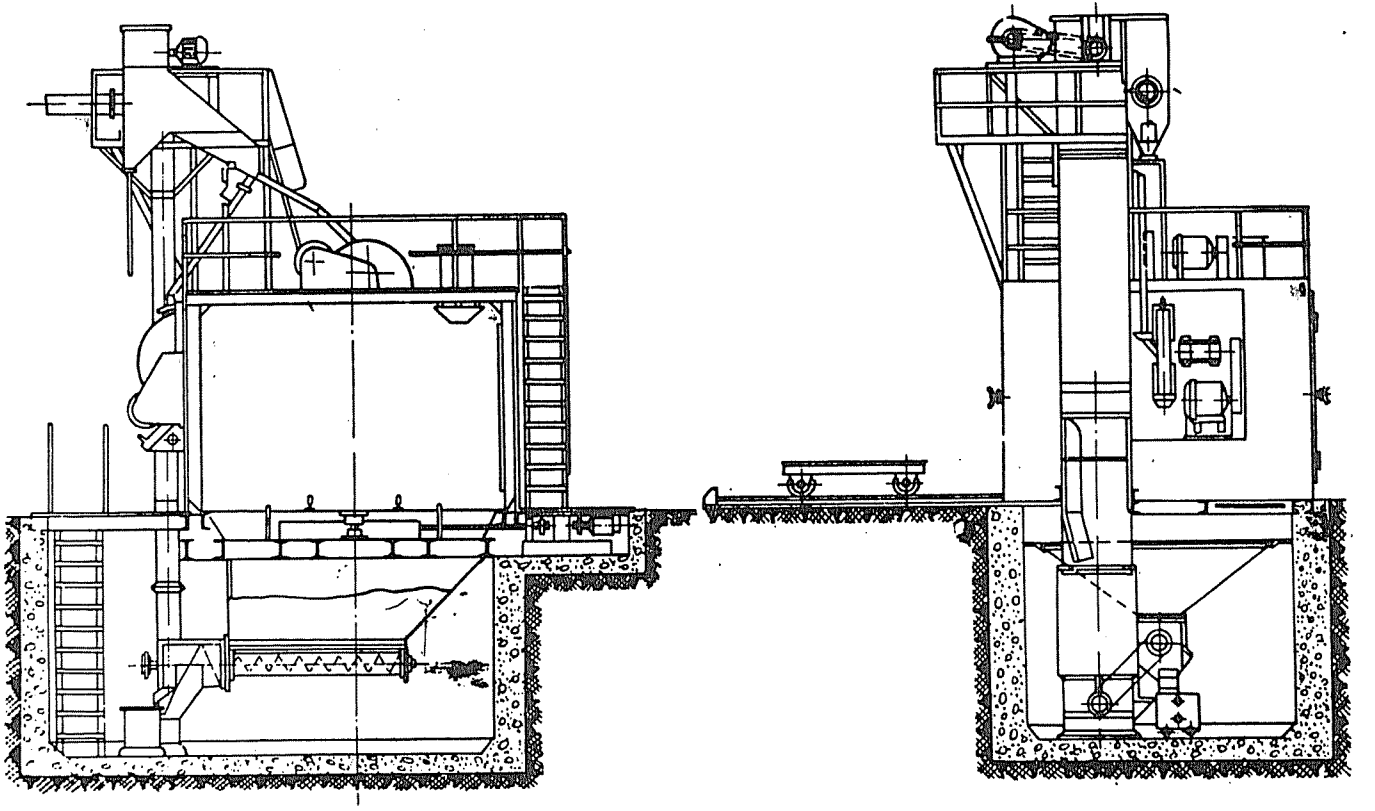


Broj turbina	3	A = 4000 mm
Instalisana snaga	51 kW	B = 5500 mm
Masa mašine	14500 kg.	C = 2530 mm
Broj kuka	2	D = 2500 mm
Opterećenje kuke	1000 ili 3000 kg.	E = 2600 mm
Max.visina komada	2200 mm	
Max.prečnik komada	Ø1500 mm	
Kapacitet filtera	10.000-15.000 m^3/h	

Slika 10-16

Kod proizvodnje teških odlivaka i velikoserijske proizvodnje liva srednje veličine upotrebljavaju se komore za čišćenje sa uvodjenjem vagoneta (slika 10-16). Vagoneti se obično izvode sa okretnom platformom. Brzina platforme može da se reguliše za vreme rada. Broj rotora za čišćenje zavisi od veličine i tipa komore kao i odlivaka koji se obradjuju. Postrojenje je opremljeno uredjajima za cirkulaciju sačme, separaciju i ventilaciju. Radi boljeg iskorišćenja mašine radi se obično sa dva vagoneta, dok se jedan nalazi u komori na drugome se odlivci utovaraju i istovaraju.

Tehničke karakteristike postrojenja fabrike BMD, date su u tablici 10-7.



Slika 10-17

Tablica 10-7

Red. br.	Dimenzije			Obrtna platforma Ø mm	Opterećenje vagoneta, kg	Rotori za čišćenje		Kapacitet ventilatora za otprašivanje m^3/s	Masa
	duž. m	šir. m	vis. m			Broj	kW		
1	2,3	2,3	2,2	1500	5000	1	20	3	6200
2	3	3	2,5	2100	6000	2	40	4,2	11400
3	4	4	3,0	2100	7000	3	60	5,8	17000
4	5	5	3,5	2500	22000	4	80	8,3	24000

Komore za čišćenje sačmom pomoću komprimovanog vazduha se primenjuju u livnicama za čišćenje odlivaka do 5000 kg. Odlivci se postavljaju na vagonet i po koloseku uvode u komoru. Pod komore je izveden u obliku obrtnog stola, tako da se pri procesu obrade sve površine podjednako izlažu dejstvu mlaza. Rešetkaste je konstrukcije, a ispod njega je postavljen bunker za skupljanje izgorelog peska, opiljaka i sačme. Upotrebljeni materijal iz bunkera se propušta kroz sito, gde se odvajaju krupniji komadi. Sačma i pesak se elevatorom prebacuju u separator. Očišćena sačma se iz separatora odvodi na ponovnu upotrebu u sud pod pritiskom. Sačma iz ovoga suda prolazi kroz zasun za regulisanje, u odredjenim količinama, u glavnu struju komprimovanog vazduha. Struja, preko oklopljenog crevnog priključka i mlaznika, baca sačmu na komade za čišćenje. Ovaj uredjaj stvara snažan mlaz i dobija se dobar kvalitet očišćene površine.

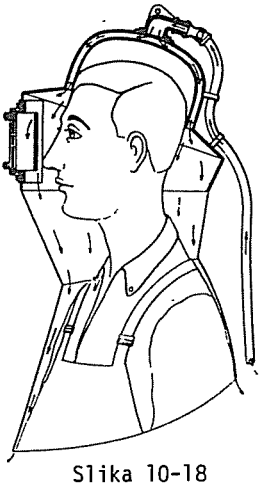
Zidovi i plafon unutrašnje strane komore su obloženi gumom zbog zaštite od probojnog dejstva mlaza. Radno mesto je izolovano od odelenja za čišćenje, a na zidu prema komori se nalaze okna za posmatranje i reflektori za osvetljavanje unutrašnjosti komore. Mlaznik je montiran na sfernom ležištu, tako da se može okretati za 100°. Vrata komore dobro zaptivaju i na njima je postavljen uredjaj za blokiranje mlaznika, tako da su sprečene povrede.

Za čišćenje komplikovanih i teško pristupačnih delova u komori se obično nalazi još jedan ručni mlaznik. Radi bezbednosti pri radu sa ovim mlaznikom, radnik koji radi u komori mora da ima šlem na glavi, (slika 10-18), specijalno odelo i rukavice.

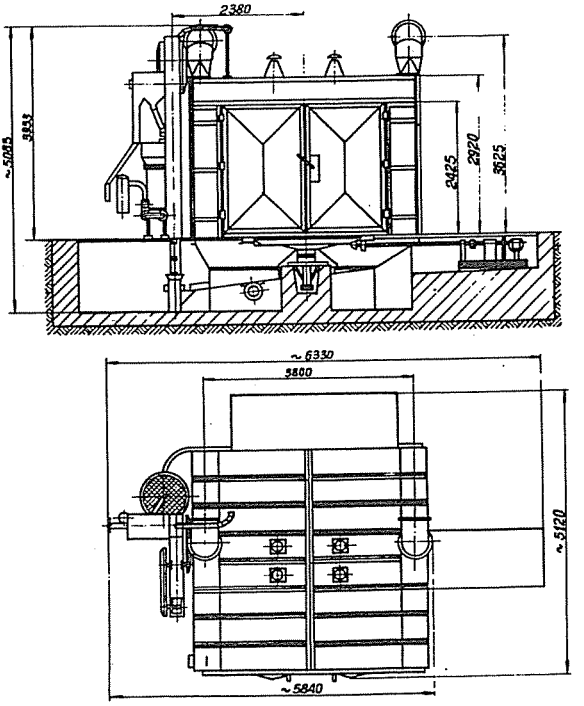
Komora je spojena sa sistemom za usisavanje prašine ili ima poseban ventilator sa uredjajem za filtriranje.

Tehničke karakteristike komore za čišćenje OPK-5000 (slika 10-19):

- gabaritne dimenzije komore — 4x4x3 mm
- prečnik stola — 1800 mm
- nosivost vagoneta i stola — 5000 kg.
- maksimalne dimenzije odlivaka — 2,8x3,6x2 m.
- instalisana snaga — 55 kW
- potrošnja vazduha (6 bar) — 250-550 m^3/h
- odvod prašine — 2400 m^3/h
- masa mašine — 7700 kg.



Slika 10-18



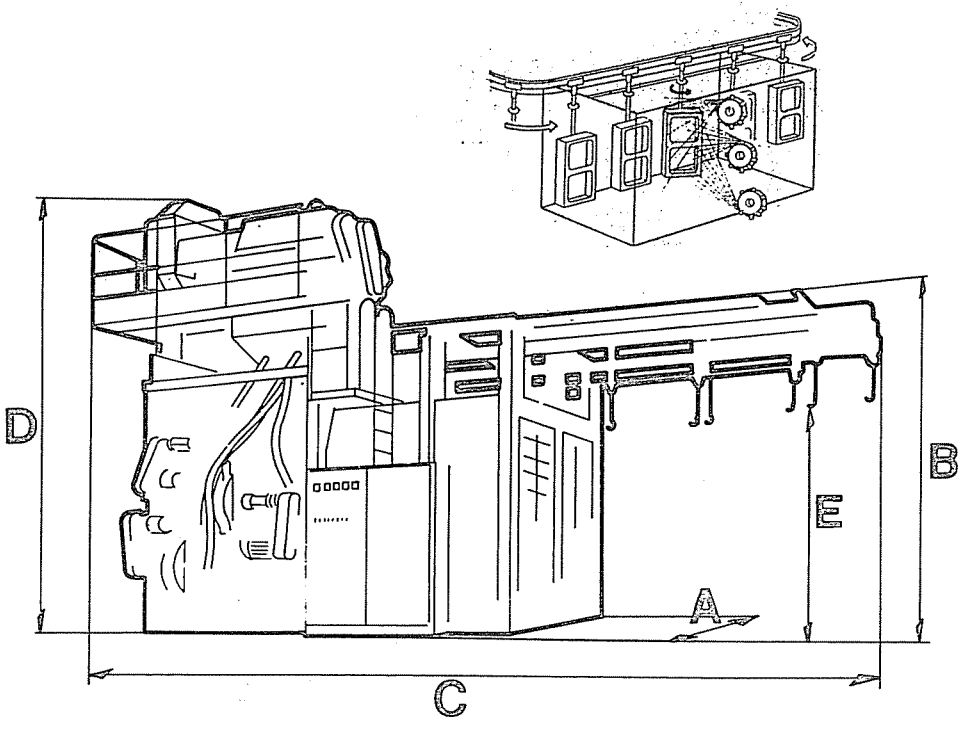
Slika 10-19

Kontinualni uredjaji za čišćenje su naročito pogodni za čišćenje većih količina odlivaka, pri masovnoj i velikoserijskoj proizvodnji, kada postižu visoki učinak čišćenja pri minimalnom utrošku rada. Primenjuju se u livnicama lančane proizvodnje, kao u automobilskoj industriji i sl.

Instalacija se sastoji od komore kroz koju prolazi viseći konvejer na kome su obešeni predmeti za čišćenje. Postrojenja ove vrste su opremljena sa više centrifugalnih kola. Njihov broj zavisi od dimenzije, oblika i prirode odlivaka. Konstrukcija visećeg konvejera je tako izvedena da se odlivci okreću oko svoje ose pri ulasku u komoru i na taj način ravnomerno izlažu sve površine struji mlaza čelične sačme. Pesak i sačma propadaju kroz rešetkasti pod u bunker, a dalje se elevatorom prebacuju u separator. Očišćena sačma se ponovo dovodi u centrifugalno kolo.

Postrojenje je opremljeno uredjajima za izvlačenje prašine, tako da ceo radni proces potpuno odgovara higijenskim uslovima. Postrojenje opslužuje jedan rukovalac. Na slici 10-20 je prikazano postrojenje za kontinualno čišćenje firme GOSTOL.

Automati za čišćenje odlivaka se primenjuju u masovnoj proizvodnji odlivaka posebnog oblika. Na slici 10-21 je prikazan izgled jednog automata za čišćenje sačmom blokova motora.



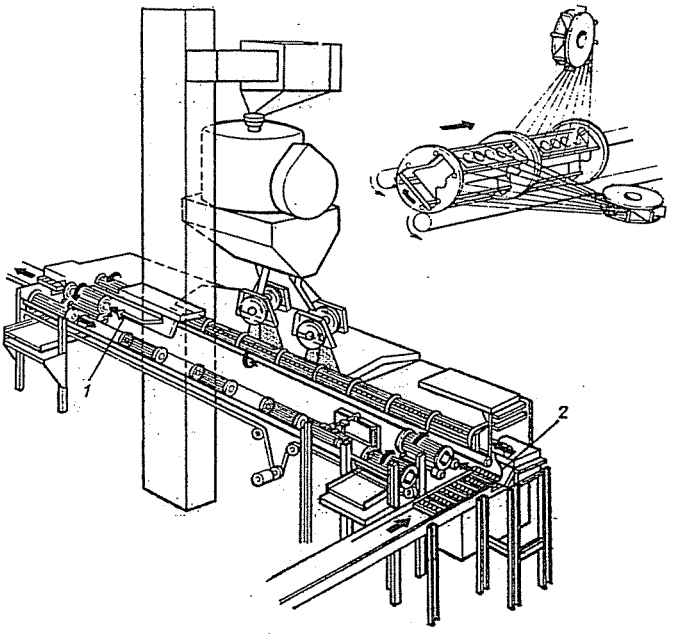
Tehnički podaci mašine za čišćenje VP-1B

Broj turbina	3	A = 3430 mm
Instalisana snaga	51 kW	B = 3890 mm
Brzina transportera	0,3-1,2 m/min.	C = 8750 mm
Broj kuka	26	D = 5300 mm
Opterećenje kuka max.	1300 kg.	E = 1750 mm
Korak kuke	600 ili 900 mm	
Masa mašine	19000 kg.	
Kapacitet filtera	15000 m^3/h	

Slika 10-20

10.09. Obrubljivanje odlivaka

Proces obrubljivanja obuhvata uklanjanje ostataka ulivnih sistema, šavova i drugih neravnina na spoljnim i unutrašnjim površinama srednjih i velikih odlivaka od sivog i čeličnog liva. Ovaj postupak se takodje koristi za obradu defektnih mesta pre zavarivanja i za obradu svih unutrašnjih površina koje su nepristupačne za brušenje.

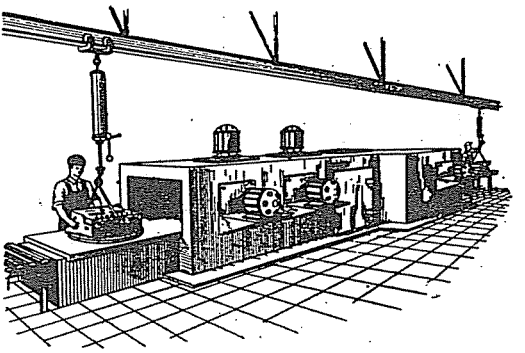


Slika 10-21

Za obavljanje ovih operacija u livnicama se koriste ručni i pneumatski sekači raznih oblika i konstrukcije. Normativi vremena obrubljivanja zavisno od mase i složenosti odlivaka su dati u tablicama 10-17 i 10-18.

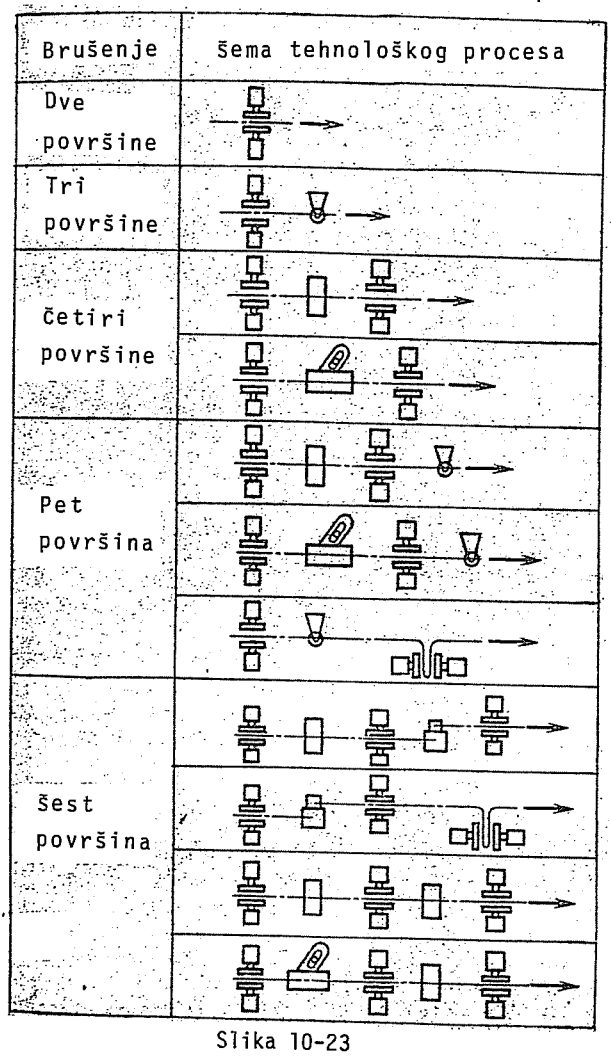
10.10. Brušenje odlivaka

Obrada brušenjem obuhvata skidanje šavova, uklanjanje ostataka ulivnog sistema, popravku dimenzija odlivaka, izravnavanje površina za dalju mašinsku obradu i u nekim slučajevima odsecanje pojedinih delova. U livnicama se primenjuju stacionarne brusilice, prečnika brusnog kamena do 800 mm, za čišćenje sitnijih odlivaka, obično mase do 20 kg. Za brušenje srednjih i većih komada, mase preko 20 kg, kao i onih koji se zbog oblika i dimenzija ne mogu da drže u ruci, koriste se viseće brusilice. Radi boljeg manevrisanja pri čišćenju odlivaka brusilica se veša na kuku konzolne dizalice. Čišćenje krupnog liva, tamo gde nije moguće upotrebiti viseće brusilice se obavlja ručnim prenosnim pneumatskim brusilicama.



Slika 10-22

Čišćenje na brusilicama je veoma težak posao, zahteva od radnika fizičko naprezanje i veliki utrošak vremena za pomoćne operacije. U livnicama veliko serijske i masovne proizvodnje (automobilske industrije itd.) se primenjuju poluautomatske i automatske mašine za brušenje. Primena ovih poluautomata povećava produktivnost brusača nekoliko puta, naročito pri obradi sitnih odlivaka.



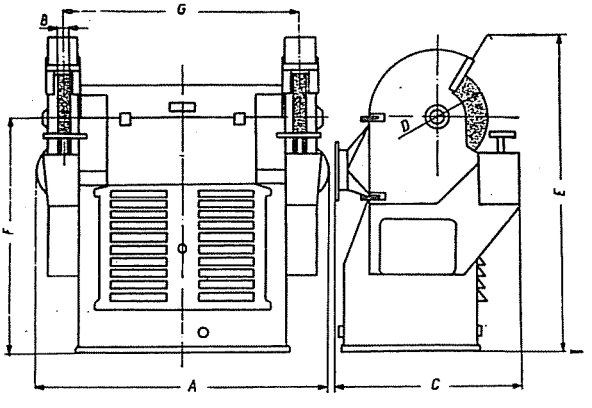
Slika 10-23

Tablica 10-8

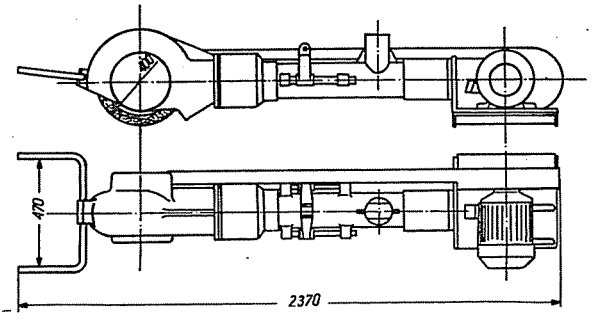
Stacionarna brusilica (slika 10-23)		400	800
Spoljni prečnik kamena D	mm	400	800
Elektromotor - snaga	kW	4,5	10
Gabaritne mere:			
A	mm	1160	2150
C	mm	735	1525
E	mm	1240	1365
F	mm	920	800
G	mm	915	1650
Masa	kg.	520	3100

Viseće brusilice (slika 10-24)

Prečnik kamena	mm	400
Širina	mm	50
Snaga elektromotora	kW	2,8
Masa	kg.	315



Slika 10-24



Slika 10-25

Na slici 10-22 je prikazan poluautomat za brušenje blokova cilindra konstrukcija fabrike ZIL. Za brušenje odlivaka od sivog i čeličnog liva u masovnoj proizvodnji razradjeni su tehnološki postupci sa promenljivim i stalnim kontaktom brusnog kamena i odlivka u toku procesa. Na slici 10-23 je data šema tehnološkog procesa automata zavisno od broja površina koje se obradjuju. Kapacitet automata iznosi 100-1000 odlivaka na sat |1|.

Tehničke karakteristike stacionarnih i visećih brusilica (slike 10-24 i 10-25), date su u tablici 10-8.

10.11. Popravka odlivaka

Na pojedinim defektnim odlivcima se može izvršiti popravka gasnim ili električnim zavarivanjem. Komad na mestu zavarivanja mora da ima istu tvrdoću kao ceo odlivak. Ovo se postiže upotrebom specijalnih elektroda ili zavarivanjem na "toplo". Prilikom izbora komada za popravku treba voditi računa da se noseći elementi na komadu ne popravljaju. Bolje je komade popravljati zavarivanjem na "toplo" i potom izvršiti lagano otpuštanje.

10.12. Termička obrada odlivaka

Osnovni cilj termičke obrade odlivaka je otklanjanje unutrašnjih napona, poboljšanje stepena obradljivosti odlivaka pri kasnijoj mašinskoj obradi, stvaranje odredjene strukture liva i fizičko mehaničkih svojstava. Postupak termičke obrade je opisan u posebnom poglavlju.

10.13. Ponovno čišćenje

Ponovno čišćenje se izvodi na onim odlivcima koji idu na površinsku zaštitu bojenjem ili koji se pripremaju za emajliranje. Temper liv se takodje ponovo čisti posle procesa termičke obrade. Ova operacija se izvodi na već ranije opisane načine.

10.14. Kontrola odlivaka

U odeljenju za čišćenje se predvidjaju medjufazna kontrola (posle pojedinih postupaka predvidjenih tehnološkim procesom) i finalna kontrola za prijem kvalitetnih odlivaka. Kontrola odlivaka u čistionici obuhvata sledeće postupke: vizuelni pregled, kontrolu dimenzija, mehanička ispitivanja, hemijske analize, metalografska ispitivanja, hidraulična ispitivanja, kontrolu čistoće površine, ispitivanja rentgenom i ultrazvukom itd.

10.15. Specijalni postupci za čišćenje odlivaka

Pored navedenih postupaka za čišćenje odlivaka u pojedinim slučajevima primenjuju se i drugi procesi za uklanjanje sagorelog peska i obradu površine liva i to: čišćenje ultrazvukom, elektrohemijsko čišćenje, hemijsko čišćenje, vibraciono čišćenje, termičko čišćenje, čišćenje plamenom itd. U ovom priručniku se neće posebno da razmatraju navedeni procesi tako da se čitalac upućuje na specijalizovanu literaturu (6, i dr.).

10.16. Gruba obrada i obrada repernih tačaka

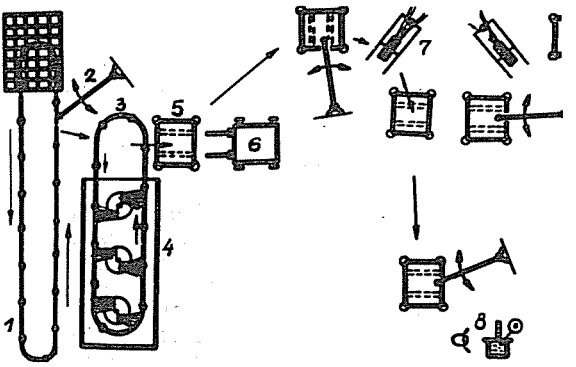
Gruba obrada se obično izvodi na komadima okruglog oblika (zamajci, doboši, kvačila itd.), odnosno na svim komadima gde se javljaju unutrašnje mane, da bi se iste otkrile na površinskim slojevima.

Reperne tačke se obradjuju uglavnom u mašinogradnji, to je ustvari prva operacija mašinske obrade. Za istu se koriste odgovarajući alati, koji su podešeni prema kontrolnim aparatima za kontrolu odlivaka. Kod serijske proizvodnje ova obrada se obično vrši na glodalicama ili mašinama za vibraciono bušenje i glodanje.

Pri proračunu broja potrebnih mašina primenjuju se proračuni za mašinsku obradu.

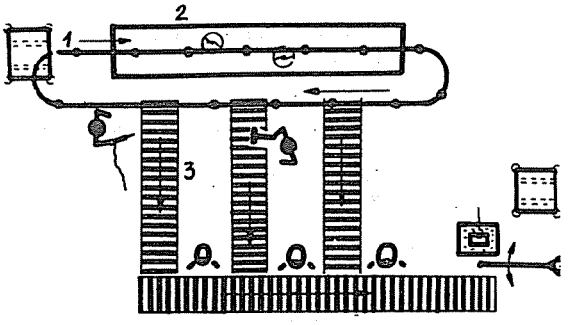
10.17. Raspored radnih mesta i transport odlivaka u čistionici

Pri razmeštaju opreme treba težiti jednosmernom putu kretanja odlivaka i po mogućstvu izbegavati povratne linije i ukrštanje. U mehanizovanim livnicama velikoserijske i masovne proizvodnje, uredjaji se u čistionicama postavljaju uglavnom u liniji, za odredjene težinske grupe i opslužuju neprekidnim transportom (pločasti konvejeri, rolganzi,viseće jednošine itd.). Kod livnica sa malim i srednjim stepenom mehanizovanosti transport odeljenja za čišćenje se ograničava na primenu mostovskih i konzolnih dizalica,ručnih kolica, elektrokara i viljuškara.



Slika 10-26

U ovom poglavlju je dato nekoliko karakterističnih primera rasporeda radnih mesta i rešenja transporta liva u čistionici |9|, što može da posluži kao orijentacija pri izradi projekata.

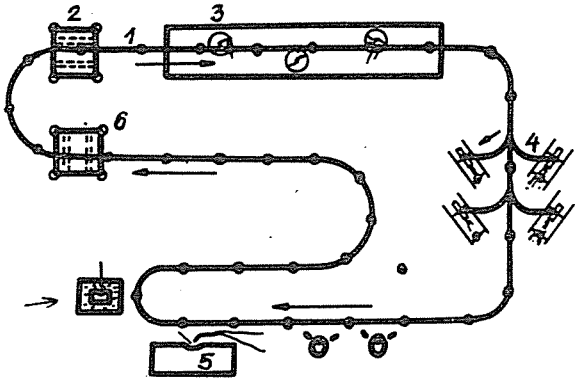


Slika 10-27

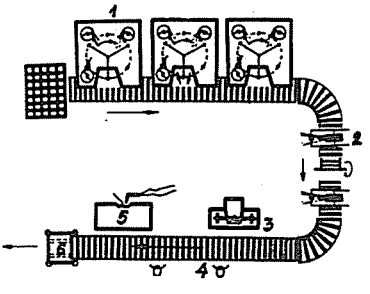
1. Posle istresanja odlivci se postavljaju na viseći konvejer 1 i vode napolje radi rashladjivanja (slika 10-26). Ohladjeni komadi se pomoću konzolne dizalice 2, ili ručno skidaju i vešaju na viseći konvejer 3, uredjaja za kontinualno čišćenje 4. Posle završenog čišćenja, manji delovi se stavljaju na palete ili u korpe 5 i viljuškarima 6 prenose na brušenje 7 i kontrolu 8. Veći komadi se prenose pomoću kolica.

2. Odlivci se direktno vešaju na viseći konvejer 1, uredjaja za kontinualno čišćenje 2 (slika 10-27). Očišćeni komadi se postavljaju na rolgange 3, gde se izvodi dalja obrada (brušenje, obrubljivanje) i kontrola.

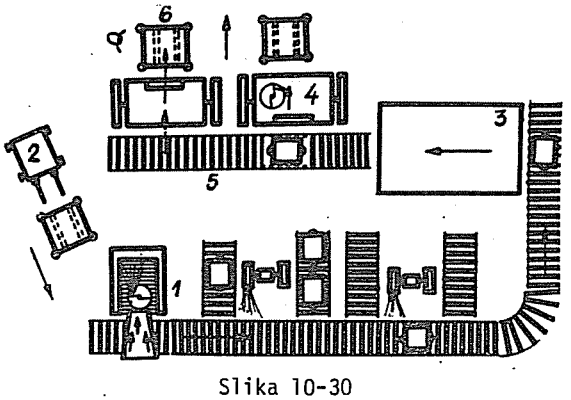
3. Viseći konvejer 1 prenosi odlivke kroz ceo radni ciklus (slika 10-28). Sa istresne rešetke odlivci se odnose korpama 2. Posle prolaska kroz uredjaj za kontinualno čišćenje 3, skidaju se pojedini privesci i odvode na sporedan kolosek 4, na brušenje i obrubljivanje. Posle ove obrade komadi se vraćaju na konvejer 1 i idu na kontrolu. Neispravni odlivci se popravljaju na mestu 5. Transport do skladišta odlivaka se obavlja viljuškarem.



Slika 10-28



Slika 10-29



Slika 10-30

4. Na slici 10-29 je prikazana šema čistionice pri opsluživanju svih mašina rolganzima.

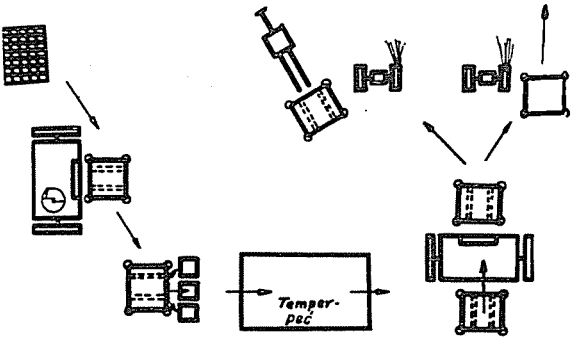
Posle istresanja i izbijanja jezgara odlivci se rolganzima prenose do kabina za čišćenje 1, visećih brusilica 2, stacionarnih brusilica 3, kontrole 4 i popravke škarta 5. Gotovi proizvodi se utovaraju u korpe i odnose viljuškarima.

5. Transport odlivaka do doboša za čišćenje 1 obavlja viljuškar 2. Očišćeni odlivci se istovaraju na rolgang, odvode na brušenje i obrubljivanje,gde se isti sortiraju i u sudovima za temperovanje dalje šalju u jednu protočnu peć za temperovanje 3. Posle temperovanja se komadi rolgangangom 5 dovoze do doboša 4 i ponovo čiste. Gotovi proizvodi se utovaraju u korpe 6 gde se obavlja kontrola (slika 10-30).

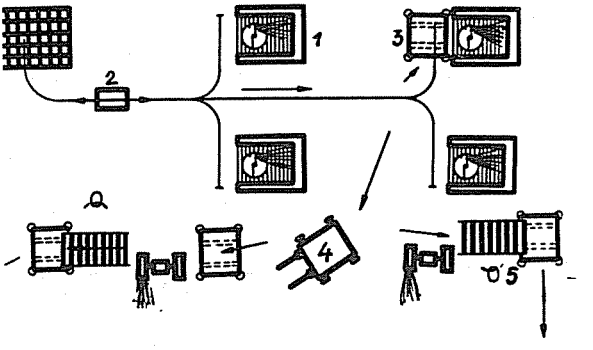
6. Rešenje čistionice slično prethodnom slučaju samo što se ovde celokupan transport obavlja viljuškarima (slika 10-31).

7. Na slici 10-32 je data šema transporta odlivaka do doboša za čišćenje 1, pomoću jednošine 2. Očišćeni komadi se sipaju u korpu 3 viljuškara 4 i odvoze na brušenje, obrubljivanje i kontrolu.

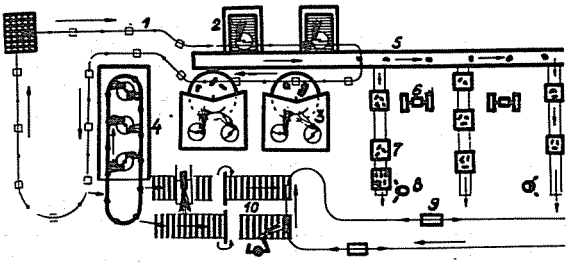
8. Na slici 10-33 prikazana je šema transporta odlivaka svih veličina, mase do 500 kg, pomoću visećeg konvejera 1. Sitniji odlivci se prenose u korpama, postavljenim na vešaljke konvejera, a krupniji se direktno vešaju na kuke. Viseći konvejer nailazi prvo do doboša za čišćenje 2, gde se istovaraju sitniji komadi (korpe se prazne naginjanjem). Srednji,i mali delovi tankih zidova se postavljaju na obrtne stolove 3, a krupniji se vešaju na kuke visećeg konvejera, uredjaja za kontinualno čišćenje 4.



Slika 10-31



Slika 10-32



Slika 10-33

Očišćeni srednji i mali odlivci se stavljaju na pločasti transporter 5 i odvode na brušenje 6. Brusioci sortiraju liv i pune korpe 7, koje se postavljaju na kolica. Gotovi odlivci, posle kontrole 8 se odvoze jednšinom dizalicom 9.

Veći komadi posle čišćenja se bruse i obrubljuju na rolganzima 10 i pomoću jednošine dizalice 9 odvoze na skladište gotovih proizvoda.

9. Na slici 10-34 prikazano je odelenje za čišćenje automobilskih delova od sivog liva, fabrike ZIL |4|.

Transport liva iz kaluparnice u čistionicu se obavlja visećim konvejerima 8, 10 i 15. Sitni odlivci se odvoze visećim konvejerom 8, u specijalnim sanducima (sa dnom koje može da se otvara) i utovaraju u doboše za čišćenje (sa Wheelabrator-om) 1.Očišćeni komadi se istovaraju na trakasti transporter 2, kojim se dovode na okretni krug za sortiranje 5. Posle sortiranja liv se visećim konvejerima 3 i 5 dovozi do poluautomatskih mašina za brušenje 4 i brusilica 7. Posle brušenja i kontrole odlivci se visećim konvejerom 8 odvoze na skladište gotovih proizvoda. Komadi koje treba obojiti idu u komoru za bojenje 9.

Odlivci srednje mase posle odbijanja ulivnog sistema sa visećeg konvejera 10 pretovaraju se na konvejer uredjaja za kontinualno čišćenje 11. Posle čišćenja odlivci idu na poluautomatske mašine za brušenje 12, a jedan deo na bojenje u komore 13 i 14. Gotovi odlivci se odvoze na skladište konvejerom 8.

Krupniji liv, posle istresanja i odbijanja ulivaka, preko konvejera 15, uredjaja za skidanje 16, dolazi na vibracionu rešetku 17, gde se vrši izbijanje jezgara. Posle izbijanja odlivci se vešaju na konvejer uredjaja za kontinualno čišćenje 18.

Očišćeni blokovi cilindra se uredjajem za skidanje 19, postavljaju na rolgang i dovoze do automata 20. Posle brušenja i obrubljivanja, odlivci idu na hidrauličnu probu 21, a defektni komadi se popravljaju zavarivanjem. Bojenje predvidjenih komada se vrši u komorama 13 i 14. Gotovi odlivci se odvoze konvejerom 8.

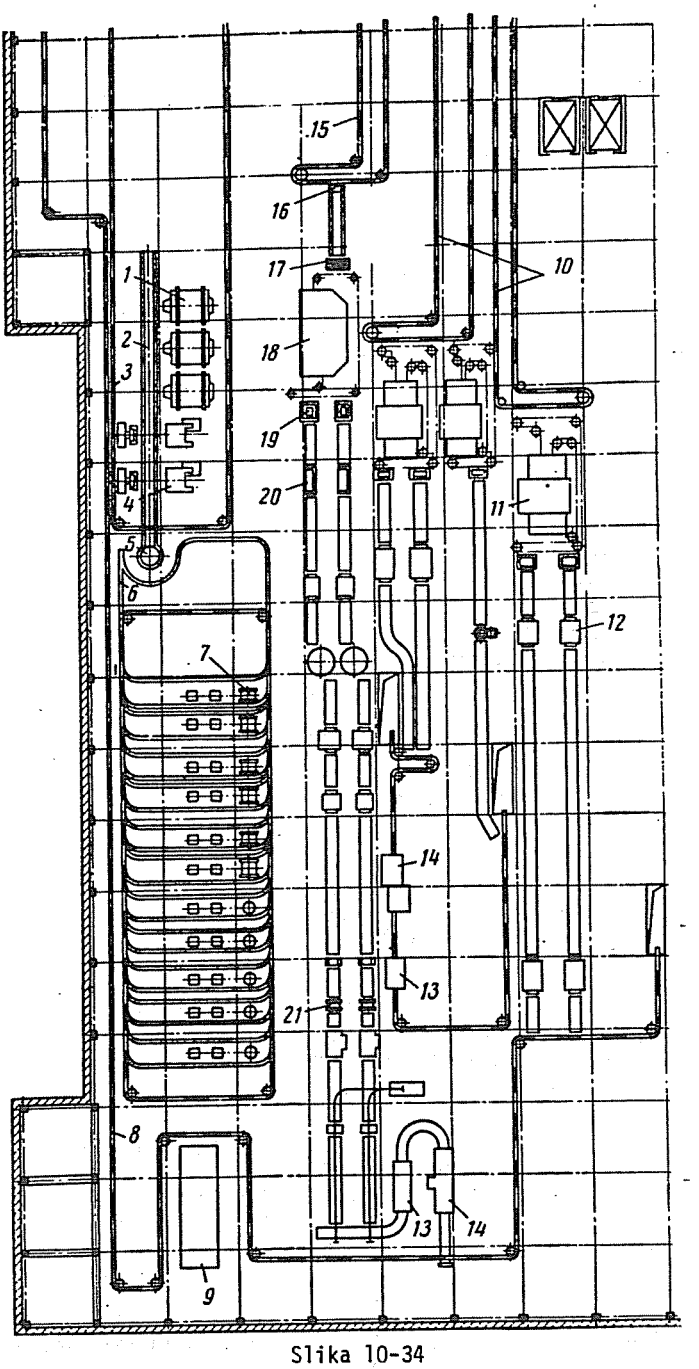
10. Na slici 10-35 je prikazano rešenje mehanizacije radnih mesta u čistionici primenom trakastih transportera |1|. Oznake na slici: 1-čišćenje, 2-brušenje, 3-napajanje transportera, 4-kontrola odlivaka.

10.18. Manipulatori i roboti

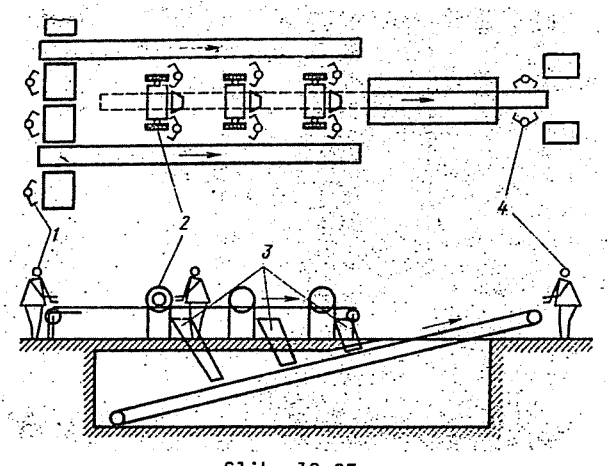
Upotreba manipulatora i industrijskih robota omogućava da se olakša izvodjenje niza operacija koje zahtevaju težak fizički rad i koje se izvode u nepodesnim radnim uslovima. Posebno je značajna primena ovih uredjaja u čistionicama, za koje se smatra da su usko grlo proizvodnje odlivaka. Istraživanja izvršena u SAD i Engleskoj pokazuju da 25-30% od ukupnih troškova proizvodnje odlivaka čine troškovi čišćenja |5|, tako da se u poslednje vreme znatna pažnja poklanja uvodjenju manipulatora i robota u ovu oblast.

U procesu odlučivanja pri izboru izmedju manipulatora (M), industrijskih robota (IR) i specijalne opreme (S), znatno utiču veličine serija i masa odlivaka koji se izradjuju. Oblast primene pojedinih uredjaja je data na dijagramu slike 10-36 |7|.

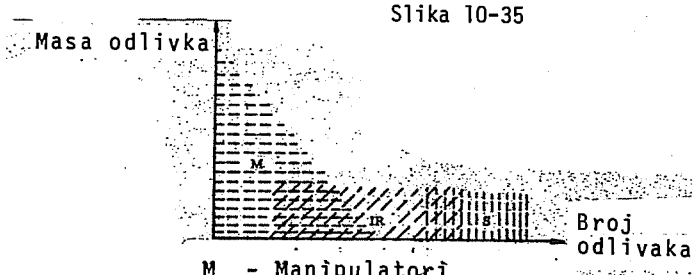
Roboti se danas koriste pretežno za rad sa odlivcima male mase, tako da prema izvoru SME Industrial Robots Delphi Forecast (1982.), procentualno učešće instalisanih kapaciteta u odnosu na masu odlivaka koji se proizvode je sledeće:



Slika 10-34



Slika 10-35



M - Manipulatori

IR - Industrijski roboti

S - Specijalna oprema za rukovanje odlivcima

Slika 10-36

0 - 1 kg	2%	25-37 kg	18%
1 - 5 kg	12%	37-50 kg	12%
5 - 12 kg	25%	preko 50 kg	6%
12 - 25 kg	25%.		

U čistionicama se manipulatori i roboti koriste za istresanje odlivaka, uklanjanje jezgara, brušenje odlivaka, termičku obradu itd. Primenom ovih uredjaja mogu da se ostvare sledeće pogodnosti:

- povećana produktivnost (10-300%),
- povećan kvalitet odlivaka,
- povećana preciznost i brzina izvodjenja pojedinih operacija,
- visok stepen vremenskog iskorišćenja (do 98%),
- mogućnost rada u tri smene tokom cele nedelje,
- fleksibilnost pri izvodjenju različitih postupaka; programirani roboti mogu da izvršavaju različite zadatke,
- obuka za programiranje i rad sa robotima je relativno brza, laka i ne zahteva velike troškove,
- smanjen broj povreda i procenat ljudi na bolovanju, i
- povećan moral radnika u slučajevima kada su instalisani da rade na poslovima koje radnici ne žele da prihvate.

10.19. Normativi čišćenja |10|

Tablica 10-9

RUČNO IZBIJANJE JEZGARA IZ ODLIVAKA OD SIVOG LIVA (GRUBO ČIŠĆENJE								
Masa odlivka u kg	Koeficijent K = masa neobradjenog odlivka (kg) / zapremina odlivka (dm^3)							
	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0
100	140	85	68	43	32	22	16	10
200	210	130	105	70	50	33	24	16
500	360	225	176	115	86	56	41	27
1000	580	350	280	185	135	90	66	43
1500	710	435	350	225	170	110	83	54
2000	830	510	405	270	200	130	95	62
3000	1050	650	530	335	265	162	120	79
4000	1220	760	610	400	305	200	144	95
6000	1600	1000	790	520	400	250	190	122
8000	1980	1200	970	630	470	315	225	151
10000	2350	1440	1150	760	540	360	270	176
IZBIJANJE JEZGARA IZ ODLIVAKA OD SIVOG LIVA PNEUMATSKIM ALATIMA (GRUBO ČIŠĆENJE)								
100	79	48	37,5	24	18	12	8,6	5,6
200	118	72	57	37	27,5	18,0	13,2	8,6
500	200	125	98	64	48	31	23	15
1000	320	195	155	102	74	50	37	24
1500	395	240	195	125	94	62	46	30
2000	460	280	225	148	111	72	53	34,5
3000	580	360	295	185	142	90	67	44
4000	680	420	340	220	170	110	80	53
6000	890	560	440	290	220	140	105	68
8000	1100	670	540	350	260	175	125	84
10000	1300	800	640	420	300	200	150	98
20000	1900	1150	920	600	450	300	220	145
30000	2500	1500	1200	800	600	390	290	190
40000	2900	1800	1400	920	700	430	340	220

Tablica 10-10

IZBIJANJE JEZGARA U HIDRAULIČNIM POSTROJENJIMA (GRUBO ČIŠĆENJE								
Masa odlivka u kg.	Koeficijent $K = \frac{\text{masa neobradjenog odlivka (kg)}}{\text{zapremina odlivka (dm}^3)}$							
	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0
	Vreme[x)] u min/kom.							
500	66	45	37	-	-	-	-	-
600	74	50	42	30	-	-	-	-
700	82	55	46	33	-	-	-	-
800	89	60	50	35	28	-	-	-
900	96	65	54	30	-	-	-	-
1000	103	70	58	41	32	-	-	-
1500	133	90	74	52	41	29	-	-
2000	158	108	88	62	50	35	-	-
3000	200	135	110	78	62	44	34	-
4000	245	160	135	94	74	52	41	29
5000	285	190	155	110	86	62	48	34
6000	310	210	175	125	96	68	54	38
7000	350	230	190	135	105	76	60	42
8000	380	250	210	145	115	82	64	46
9000	410	270	230	160	125	90	70	50
10000	440	300	250	175	135	96	76	54
15000	570	380	320	220	175	125	98	70
20000	680	460	380	270	215	150	120	84
25000	830	560	460	330	260	185	145	105
30000	1000	670	560	400	310	220	170	125
40000	1150	780	640	460	360	260	200	145

x) Ovo vreme obuhvata sledeće operacije:
punjenje komore odlivcima, čišćenje, prevrtanje odlivaka u procesu čišćenja i istovar odlivaka.

Tablica 10-11

ČIŠĆENJE ODLIVAKA U DOBOŠIMA					
UTOVAR I ISTOVAR DOBOŠA: RUČNO					
Zapremina doboša u m^3	Srednja masa u kg.				
	1	2	3	4	5
	Vreme[x)] u min/t liva				
	Odlivci prostoga oblika				
1	116	88	76	64	58
2	111	81	71	61	54
3	105	78	67	58	52
	Srednje komplikovani odlivci				
1	134	100	86	74	66
2	127	94	82	70	62
3	120	89	78	67	59

UTOVAR I ISTOVAR DOBOŠA: KRANOM		
Zapremina doboša u m^3	Odlivci prostoga oblika	
	Srednje komplikovani odlivci	
	Srednja masa odlivka u kg	
	do 30	do 30
	Vreme[x)] u min/t liva	
2	112	130
3	106	123
3	100	116

x) U tablici je dato ukupno vreme (utovar odlivaka u doboš, proces čišćenja i istovar odlivaka iz doboša).

Tablica 10-12

ČIŠĆENJE ODLIVAKA U KOMORAMA SA CENTRALNIM KOLOM			
Kategorija složenosti	Prosti odlivci	Srednje komplikovani odlivci	Komplikovani odlivci
Vreme (min) jednoga ciklusa čišćenja (mašinsko vreme)	20-25	25-30	30-40

Tablica 10-13

ČIŠĆENJE ODLIVAKA U KOMORAMA SAČMOM - POMOĆU KOMPRIMOVANOG VAZDUHA			
Masa odlivka u kg.	Odlivci od sivog liva		
	Prosti odlivci	Srednje komplikovani odlivci	Komplikovani odlivci
	Vreme čišćenja jednog odlivka u min. (mašinsko vreme)		
do 50	2,7	3,3	3,9
100	4,4	5,3	6,3
200	7,1	8,6	10,0
300	9,5	11,0	14,0
500	13,0	16,0	19,0
600	15,0	19,0	22,0
800	19,0	23,0	27,0
1000	22,0	27,0	31,0
1500	29,0	35,0	42,0
2000	36,0	43,0	51,0
3000	47,0	58,0	68,0
4000	58,0	70,0	83,0
5000	68,0	82,0	97,0
6000	77,0	93,0	110,0
8000	94,0	114,0	136,0
10000	110,0	133,0	158,0
15000	144,0	175,0	207,0
20000	179,0	217,0	256,0
25000	209,0	253,0	299,0
30000	238,0	288,0	340,0
40000	290,0	350,0	410,0

Tablica 10-14

BRUŠENJE ODLIVAKA NA STACIONARNIM BRUSILICAMA			
Masa odlivka u kg.	Odlivci od sivog liva		
	Prosti odlivci	Srednje komplikovani odlivci	Komplikovani odlivci
	Vreme[x)] za jedan odlivak u min		
0,2	0,20	0,30	0,40
0,6	0,36	0,35	0,70
1,0	0,47	0,70	0,90
1,5	0,60	0,80	1,15
2,0	0,65	1,00	1,30
5,0	1,10	1,60	2,10
10,0	1,55	2,30	3,00
15,0	1,90	2,80	3,70
20,0	2,20	3,30	4,40
25,0	2,50	3,70	4,90
30,0	2,80	4,30	5,40

x) Ovo vreme obuhvata sledeće operacije: prenošenje odlivka, uklanjanje ostataka ulivnog sistema i skidanje šavova i vraćanje odlivka na mesto.

Napomena: Normativi su dati za livnice pojedinačne i maloserijske proizvodnje.

Tablica 10-15

BRUŠENJE ODLIVAKA VISEĆIM BRUSILICAMA			
Masa odlivka u kg.	Odlivci od sivog liva		
	Prosti odlivci	Srednje komplikovani odlivci	Komplikovani odlivci
	Vreme[x)] za jedan odlivak u min.		
100	8,8	11,0	13,0
200	13,0	17,0	20,0
300	16,0	21,0	25,0
400	20,0	26,0	31,0
500	23,0	29,0	35,0
1000	36,0	45,0	54,0
2000	55,0	69,0	82,0
4000	84,0	105,0	126,0
6000	107,0	134,0	161,0
8000	128,0	160,0	192,0
10000	146,0	183,0	220,0

Tablica 10-16

BRUŠENJE ODLIVAKA PRENOSNIM BRUSILICAMA			
Masa odlivka u kg.	Odlivci od sivog liva		
	Prosti odlivci	Srednje komplikovani odlivci	Komplikovani odlivci
	Vreme[x)] za jedan odlivak u min.		
100	11,0	14,0	16,0
200	17,0	21,0	25,0
300	21,0	26,0	31,0
400	26,0	32,0	38,0
500	29,0	37,0	44,0
1000	45,0	56,0	68,0
2000	69,0	86,0	103,0
4000	105,0	131,0	157,0
6000	134,0	168,0	200,0
8000	160,0	200,0	240,0
10000	183,0	230,0	275,0
15000	235,0	295,0	250,0
20000	280,0	350,0	415,0
25000	320,0	400,0	480,0
30000	360,0	450,0	540,0
40000	430,0	530,0	650,0

x) Ovo vreme obuhvata sledeće operacije: uklanjanje ostatka ulivnog sistema, skidanje šavova i ravnanje pojedinih površina, prevrtanje odlivaka za vreme rada i prinošenje brusilice do radnog predmeta.

Napomena: Normativi vremena su dati za livnice pojedinačne i maloserijske proizvodnje.

Tablica 10-17

OBRUBLJIVANJE MALIH ODLIVAKA PNEUMATSKIM SEKAČIMA			
Masa odlivka u kg.	Odlivci od sivog liva		
	Prosti odlivci	Srednje komplikovani odlivci	Komplikovani odlivci
	Vreme[x)] za jedan odlivak u min.		
do 2	0,90	1,3	1,7
3	1,10	1,6	2,1
4	1,25	1,9	2,5
5	1,40	2,1	2,8
10	2,00	3,0	4,0
15	2,50	3,7	4,8
20	3,30	5,0	6,5
25	3,70	5,5	7,5
30	4,40	6,6	8,6

x) Ovo vreme obuhvata sledeće operacije: prinošenje odlivka, obrubljivanje i vraćanje odlivka na mesto.

Napomena: Normativi vremena su dati za livnice pojedinačne i maloserijske proizvodnje.

Tablica 10-18

OBRUBLJIVANJE SREDNJIH I KRUPNIH ODLIVAKA PNEUMATSKIM SEKAČIMA					
Masa odlivka u kg	Odlivci od sivog liva				
	Koeficijent $K = \frac{\text{težina neobradjenog odlivka}}{\text{zapremina odlivma } (dm^3)}$				
	1	2	3	4	5
	Vreme[x)] u min/m dužnom obima odlivka				
40	3,9	2,9	2,7	2,3	1,8
60	5,0	3,7	3,4	2,8	2,3
80	6,0	4,4	4,0	3,3	2,6
100	6,9	4,9	4,5	3,7	2,9
200	11,0	7,4	6,6	5,0	3,9
500	19,0	12,0	11,0	8,3	6,1
1000	30,0	18,0	16,0	12,0	8,5
5000	82,0	46,0	39,0	27,0	18,0
10000	126,0	67,0	57,0	38,0	25,0
15000	163,0	81,0	72,0	47,0	30,0
20000	195,0	102,0	84,0	55,0	35,0
40000	300,0	151,0	122,0	78,0	48,0

x) Ovo vreme obuhvata sledeće operacije: prinošenje odlivka, obrubljivanje, prevrtanje odlivka za vreme rada i vraćanje odlivka na mesto.

Napomena: Normativi vremena su dati za livnice pojedinačne i maloserijske proizvodnje.

L i t e r a t u r a:

1. Vörös,A.: Öntvenytisztitas, Budapest, 1977.
2. Godding, R.G.,Shaw, F.M.: The problems of knockout, BCIRA, Internationale Conference, Unvers. of Warwick, Apr.1979.
3. Zrnić,Dj.,Prokić,M. Milović,P.: Projektovanje livnica, Beograd, 1978.
3. Ribalnenko,N.A.: Projektirovanije litejnih cehov, Harkov 1965.
5. Rodgers,R.C.,: How To Join the Robot Revolution - Part I, FOUNDRY Mand T, March 1983.
6. Fantalov,L.I.,i dr.: Osnovi proektirovanija litejnih cehov i zavodov, "Mašinostrojenije", Moskva 1979.
7. Svensson,I.: Manipulators and industrial robots in Sand foundries, 43-rd International Foundry Congress, October 1976.
8. Šestopal,B.M.,i dr.: Projektirovanije litejnih cehov i zavodov, "Mašinostrojenije", Moskva 1974.
9. Materialfluss in Giesserei III (Zap.Nemačka,1957.)
10. Obšče mašinostroiteljnije normativi, Moskva 1962.

11. TERMIČKA OBRADA ODLIVAKA

Termička obrada odlivaka od sivog liva se primenjuje zbog uklanjanja unutrašnjih napona:

- smanjenja tvrdoće radi lakše obrade
- poboljšanja mehaničkih osobina
- povećanja površinske tvrdoće i otpornosti na habanje.

Primenjuju se tri načina termičke obrade:

1. Žarenje radi uklanjanja unutrašnjih napona.
2. Meko žarenje radi smanjenja tvrdoće.
3. Žarenje radi poboljšanja mehaničkih osobina.

11.1. Žarenje radi uklanjanja unutrašnjih napona primenjuje se za odlivke sklone vitoperenju i promeni dimenzija tokom vremena.

Ciklus žarenja

Tablica 11-1

Grupa odlivaka	Početna temperatura peći	Zagrevanje	Maximal. temperatura žarenja	Vreme držanja u peći	Brzina hladjenja	Krajnja temperatura
Obični odlivci	200°C	80-100°C/h	525-575°C	1-3 h	50-25°C/h	200°C
Važniji odlivci debljine 10-30 mm.	150°C	70°C/h	450-550°C	6 h	7 h vreme hladjenja	150°C

11.2. Meko žarenje ima za cilj poboljšanje obradivosti. To je žarenje na temperaturama iznad kritične oblasti, tj. vezano za promenu strukture i mehaničkih osobina odlivaka.

Nelegiran sivi liv kod koga se samo želi postići razlaganje perlita žari se na 700-760°C za vreme od 45 min. na svakih 25 mm preseka sa hladjenje u peći brzinom od 50°C/h do 290°C i daljnjim hladjenjem van peći.

Za odlivke kod kojih se pojavljuje izlučen cementit (otbel) primenjuje se sledeći ciklus žarenja: zagrevanje na temperaturi za 75°-150°C većoj od kritične temperature T_k, zadržavanje na toj temperaturi 4-8 h, naglo hladjenje na 10°-30°C iznad T_k i dalje vrlo sporo hladjenje (5°C/h) do temperature koja je 40-50°C niža od T_k.

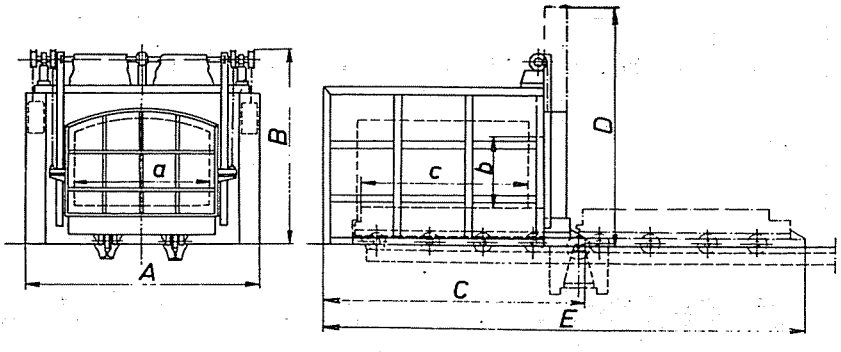
Dalje hladjenje u peći do 200-300°C brzinom od 50°C/h max. a potom se odlivci vade iz peći i hlade na vazduhu.

11.3. Žarenje radi poboljšanja mehaničkih osobina obuhvata nekoliko postupaka od kojih su najvažniji: normalizovanje, kalenje i površinsko kalenje.

Ovde će biti dat samo postupak normalizovanja zagrevanjem na 850 - 950°C (za srednje odlivke niže temperature, za krupnije više) i to laganim do 500 - 550°C a zatim bržim. Odlivci se drže na temperaturi tretiranja po 1 h za svakih 25 mm debljine zida. Zatim se prosti odlivci hlade na vazduhu a složeniji odlivci se hlade naglo do 550°C i dalje lagano u peći do 250 - 300°C. Za postizanje boljih mehaničkih osobina vrši se otpuštanje u peći na temperaturi od 350 - 400°C a za bolju otpornost na habanje 200 - 350°C. Posle normalizacije složeni odlivci se žare po postupku iznetom pod 1.

U poslednje vreme pitanje termičke obrade kod većeg broja proizvodjača sa serijskom proizvodnjom dolazi u pitanje. Firme Renault, Fiat i Ford za najodgovornije odlivke kao što su blokovi motora ne vrše termičku obradu. Ovi proizvodjači smatraju da se kvalitet odlivka mora rešiti u procesu topljenja u kupolnoj peći, elektro peći i sl. a ne naknadnom termičkom obradom. Ovo gledište je potpuno ispravno jer su investicije za ove peći veoma visoke, kao i za energiju potrebnu za zagrevanje istih. U razvijenim industrijskim zemljama gde je kvalitet osnovnih sirovina na visini i stalan, jasno je da se uz veliko iskustvo i stručnost može postići kvalitet odlivka i bez termičke obrade, za odlivke sivog liva.

Komorne peći za sivi liv izradjuju se obično sa pokretnim vagonetom, koji ulazi napunjen odlivcima u peć. Izradjuju se peći i sa dva vagoneta, tako da dok je jedan u peći, drugi se šaržira. U tablici 11-2 dati su podaci za komorne peći za termičku obradu tipa KPK.



Slika 11-1

Tablica 11-2

Oznaka	Snaga oko	* Temp.	Mere komore mm			Spoljne mere, oko mm					Nosivost kolica
	kW	°C	a	b	c	A	B	C	D	E	kg
KPK 100	100	950	1000	700	1500	2800	3850	3500	4000	6900	2500
KPK 120	150	950	1200	950	2700	3000	4100	4450	4200	7900	5000
KPK 120s	200	950	1200	950	2500	3100	4200	4500	4200	7900	5000
KPK 155	200	950	1550	1100	2240	3350	3650	3450	3700	6400	7000
KPK 15tM	430	950	1750	1185	3380	3920	3720	5150	3850	9300	15000
KPK 250	400	950	2450	1750	3040	4800	5200	5200	5350	9000	15000
KPK 35tM	700	950	1750	1600	5200	4300	4300	6280	4600	11300	35000
KPK 300	500	950	2930	1600	3910	5190	4250	5920	4800	10700	25000
KPK 250/1	600	950	2400	2000	5000	3950	5500	6950	5750	13000	25000

11.4. Površina termičke obrade odredjuje se u sklopu čistionice prema površini izabrane peći.

11.5. Radna snaga se definiše prema broju rukovaoca peći.

12. BOJENJE ODLIVAKA

Bojenje odlivaka vrši se zbog zaštite od korozije i zaštite od ulja za reduktore i sve odlivke koji dolaze u eksploataciji u kontakt sa uljem.

Metodi bojenja odlivaka su sledeći:

- prskanje pištoljem
- potapanje.

Prskanje pištoljem zahteva posebne uslove zaštite i veći utrošak boje. (Normativ bojenja pištoljem 6-10 m^2/h.).

U livnicama se može preporučiti kao povoljniji način potapanje,samo za one odlivke čija konfiguracija to dozvoljava. Za kapacitete livnica do 3000 t/god. mogu se preporučiti obične kade za bojenje. Potapanje se vrši pomoću dizalice. Cedjenje odlivaka se vrši na rešetci a ocedjena farba se ponovo vraća u kadu.

Za kapacitete veće od 3000 t/god. može se predvideti kontinualni uredjaj za bojenje metodom potapanja. Odlivci se vešaju na viseći konvejer i prolaze kroz kadu za bojenje, a cedjenje se vrši u pokretu. Dimenzije ovakvog uredjaja zavise od asortimana odlivaka i količine.

Bojenje se vrši bojom koja se suši na vazduhu, te operacija sušenja u posebnim uredjajima nije potrebna.

13. KONTROLA KVALITETA I LABORATORIJE

U procesu proizvodnje obuhvaćena je:

- prijemna kontrola sirovina
- kontrola procesa proizvodnje (medjufazna kontrola)
- kontrola gotovih proizvoda (finalna kontrola).

- Prijemna kontrola je u neposrednoj vezi sa laboratorijama. Na osnovu izveštaja laboratorija o sastavu i osobinama ulaznih sirovina, prijemna kontrola daje ulaz robe u skladište sirovina. Njena je dužnost i da se stara o pravilnom uskladištenju i sortiranju sirovina.

- Medjufazna kontrola nalazi se u procesu proizvodnje:

- kontrola metala na ustima peći
- kontrola peska
- kontrola odlivaka u fazi čišćenja
- kontrola kalupa
- kontrola jezgara.

Medjufazna kontrola služi se: tehnološkim probama (klin probe, probni komadi), laboratorijskim ispitivanjima (pesak, metal), kontrolnim šablonima (jezgra, kalupi) i očnom metodom.

- Finalna kontrola zajedno sa prijemnom kontrolom obezbedjuje održavanje kvaliteta ulaznih i izlaznih materijala. Ona obuhvata:

- kontrolu gotovih odlivaka
- kontrolu modela i alata u eksploataciji
- kontrolu probnih odlivaka.

Metodi kojima se služi osoblje finalne kontrole su: očna kontrola, kontrola dimenzija (merenje) instrumentima i specijalnim kontrolnim alatima. Proveravanje mehaničkih i metalografskih karakteristika vrši se na bazi izveštaja laboratorije. Ispitivanje kompaktnosti odlivaka vrši se Rö aparatom i izotopima.

Broj izvršioca odredjuje na osnovu izabranog tehnološkog procesa i komplikovanosti odlivka.

13.01. Laboratorije

Za kontrolu ulaznih sirovina, procesa proizvodnje i finalnih produkata, kao i za tekuće potrebe preduzeća, potrebne su sledeće laboratorije:

1. Hemijska,
2. Mehaničko-metalografska,
3. Laboratorija za pesak.

13.01.01. Hemijska laboratorija

Ova laboratorija ima sledeće zadatke:

a) da kontroliše hemijski sastav svih ulaznih sirovina u preduzeću (sivo sirovo gvoždje, koks, stari otpaci, vezivna sredstva za kalupe i jezgra);

b) da obavlja tekuće analize metala u cilju regulacije šarže i hoda peći i zadovoljenja uslova kvaliteta odlivaka;

c) da kontroliše sastav finalnih produkata livnice.

Prema tom programu rada laboratorija analizira: C, Si, Mn, P, S, Cr, pepeo, ulja.

Analize C i S obavljaju se pomoću aparature po Ströhjein-u.

Si, P, Mn, Cr analiziraju se gravimetrijskim putem.

Veće livnice treba snabdeti spectrometrom sa 24 kanala.

13.01.02. Mehaničko-metalografska laboratorija

Zadatak ove laboratorije je da vrši ispitivanja ulaznih metala, sirovina i finalnih proizvoda:

- zatezne čvrstoće,
- tvrdoće,
- postojanosti na termička zagrevanja,
- mikrostrukture uzoraka metala i odlivaka.

Probni štapovi za ispitivanje obradjuju se u odelenju održavanja pogona. Probni uzorci za ispitivanje mikrostrukture pripremaju se u odelenju za

brušenje i poliranje. Ispitivanje mikrostrukture se obavlja u samoj laboratoriji pomoću mikroskopa za metalografska ispitivanja, sa dodatnim uredjajem za snimanje.

Laboratorija treba da je povezana pneumatskom poštom sa topionicom.

13.01.03. Laboratorija za pesak

Analiziraju se: uzorci peska koji dolazi u preduzeće i mešavina peska za kalupe i jezgra, uzorci bentonita, ulja za jezgra, ugljena prašina, dekstrin.

Laboratorija ispituje samo tehnološke i mehaničke karakteristike peska i komponenata mešavine.

Program ispitivanja obuhvata:

- odredjivanje pritisne čvrstoće peska,
- granulometrijski sastav,
- sadržaj gline,
- propustljivost za gasove,
- vatrostalnost,
- oblik zrna,
- tvrdoću kalupa.

Za ispitivanje peska i ostalih komponenata potrebno je predvideti kompletnu opremu po Georg Fischer-u prema specifikaciji u daljem tekstu.

Standardna oprema za laboratorije

Hemijska:	(kW)
- analitička vaga	-
- laboratorijske sušače do 220°C	1
- termička vaga do 2 kp	-
- komorna peć (Mufl) do 1100°C	3
- tigl peć do 1100°C	3
- elektrolizer	1
- aparatura po Ströhlein-u	-

Mehaničko-metalografska:	(kW)
- kidalica 3 t po Amsleru	1
- kidalica 30 t po Amsleru	2
- aparat za ispitivanje tvrdoće po Brinell-Vickers-u	-
- metalografski mikroskop po Reichert-u uvećanje 1000x	-
- uredjaj za poliranje uzoraka za metalografska ispitivanja	0,2
- stabilna stolna brusilica za brušenje uzoraka	0,2

Inventar za laboratorije:
- pisaći kancelarijski sto
- stolice
- laboratorijske stolice
- laboratorijski stolovi sa stelažama (0,70x2,5)
- stakleni ormari
- stelaže drvene
- sto za komornu laborato. sušaru

Laboratorija za pesak:	
- vaga za odredjivanje vlage u pesku po Georg Fischer-u	-
- aparat za nabijanje uzoraka	-
- aparat za odredjivanje pritiska smicanja,tvrdoće	-
- mešalice za pranje peska	0,1
- peć za odredjivanje vatrostalnosti peska	0,3
- mikroskop za ispitivanje oblika zrna	-

- Laboratorijska komora (0,7x3 m)	(kW)	- komplet sita za odredjivanje granulometrijskog sastava peska	(kW) 0,1
- kapela (ekshaustor)		- eksperimentalna mešalica	0,5
- laboratorijski sto za mehaničku laboratoriju (0,7x2 m)		- sušara sa infra-crvenom lampom	0,1
- hemikalije		- aparati za ispitivanje propustljivosti peska za gasove	-
- staklo laboratorijsko		- tvrdomer za kalupe	-

13,01.04. Prostorije za laboratorije, sem priručnih pogonskih, treba da su smeštene izvan dometa buke, prašine i potresa.

13.01.05. Radna snaga. Za opremu datu u 13.01.01. i 13.01.0.2, 13.01.03. orijentaciono treba da ima sledeće izvršioce:

1. diplomirani metalurg
1. diplomirani tehnolog
2. metalurškog tehničara
1. tehnološkog tehničara
2. laboranta.

Literatura:

1. Priručnik IMT, 1960.

14. POMOĆNA ODELENJA

14.01. Remontno odelenje

U remontnom odelenju se obavljaju sledeći radovi:

- održavanje proizvodne opreme, povremeni pregledi mašina, male i srednje tekuće opravke i svi radovi koji su vezani sa opsluživanjem tekuće proizvodnje, ukoliko se predvidja generalni remont mašina ovo odelenje se projektuje prema tehnološkim normama i propisima za projektovanje mašinskih i remontnih radionica,

- obrada i sklapanje šasija,
- izrada armature za jezgra, i
- obrada probi za potrebe laboratorije (ispitivanje mehaničkih svojstava materijala).

Preporuke za postavljanje opreme u remontnom odelenju:

- bušilice (stone) se postavljaju na radionički sto, pored zida sa prozorima, pod uglom od 90° u odnosu na osu stola,

- strugovi se rasporedjuju paralelno sa zidovima na kojima su prozori; ormani za alat se postavljaju desno uz mašine,

- brusilice se postavljaju duž zida; treba predvideti dobro osvetljenje radnog mesta, ormane za alat, stolove za odlaganje delova i alata, i

- bravatska tezga (služi za ručnu obradu delova); sto se izradjuje širine 0,75 m i dužine 1,5 m, po radnom mestu.

- kovačka vatra se upotrebljava za zagrevanje manjih delova; vatra se raspiruje svežim vazduhom, pomoću ventila; dim i ugljeni prah se odvode kroz dimnjak,

- nakovanj služi kao podloga za predmete koji se kuju; za ovu vrstu radionica se upotrebljava mase od 50-150 kg.

Radionicu je potrebno opremiti kompletnim bravarskim alatom, alatima za predvidjene mašine, raznim ručnim čekićima (za kovanje), kovačkim kleštima, mengelama, probojcima, sekačima, čekićima, podmetačima, ravnjačima, kovačkim kalupima itd.

Prolazi se izradjuju širine 1,2-2 m. Na ovaj način je omogućen nesmetan transport materijala i kretanje ljudstva. Najmanja širina radnog mesta ispred mašine je 0,75 m, a ukoliko je mesto izmedju zida i mašine 1,0 m. Rastojanje od zadnje strane mašine do zida je 0,5 m. Uzdužni razmak izmedju mašina iznosi oko 1,0 m. Odstojanje pokretnih organa mašine (u izbačenom položaju) je 1,2 m od zida.

Potrebne površine za postavljanje mašina: male mašine alatke 8-10 m^2; srednje mašine alatke 12-18 m^2; velike mašine alatke 22-34 m^2.

Podaci o veličini odelenja i broju potrebnih mašina, pomoćnih pribora i radnika dati su u tablici 14-1.

Tablica 14-1

Naziv opreme	Specifikacija opreme za livnice godišnjeg kapaciteta u t.				
	do 30000	3000-6000	6000-9000	9000 15000	15000 25000
Stubna bušilica	1	1	1	2	2
Strug - manji	-	1	1	1	2
Kratkohodna rendisaljka	1	1	1	1	1
Stacionarna brusilica	1	1	1	1	1
Tocilo	1	1	1	1	1
Makaze za sečenje žice	-	-	1	1	1
Mašine za ispravljanje žice	-	-	1	1	1
Kovačka vatra	1	1	1	2	2
Nakovanj	1	1	1	2	2
Bravarska tezga	1	2	3	3	4
Broj radnika:					
- strugari	1	2	3	4	5
- bravari	2	3	4	4	5
- vodoinstalateri	1	1	1	1	1
- električari	1	2	2	3	3
Površina remontnog odelenja (m^2)	36-54	54-108	108-144	144-180	180-270

14.02. Priručni magacin modela

U ovom magacinu se čuvaju modeli, predvidjeni za ispunjavanje programa proizvodnje u toku meseca. Potrebno je predvideti površinu za radna mesta modelara i model bravara koji vrše sitne popravke na modelima. Od opreme se predvidjaju ručne bušilice, bravarski i stolarski alat. Površina ovoga odelenja iznosi od 150-200 m^2 zavisno od obima proizvodnje .

14.03. Magacin potrošnog materijala i HTZ-a

Služi za smeštaj potrošnog materijala, instrumenata, radnih odela, opreme i pribora za HTZ. Opremljen je ormanima, policama i sanducima. Površina se odredjuje na osnovu kapaciteta livnice (od 24-120 m^2).

14.04. Magacin rezervnih delova

Služi za čuvanje onih rezervnih delova mašina i opreme koji se mogu zameniti pri remontu u samoj livnici. Površina ovoga odelenja iznosi od 20-150 m^2.

15. SKLADIŠTA

Skladište postaje potrebno tamo gde nisu izjednačene razlike u kretanjima. Ove razlike nastaju kada nastupi jedan ili više od sledećih slučajeva:

- vremenska razlika izmedju dolaska i odlaska robe,
- razlika u količini robe koja se dovozi i odvozi, i
- razlika u vrsti robe pri dolasku i odlasku.

Osnovna funkcija skladišne aktivnosti je da drži, čuva i zaštićuje robu sve dok se ne traži za upotrebu ili otpremu. Nivo zaliha se uzima kao primarni, odlučujući činilac potreba za skladišnim prostorom. Dužina vremena za koje je pogodno robu držati u skladištu i zahtevi skladištenja diktiraju izbor opreme, formiranje layout-a i projektovanje zgrade.

Skladišni sistem obavlja dve značajne funkcije: držanje zaliha (uskladištenje robe) i manipulaciju materijalom. Pri tome, proces skladištenja predstavlja svaku akumulaciju zaliha za jedan duži period vremena, a manipulacija materijalom obuhvata sve aktivnosti vezane za kretanje tih zaliha u okviru skladišnog sistema. Skladištenje i manipulacija materijalom moraju da se razmatraju zajedno, tako da skladištenje može da se posmatra kao privremeno zadržavanje toka materijala.

Pri projektovanju skladišta projektant se često suočava sa potpuno oprečnim uticajnim faktorima, tako da je veoma značajno proceniti koji od njih preovladjuje u pojedinačnoj situaciji koja se razmatra. Ako uticajni faktori nisu precizno procenjeni, postoji mogućnost da se usvoji neko neracionalno rešenje. Postavlja se pitanje kakva tehnička i ekonomska rešenja uzeti u obzir i koji tip opreme usvojiti pri traženju optimalnih uslova skladištenja.

Današnje stanje skladišne tehnike se karakteriše stalnim razvojem transportnih uredjaja i sistema koji su uglavnom već dugo vremena poznati. Ovo stanje skladišne tehnike čini osnovu za planiranje i projektovanje skladišnih sistema. Iz poznatih tehničkih i organizacionih elemenata moraju se

tražiti rešenja transporta, koja daju racionalni tok kretanja materijala, smanjenje radne snage i visoki stepen iskorišćenja prostora.

Pri razmatranju svakog problema uskladištenja materijala, uočava se da postoji veliki broj alternativa koje su tehnički ostvarljive. Problem se sastoji u tome da se iz skupa mogućih rešenja izabere takvo, koje najbolje ispunjava tehničke i ekonomske uslove date projektnim zadatkom. Za rešenje ovog problema potrebno je razviti postupak za klasifikaciju alternative, što iziskuje neki izborni postupak, a samim tim i odredjivanje vrednosti prema kojima će da se sprovede izbor.

Rešenje ovih problema treba da se obuhvati metodom planiranja. Danas postoji niz tehnika planiranja, posebno u oblasti operacionih istraživanja,ali bez jedne metode koja će da koristi i sistematski poveže mogućnosti navedenih tehnika planiranja nije moguće doći do zadovoljavajućih rezultata u ovako specifičnoj oblasti.

Metoda planiranja treba da omogući jedan sistematski prilaz izboru skladišnog sistema. Osnovni cilj ovog postupka je sledeći:

- da se prikaže sistem za transport i skladištenje robe definisan projektnim zadatkom,

- primenom različitih postupaka, tehnika planiranja i programa za kompjuter, potreno je ograničiti tehničke mogućnosti primene raznih sistema za transport i uskladištenje,

- pripremiti podatke za ekonomsku analizu celokupnog sistema koji je predmet studiranja.

Postupak planiranja može da se podeli na tri osnovne faze:

- formiranje alternativa
- vrednovanje i izbor alternativa, i
- dinamička analiza sistema.

Predloženi postupak planiranja je dat u radovima navedenim u literaturi |9|,|10| i |11|.

Skladišta u livnicama služe da obezbede materijalno snabdevanje proizvodnje sirovinama, pomoćnim materijalima, gorivom, za čuvanje i otpremu gotovih proizvoda itd. Pravilna organizacija skladišta treba da reši ove zadatke efektno, sa najmanjim troškovima. U skladištima treba da se obezbedi ekonomično iskorišćenje prostora, minimalna manipulacija i transport, jednostavan prijem i izdvajanje materijala, kontrola mase, količine i kvaliteta materijala, pakovanje proizvoda itd. Pogodnost prijema, čuvanja, kompletiranja i izdvajanja sirovina i polufabrikata, a takodje i bezopasnost rada na skladištu, odredjuju stepen racionalnosti skladišta.

Veliki uticaj na postavljanje skladišta ima njihov raspored u sistemu osnovnih proizvodnih tokova u fabrici; raspored topionice, kaluparnice, jezgrarnice, pripreme peska i čistionice, broj linija koje skladište napaja i stepen opterećenja transportnih staza. Planiranje skladišta zavisi takodje od njegove organizacione strukture, tj. da li je skladište organizovano kao zasebno, ili centralno.

Tehničko uredjenje skladišta treba da odgovara sledećim osnovnim zahtevima:

- veličina skladišta treba da obezbedi dovoljno mesta za smeštaj neophodnih zaliha materijala i pomoćnih površina,

- uslovi čuvanja na skladištu treba da odgovaraju fizičko-hemijskim svojstvima materijala,

- potrebno je obezbediti mehanizaciju uskladištenja, pretovara i transporta, da se omogući planirana dinamika protoka,

- potrebno je obezbediti pogodnost ispunjavanja skladišnih operacija, mogućnost pravilne organizacije skladišnih radova i njihovo obavljanje u ma koje vreme u toku smene i stvoriti uslove za dobru higijensko-tehničku zaštitu, i

- položaj skladišta na teritoriji preduzeća treba da odgovara principu pravolinijskog kretanja materijala.

U livnicama se razlikuju tri osnovne vrste proizvodnih skladišta:

- skladišta sirovina,
- skladišta u proizvodnim odelenjima - medjuoperaciona skladišta, i
- skladišta gotovih proizvoda.

15.01. Proračun skladišta sirovina

Dužina istovarnog fronta, za istovar železničkih vagona, se računa po obrascu:

$$L_F = n \cdot 1_1$$

gde je:

$n = \frac{N \cdot t_1}{T}$ - broj vagona koji se istovremeno istovaraju

N - broj vagona u kompoziciji (obično od 5-20)

t_1 - vreme istovara jednog vagona u časovima,

T - rok istovara, uslovljen propisima železnice (za jugoslovenske železnice 6 h)

1_1 - dužina jednoga vagona u (m).

Ako zamenimo vrednost n, dobiće se da je front istovara:

$$L_F = \frac{N \cdot t_1}{T} 1_1 \quad (m).$$

Dužina prijemne površine, rova ili bunkera (L_{PR}) treba da se nalazi u datim granicama:

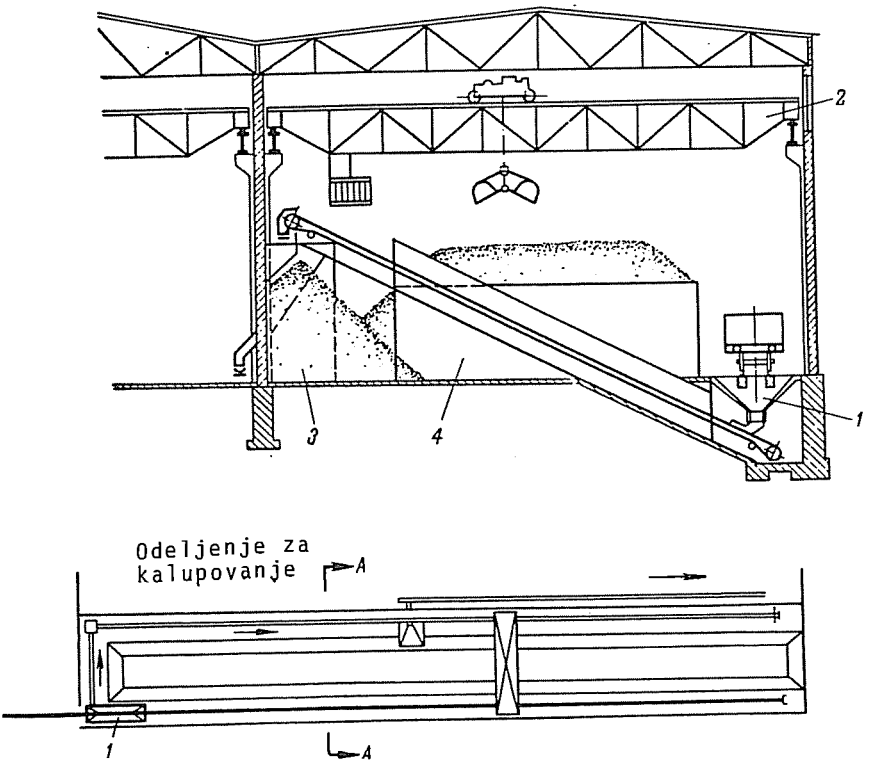
$$L > L_{PR} > L_F$$

gde je L dužina kompozicije:

$$L = N \cdot 1_1 \quad (m).$$

U slučaju da je železnički kolosek zatvoren (slepi), na skladištu mora biti ispunjen uslov da je $L < L_{PR}$. Za prolazne koloseke se obično uzima da je dužina prijemne površine (rova), jednaka 1/4-1/2 dužine kompozicije.

Kod pojedinih mehanizovanih skladišta se pesak iz vagona istovaruje u prijemni bunker, sa kratkim frontom istovara (1-2 vagona). Ovakav način istovara je moguć kada se koriste specijalni vagoni za gravitaciono pražnjenje, ili kada se primenjuju prevrtači za istovar vagona. Na slici 15-1 je dat primer



Slika 15-1

transporta peska na skladištu livnice jedne Fordove fabrike |3|. Pesak se iz prijemnog bunkera 1 šalje trakastim transporterima na gomilu 3. Punjenje boksova 4 i bunkera za otpremanje materijala u kaluparnicu, se vrši mostovskom dizalicom sa grabilicom 2.

Proračun dužine istovarnog fronta za automobilski transport se izvodi u zavisnosti od broja kamiona koji se istovremeno nalaze na frontu istovara i njihovog položaja u odnosu na skladište. Pri ovome se uzima da je minimalno rastojanje od vozila do skladišta 0,2 m. Rastojanje izmedju kamiona u pokretu i zida prolaza, ili vozila koje stoji, se uzima 2 m.

Površina skladišta sirovina je odredjena vrstom i količinom materijala, potrebnim manipulacionim prostorom i opremom na skladištu.

Količina materijala na skladištu iznosi:

$$Q_s = Q_g \cdot r$$

gde je:

r - normativ potrebne zalihe, dat u procentima od godišnje potrebe,
Q_g - ukupna godišnja potreba u odredjenoj sirovini u tonama.

Tablica 15-1

Redni broj	Naziv materijala	Normativ	Vrème uskladištenja	Ukupna rezerva	Računska zapreminska težina	Visina nasipanja	Računska površina		Usvojene dimenzije skladišta	Usvojena površina	
							otvorena	zatvorena		otvorena	zatvorena
		kg/t	mesec	t	t/m³	m	m²	m²	m×m	m²	m²
Ukupno:											

Potrebne površine skladišta za pojedine materijale (površine boksova) se računaju po formuli:

$$A_K = \frac{Q_s}{g \cdot h}$$

gde je:

A_K - korisna površina skladišta u (m^2)
g - računska zapreminska težina materijala u (t/m^3)
h - srednja visina nasipanja u metrima.

Ovu površinu treba povećati za 20%, zato što se boksovi praktično nikada ne napune do vrha.

Korisnu površinu skladišta je potrebno proveriti u odnosu na nosivost poda:

$$A_K > \frac{Q_s}{p}$$

gde je:

p - nosivost poda skladišta (dopušteno opterećenje korisne površine skladišta), p=10-150 kN/m^2.

Proračun skladišta pojedinih materijala i odredjivanje ukupne površine se izvodi po tablici 15-1. Računska zapreminska težina materijala zavisno od stepena mehanizovanosti je data u tablici 15-2.

Računska zapreminska težina materijala

Tablica 15-2

Naziv materijala	t/m^3	Srednja visina nasipanja u (m)	
		skladišta sa malim stepenom mehanizovanosti	mehanizovana skladišta
Sivo sirovo gvoždje	3,0 - 3,3	1,5	3,0
Stari trgovački liv	3,0 - 3,3	1,5	3,0
čelični otpaci	3,0	1,5	3,0
Povratni liv	1,5 - 1,7	1,5	3,0
Ferolegure	3 - 4	1,0	2,0
Briketirana strugotina	2,5 - 3,0	1,5	2,0-4,0
Koks	0,45	1,5	2,4
Drveni ugalj	0,18 - 0,2	1,5	1,5
Krečnjak	1,2 - 1,8	2,0	4,0
Šamotna opeka	1,8 - 2,0	2,0	2,0
Dolomit	1,6 - 1,8	1,5	2,5
Magnezit	1,4 - 1,6	1,5	2,5
Kvarcni pesak	1,2 - 2,1	3,0	6-8
Glina u komadima	1,8 - 2,0	3,0	6-8
Bentonit	1,8	1,5	1,5
Ugljena prašina	0,7	1,5	1,5
Prah za grundiranje	1,3	1,5	1,5
Emajl puder	1,3	1,5	1,5

15.02. Normativi zaliha i potrebnih količina materijala

Uobičajena rezerva je odredjena godišnjim obimom proizvodnje livnice, vrstom materijala i mogućnostima dopremanja sirovina tokom godine (vrsta transporta, vremenski uslovi, mogućnosti nabavki itd.).

U tablici 15-3 su dati podaci za vreme uskladištenja osnovnih materijala koji se upotrebljavaju za rad u livnicama.

Tabelica 15-3

Naziv materijala	Vreme uskladištenja (meseci)	Primedba
Sivo sirovo gvoždje	1-2	
Stari trgovački liv	1-2	
Fero silicijum	1	u buradima
Fero mangan	1	u buradima
Fero fosfor	1	
Povratni materijal (liv)	7 dana	
Strugotina od sivog liva	1	
Strugotina od čeličnog liva	1	
Čelični otpaci	1	
Koks	1-2	
Drvo	1	
Krečnjak	1	
Pesak za kalupe i jezgra	2-3	
Bentonit	1	u džakovima
Ugljena prašina	1	
Šamotno brašno	1	
Vatrostalne (šamotne) opeke	2	
Vatrostalna glina	1	
Kvarcna masa	15 dana	
Čelična sačma	1	u limenim kutijama
Prah za grundiranje	1	u džakovima
Emajl puder	1	u džakovima
Nafta		
Nitro razredjivač	15 dana	magacin zapaljivih materijala
Firnajs	15 dana	

Normativi materijala za 1t za male i srednje odlivke od sivog mašinskog liva

Tablica 15-4

Naziv materijala	Jedinična mera	Količina
A. Osnovne sirovine		
Sivo sirovo gvoždje	kg.	460
Stari mašinski liv	kg.	540
Čelični otpaci	kg.	154
Ferosilicijum	kg.	9
Povratni materijal	kg.	385
Ukupno osnovne sirovine	kg.	1.548
B. Tehnološko gorivo		
Koks	kg.	330
Nafta	kg.	1
Mazut	kg.	1,5
Drvo	m^3	0,015
C. Pomoćni materijal		
Krečnjak	kg.	65
Šamotne opeke	kg.	18
Šamotno brašno	kg.	8
Grafit	kg.	3
Kvarcna masa	kg.	22
Šipkasto gvoždje	kg.	1,5
Sirova glina	kg.	2,5
Kvarcni pesak	kg.	710
Bentonit	kg.	40
Ugljena prašina	kg.	7
Livački ekseri	kg.	1,5
Štiperi	kg.	0,4
Dekstrin	kg.	1
Ulje za jezgra	kg.	5
Talk	kg.	1
čelična sačma	kg.	8
Ostali materijal	-	-

Normativi materijala za 1 t liva za velike odlivke od sivog mašinskog liva

Tablica 15-5

Naziv materijala	Jedinična mera	Količina
A. Osnovne sirovine		
Sivo sirovo gvoždje	kg.	500
Stari mašinski liv	kg.	430
Čelični otpaci	kg.	140
Ferosilicijum	kg.	3
Povratni materijal	kg.	500
Ukupno osnovne sirovine:	kg.	1.573
B. Tehnološko gorivo		
Koks	kg.	300
Nafta	kg.	1
Mazut	kg.	1,5
Drvo	m^3	0,04
C. Pomoćni materijal		
Krupni pesak	kg.	300
Pesak za jezgra	kg.	150
Kvarcna masa	kg.	50
Glina	kg.	2,5
Bentonit	kg.	20
Krečnjak	kg.	60
Grafit	kg.	0,7
Ugljena prašina	kg.	10
Ulje za jezgra	kg.	3
Čelična sačma	kg.	3
Likopodij	kg.	0,5
Livački ekseri	kg.	1,5
Betonsko gvoždje	kg.	1,5
Drveni ugalj	kg.	1
Talk	kg.	1
Dekstrin	kg.	1

Normativi materijala za izrade 1 t. liva za livnice motornog liva

Tablica 15-6

Naziv materijala	Jedinične mere	Količina
A. Osnovne sirovine		
Sivo sirovo bematitno	kg.	420
Sivo sirovo prva klasa	kg.	166
Sivo sirovo treća klasa	kg.	84
Ferosilicijum	kg.	9
Stari mašinski liv	kg.	420
Čelični otpaci	kg.	84
Povratni materijal	kg.	400
Ukupno osnovne sirovine:	kg.	1.583
B. Tehnološko gorivo		
Koks	kg.	385
Nafta	kg	4
Mazut	kg.	12,5
Drvo	m^3	0,015
C. Pomoćni materijal		
Krečnjak	kg.	97
Kaluparski pesak	kg.	550
Pesak za jezgra	kg.	400
Bentonit	kg.	13,5
Ugljena prašina	kg.	7
Ulje za jezgra	kg.	5,4
Dekstrin	kg.	7
Vatrostalna glina	kg.	2,5
Vatrostalna opeka	kg.	18
Kvarcna masa	kg.	22
Talk	kg.	1,5
Grafit	kg.	5,5
Čelična žica	kg.	1,5
Livački ekseri	kg.	1
Čelična sačma	kg.	8
Šipkasto gvoždje	kg.	0,5
Špiritus	kg.	8
Vosak	kg.	0,03
Šamotno brašno	kg.	8

Normativi materijala izrade za 1 t. liva za livnice trgovačkog liva

Tablica 15-7

Naziv materijala	Jedinične mere	Količina
A. Sirovine		
Sivo sirovo gvoždje	kg.	400
Stari trgovački liv	kg.	660
Ferosilicijum	kg.	13
Povratni materijal	kg.	597
Ukupno sirovine:	kg.	1.670
B. Tehnološko gorivo		
Koks	kg.	300
Drvo	m^3	0,05
Nafta	kg.	-
Mazut	kg.	6
C. Pomoćni materijal		
Pesak za jezgra	kg.	200
Kaluparski pesak	kg.	300
Bentonit	kg.	50
Ugljena prašina	kg.	16
Krečnjak	kg.	60
Vatrostalna glina	kg.	2,5
Vatrostalna opeka	kg.	9
Kvarcna masa	kg.	50
Veziva za jezgra	kg.	5
Dekstrin	kg.	1
Brusne ploče	kg.	2
Čelična sačma	kg.	6

15.03. Odredjivanje ukupne površine skladišta

Ukupna površina i dimenzije skladišta se odredjuju na osnovu proračunatih površina skladišta pojedinih materijala (boksova) usvojene opreme, veličine istovarnih površina i jama (ako su predvidjene) duž pruge, postavljanja železničkog koloseka, polja aktivnog prekrivanja dizalica i konstruktivno-gradjevinskih uslova.

U tablicama 15-8 i 15-9 su date površine pojedinih skladišta i ukupna površina skladišta sa dimenzijama, u zavisnosti od kapaciteta i stepena mehanizovanosti, tipičnih livnica u SSSR-u prema Fantalovu |16|.

Skladište šarže postavlja se paralelno odelenju topionice, duž železničke pruge po kojoj se dovozi sirovina ili normalno prema kupolnim pećima (obično kod livnica većeg kapaciteta - preko 10000 t/god.). Šarža se čuva obično u boksovima izradjenim od drvenih talpi ili betona. Visina uskladištenja zavisi od raspoložive mehanizacije (tablica 15-2). Širina celog skladišta

se obično uzima od 9-30 m. i zavisi od stepena mehanizovanosti i kapaciteta livnice. Kranska staza se postavlja na visini od 8-10 m. Dužina skladišta zavisi od dužine samih boksova i njihovog rasporeda. Obično se uzima da je ravna dužini prijemne površine ($L_S=L_{PR}$), da bi se skratile transportne operacije.

Istovarne površine se nalaze duž koloseka, sa jedne ili obe strane (zavisno od tipa skladišta). Odredjuju se tako da mogu da prime celokupnu količinu šarže, koja se doveze jednom kompozicijom. Šarža tu može da stoji 4-8 h (ukoliko se vrši kontrolna analiza).

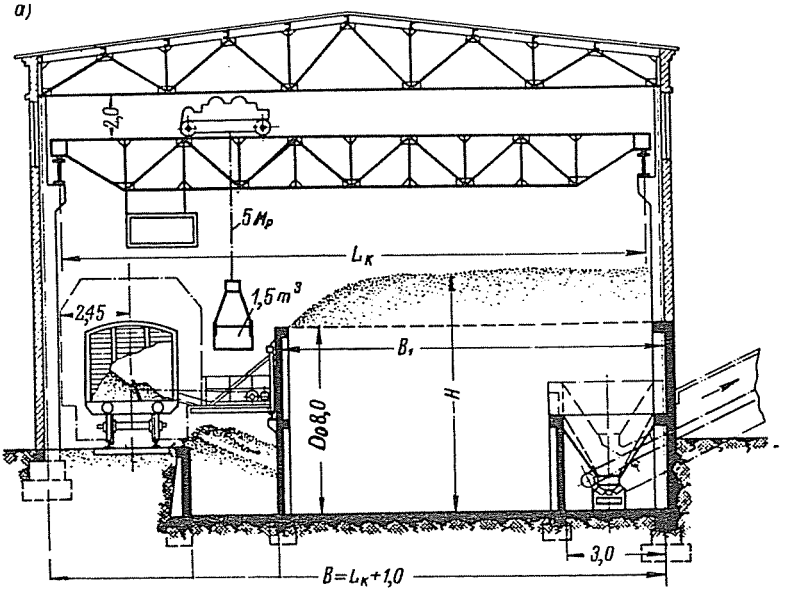
Kolosek se obično uvodi unutar skladišta i postavlja tako, da osa pruge bude udaljena najmanje 3,0 m od ose spoljnjeg zida. U slučaju kada se dovoz vrši kamionima treba predvideti prilaze i prostor za istovar. Površine potrebne za postavljanje pruge, prolazi za viljuškare, kolica, i za slučaj požara iznose prosečno 10-29% od ukupne površine skladišta.

Na skladištu se predvidja i mesto za pripremu šarže i utovar u korpe ili kolica. Metalna šarža, koks i krečnjak se obično čuvaju na otvorenim skladištima, a topitelji na pokrivenim.

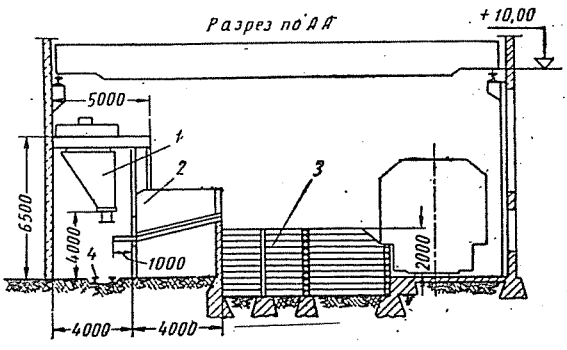
Na slici 15-3 je dato jedno rešenje skladišta šarže. Iz boksova 3 metalna šarža se prebacuje mostovskom dizalicom, opremljenom elektromagnetnim podizačem do bunkera dnevne potrošnje 2. Bunkeri dnevne potrošnje za koks i krečnjak 1 su postavljeni iznad koloseka 4, po kome se kreće vagonet sa vagom za odmeravanje šarže.

Skladište materijala za kalupovanje se postavlja po mogućstvu pored kaluparnice, a često se izvodi ujedno sa skladištem šarže.

Pesak se čuva u betonskim boksovima, ili pregradama izradjenim od dasaka. Visina uskladištenja zavisi od usvojenih transportnih uredjaja. Na skladištima opremljenim mostovskim dizalicama ova visina se kreće do 8 m, a od toga 2 do 4 m je ispod nivoa poda, zavisno od podzemnih voda.



Slika 15-2



Slika 15-3

Prijemne jame (ukoliko su primenjene), grade se duž koloseka i mogu biti postavljene sa jedne ili obe strane koloseka. Njihova visina je odredjena sa jedne strane visinom boksova (3-8 m), a sa druge strane potpornim zidom železničke pruge. Širina ovih jama se odredjuje zavisno od veličine grabilice (treba da su šire za 1,0 m od gabarita otvorene grabilice. Dužina zavisi od fronta istovara ($L_{PR}>L_F$).

Na slici 15-2 je dat presek skladišta materijala za kalupovanje opremljenog mostovskim dizalicama.

Bunkeri dnevne potrošnje se proračunavaju na osnovu potrebne količine materijala za rad u jednoj smeni. Moraju biti tako konstruisani da mogu neometano snabdevati pogon livnice. Pri proračunu bunkera peska treba voditi računa o uglu pod kojim se postavljaju zidovi, propisanoj veličini otpusnih otvora i vrsti upotrebljenih dozatora, da ne bi došlo do prekida u radu usled zapušavanja. Ovi bunkeri se izraduju od lima (uglavnom nadzemni) i betona.

Bunkeri metalne šarže se obično izradjuju sa betonskim dnom i pregradama od talpi. Ovi bunkeri imaju dno pod nagibom, radi olakšanog guranja materijala. Bunkeri za koks i krečnjak mogu biti napravljeni od betona, lima i drvenih talpi.

Dimenzije skladišta sa malim stepenom mehanizovanosti (površine su date bruto)

Tablica 15-8

Godišnji obim proizvodnje livnice u t.	1000	1500	2000	2500	3000	3500
1	2	3	4	5	6	7
Površina skladišta metalne šarže u (m^2)	80	140	190	240	280	330
Površina skladišta topitelja, vatrostalnih materijala itd.u (m^2)	60	90	120	150	180	210
Površina skladišta materijala za kalupovanje i sušenje peska u(m^2)	160	220	290	340	400	460
Svega:	300	450	600	730	860	1000
Dimenzije skladišta širina u (m)	9	9	12	12	12	12
dužina u (m)	36	54	60	60	72	84
Ukupna planirana površina skladišta u (m^2)	324	486	720	720	864	1008
Visina skladišta do krovne konstrukcije u (m^2)	4,5	4,5	6	6	6	6
Površina skladišta na 1000 t god. proizvodnje u (m^2)	324	324	360	288	288	288

Dimenzije mehanizovanog skladišta (površine su date bruto)

Tablica 15-9

Godišnji obim proizvodnje livnice u t.		5000	7000	10000	12500	15000	20000	25000
Površina skladišta metalne šarže pri 30-dnevnoj zalihi u (m^2)		108	150	200	250	300	410	560
Površina skladišta topitelja vatrostalnih materijala itd. u (m^2)		144	216	252	336	360	480	570
Površina za postavljanje bunkera dnevne potrošnje i pripremu šarže		180	216	252	252	288	288	432
Ukupna površina skladišta šarže u (m^2)		432	582	704	838	948	1178	1562
Površina skladišta materijala za kalupovanje (za četvoromesečnu zalihu) i istovarnih kanala u (m^2)		396	594	714	882	984	1296	1468
Površina potrebna za sušenje peska u (m^2)		216	216	252	252	288	288	432
Ukupna površina skladišta peska u (m^2)		612	810	966	1134	1272	1584	1920
Ukupna površina celoga skladišta u (m^2)		1044	1392	1670	1972	2220	2762	3482
Dimenzije skladišta	dužina u (m)	72	78	84	96	108	120	150
	širina u (m)	18	21	21	21	24	24	24
	planirana površina u (m^2)	1296	1638	1764	2016	2268	2880	3600
Površina skladišta na 1000 t. godišnjeg kapaciteta u (m^2)		260	218	176	161	151	144	144
Visina dizalične staze		8	9	9	9	10	10	10
Broj dizalica opremljenih elektromagnetnim podizačima i grabilicama		1	1	1	1	2	2	2

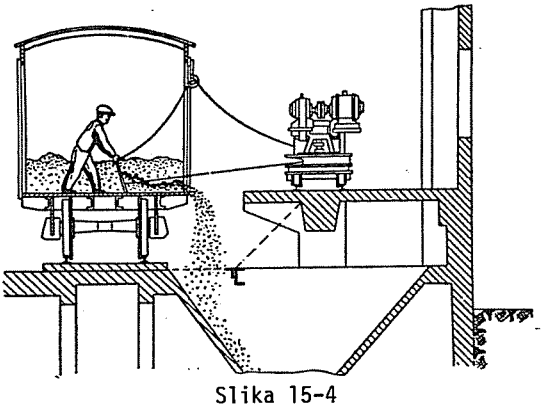
15.04. Mehanizacija skladišta

15.04.01. Istovar vagona

Istovar peska, metalne šarže i koksa iz železničkih vagona spada u teške vrste poslova, koji se mogu obavljati ručno i mehanizovanim postrojenjima. Ručni istovar zahteva angažovanje velikog broja nekvalifikovanih radnika i dugo zadržavanje vagona, pa ga treba izbegavati.

Preporuke za izbor glavnih parametara pretovarnih postrojenja, na osnovu raspoložive mehanizacije:

Mehaničke lopate se primenjuju pri istovaru rastresitih materijala, pri kapacitetu istovara i do 60 t/h.

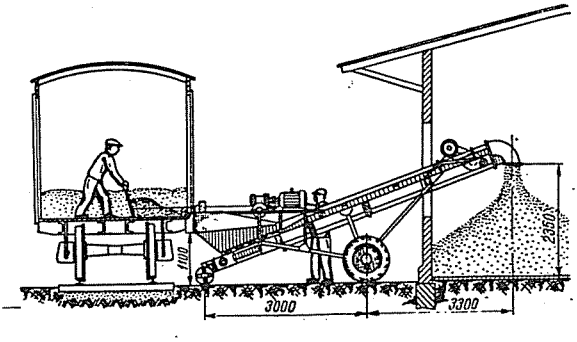


Slika 15-4

Mehanička lopata (slika 15-4) se sastoji iz prenosnog vitla,doboša i lopate vezane za njega užadima. Lopata se kreće brzinom 0,7 m/sec, a dužina hoda iznosi 10 m. Snaga elektromotora 2 kW. Nedostatak ovoga mehanizma u eksploataciji je primena fizičkog rada i stvaranje prašine.

Na slici 15-5 je dat uredjaj za istovar vagona koji predstavlja kombinaciju mehaničke lopate sa prenosnim trakastim transporterima. Kapacitet postrojenja je do 50 t/h.

Ovaj uredjaj je pogodan za rad na skladištima koja nisu opremljena prijemnim bunkerima.

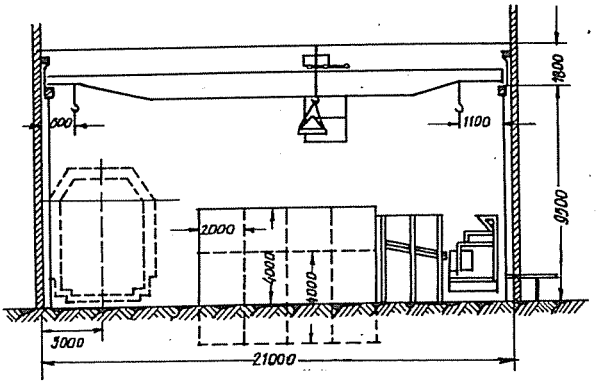


Slika 15-5

Mostovske dizalice. Na livačkim skladištima se primenjuju uglavnom mostovske dizalice nosivosti 5 i 10 t. opremljene grabilicom (zapremine 1,5 m^3) i magnetnim podizačem.

Pesak se istovaruje grabilicom direktno u boksove skladišta. Kapacitet istovara zavisi od trajanja ciklusa dizalične operacije, pri tome se uzima da koeficijent iskorišćenja dizalice iznosi 0,6 do 0,8.

Metalna šarža se istovaruje magnetnim podizačem ili polip grabilicom, na prijemnu površinu pored pruge (gde stoji do završetka kontrolne analize - ukoliko se vrši), ili u boksove skladišta. Koks se istovaruje polip grabilicom direktno u skladište. Lako se drobi i treba biti obazirv pri istovaru.



Slika 15-6

Prosečno se uzima da na svakih 40-60 m dužine skladišta dolazi po jedna mostovska dizalica.

Na slici 15-6 je dat presek sa glavnim dimenzijama, jednoga skladišta metalne šarže, opremljenog mostovskom dizalicom.

Ukoliko skladište nije opremljeno mostovskim dizalicama mogu se uspešno primeniti pokretne dizalice (mobil kranovi), sa grabilicom ili magnetnim podizačem.

15.04.02. Transport materijala na skladištu

Pesak iz prijemnih bunkera do skladišta se obično transportuje trakastim transporterom. Kapacitet transportera zavisi od tipa bunkera. Primenjuju se uglavnom dve osnovne vrste prijemnih bunkera:

1. Male zapremine, čija je propusna moć jednaka kapacitetu istovara (slika 15-1).

2. Bunker može da primi celokupnu količinu istovarnog materijala. U ovom slučaju se za transport do skladišta primenjuju trakasti transporteri znatno manjeg kapaciteta. Dobra strana ovih bunkera je što omogućuju istovar nezavisno od rada transportera, ali su skuplji za izradu i moraju biti opremljeni dugačkim podbunkernim trakastim transporterima.

Bunkeri se izradjuju od betona i opremljeni su specijalnim dodavačima za napajanje trake.

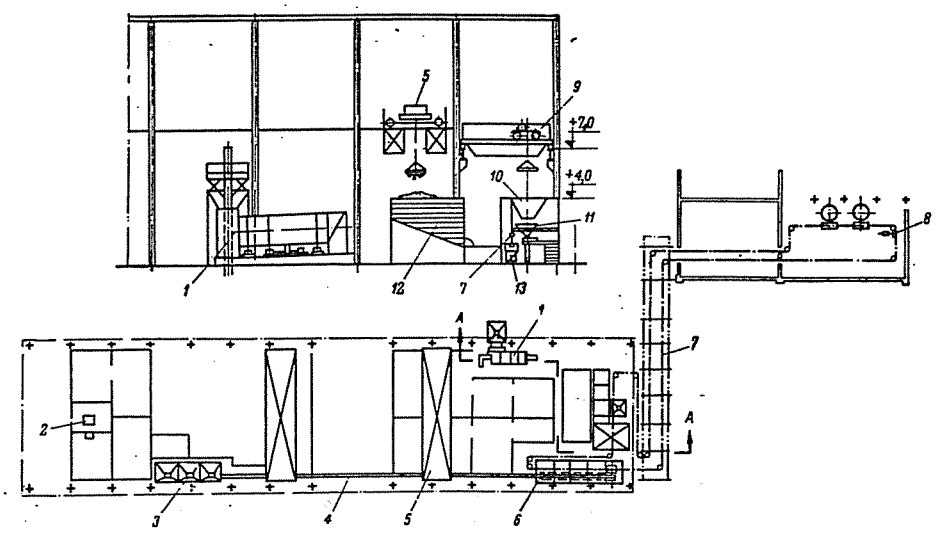
Za transport peska i šarže sa istovarnih površina i jama (ukoliko su predvidjene), punjenje bunkera dnevne potrošnje i otpremu u pogon livnice mogu se upotrebiti sledeći uredjaji: mostovske dizalice, utovarivači, viljuškari, vagoneti, ručna kolica ili paletna kolica, jednošine dizalice, trakasti transporteri i elevatori. Otpadni materijali, posle izdvajanja škarta i ulivaka (povratni liv) se utovaruju, zavisno od vrste, na već ranije opisane načine.

Izbor transportnih uredjaja će se vršiti zavisno od kapaciteta livnice i usvojenog stepena mehanizovanosti.

15.05. Primeri izvedenih skladišta

Na slici 15-7 je dato jedno rešenje transporta materijala na skladištu šarže.

Koks i krečnjak se istovaruju iz boksova grabilicom mostovske dizalice 5, u bunkere 3, ispod kojih prolazi trakasti transporter 4, koji napaja bunkere dnevne potrošnje 6. Bunkeri 6 se pune pomoću plužnih brisača, postavljenih nad trakom transportera 4. Ovi bunkeri su opremljeni dozatorima i iz njih se pune korpe visećeg konvejera 7, kojim se materijal odnosi u kupolne peći.



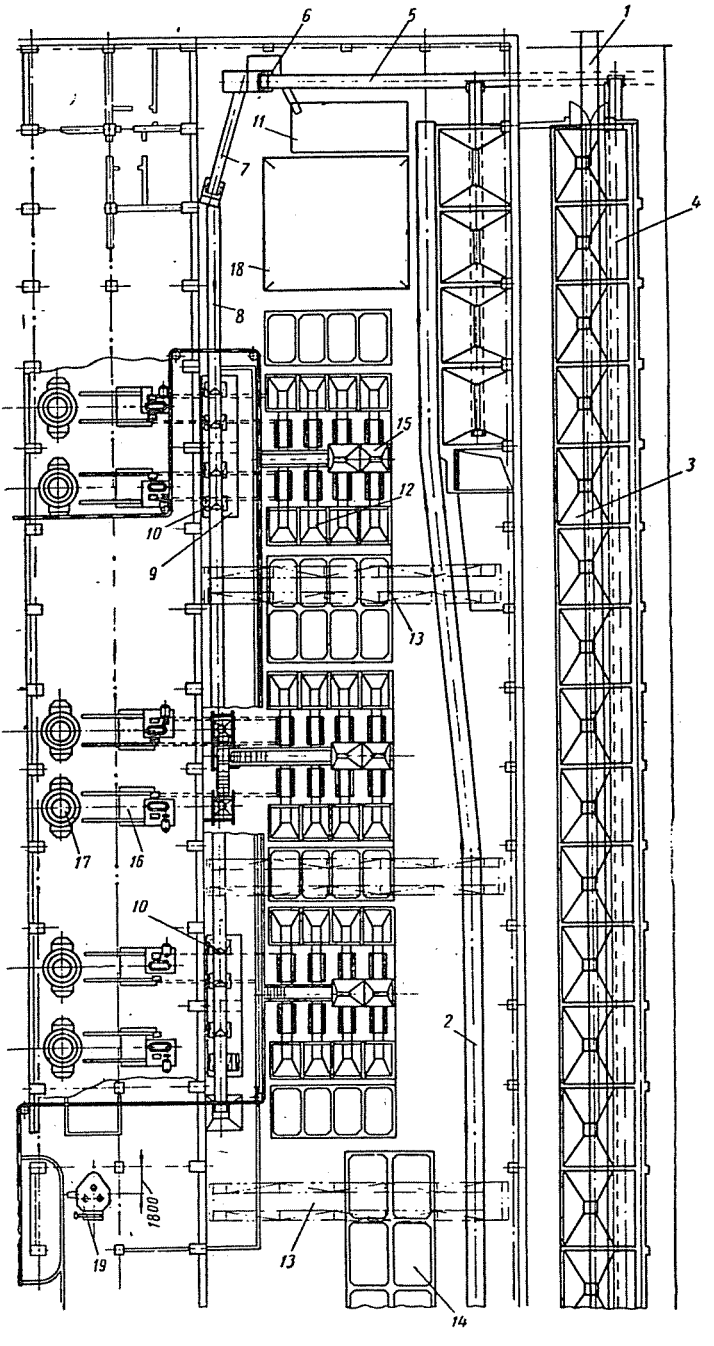
Slika 15-7

Metalna šarža se istovaruje iz boksova elektromagnetnim podizačem, mostovske dizalice 5 i pretovaruje na nagnutu površinu, bunkera dnevne potrošnje 12. Odatle šarža gravitacijom dolazi u zonu dejstva mostovske dizalice 9. Elektromagnetnim podizačem dizalice 9, šarža se prebacuje u otpusni bunker 10, iz koga se puni korpa 11, postavljena na vagu. Odmerena šarža se sipa u korpu 13 visećeg konvejera 7. Kupolne peći se pune prevrtanjem korpe 13 u levak postavljen na otvoru za šaržiranje. Visina trase visećeg konvejera kod peći iznosi 10,5 m. Viseći konvejer je dugačak 311 m. Pogon se ostvaruje elektromotorom jačine 4,5 kW, preko reduktora 8. Brzina konvejera se kreće od 1,46-5,44 m/min. Korpe su obešene na rastojanju 4,8 m.

Na slici 15-8 prikazano je skladište šarže sa topionicom livnice ZIL (SSSR). Sastoji se od dva dela - skladišta za koks i skladišta metalne šarže.

Koks se dovodi na koloseku 1, a metalna šarža i topitelji na koloseku 2. Koks se istovaruje iz vagona u prijemne bunkere 3 (predvidjena je mogućnost jednovremenog istovara sedam vagona). Bunkeri 3 su opremljeni elektrovibracionim dodavačima za napajanje koksom trakastog transportera 4, širine 650 mm. Koks se dalje prenosi kosim trakastim transporterom 5 (širine 650 mm i brzine 0,3 m/sec),preko vibracionog sita 6, trakastim transporterom 7 i 8, do bunkera dnevne potrošnje 9. Utovar koksa u bunkere 9 se vrši pomoću brisača 10. Zapremina ovih bunkera je 5 m^3 i opremljeni su dozatorima za punjenje korpi skip podizača. Sitni koks, posle prosejavanja na vibracionom situ 6, se šalje olucima u boks 11.

Metalna šarža se iz vagona istovaruje magnetnim podizačem mostovske dizalice 13, u boksove 14 ili direktno u bunkere dnevne potrošnje 12. Topitelji se istovaruju grabilicom mostovske dizalice 13, u bunkere 15.



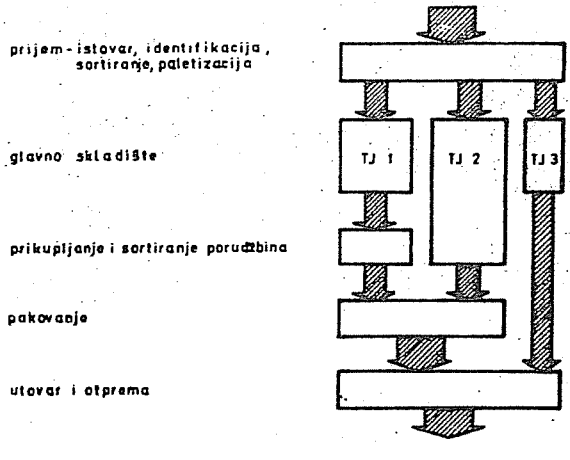
Slika 15-8

Kupolne peći 17 se pune skip podizačem 16. Ceo proces od merenja šarže, do dobijanja tečnoga metala je automatizovan. Granulisana šljaka, zajedno sa vodom se odvodi na skladište 18 i odatle grabilicom utovaruje u vagone.

15.06. Uskladištenje gotovih proizvoda

Skladište gotovih proizvoda ispunjava dve značajne funkcije u tehnici toka materijala: vremensko premoščavanje i sortiranje, gde je pod sortiranjem zajednički obuhvaćeno skupljanje, raspodela i formiranje zaliha (prema narudžbinama, lokaciji uskladištenja, itd.). Pri tome je vremensko premoščavanje neophodno, a sortiranje može da nastane kao dodatna funkcija. Da bi se razmatrao problem projektovanja skladišta neophodno je definisati praktične granice u okviru kojih će da se posmatra sistem i da se analiziraju troškovi. Kao ulaz u sistem se uzima mesto gde se roba istovaruje iz uredjaja koji dovozi robu (uključujući aktivnost istovara). Izlaz iz sistema definiše mesto gde se roba otprema, odnosno gde se roba utovaruje u uredjaj spoljnog transporta koji odvozi robu (uključujući aktivnost utovara). Za dalju analizu skladišnog sistema potrebno je postaviti funkcije ulaza u sistem i izlaza iz sistema, zavisno od ukupnih kretanja materijala.

Skladišni sistem može da se posmatra kao mikro-distribucioni sistem. Specifična identifikacija glavnih aktivnosti skladišnog sistema, potpomaže razumevanje sistema kao celine i pripremanje baze za stvaranje projektnih alternativa. Funkcija skladištenja obično sadrži sledeće aktivnosti: prijem, identifikaciju i sortiranje, otpremu od mesta skladištenja, postavljanje u skladište, skladištenje, uzimanje narudžbina, prikupljanje (akumulacija) narudžbina, pakovanje, utovar i otpremu, i dokumentaciju, informacije itd.



Slika 15-9

Na bazi podela skladišnih aktivnosti formiran je opšti model celokupnog procesa skladištenja. Ovaj model je prikazan u obliku dijagrama toka materijala (sl.15-9). Osnovne skladišne funkcije su simbolizovane blokovima, a veličine kretanja strelicama. Veličine blokova i debljine strelica mogu da služe kao kvantitativna razmera. Odredjivanje veličina blokova i strelica je diferencirano prema tipovima transportnih jedinica (TJ1, TJ2 i TJ3). Miebach |12| predlaže i dalju podelu blokova, na primer, kod glavnog skladišta na artikle sa velikim i malim obrtom ili kod sortiranja na velike, srednje i male narudžbine.

Ovakvo predstavljanje modela je bazirano na tome da je moguće sve osnovne funk-

cije razdvojiti (podela na pet osnovnih područja: prijem, glavno skladište,prikupljanje i sortiranje porudžbina, pakovanje i otprema), i da tok materijala ide iz jednog u drugo područje. Tok materijala u horizontalnom pravcu nije moguć. Podela na pet osnovnih područja je osnova za formiranje podsistema jednog skladišnog sistema. Dalja podela u okviru jednog područja, koja utiče na formiranje pojedinih podsistema, zavisi od obrta pojedinih artikala i broja različitih transportnih jedinica u okviru skladišnog sistema.

Potrebno je napomenuti da navedena područja sistema nisu u potpunosti zastupljena u svim skladištima; ponekad ne nastupaju pojedine funkcije ili su tako postavljene da su u sklopu drugih područja sistema. Ovo je u saglasnosti sa postavljenom definicijom sistema, pošto se pojedina područja sistema strogo ne ograničavaju na odredjene funkcije.

Aktivnosti skladišnog sistema,isključujući troškove držanja zaliha, absorbuju velike troškove i potrebno je da se pažljivo razmatraju. Pojedine aktivnosti će se analizirati prema ranije izvršenoj podeli na podsisteme.

15.06.01. Prijem

Uključuje sve aktivnosti obuhvaćene u prihvatanju proizvoda koji se skladišti:

- istovar uredjaja kojima se dovoze gotovi proizvodi iz pogona; način istovara zavisi od tipa uredjaja, mase robe, tipa sredstava kojima se obavlja istovar i raspoloživog vremena za istovar; fizički rad na istovaru vozila treba da bude koordiniran sa radom na dokumentaciji koja je uključena u proveru i inspekciju tereta,

- analizu dokumentacije u svrhu planiranja dolaska. Lokacije za skladištenje, prioriteta prijema,vremena istovara, itd.,

- identifikaciju i sortiranje proizvoda; ova funkcija se bavi prvenstveno analizom šta je primljeno i odlučivanjem gde bi to trebalo da se uskladišti; obuhvata kontrolu dokumentacije, fizičku proveru robe prema dokumentima, proveru količine koja je stvarno stigla, sortiranje robe za ulaz prema lokacijama, lokalnu identifikaciju pozicije i pakovanje ako je to potrebno, i

- paletizaciju robe.

Područje ulaza robe ispunjava zadatak prijema robe iz pogona, i pripremu robe za uskladištenje. Ovi postupci su u praksi uvek vezani sa izvesnim zadržavanjem robe i postupkom sortiranja, ali pri tome treba napomenuti da su vremensko premošćavanje i sortiranje robe uvek podredjene funkcije u prijemu robe. Cilj optimalnog postavljanja područja prijema robe je da se roba zadržava toliko kratko koliko je to moguće da se sprovede. U idealnom slučaju robu treba dopremati u područje prijema u stanju pogodnom za skladištenje (transportna jedinica je jednaka skladišnoj jedinici), tako da je moguće ostvariti minimalno zadržavanje robe u ovom području.

15.06.02. Glavno skladište

Područje glavnog skladišta (prostor skladišta u kome se čuva roba) služi isključivo za vremensko premošćavanje robe. Transportne jedinice napuštaju skladište u istom stanju u kojem su ušle u skladište. U ovom području je moguće ostvariti idealni zahtev da je transportna jedinica jednaka skladišnoj jedinici , odnosno da se količina robe na transportnoj jedinici ne menja.

Količina robe na jednoj transportnoj jedinici može da bude sastavljena od jednog (najčešće) ili više artikala. Kao sledeću karakteristiku treba naglasiti, da se u glavnom skladištu može dostići ekstremno iskorišćenje prostora, pošto se u njemu ne obavljaju pojedine operacije, kao prijem, priprema, sortiranje robe i sl.

Lokacija (položaj) pojedinih materijala (paleta) u glavnom skladištu može da bude odredjena na tri načina:

1. Sistem sa stalnim lokacijama. Odnosi se na stalno označene lokacije u okviru skladišta. Za svaki artikal je rezervisan odredjeni skladišni prostor. Izmedju oznake skladišnog mesta i broja jednog artikla postoji čvrsta veza. Kapacitet svake fiksne lokacije je projektovan za maksimalni nivo date zalihe, tako da je kod primene ovog sistema prostor skladišta nedovoljno iskorišćen. Ovaj sistem je kompatibilan sa planom layout-a skladišta kada su minimizirani troškovi transporta u okviru datog skladišta.

2. Sistem sa slučajnim lokacijama. Ovde se odredjuje lokacija pojedinih paleta na bazi slobodnog prostora u skladištu. Dobija se znatna ušteda u skladišnom prostoru, pošto stoji na raspolaganju ne samo prostor za maksimalno stanje svakog pojedinog artikla, već i za maksimalno stanje sume artikala. Zbog toga treba očekivati da za razne sisteme skladištenja nisu identične odgovarajuće vrednosti, pa treba kvantificirati odgovarajući dobitak prostora. Kod odlučivanja po ovom pitanju, značajnu ulogu ima asortiman robe.

Nedostatak ovog sistema je taj, što je teško pratiti stalne promene lokacija pojedinih materijala, tako da je kod uskladištenja većeg broja proizvoda neophodna primena kompjutera.

3. Podela skladišta na zone. Lokacije proizvoda su fiksne u odnosu na zadatu zonu, ali ne i u okviru te zone. U okviru date zone se primenjuje sistem sa slučajnim lokacijama. Ovaj sistem je pogodan za primenu kada se podela na zone vrši prema obrtu pojedinih artikala. Na formiranje zona utiče i sličnost robe (materijali se skladište prema klasama). Roba koja se poručuje, prima, otprema i inventariše zajedno, treba da bude uskladištena zajedno.

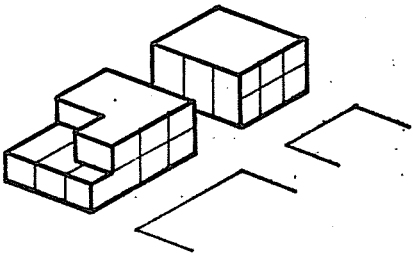
Prema načinu uskladištenja glavno skladište može da se podeli na sledeće sisteme:

- ručno skladištenje, za nepaletizovanu robu, (koristi se obično u skladištima za čuvanje alata, modela, rezervnih delova, HTZ opreme itd.),
- uskladištenje viljuškarima, paletizovanih proizvoda, i
- uskladištenje skladišnim dizalicama, paletizovanih proizvoda.

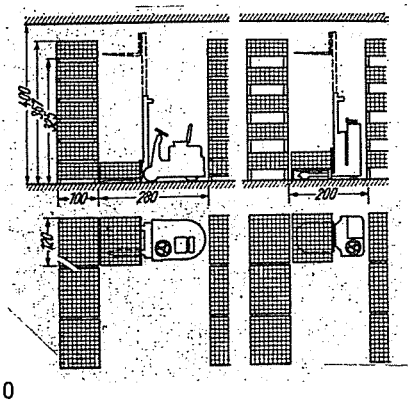
Paletna skladišta mogu da se podele prema tipu glavnog skladišta u dve osnovne grupe:

- palete se skladište na podu skladišta - skladištenje u blokovima,i
- skladištenje u regalima.

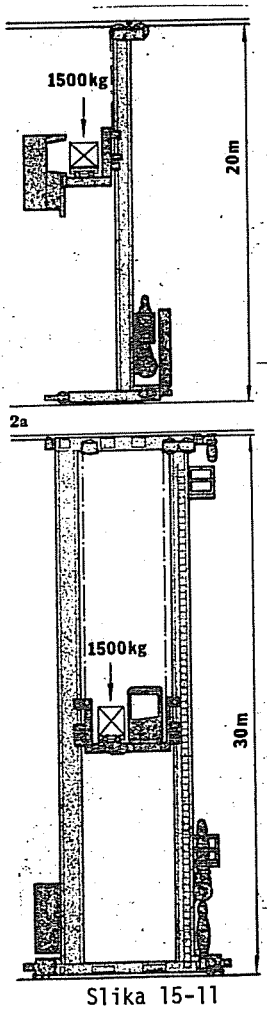
Kod skladištenja u blokovima (BL) transportne jedinice formiraju blokove zavisno od asortimana artikala. Kod ovog sistema skladištenja mogu da se primene samo oni tipovi transportnih jedinica koje mogu da se slažu jedna na drugu (slika 15-10). Blok sistem omogućuje veoma pogodno iskorišćenje skladišnog prostora. Ograničena je visina uskladištenja. Ovakav način uskladištenja je pogodan samo kada postoji mali asortiman artikala sa visokim prosečnim stanjem. Teško se ostvaruje FIFO (first in-first out) princip.



„blok" skladište (BL)



Slika 15-10



Slika 15-11

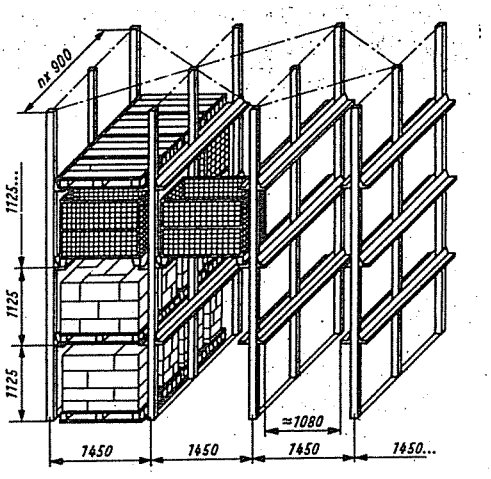
Kod skladištenja u regalima izvršena je podela na tri grupe, zavisno od procesa skladištenja:

- regali i teret su nepokretni,
- regali su nepokretni a teret se kreće, i
- regali i teret se kreću.

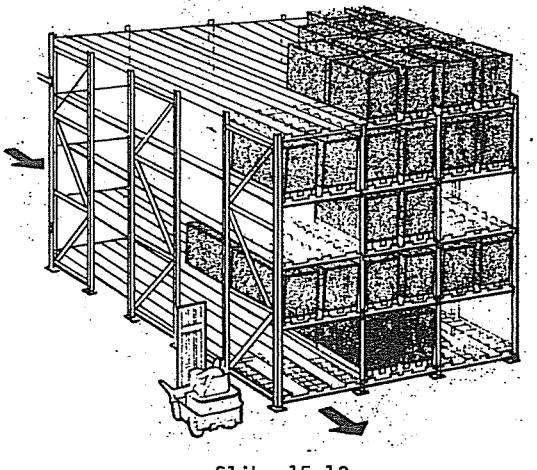
Prva grupa obuhvata konvencionalna regalna (RS) i visoko regalna skladišta (VRS). Osnovni princip uredjenja i načina rada ovih skladišta je isti. Konvencionalna regalna skladišta, po pravilu, nisu viša od 6-8 m, a najveća visina do danas izgradjenog skladišta ovog tipa iznosi 12 m. Uskladištenje na visinama do 6 m se obavlja viljuškarima, a za veće visine se koriste specijalni viljuškari. Visoko regalna skladišta se najčešće grade sa visinom uskladištenja od 7-30 m (max do 40 m). Opslužuju se regalnim dizalicama (slika 15-11). Imaju bolje iskorišćenje skladišnog prostora od RS. Kod RS i VRS je omogućen direktan pristup svim artiklima i lako se ostvaruje princip FIFO.

U ovu grupu dolazi i jedna posebna vrsta regalnih skladišta - "drive in" (DRI), slika 15-12. Palete se postavljaju u regale viljuškarima (viljuškar ulazi u regal). Kod ovog sistema je ostvareno bolje iskorišćenje skladišnog prostora (nema posebnih hodnika) u odnosu na prethodna dva sistema (RS i VRS). Nije omogućen direktan pristup svim artiklima i ne može da se ostvari princip FIFO.

Drugu grupu sačinjavaju protočna skladišta (PS) (slika 15-13). Sastoje se od niza staza sa valjcima ili rolnama, u kojima se skladište pojedine transportne jedinice. Sve skladišne staze mogu da imaju samo jedno mesto za uskladištenje



Slika 15-12



Slika 15-13

i jedno mesto za iskladištenje (odnošenje paleta), pa je moguće sve procese potpuno automatizovati pomoću sistema kontinualnog transporta. Slobodan zahvat postoji samo za odnošenje prednjih transportnih jedinica; pri tome se ostale palete pomiču za jedno mesto. Protočna skladišta se danas grade do visine do 30 m.

Prednost sistema protičnih skladišta je u velikom iskorišćenju skladišnog prostora (odnos površine regala prema površini hodnika) i u boljem odnosu prostora za uskladištenje, odnosno iskladištenje, nego kod regalnih skladišta (dizalice mogu da opslužuju znatno veći broj paletnih mesta). Nedostatak ovog sistema predstavljaju znatni troškovi za konstrukciju regala (staze sa valjcima, kapije za odnošenje, itd.).

Treću grupu obuhvataju skladišta sa pokretnim regalima PR)(slika 15-14). Ovi sistemi ostvaruju visoko iskorišćenje skladišnog prostora. Veliki udeo mehanike i upravljačkih mehanizama je prisutan kod regala. Pošto za svaku operaciju treba menjati položaj sistema, mora da se sinhronizuje pokretanje regala sa pojedinim operacijama.

U tablici 15-10 su data uporedjenja pojedinih osnovnih karakteristika različitih skladišnih sistema |15|. Podaci su dati za sledeće sisteme uskladištenja:

- konvencionalno regalno skladište opsluživano viljuškarem; hodnik je postavljen izmedju svakog para regala,

- skladište tipa "drive-in" sa ulazom sa jedne strane i opsluživano viljuškarem,

- "blok" skladište sa glavnim hodnikom postavljenim posle svakih šest redova paleta po dužini,

Tablica 15-10

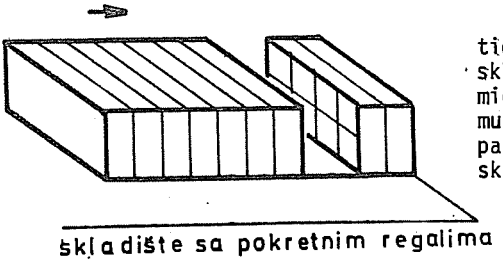
Tip skladišta	$\frac{Ak}{Au}$ (%)	Lokacije koje se normalno koriste u %	Površ. skladišta koja se stvarno koristi u %	Direktan pristup paletnom mestu u %	Mogućnost oštećenja proizvoda
Regalno skladište	39	100	39	100	mala
Skladište "drive-in"	75	60	45	10-20	velika
"Blok" skladište	70	70	49	5-10	velika
Protočno skladište	75	70	53	10-20	norm.
Visoko regalno skladište	60	100	60	100	mala
Skladište sa pokretnim regalima	85	100	85	100	mala

Napomena: A_K - korisna površina skladišta
A_u - ukupna površina skladišta

- protočno skladište opsluživano viljuškarem; prilaz sa dve strane,
- visoko regalno skladište opsluživano regalnom dizalicom, hodnik je postavljen izmedju svakog para regala, i
- skladište sa pokretnim regalima opsluživano viljuškarem.

Za pripremu podataka koji su dati u tablici 15-10, uzeti su sledeći kriterijumi:

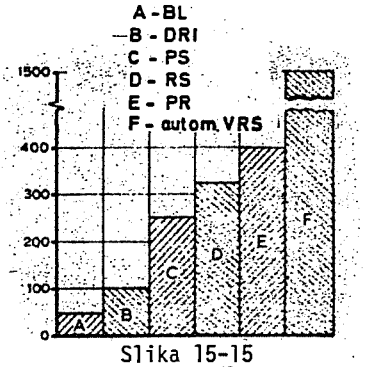
- medjuprostori izmedju paleta su isti za sve sisteme,
- medjuprostori izmedju paleta i regala su isti za sve sisteme, i
- uzet je viljuškar istih karakteristika za opsluživanje svih sistema, izuzev kod visokoregalnog skladišta.



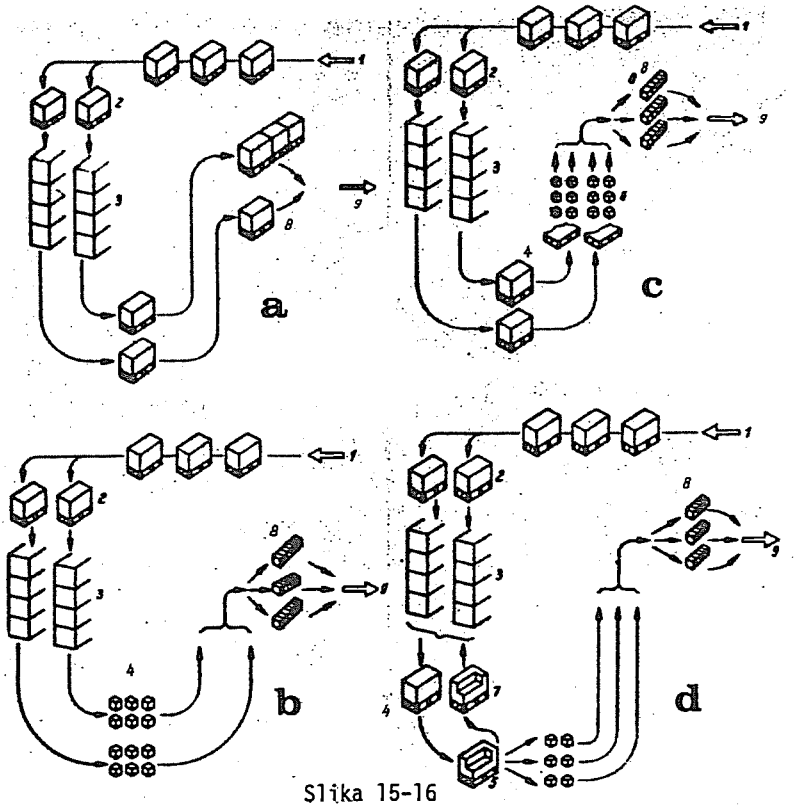
skladište sa pokretnim regalima

Slika 15-14

Gale |4| daje uporedjenje investicionih ulaganja kod raznih tipova skladišta. Posebno analizira ekonomični nivo uskladištenja. Na dijagramu slika 15-15, dat je minimalni broj paletnih mesta za pojedine tipove skladišta.



Slika 15-15



Slika 15-16

15.06.03. Prikupljanje i sortiranje porudžbina (priprema robe za distribuciju)

Osnovna funkcija ovog područja je sortiranje robe prema zahtevima potrošača. Jedinice koje izlaze iz ovog područja mogu da budu različite od onih koje ulaze. To znači da jedinice napuštaju ovo područje u stanju različitom od onog u kome su došle i bile uskladištene. Pored funkcije sortiranja, zavisno od rešenja, ovo područje može da sadrži i znatan deo vremenskog premošćavanja.

Ova aktivnost obuhvata selekciju (uzimanje) robe sa skladišnih površina prema zahtevima potrošača. Selekcija narudžbina može da se vrši direktno u glavnom skladištu ili u posebnom skladištu za pripremu porudžbina, da bi se omogućio efikasniji rad. Sortiranje je manuelni postupak i zato je skup jer zahteva angažovanje velikog broja ljudi. Ispunjavanje narudžbina je često najkritičnija skladišna funkcija, zato što manipulacija malih narudžbina čini ovaj rad intenzivnim i zato što brzina selekcije narudžbina direktno utiče na kvalitet usluge potrošačima. Najvažniji cilj pri rešavanju ovog područja, pored iskorišćenja prostora, je minimiziranje vremena prikupljanja i sortiranja narudžbina optimiziranjem puta i postupaka pojedinih zahvata. Pri tome je jasan pojam funkcionalnog odvajanja u glavno skladište i skladište za pripremu porudžbina: "Oba se moraju postaviti i optimirati prema različitim tehničkim ciljevima".

Na slici 15-16 su date osnovne tehnološke šeme prikupljanja i sortiranja narudžbina u paletnim skladištima |30|. Kod varijante A, iz glavnog skladišta (3) se uzimaju cele transportne jedinice (4) i odnose do mesta gde se kompletiraju narudžbine (8). U ovom slučaju minimalna količina koja se poručuje ne sme da bude manja od količine robe koja se nalazi na jednoj paleti.

U varijanti B, naručene količine (4), manje od količine koju prima transportna jedinica, se uzimaju direktno iz glavnog skladišta (3) i odnose na mesto kompletiranja narudžbina (8). Kod varijante C, iz glavnog skladišta (3) se odnose transportne jedinice (4) do skladišta za pripremu porudžbina (5),gde se izdvajaju naručene količine i odvoze do mesta kompletiranja (8). U varijanti D, sa skladišta (3) se uzimaju transportne jedinice (4), sa njih se izdvajaju naručene količine (5) i vraćaju natrag u skladište (7). Roba dolazi na kompletiranje (8). Na svim šemama slike 15-16, (1) označava mesto dovoza transportnih jedinica (2), a (9) odvoz narudžbina.

U livnicama je najčešće zastupljena varijanta A. Ostale varijante se koriste u slučajevima kada se gotovi proizvodi čuvaju u centralnom skladištu koje opslužuje više pogona (mašinsku obradu), odnosno kada se isporučuju finalni proizvodi.

15.06.04. Pakovanje

Posle prikupljanja i kompletiranja narudžbine se pakuju ukoliko je potrebno da se obezbedi zaštita za vreme otpreme. U području pakovanja su obuhvaćene sve delatnosti koje služe da sortirane porudžbine sastave zajedno u jedinice sposobne za otpremu. Pri tome se pod otpremom podrazumeva transport na drugo mesto unutar fabrike ili utovar u sredstvo spoljnog transporta. Pozicije treba grupisati i pripremiti za otpremu na najpraktičniji i ekonomičniji način. Postoje izvesni zahtevi i pravila za izvodjenje ovog procesa, ali pošto je to jedan poseban tehnološki proces, neće se detaljno razmatrati u okviru ove knjige.

15.06.05. Utovar i otprema

Područje ovog sistema ispunjava zadatak pripreme i odnošenja robe poručiocu i predstavlja vezu izmedju skladišta i poručioca. Ovo područje obuhvata sledeće delatnosti: preuzimanje robe iz odeljenja za pakovanje, ulogu medjuskladišta do odnošenja robe, kontrolu pakovanja i adresiranja i utovar.

U ovom području je nepoželjno duže zadržavanje robe, tako da dugačko vremensko premošćavanje treba očekivati samo u izuzetnim slučajevima (upakovana roba čeka). Ovde je funkcija sortiranja relativno beznačajna, roba se sredjuje prema načinu i vremenu isporuke.

15.06.06. Sistem za upravljanje i kontrolu rada skladišta

Ovaj sistem predstavlja integralno spajanje organa upravljanja i kontrole. Prema definiciji Miebacha |12| ovo područje ima zadatak: "nadležnosti i regulisanja radnih tokova", tako da se ostala područja integriraju u celokupni sistem skladišta. Zbog ovakve software strukture nije moguće ovu organizaciju predstaviti u dijagramu toka materijala.

15.06.07. Planiranje toka materijala

Polazeći od definicije da skladišni sistem može da se karakteriše kao jedan transportni sistem, kod razmatranja pojedinih područja, odnosno podsistema, transportna sredstva i njihovo upravljanje treba da stoje u prvom planu. Najveći deo aktivnosti na skladištu obuhvata rukovanje materijalom, tako da treba osigurati efikasno kretanje materijala i da sve ručne i mehanizovane operacije budu sigurne i ekonomične.

Svaki od podsistema jednog skladišta, koji su, prema ranijoj definiciji formirani u okviru pojedinih područja, ima svoj transportni sistem koji se optimira u okviru datog podsistema (na primer, proces istovara) i treba da je kompatibilan sa ostalim transportnim sistemima, tako da se dobije optimalno rešenje za ceo transportni sistem skladišta.

U pojedinim slučajevima, kada se preklapaju pojedine aktivnosti, transportni sistem može da se rešava integralno za više područja (podsistema); na primer kod transporta materijala od prijema do glavnog skladišta. Ova operacija obično obuhvata kretanje materijala do površine glavnog skladišta, ali ne i do skladišne lokacije. U nekim slučajevima, transport i postavljanje u skladišnu lokaciju se izvode u jednom kretanju. U praksi se sreću i interesantne varijante sistema koji nije deljiv prostorno već samo vremenski. Jedno transportno sredstvo ispunjava jednu za drugom dve funkcije i aktivno je u dva područja sistema - npr. u slučaju kada se donji deo regala glavnog skladišta koristi kao skladište za pripremu porudžbina.

Primarna svrha transportnog sistema na skladištu je da smanji troškove skladištenja kroz efikasnije korišćenje rada. Izbor sistema je komplikovan proces, ne samo zbog primene različite opreme, već takodje zbog stalnih promena zahteva u odnosu na sistem.

Selekcija počinje sa razmatranjem skladišnog sistema kao celine i sa zahtevima koji će da budu postavljeni sistemu za transport materijala. Kod analize sistema i pri izboru pojedinih transportnih sredstava, treba uzeti u obzir sledeće uslove:

- karakteristike proizvoda - različite dimenzije proizvoda, masa i konfiguracija mogu da ograniče opremu na primenu fleksibilnijih tipova;

- efikasnost rada jednog transportnog sistema se poboljšava spajanjem pojedinih tereta. Sa porastom veličine tereta, zahteva se manji broj ciklusa za uskladištenje date količine robe. Spajanje više manjih tereta, da bi se transportovao ujedinjeni teret, najčešće se ispunjava kroz paletizaciju. Palete

omogućuju primenu standardne opreme za manipulaciju različitom robom i povećanje iskorišćenja skladišnog prostora,

- priroda i intenzitet opterećenja sistema (obrt, dinamika dovoza i odvoza) utiču na selekciju opreme (kada znatno varira obrt ili kada su različite manipulativne karakteristike proizvoda bolje je primeniti jedan fleksibilan sistem),

- mogućnost kombinovanja rada sa drugim transportnim uredjajima i mogućnost kombinovanog rada u više područja sistema,

- ograničenja koja nameće postojeći prostor za izbor opreme,
- pouzdanost sistema; sistemi sa većim stepenom mehanizovanosti i automatizovanosti su osetljiviji na totalni prekid rada kada otkaže ma koji individualni segment,

- investicije ne mogu da budu pokrivene ako sistem brzo zastari, i
- ograničenja koja nameće spoljni transport.

15.07. Oblikovanje prostora skladišta gotovih proizvoda

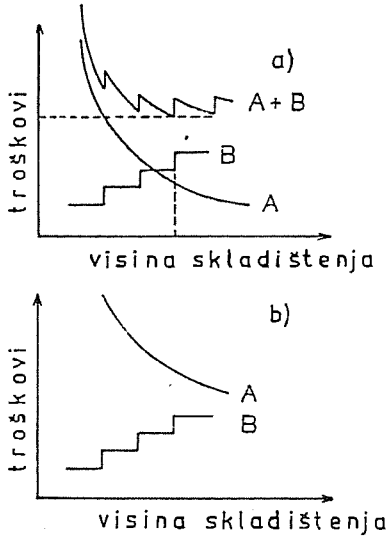
Layout skladišnog prostora, kao i lokacije pojedinih zaliha u okviru skladišta, direktno utiču na ukupne transportne troškove robe koja se kreće kroz skladište. Pri tome je potrebno uspostaviti ravnotežu transportnih troškova i iskorišćenja skladišnog prostora. Visina uskladištenja zavisi uglavnom od karakteristika robe koja se skladišti i od karakteristika opreme za skladištenje i transport. Dužina, širina i konfiguracija skladišne zgrade se rešava u zavisnosti od troškova kretanja robe kroz skladište i od troškova konstrukcije skladišta.

Na formiranje skladišnog prostora utiču sledeći parametri:

1. Karakteristike proizvoda (materijala):masa, gabarit, oblik, posebna svojstva itd.
2. Oblik i tip transportne (skladišne) jedinice.
3. Maksimalno stanje zaliha; godišnje potrebe; politika zaliha.
4. Asortiman zaliha, broj artikala.
5. Obrt; dinamika dovoza i odvoza.
6. Tip skladišta: regali, police itd.
7. Oprema za transport i manipulaciju i uskladištenje.
8. Karakteristike zgrade: oblik, opterećenje poda, stubovi, lokacija hodnika, lokacija za prijem i otpremu, itd.
9. Visina uskladištenja.
10. Specifični zahtevi za uskladištenjem.
11. Lokacija skladišta u odnosu na druge aktivnosti.
12. Lokacija pojedinih materijala u okviru skladišta.
13. Zahtevana površina za pomoćne aktivnosti: održavanje opreme, kancelarije, sanitarni čvorovi, itd.

Sa ekonomskog aspekta važan je odnos izmedju cene koštanja prostora, opreme i uskladištenja u visini. Ako posmatramo ove odnose, možemo konstatovati |76| :

- prvo, obično je najvažnije odrediti mogućnost korišćenja prostora, u zavisnosti od visine uskladištenja,
- drugo, odrediti odnos izmedju cene koštanja opreme i visine uskladištenja, i



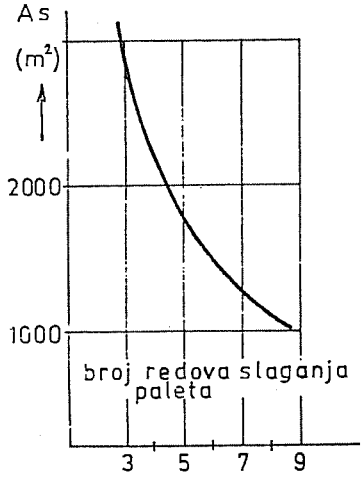
Slika 15-17

- treće, širina prolaza za opsluživanje zavisi od usvojenih skladišnih uredjaja i od radnog kapaciteta samih uredjaja, što znači da pri radu sa povećanim kapacitetom, usled potrebe za širim prelazima kod primene pojedinih uredjaja dolazi do dopunskih troškova.

Pri analizi pomenutih odnosa zbog velikog broja promenljivih teško je dati opšti obrazac koji može da obuhvati sve uslove. Medjutim, nije teško analizirati sve troškove i prezentirati informacije na takav način da se optimalna visina uskladištenja može da nadje za pojedine uslove. Mogu se dati na jednom dijagramu (slika 15-17a) cena koštanja prostora (A) i cena koštanja opreme (B) u zavisnosti od visine uskladištenja, tako da se iz zbirne krive ovih troškova nalaze minimalni investicioni troškovi.

U slučajevima kada je prostor ekstremno skup ili oprema realtivno jeftina,troškovi prostora su odlučujući faktor i materijal treba skladištiti na najvećoj mogućoj visini (slika 15-17b).

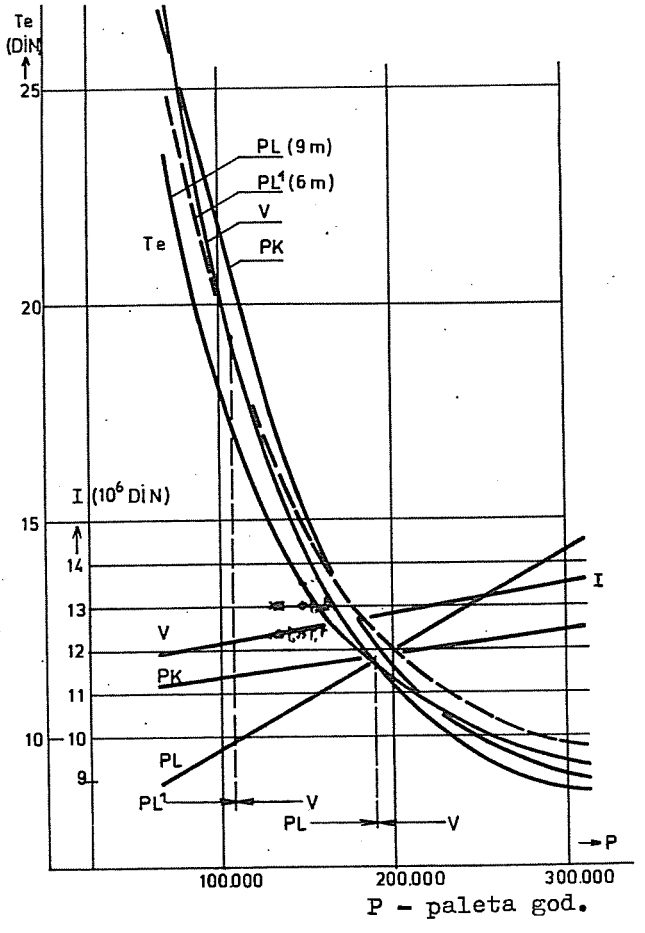
Primer na slici 15-18 prikazuje potrebnu površinu skladišta (A_S), za uskladištenje 4000 paleta u jednom regalnom skladištu, u zavisnosti od visine uskladištenja A. Andrea |1| je vršio analize cene koštanja skladišnog prostora i za ispitivani tip skladišta došao do zaključka da se pri promeni visine skladišta od 5 m na 20 m cena 1 m^3 skladišnog prostora smanjuje na 36,9%, a da se pri tome povećala cena kvadratnog metra skladišta samo za 43%.



Slika 15-18

Pri traženju optimalne visine uskladištenja investicioni troškovi ne bi smeli da budu jedini merodavni podatak pri odlučivanju za izbor sistema, tako da je potrebno za sva moguća rešenja izvršiti i detaljnu analizu troškova eksploatacije. Ove troškove je najbolje svesti na jednu paletu robe, koja prodje kroz skladište u toku jedne godine.

Izradom dijagrama troškova za pojedine kapacitete skladišta u zavisnosti od prosečnog godišnjeg obrta i dijagrama troškova u zavisnosti od visine uskladištenja moguće je doći do podataka potrebnih za traženje optimalnog rešenja |7|.



Slika 15-19

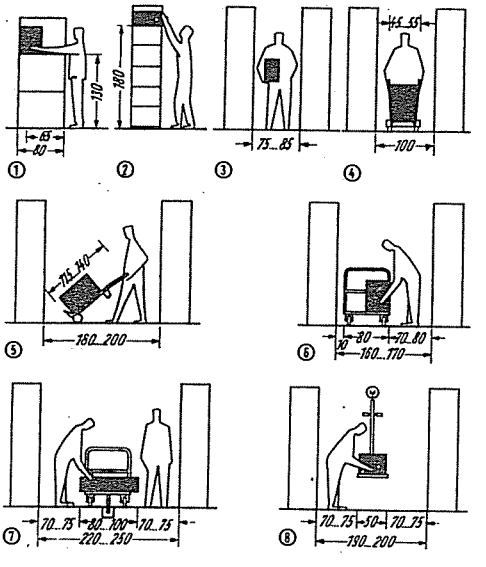
Na dijagramu slika 15-19, za skladište sa 6000 paletnih mesta dati su troškovi eksploatacije (T_E) svedeni na paletu robe koja prodje kroz skladište u toku jedne godine i investiciona cena koštanja (I), u zavisnosti od obrta, odnosno od broja paleta (p) koje prodju kroz skladište u toku godine (podaci za 1972.). Dijagram je dat za primenu mobilnih transportnih uredjaja i to: paletnih kolica (PK), viljuškara (V) i specijalnog viljuškara - turret truck (PL). Uporedjujući troškove eksploatacije moguće je odrediti granicu pogodnosti primene pojedinih uredjaja. Ova granica zavisi i od samog kapaciteta skladišta tako da se menja sa promenom istog.

15.08. Odredjivanje površine skladišta

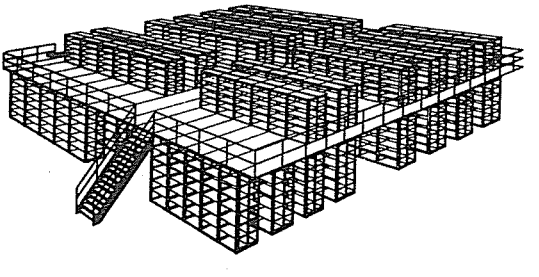
U okviru ovog poglavlja će se dati osnovne preporuke za odredjivanje potrebnog prostora za uskladištenje proizvoda.

15.08.01. Ručno uskladištenje robe

Na slici 15-20 su date osnovne mere skladišta za ručno uskladištenje robe (materijala), zavisno od primenjene mehanizacije transporta. Na slici 15-21 je prikazan izgled jednog skladišta rezervnih delova, alata i sl.



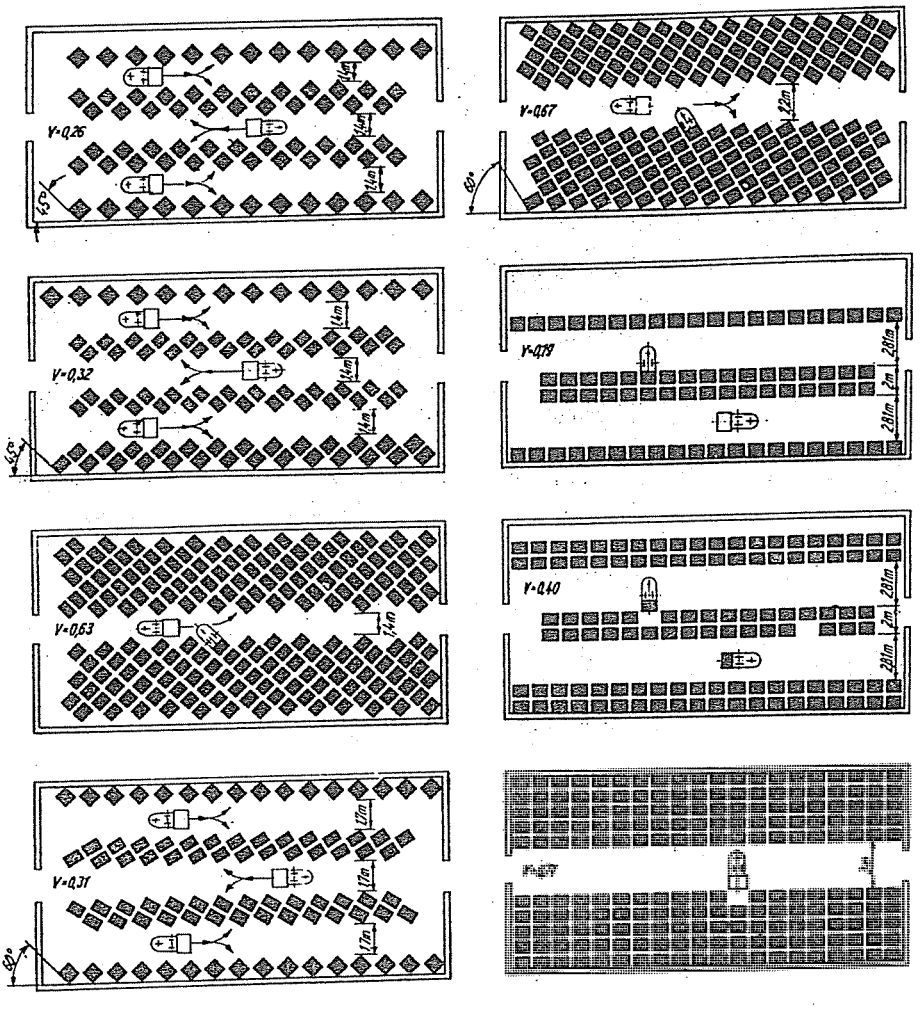
Slika 15-20



Slika 15-21

15.08.02. Blok skladište

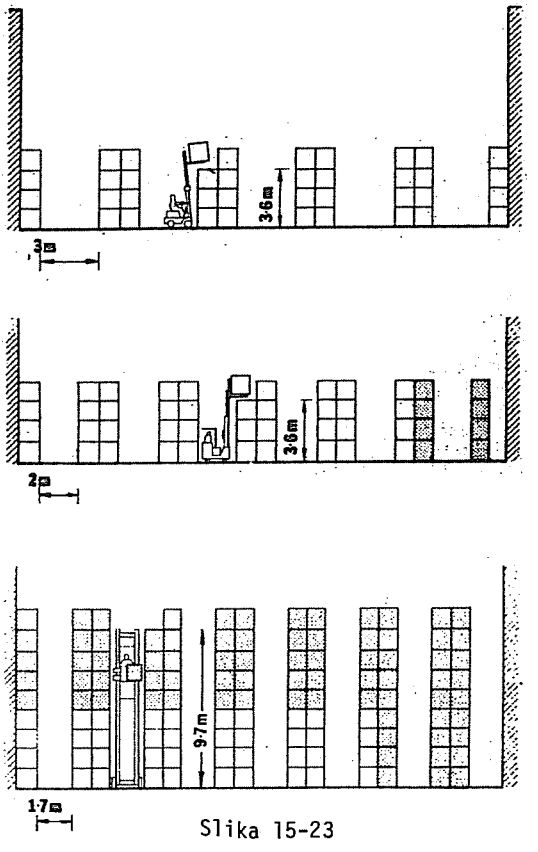
Na slici 15-22 su prikazane različite mogućnosti iskorišćenja površine blok skladišta, zavisno od položaja paleta u odnosu na skladišni prostor i načina formiranja blokova. Širina prolaza, takodje zavisi od usvojenog tipa viljuškara.



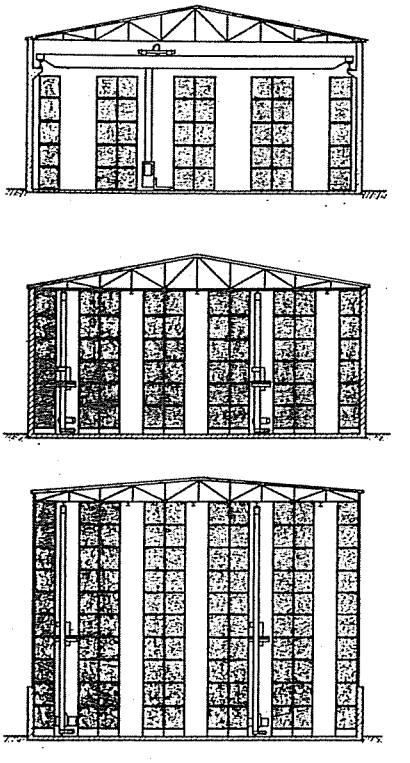
Slika 15-22

15.08.03. Skladišta sa regalima

Na slici 15-21 su dati primeri konvencionalnih regalnih skladišta opsluživanih klasičnim viljuškarom (širina prolaza 3 m), viljuškarom sa okretnom glavnom (širina prolaza 2 m) i specijalnim viljuškarom - turret truck (širina prolaza 1,7 m). Na slici 15-24 je prikazano uskladištenje paleta primenom skladišnih dizalica, i to, kran-viljuškarom, (slika 15-25), visoko regalnom dizalicom (VRS) pri istoj visini uskladištenja kao kod korišćenja kran-viljuškara i visoko regalnom dizalicom pri većoj visini uskladištenja.



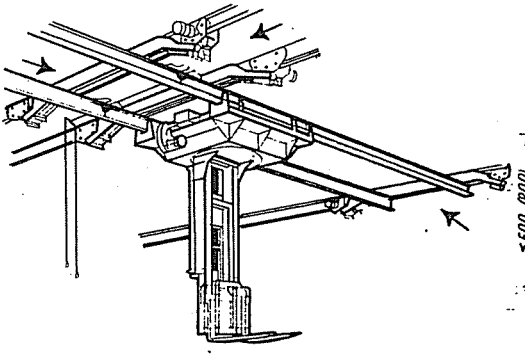
Slika 15-23



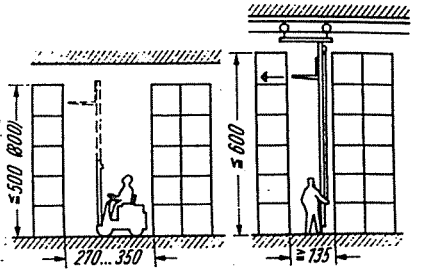
Slika 15-24

Na slikama 15-26 i 15-27 su date osnovne dimenzije regalnih skladišta (mere su date u cm). Širina hodnika kod VRS obično je za 200 mm veća od gabarita palete.

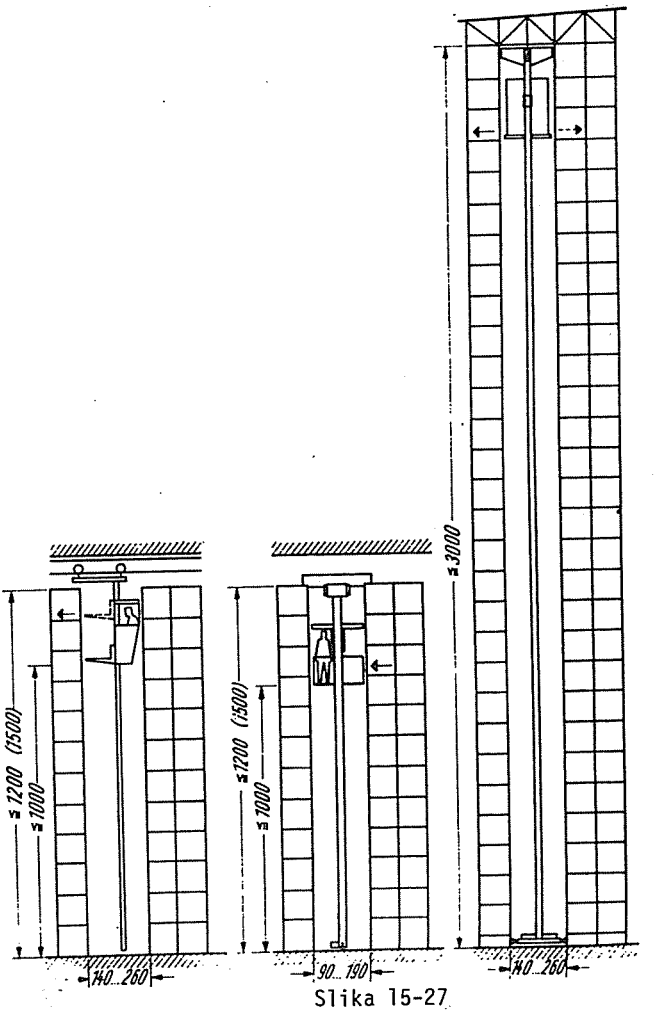
Ukoliko se predvidja da jedna visoko regalna dizalica opslužuje više hodnika (kod manjih kapaciteta pretovara) predvidjaju se transfer kolica (slika 15-28) za prenošenje dizalice iz hodnika u hodnik, tako da je potrebno predvideti i površinu za postavljanje ovih kolica.



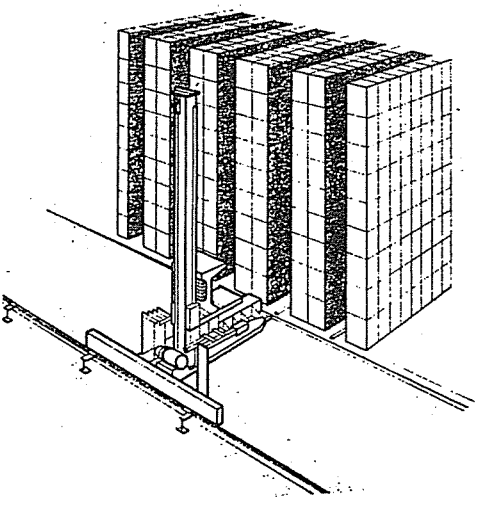
Slika 15-27



Slika 15-26



Slika 15-27

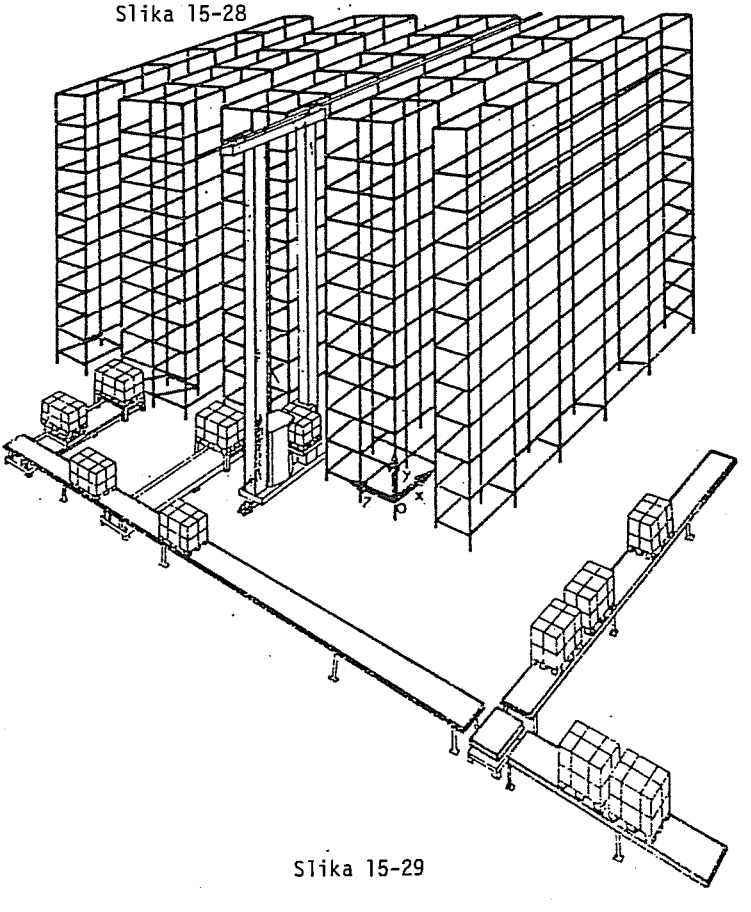


Za odlaganje paleta na ulazu u visoko regalno skladište potrebno je predvideti površinu za postavljanje rama na koji se postavljaju palete ili pri većem intenzitetu protoka za postavljanje rolganga. Na slici 15-29 je prikazan sistem rolganga za transport paleta do mesta gde ih visoko regalna dizalica zahvata.

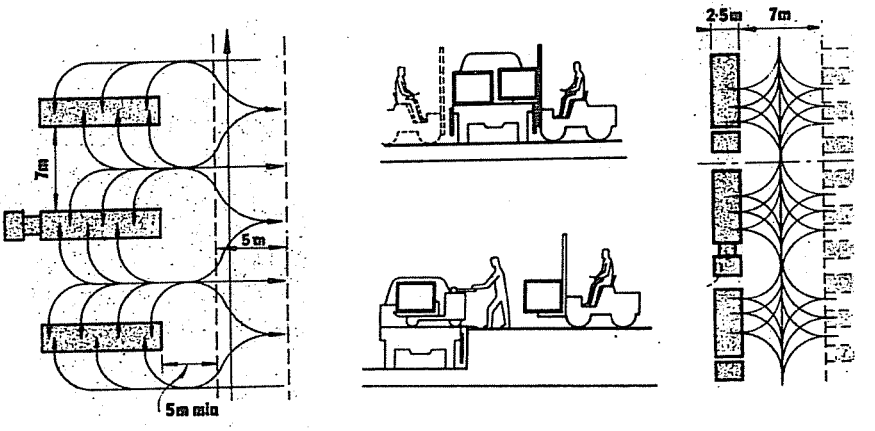
Potreban prostor za manevrisanje viljuškara pri otpremi proizvoda, zavisno od usvojenog rešenja je dat na slikama 15-30 i 15-31.

Na slici 15-32 je dato rešenje odelenja za otpremu gotovih proizvoda. Kamioni koji odvoze robu za vreme utovara ulaze u skladište.

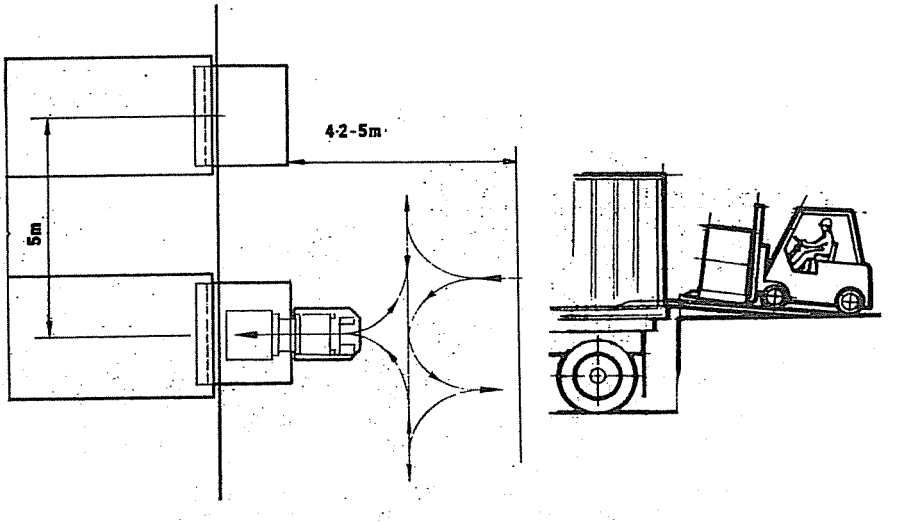
Slika 15-28



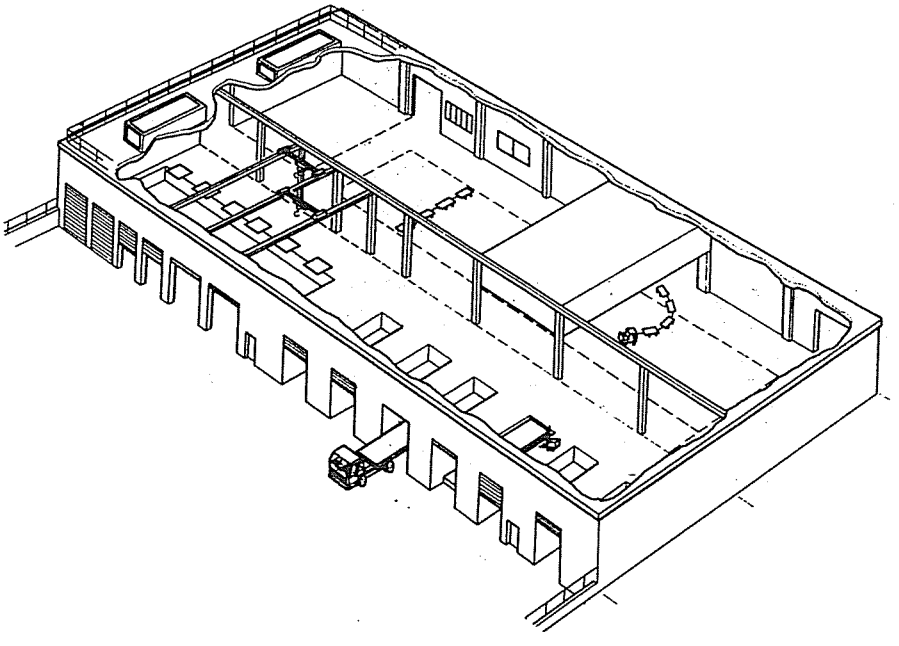
Slika 15-29



Slika 15-30



Slika 15-31



Slika 15-32

15.09. Proračun skladišta gotovih proizvoda

U opštem slučaju površina skladišta se odredjuje po obrascu:

$$A_u = A_k + A_m + A_p$$

gde je:

A_k - korisna površina - površina na kojoj se čuva materijal,

A_m - manipulativna površina - obuhvata glavne transportne puteve, prolaze izmedju regala ili blokova i prostor potreban za manipulaciju robom, itd.),

A_p - pomoćna površina - obuhvata površinu stubova, sigurnosne prolaze (rastojanje izmedju uskladištene robe i zidova, koje iznosi min. 0,8 m.), prolaze za evakuaciju u slučaju požara, prostor oko hidranata i protivpožarnih aparata, kancelarije, sanitarne prostorije, itd.

Korisna površina (A_k) kod blok skladišta se izračunava prema obrascu:

$$A_k = 1{,}2 \cdot \frac{N_{TJ} \cdot A_{TJ}}{n_y}$$

gde je:

N_{TJ} - ukupan broj skladišnih jedinica,

A_{TJ} - površina skladišne jedinice u m^2, i

n_y - broj redova skladišnih jedinica po visini.

Korisnu površinu skladišta je potrebno proveriti u odnosu na nosivost poda:

$$A_k > \frac{N_{TJ} \cdot G_{TJ}}{p}$$

gde je:

G_{TJ} - masa transportne jedinice sa teretom, i

p - nosivost poda skladišta, p=10-60 kN/m^2.

Korisna površina kod regalnog skladišta (površina pod regalima) se izračunava iz obrasca:

$$A_k = A_{PM} \cdot n_x \cdot N_R$$

gde je:

A_{PM} - površina jednog paletnog mesta u m^2,

n_x - broj paletnih mesta duž jednog regala, i

N_R - broj regala na skladištu.

Pri tome treba da bude zadovoljen uslov:

$$N_{TJ} = n_x \cdot n_y \cdot N_R = N_{PM} \text{ (broj paletnih mesta).}$$

Površina jednog paletnog mesta (A_{PM}) zavisi od usvojene skladišne (transportne) jedinice, tako za standardnu paletu 800x1200 mm može da se uzme da je: A_{PM}=1000x1400. Pri tome treba napomenuti da se postiže bolje iskorišćenje skladišne površine kada se paleta postavlja tako da je duža strana upravna na hodnik duž regala.

Visina uskladištenja zavisi od visine paletnog mesta (h_{PM}) i broja redova skladišnih jedinica po visini (n_y):

$$H_s = h_{PM} \cdot n_y,$$

pri tome treba da bude zadovoljen uslov da je:

$$h_{PM} \cdot (n_y - 1) + 300 \text{ mm} < H_{TU}$$

gde je:

H_{TU} - visina dohvata uredjaja za uskladištenje, zavisi od tehničkih mogućnosti usvojenog uredjaja (v. slike 15-23, 15-26 i 15-27).

Odnos visine uskladištenja (H_s) prema dužini skladišnog hodnika (L_s) se odredjuje tako da se postigne minimalno vreme potrebno za opsluživanje, odnosno minimalni transportni učinak. Kod visoko regalnih skladišta ovaj odnos obično iznosi:

$$\frac{H_s}{L_s} = \frac{1}{5} \div \frac{1}{4} .$$

Manipulativna površina (A_m). Zavisi od širine hodnika za opsluživanje regala, glavnih transportnih puteva i njihovih dužina, kao i od prostora za manipulaciju robom (ukoliko se predvidja). Širina regalnih hodnika i glavnih saobraćajnica zavisi od usvojenih uredjaja za opsluživanje i intenziteta saobraćaja. Na slikama 15-30 i 15-31 je dat primer odredjivanja manipulativne površine pri utovaru, odnosno istovaru uredjaja spoljnog transporta.

Pomoćna površina (A_p) odredjuje se zavisno od tipa i oblika zgrade, usvojene opreme i propisa o zaštiti na radu.

15.09.01. Pokazatelji rada skladišta

Osnovni pokazatelji kvaliteta rešenja jednog skladišta su sledeći:

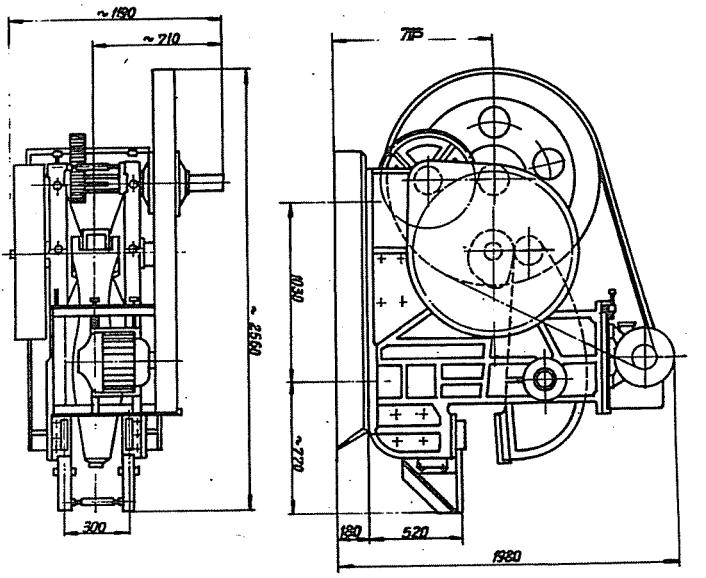
- iskorišćenje površine skladišta; $\eta_A = A_k/A_u$,
- iskorišćenje zapremine skladišta, koje predstavlja odnos ukupne zapremine robe na skladištu (V_R) prema zapremini skladišta ($V_S = A_k \cdot H$; gde je H - čista visina skladišnog prostora); $\eta_v = V_R/V_S$,
- potrebna površina za uskladištenje jedne palete; $\eta_{AP} = A_u/N_{TJ}$, ili $\eta_{AP} = A_u/N_{PM}$,
- potrebna zapremina za uskladištenje jedne palete; $\eta_{VP} = V_S/N_{TJ}$, ili $\eta_{VP} = V_S/N_{PM}$,
- ukupna investiciona ulaganja svedena na jedno paletno mesto (PM), I (din/N_{PM}),
- troškovi eksploatacije po paleti koja prodje godišnje kroz skladište T_e(din/pol.god.), itd.

15.10. Priprema materijala

Na skladištu se izvode sledeće pripreme sirovina za proizvodni proces:

Sečenje materijala

Sivi liv koji dolazi na skladište u komadima treba da se lomi (usitni). Ovo je potrebno da se omogući pravilno šaržiranje i racionalno iskoristi toplota sagorevajućeg koksa. Ova operacija se vrši ručno ili na lomilicama, koje mogu biti stacionarne (slika 15-33) i pokretne (na točkovima). U eksploataciji su se pokazale pogodnije pokretne lomilice, jer se na taj način izbegava transport materijala do istih i vraćanje loma u boksove.



Slika 15-33

Tehničke karakteristike stacionarne lomilice za sečenje liva poljske konstrukcije KG-30 (slika 15-33), date su u tablici 15-11.

Tablica 15-11

Kapacitet	t/h	1-2
Maksimalna sila za lomljenje	kN	300
Elektromotor	kW	7
Masa mašine	kg.	3600

Čelični komadi se isecaju aparatima za autogeno rezanje. Jedan radnik može da usitni 2-3 t, za jednu smenu.

Priprema koksa

Koks se prosejavanjem oslobadja od prašine i sitnih komada.

Priprema krečnjaka

Ova operacija se izvodi na taj način što se krečnjak usitnjava na drobilici, pre pripreme šarže.

Priprema šarže

Učešće pojedinih sastojaka u pripremi šarže se odredjuje na osnovu datih normativa materijala za pojedine vrste liva. Šarža se priprema odmeravanjem pojedinih sastojaka na vagama, da bi se postigao odredjeni kvalitet liva.

Ova priprema može biti ručna i mehanizovana. U prvom slučaju radnici ručno ubacuju komade u korpu za šaržiranje, koja je postavljena na vagonetu sa vagom. Radi olakšavanja ovoga posla bunkeri dnevne potršnje se izradjuju sa nagnutim dnom. Pri tome se otvor korpe za šaržiranje postavlja u ravni dna bunkera, pa se šarža guranjem sipa u istu. Pri mehanizovanoj pripremi, korpe za šaržiranje se pune iz otpusnog bunkera dozatorom. Punjenje ovih bunkera se vrši dizalicama sa magnetnim podizačem.

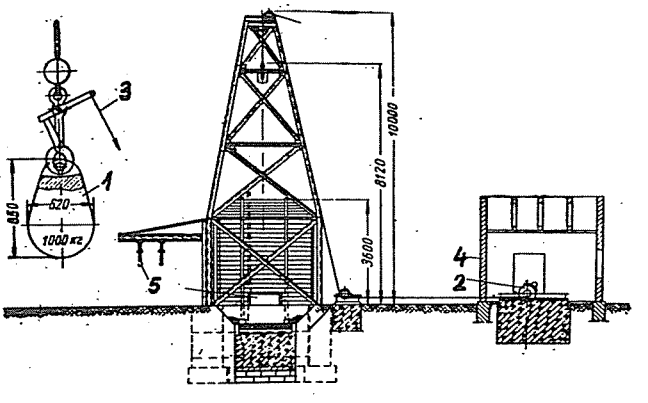
Koks i krečnjak se dovoze viljuškarima, utovarivačima, elektrokolicima ili kolicima i ručno ubacuju u korpe. U većim livnicama se izradjuju bunkeri dnevne potrošnje, opremljeni dozatorima za punjenje korpi ili kolica za šaržiranje. Ovi bunkeri se pune trakastim transporterima ili grabilicama.

Čišćenje ulivaka od izgorelog peska

Da bi se ulivci osposobili za ponovnu upotrebu (povratni liv za pripremu šarže), čiste se od izgorelog peska u limenim dobošima za čišćenje. Način rada i glavne karakteristike ovih mašina su date u poglavlju čistionica. Ova operacija se izvodi samo pri proizvodnji specijalnih vrsta liva, u ostalim slučajevima se pesak vezuje sa šljakom u toku procesa i tako odstranjuje.

Lomara

Lomljenje krupnijeg livničkog škarta i staroga liva dovezenog sa strane (za pripremu šarže), se obavlja u lomarama (sl.15-34).



Slika 15-34

Liv se usitnjava udaranjem malja 1 težine od 1-3 t, koji se pušta da slobodno pada sa visine od 8-12 m. Malj se podiže na odredjenu visinu pomoću mehanizma za dizanje 2, koji je smešten u kućici pored lomare 4. Veza izmedju doboša i malja je ostvarena pomoću čeličnog užeta 3. Maksimalna težina komada koji se razbija iznosi 25 t, a kapacitet postrojenja od 10-50 t. za rad u jednoj smeni.

U livnicama maloga kapaciteta lomare su opremljene okretnim dizalicama 5 (za opsluživanje). Pri većoj proizvodnji liva (preko 3000 t/god.), mogu se postaviti mostovske dizalice i predvidja se pomoćno skladište, čija se površina odredjuje analogno skladištu šarže, uzimajući u obzir 15-to dnevne zalihe. Širina skladišta se obično uzima od 12-27 m. Dizalična staza se postavlja na stubove, na visini od 8-12 m.

Ova skladišta su opremljena sledećom mehanizacijom:

1. Presama za briketiranje čelične i limene strugotine kapaciteta 0,75-3,5 t/h. Briketi se izradjuju težine 1,5-5,5 kg. Gabaritne dimenzije presa: dužina 3,9-4,7 m, širina 2,5-2,8 m, visina 3,3 m. Snaga elektromotora 20-40 kW. Ovi uredjaji se primenjuju samo ako je livnica u sklopu sa radionicama mehaničke obrade.

2. Makazama za rezanje lisnatog gvoždja, kapaciteta 1-2 (t/h)

Lomare se grade udaljene od zgrade livnice zato što pri radu prouzrokuju velike potrese. Postrojenje lomare mora biti ogradjeno drvenim pragovima i čeličnom žicom radi zaštite radnika. Pri projektovanju treba obratiti pažnju na konstrukciju temelja.

Literatura:

1. Andrea, A.: Sistema dinamica di gestione del magazzino, Transporti Industriali, 164, 1972.
2. Annimskii,Šaranovič: Kompleksnaja mehanizacija vigruzki novaločnih gruzov, Moskva 1961.
3. Anninskii: Kompleksnaja mehanizacija na mašinostroiteljnih zavodah
4. Gale, B.: How we Stand with Warehousing Systems, SHD, July 1972.
5. Grantza,J.: Rationelle Lagergestaltung, Berlin, 1980.
6. Zrnić,Dj.: Priručnik za projektovanje radionica, Beograd,1969.
7. Zrnić,Dj.: Uticaj visine uskladištenja na izbor paletnih skladišta, Mašinstvo 1873-1973, Beograd, 1973.
8. Zrnić,Dj.,Prokić,M., Milović,P.: Projektovanje livnica, Beograd, 1978.
9. Zrnić,Dj.: A method for Planning Materials Handling System in Warehonsing, Proc.of the 3 rd. ICAW, Part 1, Chicago (USA), Nov. 1979.
10. Zrnić,Dj.: Izbor alternativa u procesu planiranja skladišnih sistema, 4. stručni skup o transportnim procesima u industriji, SMEITS, Beograd, 1980.
11. Zrnić,Dj.: A method of Planning Materials Handling System in Warehousing, Proc.of the 3 rd. ICAW, Part 2, Stratford-Upon-Avon, June 1980.
12. Micbach,J.R.: Die Grundlagen einer Systembezogenen Planung von Stückgutlagern, D.F., Wetter 1971.
13. Ribaljčenko,N.A.: Projektirovanije litejnih cehov, Harkov,1965.
14. Schiller,K.: Wirtschaftliche Regalstapelhöhen für Gross Lager, Hebezeuge und Fördermittel,2,1972.
15. Spears,P.J.: Economic of Mobile Racking for Storage of all Items, Proc of the 1 st ICAW, Nottingham 1975.
16. Faitalov: Osnovi projektirovanija litejnih cehov,Moskva,1948.
17. Šestopal,V.I.: Specijalizacija i proektirovanie litejnih cehov i zavodov, Moskva 1963.

16. SNABDEVANJE ENERGIJOM

U livnicama se upotrebljavaju različite vrste energije, kao što su: elektroenergija, komprimovani vazduh, čvrsto, tečno i gasovito gorivo, para, topla i hladna voda, acetilen, kiseonik itd. Energija se troši u različitim količinama, prema režimu potrebe, koji zavisi od primenjenog tehnološkog procesa u proizvodnji.

Šema snabdevanja energijom livnica zavisi od sledećih faktora:

- potrebne vrste energije i način iskorišćenja pojedinih nosioca energije,
- potrebne količine energije različitih vrsta i odnosa medju tim količinama,
- postojanja drugih energetskih postrojenja u preduzeću, njihove vrste i broja, kapaciteta i mogućnosti njihovog učestvovanja u energetskom bilansu pogona, i
- postojanja ili mogućnosti uspostavljanja veze sa spoljnim izvorima za snabdevanje energijom.

Izbor optimalne šeme snabdevanja energijom odredjuje se na osnovu tehničko ekonomskih uporednih analiza različitih varijanti energetskog rešenja, koja baziraju na razradjenim stvarnim potrebama u energiji (svih vrsta), na mogućnosti ostvarivanja veze sa spoljnim izvorima energije i na izgradnji novih, ili korišćenja već postojećih lokalnih energetskih postrojenja.

U tablici 16-1 su dati osnovni izvori različitih vrsta energije koji se koriste u industrijskim preduzećima.

16.01. Energetske karakteristike proizvodnih procesa

Osnovne tehnološke procese i operacije u industriji, u kojima se primenjuju različite vrste energije, možemo podeliti na sledeće grupe:

I. Procesi i operacije vezane za obradu metala i polufabrikata, kao i njihov transport.

II. Elektrohemijski procesi.

III. Visokotemperaturni procesi - vrše se na temperaturama preko 500°C.

IV. Srednjetemperaturni procesi - vrše se na temperaturama od 100-500°C.

V. Niskotemperaturni procesi - vrše se na temperaturama do 100°C.

VI. Pomoćni procesi - za opsluživanje osnovne proizvodnje.

U tablici 16-2 su date karakteristike osnovnih energetsko-tehnoloških procesa, po grupama.

Tablica 16-1

Vrsta energije	Šema snabdevanja energijom	
	Centralizovano	Individualno (lokalno)
Električna	Gradska mreža	Fabrička termoelektrana
Toplotna	Gradska toplana (topla voda i para)	Kotlarnica; iskorišćenje otpadne toplote
Gas-prirodni; proizvedeni; otpadni (za peći i kotlove)	Gasovod	Gasogeneratorska stanica; otpadni gasovi iz tehnološkog procesa
Acetilen	Snabdevanje gasa sa bocama	Acetilenska stanica
Tečno gorivo (mazut)	Snabdevanje kod proizvodjača	
čvrsto gorivo (ugalj i dr.)	Snabdevanje kod proizvodjača	Otpad iz tehnološkog procesa
Mehanička:		
1. Para 2. Komprimovani vazduh 3. Voda	Parovod	Kotlarnica Kompresorska stanica Pumpna stanica za vodu

Tablica 16-2

Procesi / Grupe	Proizvodne potrebe	Nosioci energije
I	Električni pogon,pneumatski pogon, parni pogon	Električna energija,komprimovani vazduh, para
II	Elektrolitično pokrivanje metalnih površina	Električna energija,toplotna energija,voda
III	Topljenje metala,termička obrada metala,elektrozavarivanje,površinsko kalenje,zagrevanje itd.	Električna energija,normalne i povećane frekvencije,goriva svih vrsta
IV	Zagrevanje,sušenje	Električna energija,goriva svih vrsta,para,topla voda
V	Zagrevanje	Topla voda
VI	Osvetlenje,grejanje,ventilacija, kondiciranje vazduha,automatizacija,signalizacija i daljinsko upravljanje	Električna energija,topla voda, para, komprimovani vazduh

Tablica 16-3

Osnovni tehnološki procesi	Električna energija	Topla i hladna voda	Komprimovani vazduh	Gas	Čvrsto i tečno gorivo
Priprema peska	+	+	-	+	+
Kalupovanje i izrada jezgara	+	-	+	+	+
Topljenje i livenje	+	+	-	+	+
Istresanje i čišćenje odlivaka	+	-	+	-	-
Termička obrada odlivaka	+	-	-	+	+

U tablici 16-3 su date energetsko-tehnološke šeme osnovnih procesa u livnicama. U ovoj tablici se vidi kojim nosiocima energije je moguće opsluživati proizvodne procese nekih odelenja.

Proračun ukupne potrošnje energije u jednoj radionici može da se vrši na dva načina:

a. Potrošnja energije se računa po operacijama za svaki deo jednog proizvoda. Dobijene vrednosti se unose u tablicu 16-4. Iz tablica, koje se sastavljaju za sve proizvode, dobijaju se sledeći podaci:

- obračun ukupne potrošnje energije za odelenje - podatak potreban za projektovanje razvodne mreže i postrojenja za snabdevanje energijom,

- uticaj potrošnje energije na formiranje cene proizvoda;

Tablica 16-4

Pregled potreba i potrošnje								Lista br.
Naziv proizvoda			Naziv dela:				Pozicija:	
Operacija	Mašina -uredjaj	Odelenje	Elek. energija	Komprimovan vazduh	Para	Acetilen	Voda	Primedba
1	2	3	4	5	6	7	8	9

b. Na osnovu instalisane opreme, odnosno potrošača i njihovog režima rada se izvodi proračun po tablici 16-5, za svako odelenje. Potrošnja se svodi na jedinicu vremena (čas). Dobijenu ukupnu potrošnju (zbir potrošnje pojedinih mašina i uredjaja) treba korigovati uzimajući u obzir stepen jednovremenosti potrošnje i vreme rada u toku smene.

Tablica 16-5

Spisak potrošača								Lista br.
Red. br.	Naziv potrošača	Odelenje	Elek. energija	Komprimovan vazduh	Para	Acetilen	Voda	Primedba
1	2	3	4	5	6	7	8	9

16.02. Snabdevanje električnom energijom

Livnice se uglavnom snabdevaju električnom energijom iz opšte mreže visokog napona. U transformatorskoj stanici, koja je smeštena u krugu fabrike, električna energija visokog napona pretvara se u električnu energiju nižeg napona. U slučaju kada nije moguće da se obezbedi priključak na opštu električnu mrežu potrebno je izraditi lokalnu elektranu.

Električna energija se koristi u proizvodnim i pomoćnim odelenjima za napajanje sledećih potrošača: elektromotora, elektropeći, u elektrohemijskim procesima, za osvetljavanje itd. Najčešće se koriste normalni naponi 220 V i 380 V, učestanosti 50 Hz.

Godišnja potrošnja električne energije se odredjuje na osnovu podataka o broju postavljenih potrošača svih vrsta, njihove instalisane snage i efektivnom fondu časova rada. Ovaj proračun se izvodi po tablici 16-6.

Tablica 16-6

Pozicija	Potrošač električne energije	Instalisana snaga (kW)	Broj motora	Prosečna snaga motora (kW)	Prosečna potrošnja električne energije po smenama		
					I	II	III
1	2	3	4	5	6	7	8

Transformatorska stanica i razvodna mreža se dimenzionišu prema ukupnoj instalisanoj snazi (ukupna snaga svih postavljenih potrošača) i stepenu jednovremenosti potrošnje G_z. Stepen jednovremenosti potrošnje je izražen odnosom opterećenja u špicevima i ukupne instalisane snage.

$$G_z = \frac{P_m}{\Sigma P_i}$$

gde je:

P_m - najveće jednovremeno opterećenje (kW)

ΣP_i - ukupna instalisana snaga (kW)

U tablici 16-7 su date prosečne vrednosti koeficijenta jednovremenosti za pojedine livačke uredjaje.

Tablica 16-7

Elektro-potrošač	G_z
- Ventilatori u sistemu provetravanja i grejanja	0,7
- Pumpe,kompresori	0,8
- Dizalice,pri režimu rada TR 25%	0,1
- Dizalice,pri režimu rada TR 40%	0,2
- Elevatori,transporteri,konvejeri	0,5-0,6
- Transformatori za uredjaje za zavarivanje	0,35
- Mašine za zavarivanje	0,2-0,4
- Automati za zavarivanje	0,5
- Elektropeći, sušare	0,8

Prosečni stepen jednovremenosti potrošnje za mehanizovane livnice iznosi 0,6-0,8, a za livnice sa malim stepenom mehanizovanosti 0,3-0,5.

16.03. Snabdevanje toplotnom energijom

U livnicama se koristi toplotna energija u vidu pare i tople vode, za proizvodne potrebe, grejanje, ventilaciju i sanitarno-tehničke potrebe. Snabdevanje toplotnom energijom se vrši iz mreže energetskog sistema (gradska toplana), ili iz fabričke kotlarnice. Karakteristike pare, pritisak i temperatura, kao i potrebna količina se odredjuju na osnovu proizvodnog procesa i postavljenih potrošača. Na osnovu ovih parametara se vrši izbor i proračun kotlovskih postrojenja, razvodne mreže i odgovarajuće armature.

Prosečna potrošnja tople vode je data u tablici 16-8.

Tablica 16-8

	Jedinica mere	Temperatura vode u °C	Potrošnja vode (lit)
Opšte potrebe	1 zaposleni	40	15
Kupatilo sa tuševima	1 radnik	40	45
Pranje prostorija u upravnim zgradama	m^2	35-40	0,4-0,6
Pranje sudova u kuhinjama - ručno	1 obrok	45	7
Pranje sudova u mašini	1 obrok	95	3-5

16.04. Komprimovani vazduh

Veliki broj mašina i aparata u livnicama koristi za pogon komprimovani vazduh (mašine za izradu kalupa i jezgara, uredjaji za čišćenje odlivaka, pneumatski nabijači itd.). Komprimovani vazduh se proizvodi u kompresorskom postrojenju i razvodi cevnom mrežom do pojedinih potrošača. Kompresorsko postrojenje (kompresorska stanica) se postavlja u posebnu prostoriju i pri tome

se teži da bude što bliže glavnim potrošačima. Ovo postrojenje treba da bude tako dimenzionisano da svakom potrošaču obezbedi potrebnu količinu vazduha sa odgovarajućim karakteristikama (pritisak i temperatura). Ukoliko je u radionicama potreban sabijeni vazduh različitih pritisaka, kompresorska stanica mora da obezbedi najviši pritisak, a na mestima gde je potreban niži pritisak isti se smanjuje postavljanjem redukcionih ventila.

Za proizvodnju komprimovanog vazduha primenjuju se uglavnom klipni i turbokompresori. Klipni kompresori troše 15-20% manje električne energije od turbokompresora, ali pri velikim potrebama u komprimovanom vazduhu, reda 60000 do 100000 m^3/h,koriste se turbokompresori, zato što oni zahtevaju znatno manju površinu za postavljanje. Pritisak na izlazu iz stanice je obično za 1 atm veći od pritiska u cevovodu zbog pada napona u mreži komprimovanog vazduha.

Odredjivanje potrošnje komprimovanog vazduha kod mašina i uredjaja periodičnog dejstva se vrši zavisno od potrošnje vazduha za jednu operaciju (prema vrsti uredjaja) i računskog broja operacija koje se obavljaju u toku jednog dana. Ovaj proračun se izvodi po tablici 16-9.

Tablica 16-9

Pozicija	Mašine i uredjaji	Broj kom.	Broj uključivanja na čas u toku smene			Potrošnja vazduha u toku jednog uključivanja (m^3)	Potrošnja vazduha u toku smene (m^3)			Godišnja potrošnja vazduha (m^3)
			I	II	III		I	II	III	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Za proračun potrebne količine komprimovanog vazduha kod mašina neprekidnog dejstva se uzima maksimalna potrošnja vazduha, pri čemu se vodi računa o efektivnom radu ovih uredjaja. Proračun se izvodi prema tablici 16-10.

Tablica 16-10

Pozicija	Mašine i uredjaji	Broj komada	Potrošnja vazduha pri neprekidnom radu u (m^3/h)	Trajanje radnog ciklusa u toku smene (h)			Prosečna potrošnja vazduha u toku smene (m^3)			Godišnja potrošnja vazduha (m^3)
				I	II	III	I	II	III	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Prosečno vreme rada za pojedine uredjaje je sledeće: komore za čišćenje sačmom pomoću komprimovanog vazduha 4 h, vibracione traverze 3 h, pneumatski nabijači, pneumatski sekači 4 h, duvaljke 0,5 h i raspršivači pomoću kojih se farbaju kalupi 2 h itd.).

Prosečna potrošnja komprimovanog vazduha u (m^3/h) za pojedine potrošače:

- mašine za izradu jezgara (manje)	50-100
- mašine za izradu jezgara (veće)	100-400
- mašine za izradu kalupa (manje)	40- 80
- mašine za izradu kalupa (veće)	80-200
- duvaljke	8- 10
- prskalice Ø 3 mm	2
- prskalice Ø 5 mm	5
- mešalice	0,5- 10
- pneumatski nabijači	30- 50
- pneumatski sekači	30- 40
- vibracione traverze	90-240
- vibracione rešetke	90-360
- uredjaji za istresanje jezgara	240-260
- pneumatski gurači	5- 20
- pneumatske brusilice	40-110

16.05. Snabdevanje vodom

U livnicama hladna voda se koristi za životne potrebe (sanitarno čista) i u industrijske svrhe. Voda za životne potrebe (za piće, pripremanje hrane, sanitarije) mora da odgovara sanitarnim propisima. Snabdevanje ovom vodom se vrši iz gradske mreže ukoliko je moguće obezbediti dovoljne količine vode, ili iz sopstvenih bunara, odnosno pumpne stanice i rezervoara.

Voda za industrijske ciljeve mora da ispunjava sledeće uslove: ne sme da bude agresivna za cevovode, ne sme da sadrži mikroorganizme, ne sme da sadrži veliku količinu čvrstih čestica. Izvori za snabdevanje vodom su gradska mreža, (sopstveni bunari, rele, jezera). Na izvorima za napajanje se postavljaju crpne stanice i voda se razvodnom mrežom dovodi do postrojenja. Da se obezbedi sigurno snabdevanje vodom, mreža vodovodne instalacije mora da ima rezervoare za vodu. Iz ovih rezervoara se crpe voda u slučaju prekida, ili nedovoljnog dovoda iz izvora za snabdevanje.

U livnicama se industrijska voda upotrebljava za obavljanje sledećih operacija:

1. Kvašenje peska

Potrebna količina vlage u pesku za kalupovanje iznosi 3-9%. Ukupna potrošnja vode za vlaženje se odredjuje prema kapacitetu postrojenja za pripremu peska.

2. Gašenje koksa po završenom procesu topljenja u kupolnim pećima

Potrošnja vode zavisi od tipa i veličine peći:

- za kupolne peći kapaciteta do 10 t/h 1 m^3, i
- za kupolne peći kapaciteta preko 10 t/h 2 m^3.

3. Hladjenje električnih peći

Potrošnja vode se usvaja prema podacima proizvodjača.

4. Čišćenje odlivaka u hidrauličnim i peskohidrauličnim (Hydro-Blast) postrojenjima

Obračun potrošnje vode za ovu operaciju se izvodi prema datim podacima za odgovarajuće postrojenje.

5. Kompresorska stanica

Potrošnja vode u ovom odelenju zavisi od kapaciteta kompresora. Za hladjenje 1 m^3 vazduha potrebno je 10 m^3 vode. Da bi se smanjila potrošnja vode, upotrebljavaju se uredjaji za recirkulaciju i hladjenje iste, pa se smanjuje potrošnja vode na 1 m^3/m^3 vazduha.

Pitka voda

Sanitarno čista voda se upotrebljava za piće, kuvanje i sanitarne potrebe. Prosečna potrošnja pitke vode iznosi (svedeno na jednog zaposlenog, u toku jedne smene):

za piće, kuvanje i pranje	20-30 lit.
za kupanje, umivanje i ostale sanitarne potrebe	40-50 lit.

16.06. Snabdevanje gorivom

Primenjuju se sledeće vrste goriva: prirodni i generatorski gas, tečna i čvrsta goriva.

Prirodni gas je veoma jeftin. Njegova primena omogućuje automatizovanje procesa rada peći, što dovodi do znatno niže cene zagrevanja pri termičkoj obradi, sušenju proizvoda posle bojenja itd. Dovodi se iz opšteg gasovoda srednjeg pritiska. Na ulasku u radionice postavljaju se regulatorske podstanice za održavanje zadatog pritiska.

Generatorski gas je malokaloričan i zato nije pogodan za primenu kod visokotemperaturskih procesa. Cena utrošene energije pri zagrevanju delova u pećima, koje se zagrevaju generatorskim gasom je oko dva puta veća, nego u pećima koje se zagrevaju prirodnim gasom. Proizvodi se u gasogeneratorima.

Tečno gorivo - mazut se čuva u specijalnim rezervoarima. Ovi rezervoari se zagrevaju parom i opremljeni su pumpnom stanicom za napajanje razvodnih cevovoda. Dovozi se u specijalnim cisternama.

Čvrsta goriva - ugalj i koks se čuvaju u posebno izgradjenim skladištima. Dovoze se železnicom, kamionima i brodom - vodenim putem.

Izbor vrste goriva zavisi od proizvodnih zahteva pogona, cene koštanja goriva, mogućnosti nabavke i transportnih troškova. Ukupna godišnja potreba zavisi od potrošnje goriva svih proizvodnih peći, sušara, uredjaja za grejanje, itd.

Literatura:

1. Vlasov,B.V., i dr.: Organizacija vspomogateljnih služb mašinostroiteljnovo zavoda, Moskva 1966.

2. Zrnić,Dj., Prokić,M., Milović,P.: Projektovanje livnica, Beograd 1978.

3. Time - Saver Standards, New York 1954.

17. TRANSPORT I TRANSPORTNA SREDSTVA U LIVNICAMA

Livenje predstavlja tehnološki proces kod koga je, pored primene relativno velikih količina raznih materijala, zastupljena i velika cirkulacija i često premeštanje materijala u raznim etapama proizvodnje.

Pored primene osnovnih materijala, tj. onih koji ulaze u sastav gotovih proizvoda, u procesu livenja je primenjena velika količina pomoćnih materijala potrebnih za obavljanje tehnoloških procesa.

Sve vrste materijala, osnovni i pomoćni, prolaze odredjeni put od momenta prijema sa sredstava spoljnjeg transporta, do momenta uključenja u tehnološki proces.

Transportni uredjaji primenjeni u jednom proizvodnom procesu dele se u dve osnovne grupe:

- uredjaji koji čine sastavni deo mašine za obavljanje odredjene proizvodne operacije, i
- uredjaji koji povezuju pojedine proizvodne operacije.

Uredjaji prve grupe rešavaju se zajedno sa proizvodnim mašinama, dok uredjaji druge grupe čine posebnu grupu transportnih mašina i sredstava.

Izbor vrste transportne mašine zavisi od niza faktora, čije je poznavanje potrebno da bi se ispunili svi zahtevi od kojih, sa jedne strane zavisi stepen mehanizovanosti odredjenih operacija, a sa druge ekonomičnost primene usvojenog tipa transportnog uredjaja. Automatizovanjem proizvodnih operacija koje zahtevaju angažovanje velikog broja radnika, kao i onih koje od odredjenog radnika zahtevaju veći stepen fizičkog napora i veći utrošak vremena, povećava se produktivnost rada i smanjuje cena koštanja gotovih proizvoda. Pri ovome treba imati u vidu potrebna investiciona ulaganja kao i konačni bilans ekonomičnosti proizvodnje.

Da bi se lakše uočili svi faktori koji odredjuju karakter neke operacije, kao i njenu težinu, odnosno, da bi se lakše stekao kriterijum o potrebi usvajanja tipa transportnog uredjaja, u narednoj šemi je dat prikaz uticaja o kojima pri ovome treba voditi računa.

Tek posle potpunog upoznavanja sa tehnologijom proizvodnje i svim ostalim faktorima pristupa se izboru odredjene vrste transportnih sredstava.

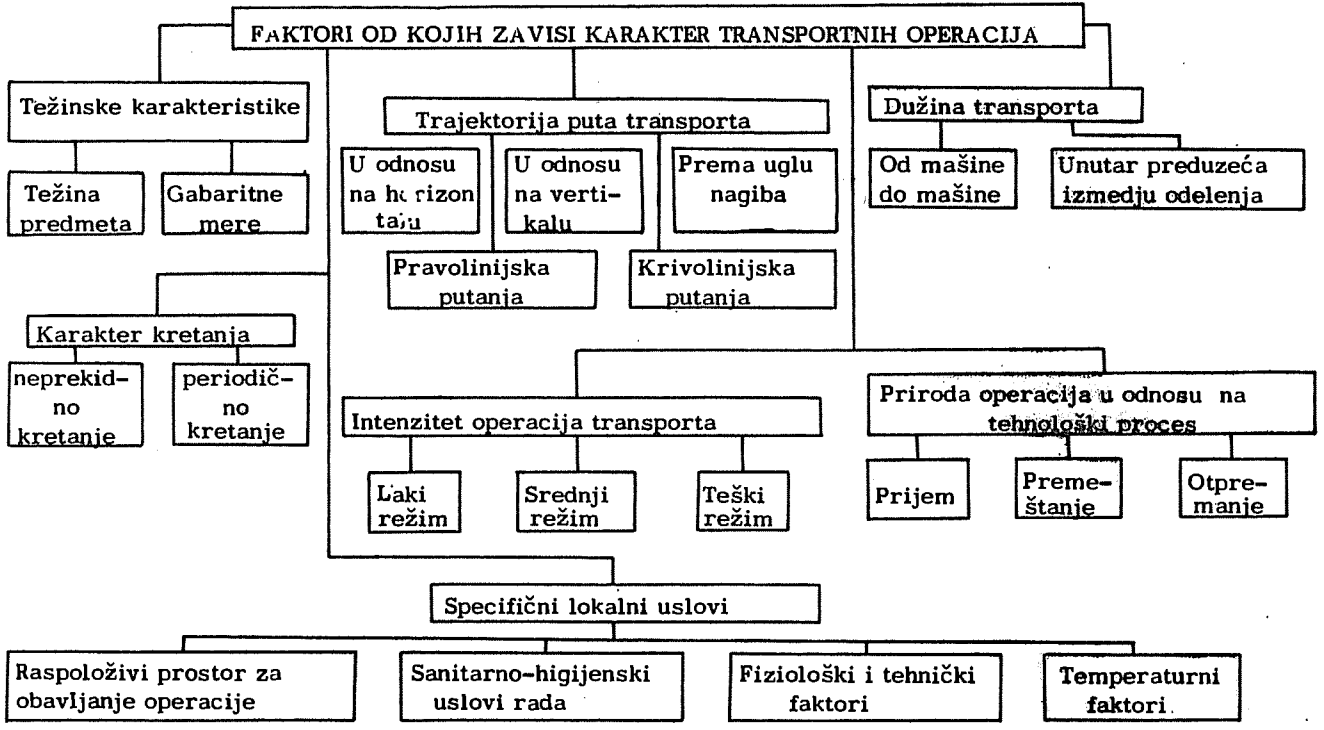
Izbor vrste transportnih sredstava, pored direktnog uticaja na odvijanje tehnoloških procesa, utiče i na medjusobni raspored pojedinih odelenja, kao i na samo gradjevinsko izvodjenje zgrada.

O svim ovim uticajima bilo je i biće reči u odeljcima koji obradjuju: pojedine tehnološke operacije, izbor tipa zgrade, raspored odelenja i slično.

U ovom poglavlju dat je kratak pregled karakteristika transportnih uredjaja koji se primenjuju u livnicama, kao i opšta uputstva o njihovom izboru.

Prema vrsti obavljenih operacija, transportne mašine se dele na:

1. Dizalične mašine i uredjaje
   - mosne i jednošine dizalice,
   - podizači,
   - konzolne dizalice


FAKTORI OD KOJIH ZAVISI KARAKTER TRANSPORTNIH OPERACIJA
Težinske karakteristike
Težina predmeta
Gabaritne mere
Trajektorija puta transporta
U odnosu na horizontalu
U odnosu na vertikalu
Prema uglu nagiba
Pravolinijska putanja
Krivolinijska putanja
Dužina transporta
Od mašine do mašine
Unutar preduzeća izmedju odelenja
Karakter kretanja
neprekidno kretanje
periodično kretanje
Intenzitet operacija transporta
Laki režim
Srednji režim
Teški režim
Priroda operacija u odnosu na tehnološki proces
Prijem
Premeštanje
Otpremanje
Specifični lokalni uslovi
Raspoloživi prostor za obavljanje operacije
Sanitarno-higijenski uslovi rada
Fiziološki i tehnički faktori
Temperaturni faktori

2. Uredjaje neprekidnog transporta.
3. Mobilne transportne uredjaje.

17.01. Električne dizalice

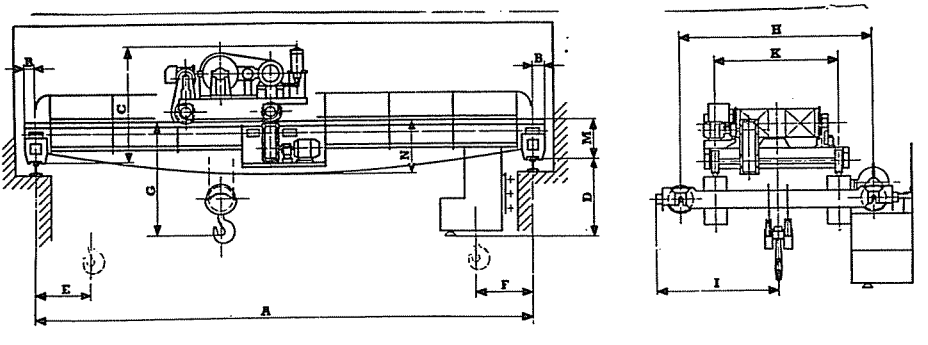
Ova grupa transportnih mašina, zavisno od namene, konstrukcije i pogonskih karakteristika može se podeliti na:

- mosne dizalice,
- jednošine dizalice,
- ostale vrste dizalica (čija je primena specijalna).

17.01.01. Mosne dizalice

Najveću primenu u livnicama imaju mosne dizalice. Zahvaljujući mogućnosti primene raznih elemenata za vešanje i hvatanje tereta, mosne dizalice se primenjuju za obavljanje mnogih transportnih operacija skoro u svim odelenjima jedne livnice.

Dizalice sa kukom služe za dizanje komadnih tereta, za ugradnju i demontažu proizvodnih mašina, za transport livačkih lonaca itd. Na slici 17-1 prikazan je opšti izgled mosne dizalice sa jednim pogonom dizanja, a u tablici 17-1 su dati podaci o gabaritnim merama ovih dizalica. Na slici 17-2 dat je opšti izgled mosne dizalice sa dva pogona dizanja. Podaci o ovom tipu dizalica mogu se usvojiti iz tablice 17-2.



Slika 17-1

Dizalice sa grabilicom (grajferom) primenjuju se na skladištima za istovar, manipulaciju i utovar materijala. U tablici 17-3 dati su podaci o zapreminama i masama grabilice.

Polipne grabilice primenjuju se za manipulaciju sa metalima i komadnim teretima (koks i sl.). Na slici 17-3 prikazana je jedna polipna grabilica, a u tablici 17-4 su dati podaci o ovom tipu grabilice.

Mosne dizalice sa jednim pogonom dizanja (Oznake prema slici 17-1)

Tablica 17-1

Nosivost	A	B	C	E	F	Visina dizanja	H	I	Masa kolica	Prečnik točka kolica	Masa točka	Maksim. opterećenja točka dizalice	Prečnik točka dizalice
t	m	mm	mm	mm	mm	m	mm	mm	t	mm	t	daN	mm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	10	150	1150	840	560	16	2800	1800	2,2	200	8,4	5500	400
	12	150	1200			16	2800	1800	2,2		10,3	6000	
	16	150	1200			16	2800	1850	2,2		12,1	6500	
	20	150	1300			25	3300	2150	2,5		12,5	6800	
	25	160	1450			25	4200	2450	2,5		18,6	8300	
	32	160	1450			25	4500	2600	2,8		23,9	9800	
8	10	150	1350	920	640	16	2900	1800	2,5	200	9,7	7300	500
	12	150	1350			16	2900	1800	2,5		11,7	7900	
	16	150	1350			16	2900	1800	2,5		14,4	8600	
	20	150	1350			25	3500	2100	2,8		16,4	9300	
	25	160	1560			25	4150	2450	2,8		23,0	11000	
	32	160	1560			25	4500	2700	3,2		30,7	13000	
10	10	150	1400	1000	700	16	2900	1820	2,8	250	10,7	8500	630
	12	150	1400			16	2900	1820	2,8		12,2	9100	
	16	150	1400			16	2900	1820	2,8		15,7	9800	
	20	160	1480			25	3500	2250	3,3		19,4	11000	
	25	160	1610			25	4100	2500	3,3		23,6	12400	
	32	160	1800			25	4500	2700	3,3		32,0	14500	

Nastavak tablice 17-1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12,5	10	160	1530	1100	760	16	3100	2000	3,8	250	11,6	10500	630
	12	160	1530			16	3200	2050	3,8		13,8	11100	
	16	160	1530			16	3200	2050	3,8		16,8	12000	
	20	160	1660			16	3300	2150	4,0		20,2	13000	
	25	160	1660			25	4100	2550	4,0		26,0	14500	
	32	180	1870			25	4500	2750	4,0		34,6	16800	
16	10	160	1650	1200	800	16	3300	2100	4,7	315	12,5	12500	630
	12	160	1760			16	3500	2250	4,7		12,5	12500	
	16	160	1760			16	3500	2250	4,7		17,4	14200	
	20	160	1760			16	3500	2250	4,7		21,0	15300	
	25	180	1950			25	4100	2600	5,0		28,6	17000	
	32	180	1950			25	4500	2750	5,0		35,0	19000	
20	10	160	1860	1300	900	16	3800	2550	5,0	315	13,7	14800	710
	12	160	1860			16	3800	2550	5,0		16,0	15600	
	16	180	2050			16	3900	2550	5,0		20,7	17000	
	20	180	2050			16	3900	2550	5,0		24,4	18000	
	25	180	2050			25	4300	2650	5,4		29,8	19700	
	32	180	2120			25	4500	3000	5,4		38,5	22000	
25	10	180	2250	1400	970	16	4100	2550	6,3	400	15,3	18000	710
	12	180	2250			16	4100	2550	6,3		17,7	18800	
	16	180	2250			16	4100	2550	6,3		21,0	20000	
	20	180	2250			16	4100	2550	6,3		24,3	21000	
	25	180	2360			16	4200	2650	6,3		31,5	23000	
	32	200	2500			25	4800	3000	6,6		43,7	26300	
32	10	180	2000	1500	1040	16	5100	3050	8,0	400	16,3	22000	800
	12	180	2060				5200	3150			20,5	23500	
	16	180	2060				5200	3150			25,5	25000	
	20	180	2060				5200	3150			31,2	26500	
	25	180	2060				5200	3150			37,9	28600	
	32	200	2250				5400	3300			48,0	31700	

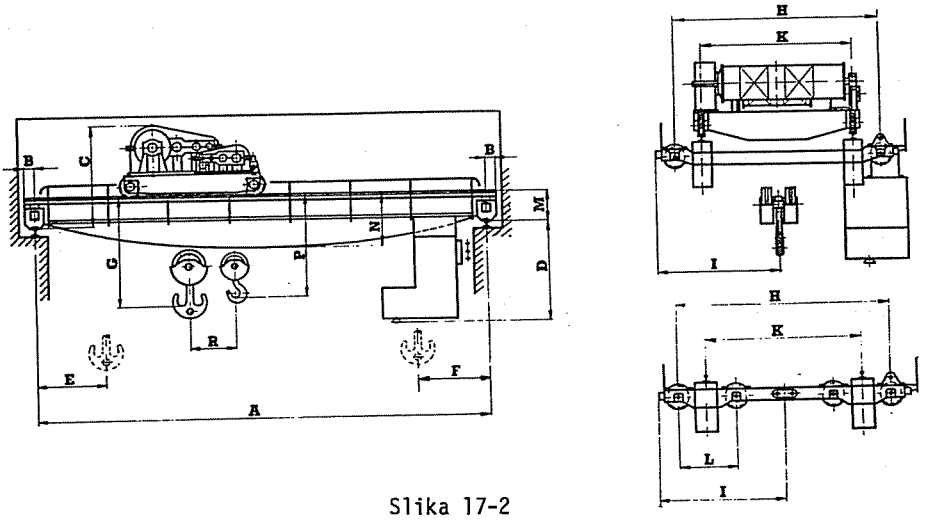
Nastavak tablice 17-1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	10	180	2150				5250	3200			20,0	26200	
	12	180	2150				5250	3200			22,7	27600	
40	16	180	2150	1300	1300		5250	3200	8,7	500	27,2	29300	800
	20	180	2150				5250	3200			33,6	31200	
	25	200	2300				5450	3350			42,5	33800	
	32	200	2300				5450	3350			54,0	370	

Mosne dizalice sa 2 pogona dizanja (oznake prema slici 17-2)

Tablica 17-2

Nosivost	A	B	C	E	F	Visina dizanja	H	I	Masa kolica	Prečnik točka kolica	Masa mosta dizalic	Maksimal opterećenje točka dizalice	Preč. točka dizalice
t.	m	mm	mm	mm	mm	m	mm	mm	t	mm	t	daN	mm
	10	180	2000	1300	1100		5100	3050			29,5	21000	
	12	180	2060	1300	1100		5200	3150			33,5	22500	
32	16	180	2060	1300	1100		5200	3150	11,2	500	37,5	24000	900
+	20	180	2060	1300	1100		5200	3150			42,0	25500	
8	25	180	2060	1300	1100		5200	3150			51,0	27600	
	32	200	2250	1300	1100		5400	3300			60,0	30700	
	10	180	2150	1300	1300		5250	3200			35,0	26500	
40	12	180	2150	1300	1300		5250	3200			39,0	28000	
+	16	180	2150	1300	1300		5250	3200			42,5	29500	
10	20	180	2150	1300	1300		5250	3200	14,2	630	41,5	31500	900
	25	200	2300	1300	1300		5450	3350			56,0	34000	
	32	200	2300	1300	1300		5450	3350			65,0	37400	
	10	200	2500	1400	1400		5600	3450			41,0	32000	
50	12	200	2500	1400	1400		5600	3450			47,0	33600	
+	16	220	2270	1400	1400		5300	2200			51,0	17700	
10	20	220	2270	1400	1400		5300	2200	16,5	630	56,0	18800	900
	25	220	2270	1400	1400		5300	2200			66,5	20200	
	32	220	2270	1400	1400		5300	2200			75,5	22200	

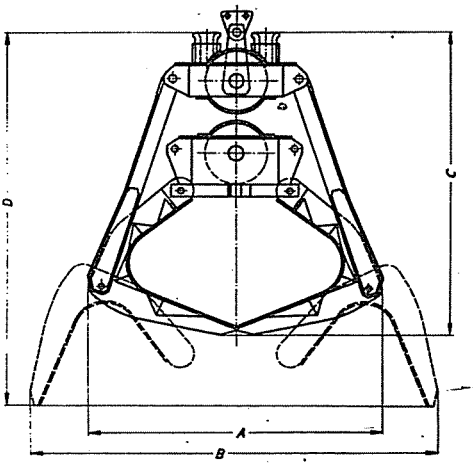


Slika 17-2

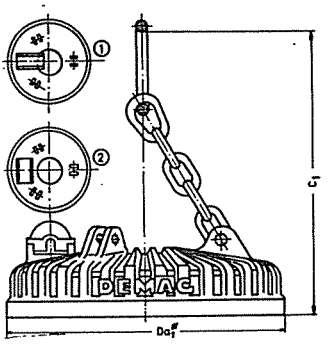
Zapremina i masa grabilica prema DIN 69201

Tablica 17-3

Gustina materijala u t/m^3								Propisana nosivost dizalice u kg.
0,35 - 1,2		preko 1,2 - 2,0		preko 2 - 2,5		preko 2,6 - 3,8		
Zapremina u m^3 ± 5%	Masa u kg.	Zapremina u m^3 ± 5%	Masa u kg.	Zapremina u m^3 ± 5%	Masa u kg.	Zapremina u m^3 ± 5%	Masa u kg.	
0,8	1200	0,5	1200					2000
1,0	1275							
1,25	1450	0,8	1600	0,63	1800			
1,6	1650	1,25	1900					3200
2,0	2000							
2,5	2400	1,6	2300	1,0	2600			
3,0	2700							500
3,5	3100							
4,5	3500	2,5	3500	1,6	4000	1,25	4500	8000
5,0	4300							
6,3	5300	3,0	4200	2,0	5000	1,6	5500	10000
8,0	6500	4,0	5600	2,5	6200	2,0	6500	12500
10,0	8000	5,0	7000	3,0	7300	2,5	8100	16000
12,5	9500	6,3	8500	4,0	9500	3,0	9700	20000



Slika 17-3



Slika 17-4

Podesan uredjaj za rad sa metalima gvoždja je elektro magnetni podizač. Na slici 17-4 i u tablici 17-5 dati su izgledi i podaci o ovim podizačima. Podizači rade sa jednosmernom strujom napona 110 - 600 v.

Mase i zapremine polipnih grabilica proizvodnje "Demag"-Duisburg
(oznake prema slici 17-3)

Tablica 17-4

Zapremina u m^3	Masa grabilice u kg.	A	B	C	D	Primedba
		mere u mm				
0,5	1800	1730	2430	1760	2225	Metalni krš
0,8	2600	1930	2700	2050	2500	Metalni krš
1,0	3600	2190	2970	2380	2945	Ugalj-koks,glina
1,25	4250	2260	3190	2480	3025	Ugalj-koks,glina
6,0	13000	3650	5420	4375	5250	Ugalj-koks,glina

Elektromagnetni podizači sa okruglim magnetom proizvodnje "Demag" - Duisburg (oznake prema slici 17-4)

Tablica 17-5

Tip podizača	Spoljni prečnik kruga magneta D Ø a	Visina magneta C_1	Računska moć nošenja (hladnog magneta)	Masa cca	Maksimalna nosivost magneta (daN)				
					Blokovi	Kugle od SL	Čelični komadi	Komadi SL	Sitni otpaci strugotine
	mm	mm	daN	kg					
DRL 5	500	850	-	180	-	-	130	110	90
DRL 7	700	860	-	285	-	-	260	220	180
DRL 9	900	870	-	500	-	-	420	360	300
DR 7	710	850	8000	380	7000	2000	300	250	200
DR 9	850	860	11000	570	9000	4000	460	400	310
DR 10	980	870	16000	820	12000	6000	600	530	420
DR 11	1130	970	22000	1200	17000	8500	920	800	630
DR 13	1315	1020	32000	1750	23000	11000	1300	1100	900
DR 15	1520	1250	45000	2750	30000	14000	1850	1600	1250
DR 17	1720	1250	60000	3950	40000	18000	2500	2200	1750
DR 19	1965	1680	80000	5800	52000	23000	3500	3000	2300

Primena mostovskih dizalica sa dva zasebna pogona dizanja ili sa posebnim kolicima za pojedine pogone dizanja naročito je pogodna za rad na skladištima livnica. Obično je kod njih jedan pogon dizanja sa grabilicom, a drugi sa elektromagnetnim podizačem.

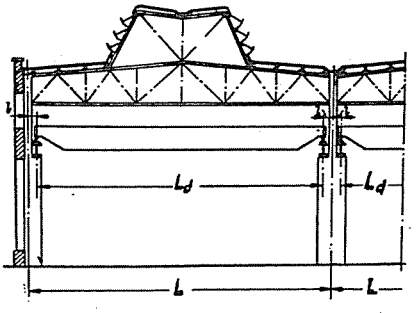
Pri usvajanju raspona dizalice, tj. odstojanja izmedju sredina šina, neophodno je voditi računa o predvidjenom rasponu zgrade.

U tablici 17-6 data je zavisnost raspona zgrade od raspona i nosivosti same dizalice. Ovaj drugi uticaj je važan zbog mogućnosti ugradnje odnosno demontaže dizalice. Na slici 17-5 data je šema zgrade sa ugradjenom mosnom dizalicom i naznačene su pojedine mere raspona.

Rasponi mosnih dizalica i zgrada
(oznake prema slici 17-5)

Tablica 17-6

Raspon dizalice L_d/m	Raspon zgrade pri datoj nosivosti dizalice L/m		
	do 15 t.	20-75 t.	veća od 75 t.
m	t	t	t
5	6	-	-
8	9,5	10	-
10	11,5	12	12
12	13,5	14	14,5
16	17,5	17,5	18
20	21,5	21,5	22
25	26,5	26,5	27
32	33,5	34	34



Slika 17-5

Potrebno je voditi računa o postojećim rasponima proizvedenih dizalica, jer svaki novi zahtev dovodi do poskupljenja nabavke. Izabrani rasponi dizalica saobraženi su standardima JUS-a.

Prilikom proračuna raspoloživog prostora treba imati u vidu da se elementom za dizanje ne može prekriti cela površina ispod dizalice zbog ograničenja krajnjeg položaja kolica, odnosno uredjaja za dizanje. Podaci o ovim veličinama nalaze se u tablicama 17-1 i 17-2 i važe za sve elemente dizanja: kuke, grabilice, elektromagnetne podizalice i sl. Prema tome, raspored površina skladišta, površina za zalivanje, proizvodnih mašina i slično, mora se izvršiti unutar polja prekrivanja dizalice.

17.01.02. Proračun dizalica

1. Proračun učinaka

Korisna nosivost dizalice definiše se masom korisnog tereta koju dizalica u datom slučaju može preneti. U katalozima se nalaze podaci o ukupnoj nosivosti dizalice; kako se teret koji jedna dizalica diže sastoji od korisnog tereta i elemenata za hvatanje, korisna nosivost dizalice predstavlja razliku ovih masa.

$$Q_{o\ max} = Q-G$$

gde je:

Q - moguća nosivost dizalice,

G - masa elementa za hvatanje (grabilice, elektromagnetnog podizača). Vidi podatke u odgovarajućim tablicama.

Za rastresite materijale se računskom gustinom ρ, pri zapremini zahvatnog uredjaja V i koeficijentu punjenja ψ, biće masa korisnog tereta

$$Q_o = V \cdot \rho \cdot \psi.$$

Zapremina grabilice se bira tako da ona pre svega odgovara dimenzijama vozila iz kojih se vrši istovar, kao i da pri punoj grabilici ne dolazi do preopterećenja dizalice i pri radu sa materijalima najvećih gustina. O ovome naročito treba voditi računa, jer u praksi često dolazi do havarija dizaličnih postrojenja baš zbog nemarnog odnosa prema datim propisima.

Koeficijent punoće grabilice može se usvojiti u granicama

$$\psi = 0,75 - 0,80$$

Časovni učinak jedne dizalice dobija se na osnovu korisne nosivosti pri jednom dizanju i broja ciklusa u toku jednog časa po obrascu

$$Q = n \cdot Q_o$$

gde je:

n - broj ciklusa dizanja u toku jednog časa. Ovaj broj odredjuje se na osnovu trajanja jednog ciklusa, a prema obrascu

$$n = \frac{3600}{T}$$

gde je

T - trajanje jednog ciklusa u sekundama

$$T = \varepsilon \cdot \Sigma t_i = \varepsilon (t_1 + t_2 + \ldots + t_n)$$

ovde je:

t_i - trajanje svih operacija dizalica, tzv. mašinsko vreme (dizanje, kretanje, spuštanje i sl.), pri čemu se uzima u obzir preklapanje operacija i mogućnost povećanja brzina pri manjem opterećenju motora;

ε - koeficijent preklapanja vremena koji se može usvojiti
- kod skladišnih dizalica ε=0,7
- kod dizalica u proizvodnim halama ε=0,8-0,9.

Vremena t_i za svaku pojedinu operaciju odredjuju se iz izraza

$$t_i = \frac{S_i}{v_i} + (\Delta_t)$$

gde je:

t_i - ukupno trajanje posmatrane operacije u sekundama

S_i - put koji je predjen za vreme t_i(dizanje, kretanje kolica, kretanje dizalice u metrima). Na skladištima se računa sa srednjom vrednošću puta

$$S = \frac{S_{max}+S_{min}}{2}$$

v_i - brzina kretanja pri obavljanju odredjene operacije u m/s

$\Delta_t = (3 \div 4)$.

Ovaj proračun ne dolazi u obzir pri izradi idejnog projekta livnice, zbog čega su u pojedinim poglavljima ove knjige date vrednosti srednjeg trajanja pojedinih operacija, koje za proračun kapaciteta i treba usvajati.

2. Proračun snaga motora pojedinih pogona

Proračun snaga motora pojedinih pogona vrši se po skraćenim postupcima, tj. u onom obimu koji je potreban pri projektovanju pojedinih odelenja livnica, a za odredjivanje potrebne instalisane snage.

Detaljan proračun prevazilazi domen ove knjige, i time se bave konstruktori odgovarajućih dizaličnih postrojenja.

Vrednosti snaga, dobijene ovim proračunom, predstavljaju u većini slučajeva približne vrednosti, čija su odstupanja od stvarnih vrlo mala. U sumarnom zbiru svih potrebnih snaga motora jedne dizalice dobija se dovoljna tačnost, tako da je ovaj način proračuna zadovoljavajući.

a) Proračun snage motora za dizanje tereta

Snaga motora za dizanje tereta računa se po obrascu

$$P = \frac{Q \cdot v}{\eta}$$

ovde su:

v - brzina dizanja tereta,
Q - nosivost dizalice,
η - koeficijent korisnosti mehanizma,koji se približno može usvojiti 0,8-0,85.

Brzina dizanja se bira prema nameni mosne dizalice, a vrednosti se usvajaju iz tablice 17-7 koja je sastavljena na osnovu postojećih JUS standarda.

b) Proračun snaga motora za kretanje

Vrednosti snaga motora za kretanje kolica ili mosta dobijaju se iz izraza

$$P = \frac{W \cdot v}{\eta}$$

Brzine dizanja, kretanja kolica i kretanja mosta mosnih dizalica

Tablica 17-7

Vrsta dizalice	Brzine u m/min			Primedba
	Dizanje	Kretanje kolica	Kretanje mosta	
Magnetne dizalice za metalni krš	16;20;25;32	40;45;63	100;125	
Šaržirne dizalice	6;3;8;10	40;50;63		Okretanje 0,5;3, 4 min^{-1}
Livničke dizalice:				
glavno dizanje	3,2;4;5;6,3			
pomoćno dizanje	6,3;8;10;16	25;32;40		

gde su:

W - otpor kretanju točkova
v - brzina kretanja (kolica, dizalice)
η - stepen korisnosti pogonskog mehanizma (0,8-8,85).

Vrednost otpora kretanju točkova dobija se iz izraza

$$W_k = \beta(Q+G_k)w \text{ - za kolica}$$
$$W_M = \beta(Q+G_k+G_M)w \text{ - za most}$$

gde su:

β - koeficijent otpora trenja oboda točkova o šine, kao i glavčina točkova o noseću konstrukciju (β=1,0-1,5), srednja vrednost iznosti približno 1,2;
Q - težina podignutog tereta
G_k - težina kolica
G_M - težina mosta
w - specifični otpor kretanja, otpor kretanja sveden na jedinicu mase.

Vrednosti za specifični otpor kretanja mogu se usvojiti iz tablice 17-8.

17.01.03. Električna vitla

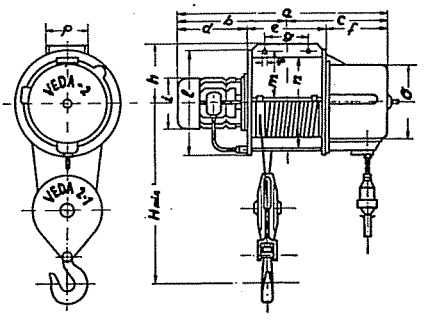
Električna vitla predstavljaju dizalične uredjaje novije konstrukcije, koji danas zbog svojih karakteristika, nalaze sve veću primenu u industriji. Izradjuju se serijski i tipizirana su, zbog čega im je nabavna cena relativno niska.

Rukovanje vitlima je lako i ne zahteva specijalno obučavanje osoblja. Upravljanje je sa zemlje pomoću specijalnog prekidača.

Specifični otpor kretanju W

Tablica 17-8

Prečnik točka D u mm	200	250	320	400	500	630	710	800	900
Prečnik osovinice točka	55	60	70	80	90	100	110	125	140
Vrednosti za w/u daN/t za klizna ležišta	32	28	26,0	23,5	21,5	19,5	19	19	19
za kotrljajna ležišta	10,5	9,5	8,5	8	7,5	7	7	6,5	6,5



Slika 17-6

Rade se za male i srednje nosivosti.

Konstrukcija je zbijena i sastoji se od pogonskog elektromotora, reduktora, elektromagnetne kočnice, doboša za namotavanje užeta i kućišta.

Vitlo se može upotrebljavati kao pokretno, kada je vezano za kolica koja mogu biti sa ili bez motornog pogona, ili nepokretno kada je vezano za neki nosač ili konzolu. Kolica se mogu kretati po jednoj šini - jednošina dizalica, ili po dve šine.

Na slici 17-6 prikazan je šematski izgled sa gabaritnim merama jednog električnog vitla proizvodnje "VULKAN" - Rijeka. Karakteristične i potrebne gabaritne mere dizalica proizvodnje "VULKAN" - Rijeka date su u tablici 17-9. Na slici 17-7 prikazana su kolica za ručni pogon, a na slici 17-8 kolica sa motornim pogonom za nosivosti od 3 t. U tablici 17-10 dati su potrebni podaci o kolicima proizvodnje "VULKAN" - Rijeka.

17.02. Skip uredjaji

Skip uredjaji se primenjuju za šaržiranje kupolnih peći kapaciteta većeg od 1,5 t/čas. Jednim skip uredjajem mogu se napajati dve peći.

Skip uredjaji su jednostavne konstrukcije, njima se lako rukuje, i u pogonu su pouzdani.

Električna vitla proizvodnje "VULKAN" - Rijeka
(oznake prema slici 17-6)

Tablica 17-9

Oznaka	Tip	a	b	h	H_{min}	o	Nosivost u (kg)
		Mere u mm					
Veda 1 - 0,25	I	878	470,5	185	400	280	250
Veda 1 - 0,5	II			195	670		500
Veda 1 - 0,75	III				790		750
Veda 1 - 1,0	IV				800		1000
Veda 2 - 0,5	I	973	510	245	450	360	500
Veda 2 - 1,0	II			265	850		1000
Veda 2 - 1,5	III				1100		1500
Veda 2 - 2,0	IV				1100		2000
Veda 3 - 1,5	I	1236	636	300	730	390	1500
Veda 3 - 3,0	II			330	1050		3000
Veda 3 - 4,5					1500		4500

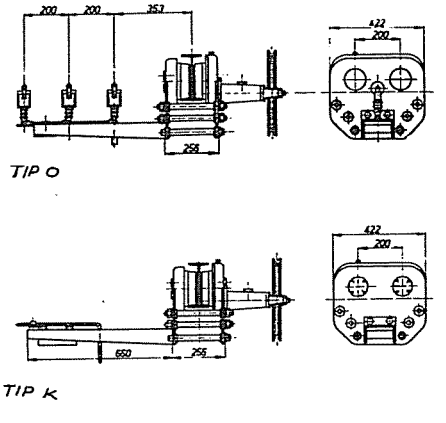
Oznaka	Tip	Brzina dizanja u m/min			Snaga motora u kW			Visina dizanja	Ukupna masa
		Pri motoru sa brojem polova							
		4	6	8	4	6	8	u m	u kg.
Veda 1 - 0,25	I	19	12,5	9,2	1,4	0,8	0,5	23	170
Veda 1 - 0,5	II	9,5	6,25	4,6				11,5	200
Veda 1 - 0,75	III	6,3	4,15	3,0				7,5	225
Veda 1 - 1,0	IV	4,75	3,1	2,3				5,7	245
Veda 2 - 0,5	I	21,6	14,4		2,2	1,5		22	280
Veda 2 - 1,0	II	10,8	7,2					11	310
Veda 2 - 1,5	III	7,2	4,8					7,3	340
Veda 2 - 2,0	IV	5,4	3,8					5,5	380
Veda 3 - 1,5	I	16,4	10,9	8,1	5,5	4	2,8	26	700
Veda 3 - 3,0	II	8,2	5,4	4,0				13	750
Veda 3 - 4,5	III	5,5	3,6	2,7				8,7	800
Veda 3 - 6,0	IV	4,1	2,7	2,0				6,5	850

Primer obeležavanja: Za usvojeno vitlo nosivosti 750 kg sa 4-polnim motorom brzinom dizanja 6,3 m/min, visinom dizanja 7,5 m, oznaka je Veda 1 - 0,75/4.

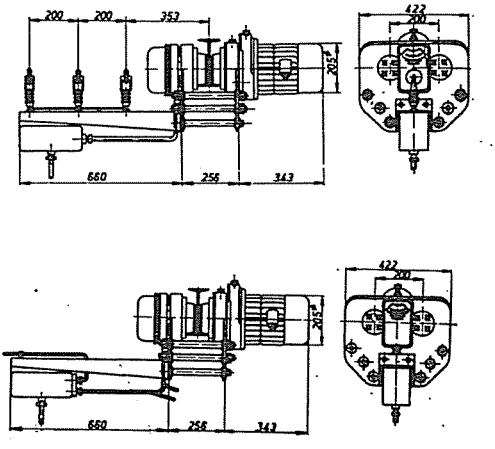
Pokretna dizalica za električna vitla proizvodnje "VULKAN" - Rijeka (oznake prema slikama 17-7 i 17-8)

Tablica 17-10

Broj sl.	Oznaka	Vrsta pogona	Nosivost u kg.	Brzina kretanja m/min	Motor	Masa u kg.
17-7	RMA-3.0 RMA-3-k	ručni ručni	3000 3000	3-5 3-5	- -	125 122
	RMA-6-0 RMA-6-k	ručni 4 ručni 4	600 6000	3-5 3-5	- +	285 282
17-8	EMA-3-6-0 EMA-3-6-k	elektr.	3000	25	P=0,7 kW n=920 min^{-1}	140 137
	EMA-3-8-0 EMA-3-8-k	elektr.	3000	18,5	P=0,5 kW n=675 min^{-1}	140 137



Slika 17-7

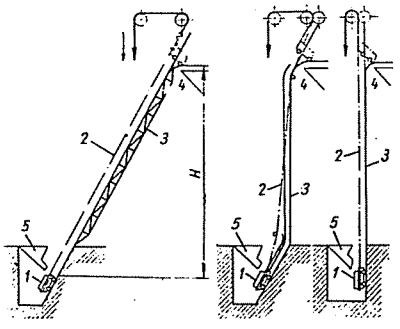


Slika 17-8

Ugao nagiba skip uredjaja, kao i oblik same vodeće staze, zavise pre svega od raspoloživog prostora i vrste primenjene korpe.

Skip uredjaj (slika 17-9) se sastoji: od korpe 1, užeta 2, noseće konstrukcije 3, istovarnog levka 4 i utovarnog levka 5. Pogonski uredjaj se izvodi raznoliko.

Proračun zapremine korpe (kolica), pa i sam izbor tipa korpe, vrši se na osnovu časovnog kapaciteta kao i načina punjenja peći. Pri proračunu kapaciteta kupolne peći uzima se ukupna masa šarže, na osnovu datih normativa materijala, za pojedine vrste liva.



Pri primeni specijalnih korpi sa pokretnim dnom, zapremina korpi je unapred odredjena. Koericijent punoće korpe ili kolica obično iznosi 0,9.

Brzine kretanja korpi ili kolica kod ovih postrojenja biraju se u granicama od 0,1-0,45 m/sec (6-25 m/min). Usvajanje većih brzina ne bi imalo smisla jer je u poredjenju sa operacijom punjenja korpe, trajanje same operacije dizanja kratko, a osim toga visine dizanja su relativno male. Uticaj inercijalnih sila je neznatan.

Slika 17-9

Otpor kretanja kolica odredjuje se po obrascu

$$W=1,5|(G+G_0)\sin\beta+(G+G_0)\cos\beta\cdot\psi|$$

ovde je:

1,5 - koeficijent kojim je uzeto u obzir trenje točkova kolica o šinu i konstrukciju za vodjenje,
G - težina tereta,
G_0 - težina kolica ili konstrukcije za vodjenje korpe zajedno sa korpom,
β - ugao nagiba putanje u odnosu na horizontalu; za skip uredjaje manjih nosivosti $\beta=90^0$,
ψ - koeficijent otpora kretanja kolica ili korpe:

- za klizna ležišta $\psi=0,015-0,02$
- za kotrljanja ležišta $\psi=0,005-0,01$

Sila zatezanja užeta, kao i obimna sila na dobošu, dobija se iz izraza

$$S = \frac{W}{n\cdot\eta}$$

gde su:

n - broj krakova koturače (obično je $n=1$),
η - stepen korisnosti koturače $\eta=0,9$

Izraz za snagu motora ima oblik:

$$P = \frac{S\cdot v}{\eta}$$

ovde su:

v - brzina kretanja kolica - korpe
η - stepen korisnosti pogona.

U daljem izlaganju date su slike i podaci o nekoliko izvedenih skip podizača koji će korisno poslužiti pri odredjivanju potrebnih gabarita.

Na slici 17-10 i u tablici 17-1 prikazan je skip uredjaj sa nagibom.

Gabaritne mere kosih skip podizača
|oznake prema slici 17-10|

Tablica 17-11

Tip	Nosivost |kg|	Zapremina korpe |m³|	Brzina dizanja |m/s|	Prečnik peći (mm)	Instalirana snaga |kW|	Masa konstrukcije |kg|	a	b	c	d
							(mm)			
1	350	0,24	0,35	615	7	3700	5150	2800	1980	4677
2	600	0,50	0,35	830	7	3700	7520	3000	2300	5473

Nastavak tablice 17-11

Tip	e	f	g	h	i	b_1	b_2	i_1	i_2	i_3	z
	mere u mm										
1	1815	1000	950	1650	1800	1100	1000	1090	1000	3400	386
2	2200	1200	1260	1600	2000	1200	1100	1331	1200	3400	477

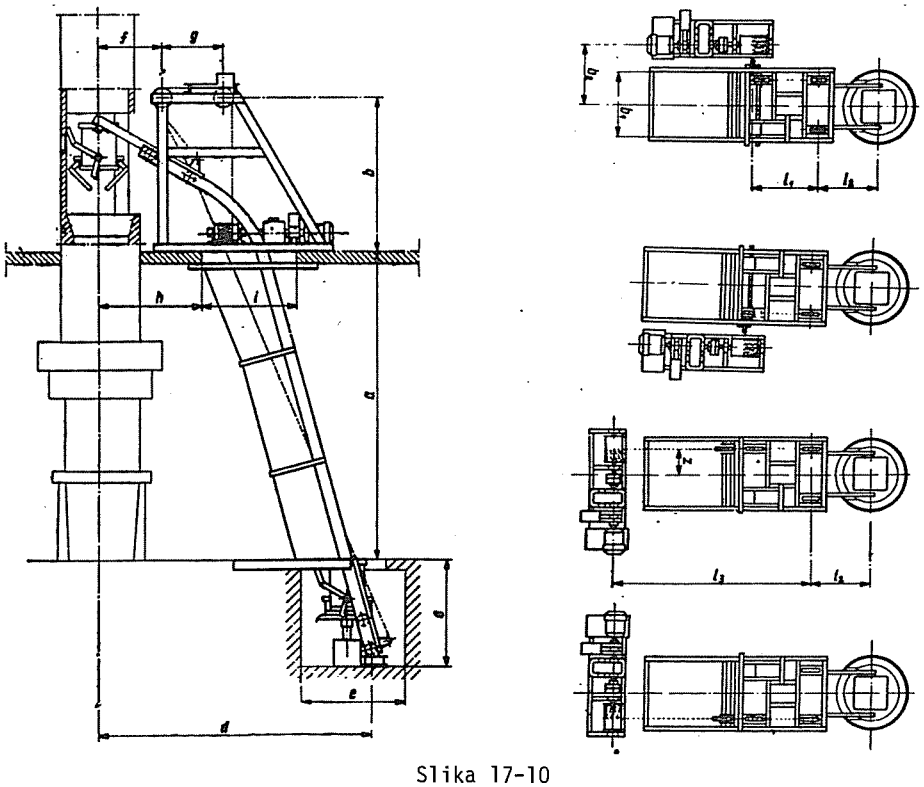
Na slici 17-11 prikazan je vertikalni skip podizač za šaržiranje, a u tablici 17-12 dati su podaci o kapacitetu i gabaritnim merama ovog tipa uredjaja.

Gabaritne mere vertikalnih skip podizača
|oznake prema slici 17-11|

Tablica 17-12

Tip	Nosivost	Zapremina korpe	Brzina kretanja	Prečnik peći	Instalisana snaga	a	b
	kg.	m³	m/sec	mm	kW	mere u mm	
1	500	0,22	0,40	615	7	5630	7695
2	500	0,44	0,40	830	7	7880	10220

Tip	c_1	c_2	d	e	l	s
	mere u mm					
1	2400	1300	2600	800	4700	2220
2	2630	1530	2850	950	4960	2350



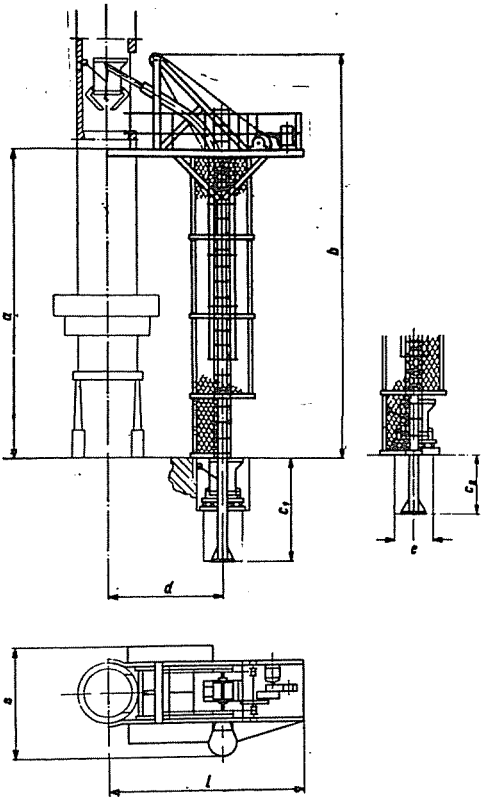
Slika 17-10

17.03. Uredjaji neprekidnog transporta

17.03.01. Trakasti transporteri

Trakasti transporteri se koriste za transport rastresitog i komadnog materijala po horizontalnom i nagnutom putu. Po svojoj konstrukciji oni mogu biti pokretni i nepokretni.

Naročitu primenu trakasti transporteri nalaze u odeljenjima za pripremu peska i u odeljenjima za kalupovanje, kao transportna sredstva za transport najviše upotrebljavanih materijala. Pomoću njih se sveži pesak transportuje do sušionica i mesta za pripremu kaluparskog peska, a ovaj se transportuje do mesta upotrebe. Upotrebljeni pesak se sa mesta istresanja kalupa transportuje do mesta prerade itd. Osim toga, ovi transporteri se primenjuju i za transport koksa i slično.



Slika 17-11

Noseći element transportera je traka koja može biti:

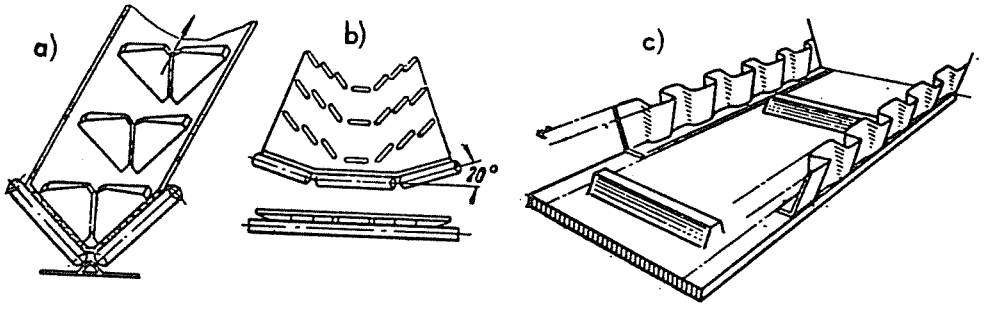
- gumirana - tekstilna,
- gumena,
- čelična.

Gumirane trake imaju u livnicama najveću primenu, dok se čelične primenjuju samo u specijalnim slučajevima.

Zavisno od uslova rada gumirane trake se rade kao:

- trake opšte primene za rad pri temperaturi od +60°C do -25°C,
- trake otporne prema toploti za rad pri temperaturama okoline +60°C i temperaturi transportovanog materijala +180°C,
- trake za rad na niskim temperaturama od -15 do -55°C.

Noseće površine traka rade se glatke ili orebljene. Na slici 17-12 je prikazano nekoliko načina izvodjenja orebljenih traka. Postavljanjem poprečnih rebara i davanjem olučastog oblika samoj traci noseći deo trake se pretvara u koritasti oblik trougaonog poprečnog preseka, sl.17-12a. Kombinovanjem uzdužnih i poprečnih rebara, kao što je prikazano na sl.17-12c, dobija se koritasti



Slika 17-12

oblik pravougaonog poprečnog preseka. Zahvaljujući ovom, povećava se ugao dizanja materijala kao i stepen iskorišćenja noseće površine trake. Kod ovih transportera ugao dizanja dostiže i 45°.

Ugao nagiba transporta, sa glatkom gumiranom trakom, zavisi od vrste transportnog materijala. Za materijale koji dolaze u obzir za transport u livnicama ovaj ugao se može usvojiti:

- za svež - vlažan pesak do 23°;
- za suv pesak do 17°;
- za koks 17 do 20°.

Brzine kretanja trake kreću se u širokim granicama.

Prema JUS M.D2.050/68 preporučene su vrednosti brzina trake u m/s: 0,1, 0,16, 0,25, 0,42, 0,63, 0,85, 1,06, 1,32, 1,70, 2,12, 2,65, 3,35 ... za transport materijala u livnicama brzine traka obično ne prelaze vrednost 2,12 m/s. Kod transportera za transport sirovih jezgara brzine su znatno manje, do 0,42 m/s.

Širina trake se bira prema JUS.G.E2.222/66. Propisane vrednosti širina su: 300, 400, 500, 650, 800, 1000, 1200, 1400, 1600 i 2000 mm.

Odredjivanje potrebne širine trake pri transportu komadnog materijala vrši se prema najvećoj veličini transportovanog komada. Prema JUS M.D2.050 potrebna širina mora biti jednaka ili veća od vrednosti datih u tablici 17-13.

Širina trake u funkciji veličine komada

Tablica 17-13.

Najduža ivica komada mm	Najmanja širina trake m	Najduža ivica komada mm	Najmanja širina trake m
100	0,4	400	1
150	0,5	500	1,2
200	0,65	600	1,4
300	0,8		

Poprečni preseci transportera,ili "preseci nasipa trake", mogu biti različiti. Najčešće upotrebljavani preseci dati su na slici 17-13. Oni, kao što se vidi sa slike, mogu biti: ravni sl.17-13a, trouglasti sl.17-13b i koritasti sl.17-13 c i d.

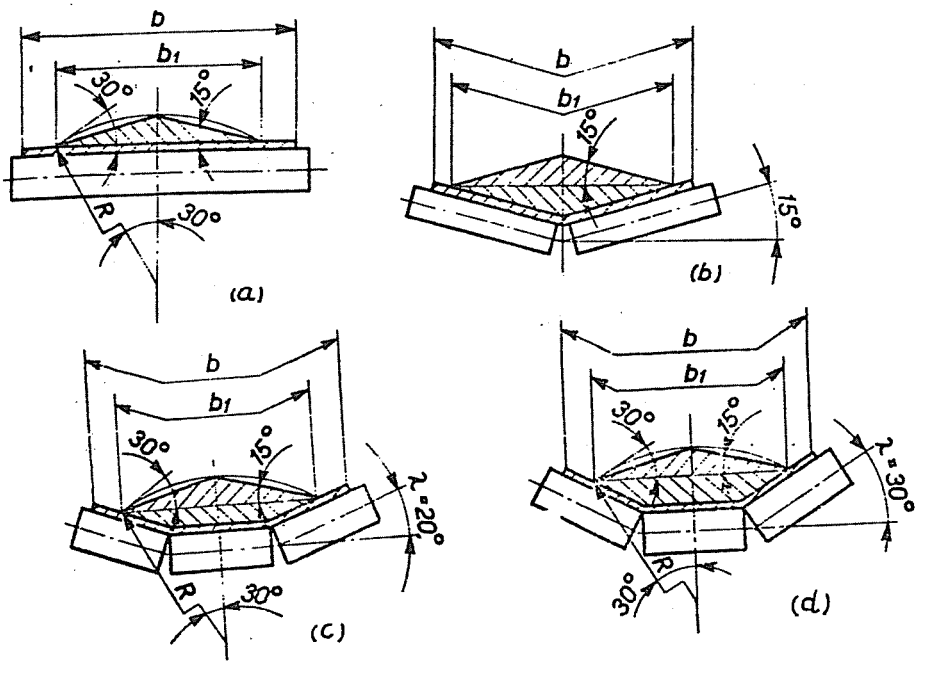
Pri transportu rastrešenog materijala (materijala u rasutom stanju), širina trake se izračunava na osnovu poznatog časovnog kapaciteta, usvojene brzine kretanja trake i usvojenog preseka nasipa trake.

Najpre se izračunava potrebna površina preseka nasipa trake A (m^2)

$$A = \frac{1}{k_1 k_2} \frac{Q}{3600 \cdot \rho v} \quad |m^2|$$

ovde je:

- Q - časovni kapacitet transportera (t/h)
- ρ - gustina transportovanog materijala (t/m^3)
- v - brzina kretanja trake (m/s)
- k_1 - koeficijent smanjenja teorijskog kapaciteta zbog neravnomernog i nepotpunog nasipanja
- k_2 - koeficijent smanjenja kapaciteta usled nagiba transportera.



Slika 17-13

Vrednosti za gustinu materijala koji se primenjuju u livnicama date su u tablici 17-14. U tablici su takodje date i najveće vrednosti ugla nagiba transportovanja δ kao i ugla nasipanja ψ^o.

Gustina, ugao transportovanja i ugao nasipanja materijala

Tablica 17-14.

Materijal	$\rho \lvert t/m^3 \rvert$	$\delta_{max} \lvert^o \rvert$	$\psi \lvert^o \rvert$
Krečnjak	1,5 -1,9	18	15
Koks komadni	0,36-0,53	20	18
Koks,sitan	0,45-0,6	18	18
Gvozdena ruda	2,1 -2,4	20	18
Pesak, suv	1,3 -1,6	15	15
Pesak, vlažan	1,8 -2,2	15	15
Glina u grudvama	1,4 -1,5	17	15
Glina u prahu	1 -1,6	15	15
Kreč u prahu	0,5 -1	18	15
Troska	0,6 -1	18	15

Koeficijent k_1 se usvaja u granicama 0,8-1,0 što zavisi od načina nabacivanja materijala na traku (manje vrednosti pri ručnom nabacivanju). Koeficijent k_2 se usvaja iz tablice 17-15 (JUS M D2.050).

Vrednosti koeficijenta k_2

Tablica 17-15

Ugao nagiba δ^o	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
k_2	1,0	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,85	0,81	0,76

Aktivna širina trake b_1, slika 17-13, je širina pokrivena materijalom. Izračunavanje njene vrednosti vrši se iz izraza

$$b_1 = \sqrt{\frac{3600\ A}{f}} \quad \lvert m \rvert$$

gde je f - faktor oblika preseka nasipa. Stvarna širina b se dobija iz izraza:

$$b = \frac{b_1 + 0,05}{0,9} \quad \lvert m \rvert$$

Tablica 17-16. Vrednost faktora oblika preseka f (prema JUS M.D2.050, tabela 5)

Oblik poprečnog preseka transportera	ravan	oblik V	koritasti $\lambda=20^o$	koritasti $\lambda=30^o$
vrednost faktora f	240	450	465	550

Kapacitet trakastih transportera, pri transportu komadnih tereta, dobija se iz izraza

$$Q = 3600 \frac{G \cdot v}{a} \quad (t/h)$$

gde su:

G - masa transportnog komada |t|
a - rastojanje izmedju pojedinih komada (m)
v - brzina kretanja trake (m/s).

Broj komada koji se u toku jednog časa može transportovati dat je izrazom

$$n = 3600 \frac{v}{a} .$$

Trake se izradjuju različitih kvaliteta i dimenzija. Za približan proračun elemenata transportera dat je tabelarni pregled širina gumiranih traka i broja slojeva za prosečan kvalitet trake (tablica 17-17).

Širina trake i broj slojeva

Tablica 17-17

Širina trake u mm					
300	400	500	650	800	1000
Broj slojeva					
3-5 (4)	3-8 (5)	3-9 (6)	3-10 (7)	3-11 (8)	3-11 (8)

Napomena: Vrednosti u zagradama predstavljaju srednje vrednosti, koje se sa dovoljnom tačnošću mogu usvojiti pri proračunu prečnika doboša (tačne vrednosti daje proizvodjač trake). Prečnik i širina doboša nalaze se iz izraza (slika 17-14)

- prečnik pogonskog doboša

$$D_p = (120\text{-}150)\ i \quad |mm|$$

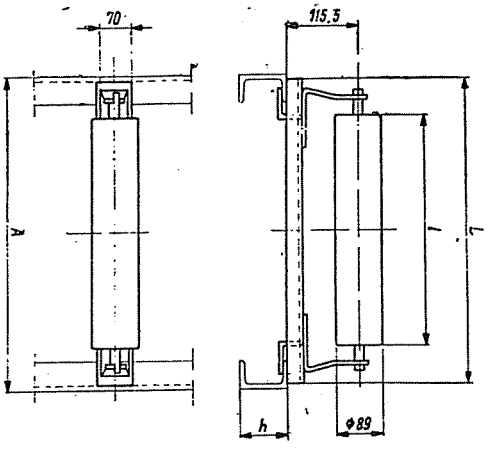
- prečnik zateznog doboša

$$D_z = \frac{2}{3} D_p$$

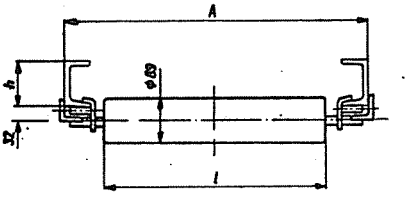
- širina doboša

$$B_1 = B + 100 \quad |mm|$$

Noseće konstrukcije transportera izradjuju se u sekcijama različitih dužina. U tablici 17-18 kao i na slici 17-15 date su gabaritne mere konstrukcije nosećih valjaka transportera za ravnu traku, a na slici 17-16 gabaritne mere konstrukcije potpornih valjaka.



Slika 17-14



Slika 17-15

Gabaritne mere konstrukcija valjaka trakastih transportera
(oznake na slikama 17-14 i 17-15)

Tablica 17-18

Širina trake	Noseći valjci				Potporni valjci		
	L	l	A	h	l	A	h
	mere u mm						
400	600	500	680	100	500	680	100
500	750	600	770	100	600	770	100
650	900	750	925	120	750	925	120

U tablici 17-18 dati su podaci o gabaritnim merama konstrukcija nosećih valjaka koritastih transportera, a na slici 17-16 izgled istih. Potporni valjci za ovaj tip transportera su isti kao i za ravne i usvajaju se iz prethodne tablice.

Približan obrazac za orijentacioni proračun snage ima oblik

$$P = \frac{Q}{367}\,(0{,}21\ L+H)\ (kW)$$

ovde je:

Q - kapacitet transportera (t/h)
L - ukupna dužina horizontalnog puta materijala, (uključujući i horizontalnu projekciju kosog dela transportera) (m)
H - visina dizanja materijala (vertikalna projekcija kosog dela transportera u (m).

Gabaritne mere konstrukcije nosećih valjaka koritastih transportera (oznake prema sl.17-16)

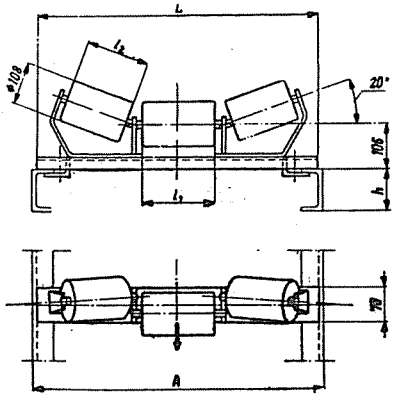
Tablica 17-19

Širina trake	L	l_1	l_2	A	h
	mere u mm				
400	600	160	160	680	100
500	750	250	160	770	100
650	900	250	250	925	120

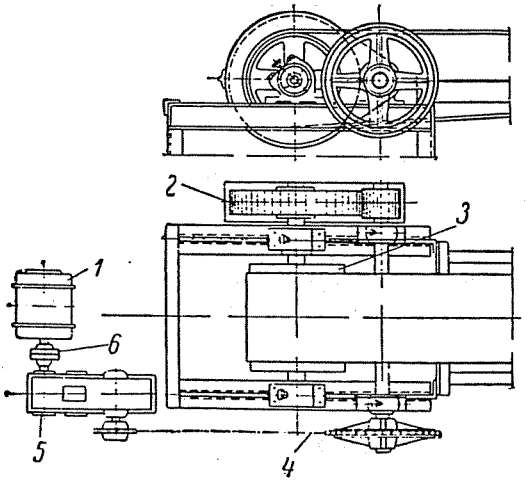
Pri projektovanju sistema transporta trakastim transporterima treba voditi računa o mogućnosti smeštaja,kako samih transportera, tako i zateznih uredjaja.

Šema pogonskog mehanizma trakastog transportera prikazana je na slici 17-17. Sa elektromotora 1 preko spojnice 6, reduktora 5, lančanog prenosa 4 i zupčastog para 2 prenosi se obrtni moment na pogonski doboš transportera 3.

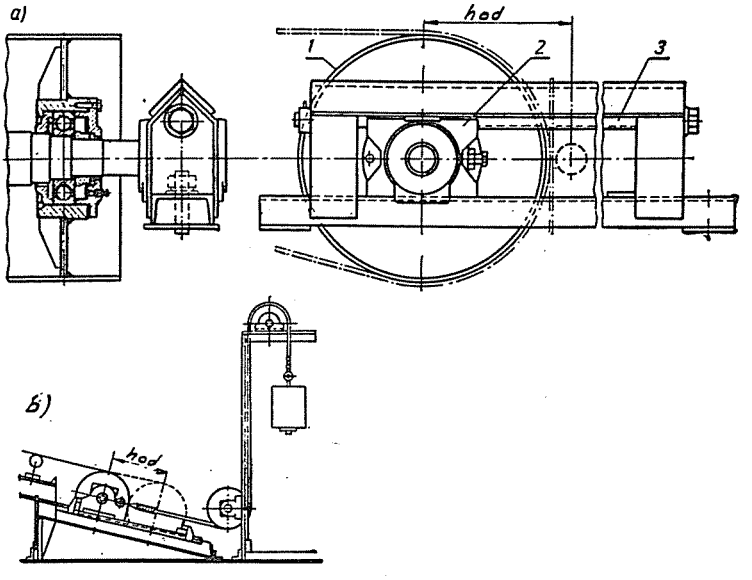
Zatezni uredjaji mogu se izvoditi na više načina. Na slici 17-18 prikazana su dva tipa najčešće primenjivanih zateznih uredjaja. Na slici 17-18a prikazan je zatezni uredjaj sa zavojnim vretenom, koji se uspešno primenjuje kod kraćih transportera, a na slici 17-18b zatezni uredjaj sa protivtegom.



Slika 17-16



Slika 17-17

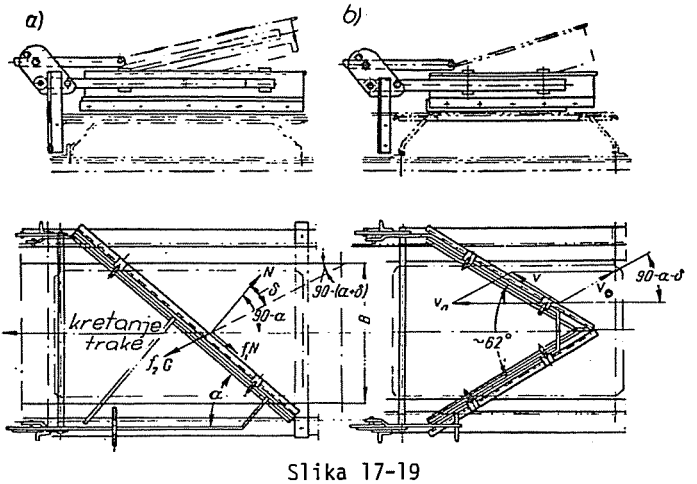


Slika 17-18

Problem istovara materijala sa trasnportera van krajeva, tj. unutar gabarita, rešava se na više načina, a u zavisnosti od vrste primenjene trake.

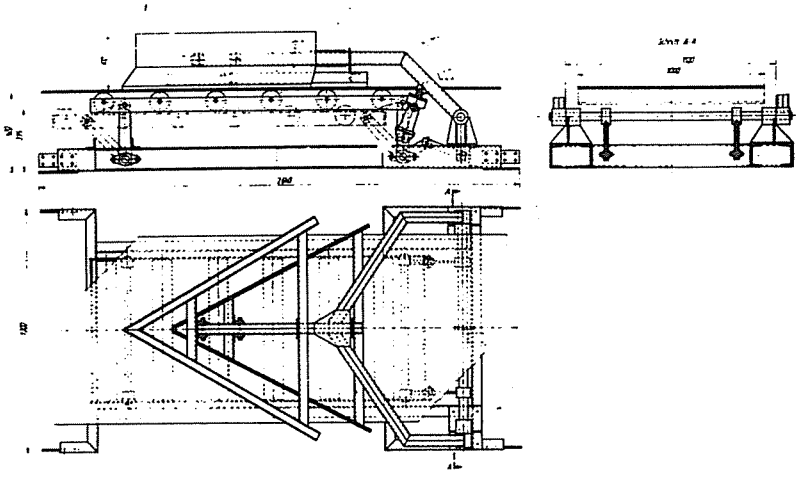
Kod transportera sa ravnom trakom skidanje materijala se vrši plužnim brisačima, koji mogu biti jednostrani (slika 17-19a)ili dvostrani (slika 17-19b). Ugao nagiba jednostranih brisača kreće se u granicama od 35^{0} do 40^{0}.

Spuštanje, odnosno podizanje brisača može se vršiti ručno ili automatski.



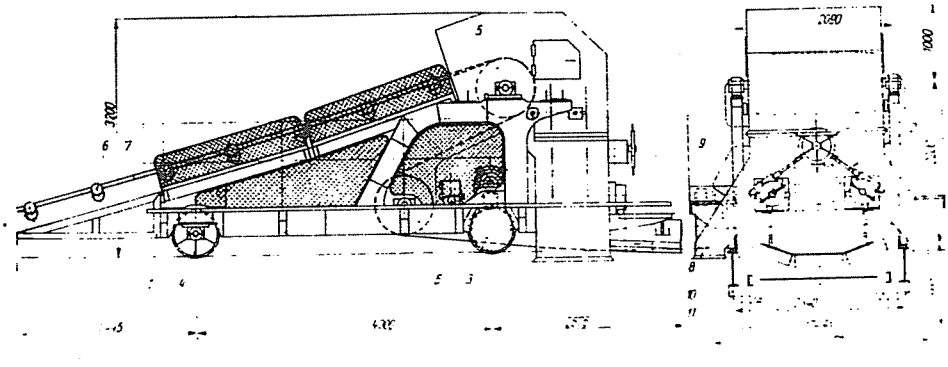
Slika 17-19

Na slici 17-20 prikazana je konstrukcija i način rada brisača dvostranog dejstva.



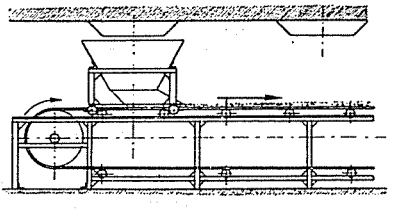
Slika 17-20

Transporteri sa koritastim presekom prazne se pomoću specijalnih kolica. Na slici 17-21 prikazana je konstrukcija ovih kolica. Kolica 1. oslonjena su točkovima 3 i 4. na šine 10, odnosno noseću konstrukciju 11, a pokreću se pogonskim mehanizmom 2. Raspored doboša 5. je takav da se materijal prazni preko dvokrakog levka 8. Količina se reguliše uredjajem 9.

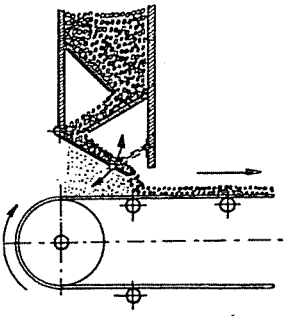


Slika 17-21

Napajanje trake vrši se napojnim levcima, olucima, ili najčešće dodavačima, koji mogu biti raznih konstrukcija, što zavisi od vrste transportovanog materijala, brzine kretanja trake, načina punjenja i sl. Na slici 17-22 prikazana je šema napojnog pokretnog levka, a na slici 17-23 šema oluka.



Slika 17-22



Slika 17-23

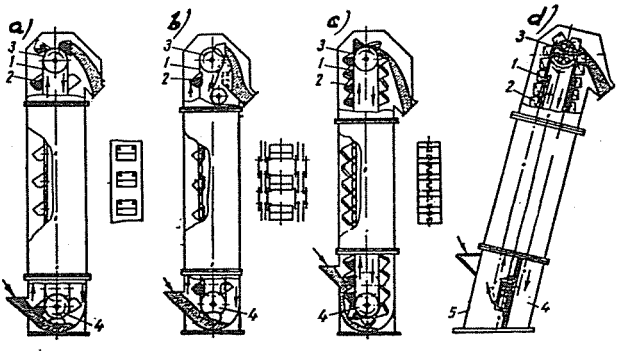
17.03.02. Kofičasti transporteri

Za dizanje materijala na veće visine, pri primeni trakastih transportera, potrebno je zbog relativno malog dozvoljenog ugla nagiba transportera imati velike dužine.

Kofičastim transporterima se, za razliku od trakastih, može vršiti vertikalno dizanje materijala ili transport materijala pod uglom od 70-75°.

Primena ovih transportera u livnicama je višestruka. Upotrebljavaju se za transport pripremljenog livačkog peska, svežeg-osušenog peska, upotrebljenog peska posle istresanja iz kalupa itd.

Principijelne šeme kofičastih transportera date su na slici 17-24. Na beskrajnom vučnom organu (traci ili lancu) 1, postavljene su kofice 2, na odredjenom medjusobnom odstojanju (korak transportera). Vučni element prelazi preko vučnog doboša 3 i zatežućeg doboša 4, koji zavisno od vrste vučnog elementa imaju odgovarajuće vodjenje. Elevator je oklopljen metalnim oklopom sa kontrolnim oknima.



Slika 17-24

Pogon se obično nalazi na gornjem dobošu.
Prema brzini kretanja kofičasti transporteri se dele na:

- brzohode, s brzinama od 1,25-2 m/sec;
- sporohode, sa brzinama od 0,4-1 m/sec.

Brzohodi transporteri se primenjuju u livnicama za transport peska i suve gline. Punjenje ovih transportera vrši se na samom dnu. Materijal ulazi u oklop gde ga zahvataju kofice i dižu (slika 17-24a i b), dok se punjenje sporohodih transportera vrši na taj način što se veći deo materijala sipa direktno u kofice, dok manji deo biva zahvatan koficama sa dna (slika 17-24c i d).

Pražnjenje transportera takodje zavisi od brzine.

Kofice mogu biti duboke, plitke ili sa usmeravajućim ivicama (slika 17-25). U tablici 17-20 dati su podaci o osnovnim parametrima kofičastih transportera i mogućnost primene za pojedine vrste kretanja. Pomoću ove i tablice 17-21, u kojoj su dati podaci o koficama, može se izvršiti izbor i proračun transportera.

Osnovni parametri kofičastih transportera (orijentacioni podaci)

Tablica 17-20

Opšte osobine materijala	Vrsta materijala	Tip transportera	Tip kofice tabl. 17-21	Srednji koefic. punjenja kofica	Brzina u m/sec.	
					traka	lanac
Zrnasti materijali (granulacije do 60 mm) neabrazivni	Suva glina, kameni ugalj	brzohodi	I	0,7-0,8	1,25-2,0	1,25-1,6
Zrnasti materijali (granulacije do 60 mm) abrazivni	Šljaka	sporohodi	III	0,7-0,85	0,8-	0,8-
	Pesak, pepeo, zemlja	brzohodi	I	0,7-0,8	1,6-1,8	-
Komadni materijali koji se ne smeju drobiti	Koks	sporohodi	III	0,6	0,6-0,8	0,6-0,8
Sitnozrni materijali	Vlažna zemlja, vlažan pesak	brzohodi	II	0,4-0,6	1,25-1,8	1,25-1,6

Tipovi kofica za transportere
(oznake prema slici 17-25)

Tablica 17-21

Širina kofice	Korak kofica a	I Duboke kofice		II Plitke kofice		III Kofice sa usmeravajućim ivicama		
		Zapremina i_o	Pogonski kapacitet $\frac{i_o}{a}$	Zapremina i_o	Pogonski kapacitet $\frac{i_o}{a}$	Korak kofica a	Zapremina i_o	Pogonski kapacitet $\frac{i_o}{a}$
mm	mm	lit	lit/m	lit	lit/m	mm	lit.	lit/m
135	300	0,75	2,5	-	-	-	-	-
160	300	1,1	3,67	0,65	2,17	160	1,5	9,4
200	300	2,0	6,67	1,1	3,67	-	-	-
250	400	3,2	8,0	2,6	6,5	200	3,6	18,0
350	500	7,8	15,6	7,0	14,0	250	7,8	31,2
450	600	14,5	24,2	15,0	25,0	320	16,0	50,0
600	-	-	-	-	-	400	34,0	85,0
750	-	-	-	-	-	500	67,0	134,0
900	-	-	-	-	-	630	130,0	206,0

Primedba: Kod transportera sa lancem korak kofica mora biti deljiv sa jednim ili dvostrukim korakom lanca.

Kapacitet transportera odredjuje se iz izraza:

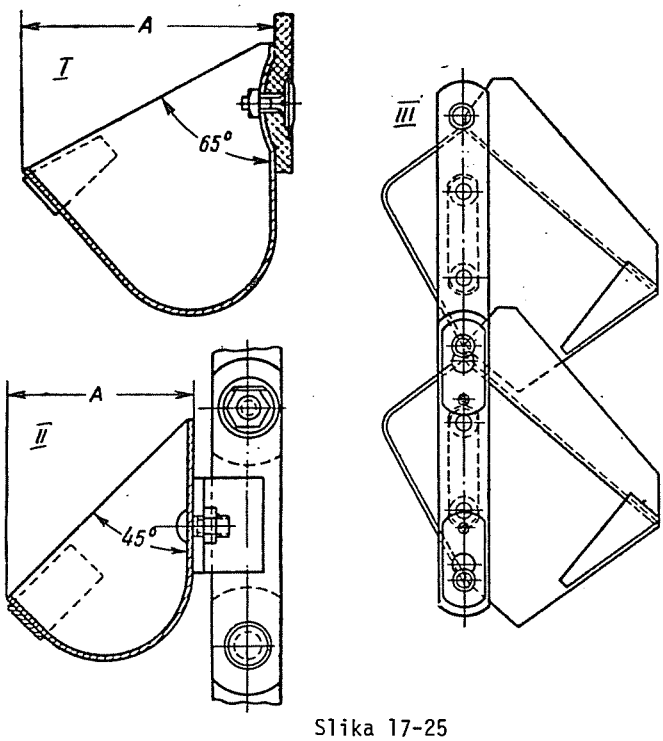
$$Q = \frac{v \cdot i_o \cdot \psi}{a} \cdot \rho \quad |t/h|$$

ili

$$V = \frac{v \cdot i_o \cdot \psi}{a} \quad |m^3/h|$$

ovde su:

i_o - zapremina kofica $|m^3|$
ψ - koeficijent punjenja kofice;
a - korak kofica $|m|$
ρ - računska gustina materijala $|t/m^3|$



Slika 17-25

Iz gornjeg obrasca se nalazi pogonski kapacitet kofice

$$\frac{i_o}{a} = \frac{Q}{v \cdot \psi \cdot \rho} = \frac{V}{v \cdot \psi}$$

na osnovu kojeg se iz tablice 17-21 ili odgovarajućih kataloga izvedenih konstrukcija bira širina i korak kofice. Tip kofice i brzine kretanja biraju se iz tablice 17-20.

Snaga motora za pogon elevatora dobija se iz izraza

$$P = \frac{Q \cdot H}{367\ \eta_M} \left(1{,}15 + \frac{k}{\rho}\right) \quad |kW|$$

ovde je:

Q - kapacitet |t/h|
H - visina dizanja elevatora (m),
k - koeficijent koji zavisi od tipa elevatora i kapaciteta (vrednosti su date u tablici 17-22)
η_M - stepen korisnosti pogonskog mehanizma (η_M=0,7)
ρ - gustina materijala (t/m^3)

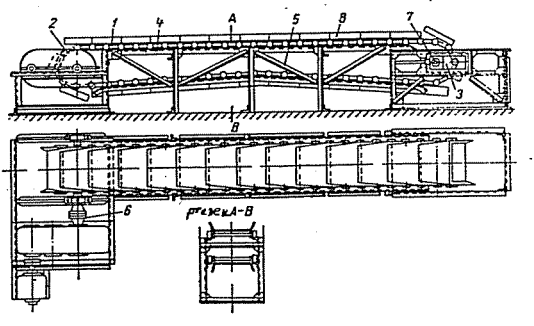
Vrednosti koeficijenta k

Tablica 17-22

Tip transportera	Vrednosti k pri kapacitetu u (t/h)			
	do 20	20-40	40-80	80-150
Transporter sa trakom	1,5	1,15	0,95	0,75
Transporter sa lancem	1,05	0,75	0,65	0,55

17.03.03. Pločasti transporteri

Pločasti transporteri se primenjuju u livnicama (velikoserijske i masovne proizvodnje), za transport istrešenog peska od rešetke za istresanje do mesta regeneracije, i za transport vrućih odlivaka u čistionicu; često služe i kao napojni organi za napajanje trakastih transportera.



Slika 17-26

Na slici 17-26 prikazana je šema pločastog transportera. Za dva lanca 1 koji su vodjeni lančanicima 2 i 3, vezane su pločice sa točkovima koji se kreću po šinama 4, a koje su učvršćene za ram 5. Pogon 6 ovog transportera istovetan je pogonu napred opisanih transportera. Isti je slučaj i sa zateznim uredjajem 7.

Ploče mogu biti različitog oblika; za transport rastresitog materijala one preklapaju jedna drugu, čineći jednu vrstu krljušti,a za komadne terete se samo dodiruju. Transporter može biti sa ili bez ivica, koje su ili samostalni deo kada su nepokretne, ili deo ploča kada se zajedno kreću.

U tablici 17-23 dat je odnos širina i visina ploča.

Ploče pločastih transportera

Tablica 17-23

Širina ploče u mm.	400	500	650	800	1000	1200	1400
Visina ivice u mm.	100-160	100-250	100-250	100-320	100-320	100-320	100-320

Pločasti transporteri se rade do dužine 20 m. Brzine kretanja transportera kreću se u granicama 0,015-0,1 m/sec. Maksimalni ugao nagiba prema horizontu iznosi 25^0.

Kapacitet pločastog transportera računa se iz izraza

$$Q = B \cdot h \cdot \psi \cdot v \cdot \rho \qquad |t/h|$$

ovde su:

B - širina ploče (m),
h - visina ivice (m),
ψ = 0,25-2,5 - koeficijent punjenja transportera,
ρ - računska gustina, za lake odlivke

$$\rho = 1{,}5\text{-}2{,}5 \ (t/m^3)$$

Snaga motora za pogon transportera dobija se iz izraza

$$P=0{,}004\ Q(H+L_H)+65 \cdot L_H \cdot B \cdot v \qquad |kW|$$

H - visina dizanja (vertikalna projekcija transportera) (m)
L_H - ukupna horizontalna dužina transportera (horizontalna projekcija transportera) (m),
v - brzina kretanja materijala (m/s).

17.03.04. Transporteri sa zavojnim vretenom - pužni transporteri

Transporteri sa zavojnim vretenom predstavljaju uredjaje neprekidnog transporta. Radni organ ovih transportera je zavojno vreteno, koje obrtanjem u oklopu, oblika otvorenog oluka ili cevi, potiskuje transportovani materijal.

Primena ovih transportera povoljna je za horizontalni ili nagnuti transport, sa uglom nagiba do 50°. Mogu se izradjivati sa jednohodim ili dvohodim zavojnim vretenom. Transporteri sa dvohodim vretenom imaju najčešću primenu kao uredjaji za napajanje, zbog ravnomernog dopremanja materijala.

Na slici 17-27 prikazan je horizontalni transporter ovog tipa sa zatvorenim olučastim žljebom 1. Na gornjoj površini žljeba nalazi se otvor za punjenje, a na suprotnoj strani, sa donje strane je otvor za pražnjenje 6. Zbog relativno velike dužine zavojnog vretena 2 na odredjenim rastojanjima postavljaju se ležišta 3. Sa donje strane nalaze se okna sa zatvaračima 5, koji služe za pražnjenje.

U livnicama se ovi transporteri primenjuju za transport mlevene gline, ugljene prašine i drugih rastresitih materijala.

Kapacitet transportera odredjuje se po obrascu:

$$Q = 15 \cdot \psi \cdot \pi \cdot D^2 \cdot s \cdot n \cdot \rho \qquad (t/h)$$

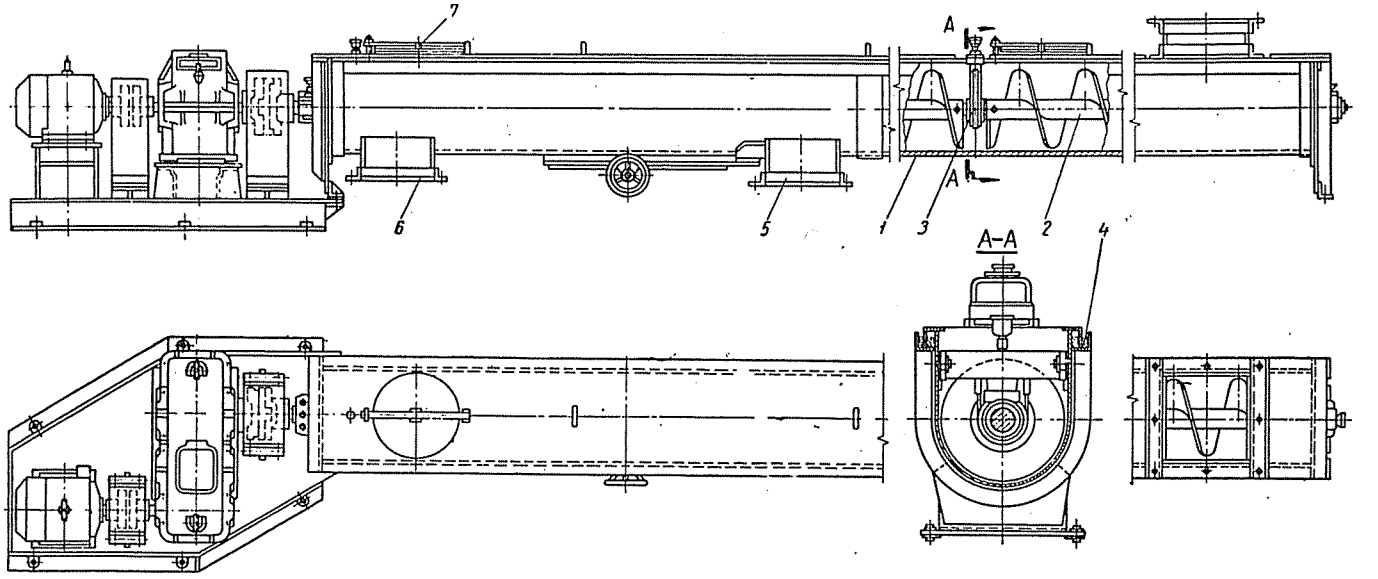
i

$$V = 15 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \psi \cdot s \cdot n \qquad (m^3/h)$$

ovde su:

D - najveći prečnik zavojnog vretena (m) (vrednosti u tablici 17-24),
s - korak zavojnog vretena za jednohode zavojnice (m), s=0,8 m,
n - učestanost obrtanja vretena (vrednosti u tablici 17-24),
ψ - koeficijent punjenja transportera (ψ=0,2-0,3)
ρ - računska gustina materijala (t/m^3), za suvu ilovaču ρ=1,0 t/m^3, a za mleveni ugalj ρ=0,8 t/m^3.

Pravac kretanja materijala



Slika 17-27

Granica dozvoljenih učestanosti obrtanja zavojnog vretena u funkciji od prečnika

Tablica 17-24

Prečnik zavojnog vretena u mm	Učestanost obrtanja		Prečnik zavojnog vretena u mm	Učestanost obrtanja	
	min.	max.		min.	max.
	min^{-1}			min^{-1}	
150	23,6	150	400	19,0	95
200	23,6	150	500	19,0	95
250	23,6	118	600	15,0	75
300	19,0				

Snaga motora za pogon transportera nalazi se iz približnog obrasca

$$P = \frac{1,2\ Q}{367 \cdot \eta_M} (L_H \cdot w_o \pm H) \qquad (kW)$$

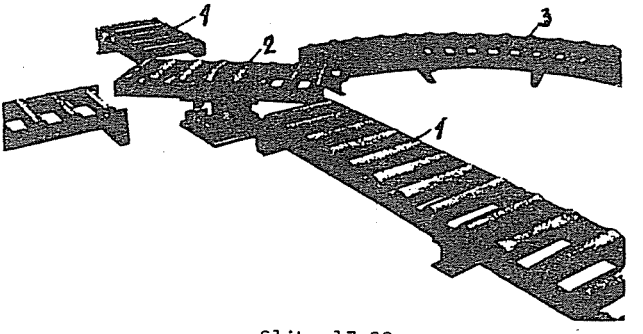
ovde je:

- Q - kapacitet transportera (t/h),
- η_M - koeficijent korisnosti pogonskog mehanizma (0,8-0,85),
- L_H - horizontalna dužina transportera (m),
- w_o - koeficijent otpora pri kretanju zavojnog vretena, koji iznosi: za pesak w_o=4, za glinu w_o=3, za ugalj w_o=2,5,
- H - visina dizanja transportera (vertikalna projekcija transportera), (m)

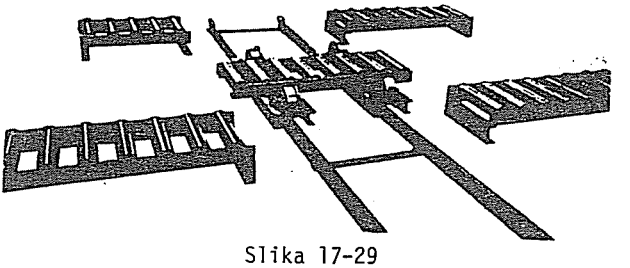
17.03.05. Valjkasti transporteri - rolganzi

Rolganzi spadaju u grupu transportnih uredjaja neprekidnog transporta, primenjuju se pri transportovanju kalupa i slično. Mogu biti bez sopstvenog pogona, kada se kretanje materijala ostvaruje guranjem ili gravitacijom usled blago nagnute linije transporta, i sa sopstvenim motornim pogonom.

Konstruktivno izvodjenje rolganga je takvo da omogućuje lako postavljanje i rastavljanje željenih linija transporta. Obično se izradjuju u sekcijama, koje mogu biti prave, lučne, ili u obliku okretnica. Sekcije, osim toga, mogu biti pokretne na točkovima, kada služe za prebacivanje transportnog komada sa jedne linije rolganga na drugu - paralelnu liniju. Na slici 17-28 prikazana je linija rolganga sastavljena od:prave sekcije 1, okretnice 2 i lučne sekcije 3. Primenom okretnice omogućen je transport komada u dva medjusobno upravna pravca. Na slici 17-29 prikazano je povezivanje dveju paralelnih linija pomoću pokretne prave sekcije.



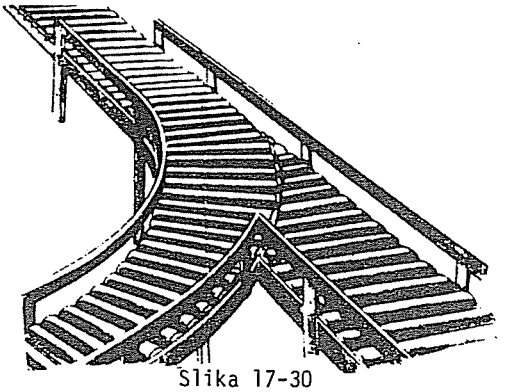
Slika 17-28



Slika 17-29

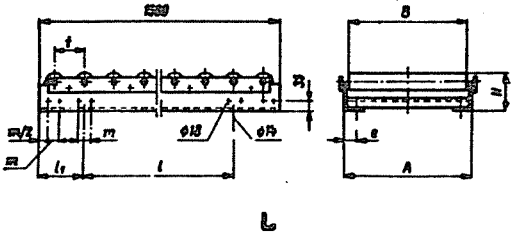
Sekcije rolganga se izvode sa jednim i dva reda valjaka. Sekcije sa dva reda valjaka omogućuju transport komada većih dimenzija uz primenu relativno malih prečnika valjaka. Podaci o sekcijama dati su u tablicama 17-25, 17-26, 17-27, 17-28, 17-29 i 17-30.

Osim navedenih oblika sekcije se mogu izvoditi i kao račve. Na slici 17-30 prikazana je linija rolganga sa račvanjem. Na mestu račvanja potrebno je uvek postaviti zaštitnu ogradu, koja, osim toga što sprečava ispadanje transportovanog komada, vrši istovremeno i njegovo usmeravanje.

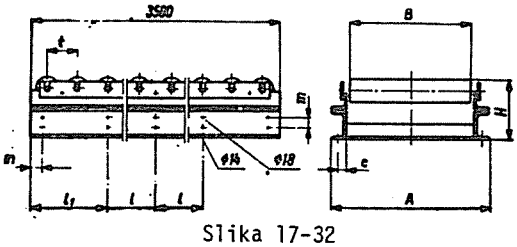


Slika 17-30

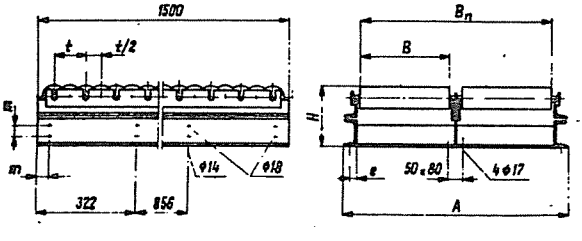
Osna rastojanja valjaka (korak rolganga) treba da su takva da transportovani predmet istovremeno leži na najmanje tri valjka.



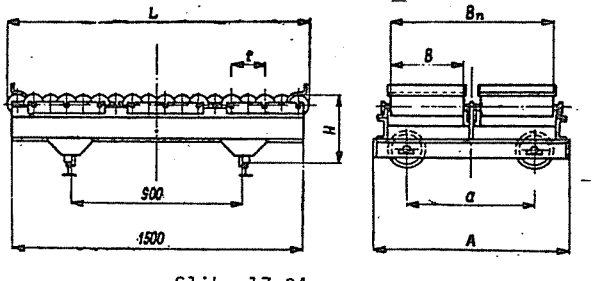
Slika 17-31



Slika 17-32



Slika 17-33



Slika 17-34

Prave sekcije rolganga sa jednim redom valjaka
(oznake prema slikama 17-31 i 17-32)

Tablica 17-25

Red. broj	Prečnik valjka	Nosivost	B	A	t	1	1_1	m	e	H	Masa sekcije u kg pri dužini u mm	
	mm	kg.	mere u mm								1.500 TIP AI	3.500 TIP BI
1			250	276							87	202
2			320	346							95	221
3	58	300	400	426	100	1200	150	40	40	130	108	247
4			500	526		(1400)	(350)				120	281
5			640	666							156	361
6					100						180	417
7			400	510	167						132	304
8					250						108	248
9					100						204	472
10			500	610	167						147	337
11	74	600			250			40	30	200	119	275
12					100						242	559
13			640	750	167						171	392
14					250						135	312
15			800	910	100	856	322				279	640
16					167						194	446
17					250	(1400)	(350)				155	547
18			400	520	167						191	441
19					250						155	259
20			500	620	167						198	461
21	105	1200			250			50	30	235	162	376
22			640	760	167						228	526
23					250						182	420
24			800	920	167						281	661
25					250						219	506
26				400	540						253	585
27	156	2500		500	640			60	35	300	282	652
28				640	780						325	748
29				800	940						373	857

Primedba: Vrednosti za 1 i 1_1 u zagradi odnose se na sekcije dužine 3.500 mm.

Primer obeležavanja: Prava sekcija rolganga TIP AI/10

Prave sekcije rolganga sa dva reda valjaka
(oznake prema slici 17-33)

Tablica 17-26

Red. broj	Prečnik valjka	Nosivost	B	B_n	A	t	m	e	H	Masa sekcije u kg pri dužini u mm	
	mm	kg.	mere u mm							1.500 TIP AII	3.500 TIP AII
1	74	600	400	800	944	100	40	30	200	345	788
2						167				247	566
3						250				192	456
4						100				394	900
5			500	1000	1144	167				278	635
6						250				221	505
7						100				459	1071
8			640	1300	1424	167				324	742
9						250				252	580
10						100				541	1244
11			800	1600	1744	167				371	850
12						250				285	655
13	105	1200				167	50	30	235	353	818
14			400	800	954	250				295	648
15						167				371	857
16			500	1000	1154	250				302	677
17						167				428	988
18			640	1300	1434	250				342	768
19			800	1600	1754	167				537	1239
20						250				421	942
21	156	2500	400	800	974	250	60	35	300	471	1079
22			500	1000	1174						
23			640	1300	1454					612	1405
24			800	1600	1754					708	1626

Primer obeležavanja: Prava sekcija rolganga sa dva reda valjaka TIP BII/12

Prave sekcije rolganga na kolicima
(oznake prema slici 17-34)

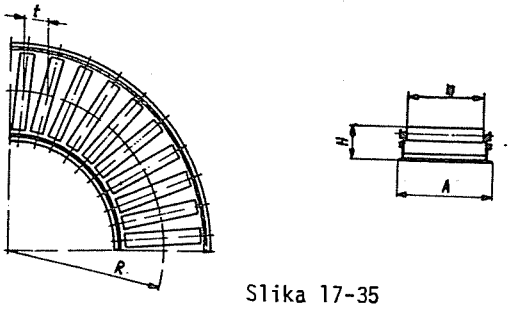
Tablica 17-27

Red. broj	prečnik valjka	Nosivost	t	L	B	B_n	a	A	H	Masa kolica
	mm	kg.	m e r e u mm							kg
1					400	800	670	970	300	418
2									500	487
3	5				500	1000	870	1170	300	475
4									500	542
	74	600	100	1524						
5									300	551
					640	1300	1150	1450		
6									500	634
7									300	646
					800	1600	1470	1770		
8									500	744
9									350	429
					400	800	670	980		
10									500	481
11									350	456
					500	1000	870	1180		
12									500	517
	105	1200	167	1524						
13					640	1300	1150	1460	350	525
14									500	600
15									350	648
					800	1600	1470	1780		
16									500	740
17									400	596
					400	800	670	1000		
18									500	619
19									400	669
					500	1000	870	1200		
20									500	692
	156	2500	250	1531						
21									400	771
					640	1300	1150	1480		
22									500	793
23									400	833
					800	1600	1470	1800		
24									500	856

Lučne sekcije rolganga sa jednim redom valjaka
(oznake prema slici 17-35)

Tablica 17-28

Red. broj.	Prečnik valjka mm	Nosivost kg	B	A	t	R	H	Masa sekcije kg.
			m e r e u mm					
1	58	300	250	276	100	1000	130	91
2			320	346				101
3			400	426				109
4			500	526				124
5			640	666				159
6	74	600	400	510	100	1000	200	186
7			500	610		1500		315
8			640	750		1500		472
9			800	910		2000		570
10			400	510	167	1000		137
11			500	610				153
12			640	750				178
13			800	910				202
14	105	1200	400	520	167	1000	235	203
15			500	620				210
16			640	760				240
17			800	920		1500		441
18			400	520	250	1000		162
19			500	620				170
20			640	760				192
21			800	920				232
22	156	2500	400	540	250	1000	300	262
23			500	640				292
24			640	780				236
25			800	940		1500		661

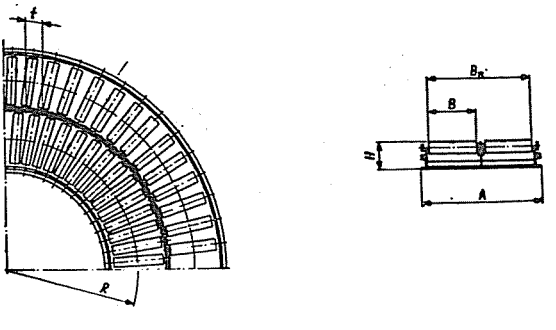


Slika 17-35

Lučne sekcije rolganga sa dva reda valjaka
(oznake prema slici 17-36)

Tablica 17-29

Red. broj	Prečnik valjka	Nosivost	B	B_n	A	R	t	H	Masa sekcije
	mm	kg	m e r e u mm						kg
1	74	600	400	800	944	2000	100	200	704
2			500	1000	1144	2500			999
3			640	1300	1424	3000			1422
4			800	1600	1744	3500			2125
5			400	800	944	1500	167		379
6			500	1000	1144				440
7			640	1300	1424				509
8			800	1600	1744	2000			742
9	105	1200	400	800	954	1500	167		548
10			500	1000	1154	2000			736
11			640	1300	1434	2500			1147
12			800	1600	1754				1367
13			400	800	954	1500	235		429
14			500	1000	1154		250		449
15			640	1300	1434				510
16			800	1600	1754				623
17	156	2500	400	800	974	1500	250	300	712
18			500	1000	1174				790
19			640	1300	1454	2000			1217
20			800	1600	1774	2500			1725

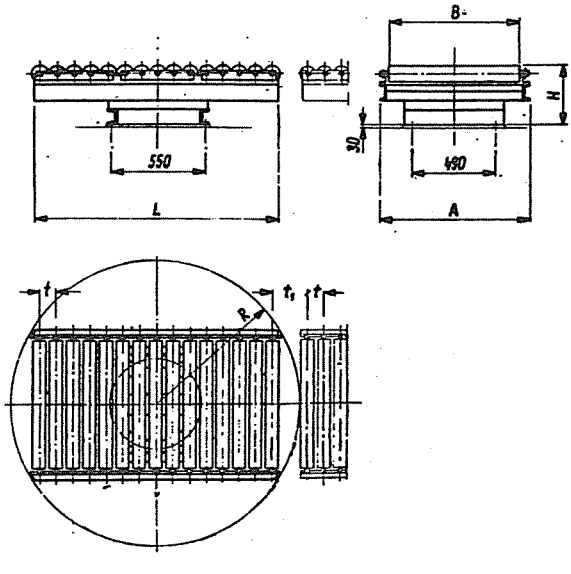


Slika 17-36

Okretnice rolganga (oznake prema slici 17-37)

Tablica 17-30

Red. broj	Prečnik valjka	Nosivost	B	A	L	t	t_1	R	H	Masa okretnice
	mm	kg	m e r e u mm							kg
1	74	600	400	510	1470	100	110	763	332	268
2			500	610	1464		125	777		296
3			640	750	1464		155	805		338
4			800	910	1452		185	838		385
5	105	1200	400	520	1460	167	160	760	367	273
6			500	620	1430		160	760		282
7			640	760	1430		185	790		318
8			800	920	1420		220	820		386
9	156	2500	400	540	1500	250	250	780	432	358
10			500	640	1470		250	780		385
11			640	780	1420		250	785		431
12			800	940	1390		275	810		523



Slika 17-37

Proračun dužine linije rolganga vrši se na osnovu sledećih parametara:

- broja i kapaciteta mašina za kalupovanje koje opslužuje dati rolgang,
- brzine kretanja kalupa po rolgangu,
- veličine kalupa,
- vremena hladjenja odlivaka.

Podaci o vremenu hladjenja pojedinih odlivaka dati su u tablici 17-31.

Vremena hladjenja odlivaka u kalupima

Tablica 17-31

Težinska grupa odlivaka	Debljina zida odlivaka	Potrebno vreme hladjenja u kalupu
kg.	mm	min.
0-5	5-8	10-15
5-10	8-12	15-20
10-30	8-15	20-30
30-50	10-20	25-40
50-100	12-30	30-60
100-250	15-40	40-90
250-500	20-50	90-240
500-2000	30-80	2-8

Pošto se usvoji tip mašina za kalupovanje i njihov broj (poznat je časovni kapacitet), može se izračunati broj kalupa koje u roku jednog časa treba oformiti, sastaviti, zaliti i istresti. Kako je usvajanjem tipa mašine istovremeno odredjena vrsta odlivka (granice težinskih grupa), prema najnepovoljnijem slučaju (najveća dužina i najduže trajanje hladjenja) odredjuje se dužina linije rolganga. Obrazac za odredjivanje dužine linije ima oblik:

$$L = v(t_h+t_z) \quad (m)$$

Ovde su:

t_h - vreme hladjenja (min),
t_z - vreme zalivanja (min),
v - brzina kretanja kalupa (m/min)

$$v = \frac{n \cdot k \cdot l}{60n}$$

gde su:

n - broj pari mašina, sa kojih se vrši zalivanje kalupa na rolgangu,
k - časovni kapacitet jednog para mašina (kom/h),
l - odstojanje dva susedna kalupa, odnosno dve susedne ploče, na koje se stavljaju kalupi. Ovo odstojanje približno iznosi

$$l = 2a\eta \text{ (m)}$$

gde je:

a - dužina ploče (m),
η - stepen popunjenosti rolganga

η = 0,65-0,7.

Kod rolganga sa motornim pogonom potrebna snaga motora se odredjuje na osnovu otpora kretanja:

$$W_o=(m\cdot G+g\cdot z)\left(\frac{f\cdot d+2k}{D}\right) \pm m\cdot G \sin\beta \quad \text{(daN)}$$

ovde su:

m - broj ploča na rolgangu,
G - ukupna težina jedne ploče (daN),
g - težina jednog valjka (daN),
z - broj valjaka,
f - koeficijent trenja u ležištima valjka

f = 0,015-0,02 za kotrljanja i
f = 0,1-0,15 za klizna ležišta,

k - koeficijent otpora kotrljanja tereta po valjcima (cm)

k = 0,6 (cm)

d - prečnik rukavca ležišta valjka u (cm)
D - prečnik valjka u (cm)
β - ugao nagiba rolganga.

Snaga se dobija iz izraza:

$$P = 10^{-4}\,\frac{W_o\cdot v}{\eta} \quad |kW|$$

ako je:

W_o - otpor kretanju (daN)
v - brzina kretanja (m/s)

17.03.06. Livnički konvejeri

Livnički konvejeri predstavljaju transportne uredjaje neprekidnog transporta, pomoću kojih se proizvodni procesi mogu potpuno mehanizovati ili automatizovati. Primenom konvejera u mehanizovanim procesima omogućeno je znatno povećanje produktivnosti rada. Ilustracije radi u tablici 17-32 dati su uporedni podaci o proizvodnosti na rolganzima i konvejerima.

Uporedni podaci proizvodnosti rolganga i konvejera

Tablica 17-32

Veličina kalupa	Broj kalupa	komada/čas
	Na rolgangu	Na konvejeru
mali	60	120
srednji	40	100
veliki	12	30

Kao što se iz gornje tablice vidi, primena konvejera dolazi u obzir samo kod velikoserijske i masovne proizvodnje. Konvejeri su naročito pogodni za livenje pri mašinskom kalupovanju i zalivanju vlažnih kalupa. Zapremina zalivenog metala i debljine zidova odlivaka moraju biti takvi da hladjenje odlivaka ne traje dugo. Obično se usvaja da trajanje ciklusa livenja na konvejeru ne prelazi 30 min.

Po načinu izvodjenja konvejeri mogu biti prizemni - podni i viseći.

Konvejeri podnog transporta

Postoji više konstrukcija ovog tipa konvejera mada suštinskih razlika izmedju njih nema.

Na slici 17-38 prikazan je podni transporter. Sa pogonskog motora 1 kretanje se preko reduktora 2 prenosi na pogonski lančanik 3. Preko ovog i zateznog lančanika 4 prebačen je pogonski lanac 5 koji pomoću kuka zahvata kolica 6 i potiskuje ih. Kolica se kreću po šinama 7. Promena pravca kretanja na krivinama vrši se pomoću vodeći šina 8,preko kojih se kotrljaju vodeći valjci 9. Zatezanje se vrši kolicima 10, odnosno tegom 11. Pražnjenje kolica vrši se uredjajem 12.

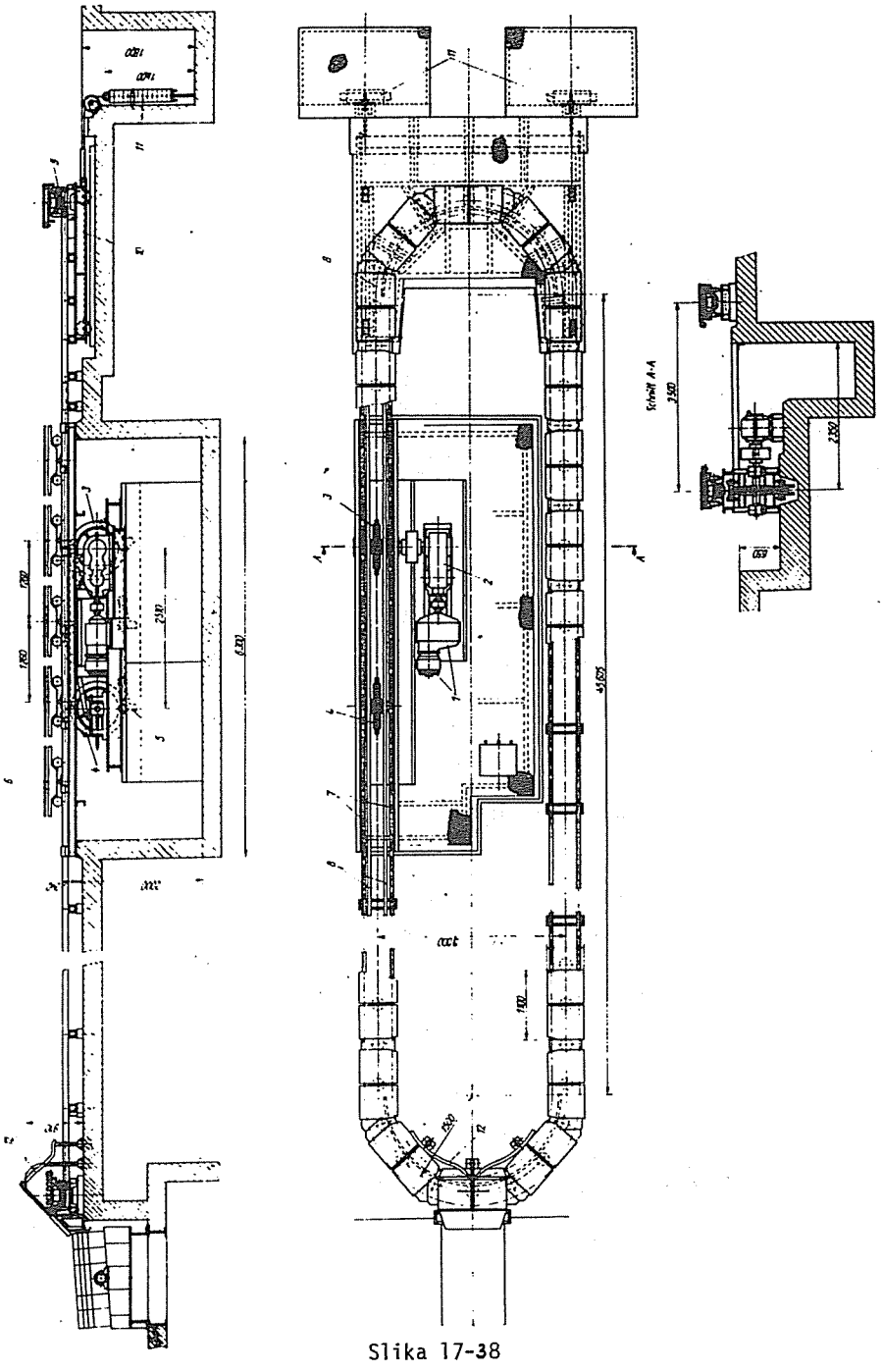
U tablici 17-33 dati su podaci o podnim konvejerima.

Kapacitet konvejera odredjuje se prema izrazu

$$Q = \frac{60 \cdot v \cdot a \cdot \eta}{s} \quad \text{(kom/čas)}$$

ovde su:

- v - brzina kretanja konvejera u m/min; za svaki tip konvejera propisana je oblast brzina; pri prethodnom proračunu brzina treba usvajati vrednosti u granicama 0,6-15 m/min, brzina zavisi od vremena hladjenja odlivaka, dužine konvejera, postojanja specijalnih tunela za hladjenje itd.;
- a - broj kalupa na jednim kolicima - platformi,
- s - korak kolica (m),
- η - koeficijent popunjenosti kolica kalupima (η=0,8).



Slika 17-38

Livnički konvejeri sa kolicima

Tablica 17-33

Zajednički podaci	Konvejeri sa zaobljenim - sastavljenim pločama		Konvejeri sa ravnim pločama		Zajednički podaci	
Dimenzije, platforme, širina x dužina	Poluprečnik zaobljenja platforme	Najmanji poluprečnik krivine konvejera	Korak kolica t	Najveća dužina konvejera	Računska vučna sila	Normalna brzina konvejera
mm	mm	mm	mm	m	daN	m/min
400 x 500	-	-	820	150	2500	7,5
400 x 600	-	-	1030	200	2500	7,5
500 x 600	-	-	1030	180	2500	-
500 x 750	300	1000	-	170		4,75
500 x 800	300	1050	1300	175		
500 x 950	300	-	1350	190		
550 x 750	400	1000	-	170	3000	4,0
550 x 850	330	1150	-	155		
600 x 900	310	1180	-	140	4000	3,2
600 x 950	310	1240	-	170		
600 x 1000	310	1310	-	170		
600 x 1100	310	1450	-	180		
600 x 1200	330	1570	-	200		
630 x 800	-	-	1300	152	4000	3,0
630 x 1000	-	-	1630	193		
630 x 1250	-	-	1750	210		
700 x 900	370	1200	-	140	4000	2,5
700 x 1100	370	1500	-	150		
700 x 1250	400	1650	-	160		
800 x 1000	425	1350	1630	140	4500	1,9
800 x 1250	-	-	2050	162		
800 x 1400	425	1850	-	190		
800 x 1800	-	-	2230	195		
900 x 1250	510	1700	-	175	5700	1,6
900 x 1350	510	1780	-	190		
1000 x 1250	525	1700	2050	175	6300	1,18
1000 x 1600	530	2120	2600	215		
1000 x 2000	530	2650	2800	258		
1200 x 1500	630	2100	-	-	6300	1,0
1200 x 1600	630	2150	-	-		
1250 x 2000	-	-	3250	183	6300	0,95
1250 x 2500	-	-	3500	225		

Za usvojeni tip konvejera treba ispitati mogućnost zalivanja svih odlivaka koji su predvidjeni za izradu na konvejeru. Ovo znači, da pri poznatom zahtevanom kapacitetu Q, broju kalupa na jednim kolicima a, i koraku kolica s, treba odrediti potrebnu brzinu konvejera

$$v = \frac{Q \cdot s}{60 \cdot a \cdot \eta} \quad |m/min|$$

Snaga motora za pogon konvejera računa se po obrascu

$$P = \frac{F_r \cdot v}{100 \cdot \eta} \quad |kW|$$

ovde su:

F_r - vučna sila na jednom lancu konvejera (daN)

v - najveća brzina kretanja kolica (m/s)

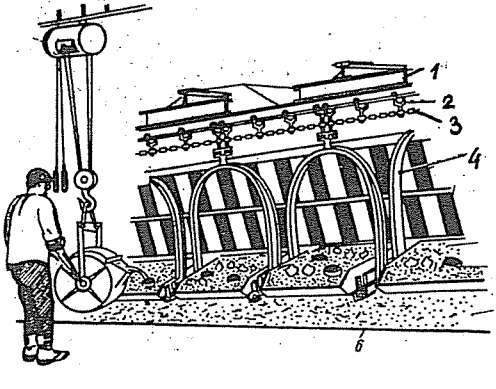
η - koeficijent korisnosti (srednja vrednost η=0,65).

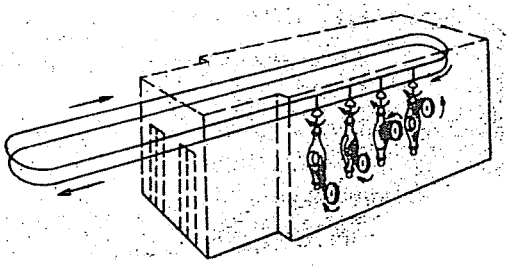
Veličina vučne sile na jednom lancu konvejera, i najveća brzina kretanja zavise od tipa konvejera, konstrukcije i stepena tehničke savršenosti, i nalaze se u katalozima proizvodjača. Za orijentacioni proračun potrebni podaci se mogu usvojiti iz tablice 17-33.

Oblik linije konvejera zavisi od proizvodnih uslova.

Viseći konvejeri

Viseći konvejeri se sastoje od medjusobno povezanih kolica koja se kreću po stazi. Staza konvejera je izvedena od krute šine i postavljena je iznad operativnih površina proizvodnog pogona. Linija staze se izvodi promenljivog pravca i visine što omogućava prekrivanje željenih tačaka unutar proizvodnog prostora. Za kolica je gornjim krajem vezana nosilica, koja visi. Zahvaljujući zglobnoj vezi ona je uvek u vertikalnom položaju. Donji deo nosilice, je zavisno od vrste transportovanog tereta, izveden u obliku: šiljka, kuke, platforme, korpe i dr.





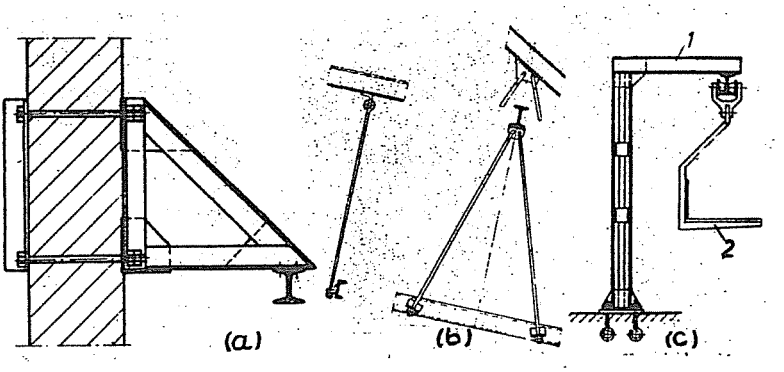
Slika 17-40

Viseći konvejeri se obično koriste za transport komadnih tereta. U livnicama se ugradjuju u tehnološke linije proizvodnje i sušenja kalupa, zalivanja kalupa, transporta odlivaka i sl. Na slici 17-39 prikazana je linija za zalivanje kalupa na visećem konvejeru, a na slici 17-40 linija za brušenje odlivaka.

Konvejer čine, sl.17-39, viseća staza 1, kolica 2, vučni lanac 3, nosiljka 4.

Linija konvejera je zatvorena (beskonačna). Njen sastavni deo su: pogonske i zatezne stanice, skretni uredjaji, i drugi delovi neophodni za funkcionisanje.

Linija je izvedena od profila ili šina različitog oblika i vezana je ili za zidove pomoću konzola, sl.17-41a, ili za krovnu konstrukciju, zgrade slika 17-41b, ili za noseću gredu unutar proizvodnog prostora sl.17-41c.



Slika 17-41

Neka od mogućih rešenja kolica, šina i vučnih lanaca data su na sl.17-42.

Proračun visećih konvejera

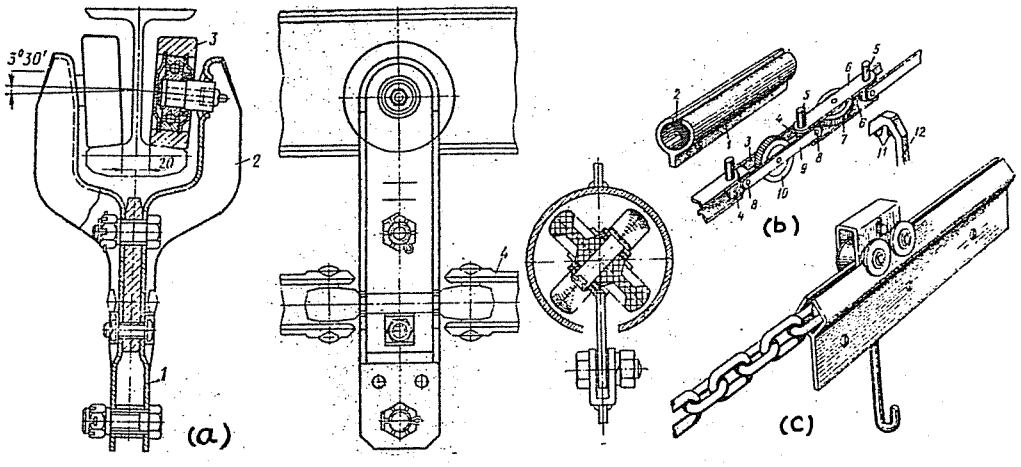
Na slici 17-43 prikazana je računska šema linije konvejera. Liniju čine šina 1, puna i prazna kolica 2, pogonske stanice 3, i zatezna stanica 4.

Kapacitet konvejera se odredjuje iz izraza

$$z = \frac{3600 \cdot v \cdot i}{a} \quad |\text{kom/h}|$$

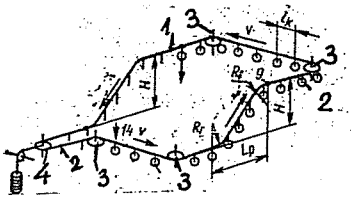
gde je:

v - brzina kretanja lanca (m/s)
v=0,05-0,35 (m/s) .



Slika 17-42

i - broj komada tereta na jednom nosećem elementu - na jednim kolicima
a - korak kolica (m).



Slika 17-43

Za slučaj zadatog kapaciteta, korak kolica se odredjuje iz izraza

$$a = \frac{3600 \cdot v \cdot i}{z} \quad |m|$$

Ako se kapacitet izražava u tonama na čas izraz će glasiti

$$Q = \frac{3{,}6 \cdot v \cdot G}{a} \quad |t/h|$$

gde je G - masa korisnog tereta (kg).

U slučaju transporta rasutog tereta, masa tereta se izračuna iz zapremine korpe jt.

$$G=V_1 \cdot \rho \cdot k_p$$

gde je:

V_1 - geometrijska zapremina korpe (m^3)

ρ - gustina materijala (kg/m^3)

k_p - koeficijent punjenja korpe

Korak kolica se odredjuje na osnovu zadatog kapaciteta, ili se usvaja, pri čemu treba imati na umu da je njegova vrednost obrnuto proporcionalna brzini kretanja lanca.

Pri izboru vrednosti koraka mora se voditi računa i o koraku lanca, tj. moraju biti zadovoljeni uslovi

$$a = n\ t$$

za simetrične lance, i

$$a = 2 \cdot n\ t$$

za nesimetrične lance

gde je:

n - broj članaka lanca na jednom koraku,
t - korak lanca.

Kada konvejer predstavlja deo tehnološke linije, pri odredjivanju koraka i brzine mora se uzimati u obzir i trajanje takta tehnološke operacije kao i razvijena dužina trase konvejera. U tom slučaju se brzina odredjuje iz izraza

$$v = \frac{L}{T} \quad |m/s|$$

ako je T dato u sec. a L u (m).

Unošenjem ovih vrednosti, brzine, u izraz za kapacitet dobiće se:

$$z = \frac{3600 \cdot L \cdot i}{T \cdot a} \quad |kom/h|$$

i

$$Q = \frac{3{,}6 \cdot L \cdot G}{T \cdot a} \quad |t/h|$$

Snaga motora za vuču, izračunava se iz približnog obrasca:

$$P = \frac{k_1 w(3{,}6mv+QL_H)+k_2 Q(H_u-H_p)}{367} \quad |kW|$$

gde je:

Q - kapacitet transportera (t/h),
w - specifični otpor kotrljanja kolica, koji se za viseće konvejere uzima u granicama 0,1-0,5

k_1 - koeficijent otpora kojim se uzimaju u obzir horizontalni pregibi linije konvejera; k_1=1,15-1,20

k_2 - koeficijent otpora kojim se uzimaju u obzir vertikalni pregibi linije konvejera; k_2=1,05-1,1

L_H - dužina horizontalnog dela trase (m),

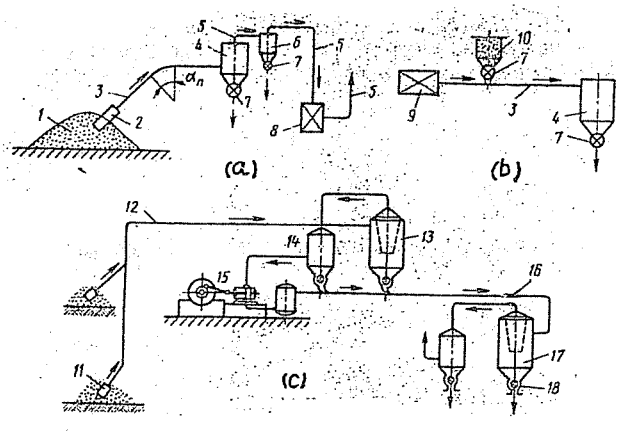
H_U - visina uspona trase (m),

H_p - visina pada trase (m).

17.04. Pneumatski transport

Pneumatski transport predstavlja vid premeštanja materijala pomoću sabijenog ili razredjenog vazduha. Premeštanje se vrši ili u zatvorenim cevnim vodovima, ili u otvorenim žljebovima. Obično se pneumatski transport koristi za premeštanje rastresitih materijala. U livnicama se koristi za transport peska, piljevine i ostalih rastresitih masa.

Prema načinu rada, postojenja pneumatskog transporta se dele na usisna i potisna. Na slici 17-44 prikazane su šeme uredjaja pneumatskog transporta. Na slici 17-44a, prikazano je postrojenje usisnog dejstva. Postrojenje čine: usisnik 2, koji zajedno sa vazduhom usisava transportovani materijal, cevnog provodnika 3, uredjaja za razdvajanje materijala od vazduha 4, cevovoda 5, prečistača vazduha 6, zatvarača za ispuštanje izdvojenih čvrstih čestica 7 i usisnog uredjaja 8.



Slika 17-44

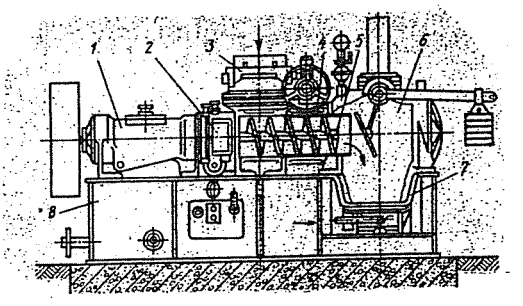
Na slici 17-44b, prikazano je postrojenje potisnog dejstva. Kompresorom 9, koji u sebi sadrži odvajač vlage i rezervoar za vazduh, sabija se vazduh i kroz cev 5 potiskuje od napojnog levka 7, kojim se dozira odredjena količina transportovanog materijala, a odatle se mešavina potiskuje do odvajača 4. Izdvojeni materijal se pomoću dodavača 7 sipa u prijemni sud ili koš sredstva za dalje premeštanje ili se ubacuje u neki od uredjaja tehnološkog procesa.

Na slici 17-44c je prikazano postrojenje kombinovanog dejstva. Kao što se sa slike vidi postrojenje se sastoji iz dva dela, usisnog i potisnog. Materijal se usisava mlaznicom 11, i usisnim cevovodom vodi do odvajača 13, koji istovremeno predstavlja napojni uredjaj za napajanje potisnog cevovoda 16. Vazduh se iz odvajača 13 usmerava ka prečistaču 14 a odatle ka kopresoru 15, i potisnom cevovodu 16, u koje se na napojnim mestima iz sakupljača 13 i 14, ubacuje odredjena količina transportovanog materijala i odvodi u odvajač 17, odnosno odgovarajući prečistač. Dodavačima 18 transportovani materijal se ekspeduje dalje.

Usisna postrojenja su pogodna za zahvatanje materijala sa više mesta i dovodjenja materijala u jedno sabirno mesto.

Potisna postrojenja, nasuprot prethodnih, pogodna su za primenu u procesima kod kojih se materijal zahvata sa jednog mesta, a rasporedjuje u više prijemnih tačaka.

Kombinovana postrojenja se koriste u procesima kod kojih se materijal istovremeno zahvata i rasporedjuje na više mesta.



Slika 17-45

Prednosti pneumatskog transporta ispoljavaju se u prvom redu u činjenici da su gabariti provodnika relativno mali, da je moguće ostvariti potpunu hermetičnost i punu automatizaciju procesa, da je pouzdanost sistema velika i da su uslovi korišćenja veoma laki.

Nedostatak je veliki utrošak energije (10 do 15 puta više nego pri transportu trakastim transporterima), brzo trošenje uredjaja pri transportovanju abrazivnih materijala i sl.

Osnovni parametar pneumatskog transporta, pri transportovanju rastresitog materijala, je koeficijent koncentracije smeše koji predstavlja odnos transportovanog materijala prema upotrebljenoj količini vazduha u istom vremenskom periodu

$$\mu = \frac{Q_m}{Q_v}$$

Glavni sastavni delovi jednog pneumatskog postrojenja su: uredjaj za napajanje, zatvarači ili dozatori, prečistači, razdvjači vazduha, cevi i sl.

Uredjajima za napajanje se vrši doturanje transportovanog materijala u sprovodnu cev postrojenja. Ovi se uredjaji izvode kao zavojni ili sektorski. Na slici 17-45 prikazan je zavojni tip uredjaja. Oklop uredjaja 3, spojen je sa izlaznim otvorom bunkera, tako da čini nastavak bunkera. Ispod otvora, u cevastom delu oklopa 4, ugradjen je puž 5, promenljivog koraka koji se obrće velikom brzinom (oko 1.000 min^{-1}). Zahvaljujući postepenom smanjivanju koraka puža obezbedjuje se povećanje gustine transportovanog materijala, čime se sprečava prodiranje sabijenog vazduha u bunker. U komoru za mešanje zajedno sa materijalom ulazi i sabijeni vazduh, koji iz mlaznice ističe velikom brzinom, zahvata čestice transportovanog materijala i uvodi ih u sprovodnu cev.

Aerizacija transportovane mase se vrši pomoću šupljikave ploče 7. Koncentracija smeše reguliše se poklopcem koji je dvokrakom polugom spojen sa regulacionim tegom.

Pritisak vazduha u komori za mešanje kreće se u granicama 0,18 do 0,25 MPa.

Proračun postrojenja pneumatskog transporta

Pri proračunu postrojenja potrebno je poznavati:

- vrstu transportovanog materijala
- zahtevani kapacitet postrojenja Q (t/h)
- gustinu čestica transportovanog materijala $\rho(kg/m^3)$
- konfiguraciju i veličinu trase (dužinu, visinske razlike, broj i vrstu promena pravca kretanja i sl.)
- tip postrojenja (usisno, potisno, kombinovano)

Računom se odredjuju:

- potrošnja vazduha G_v (kg/s)
- prečnik cevnog provodnika D (m)
- pad pritiska u cevovodu ΔP_p (Pa)
- snaga motora uredjaja za vazduh P (kW)

Potrošnja vazduha

Potrošnja vazduha se odredjuje iz izraza

$$G_v = \frac{Q}{3,6 \cdot \mu} \quad |kg/s|$$

gde je:

Q - traženi kapacitet (t/h)
μ - koncentracija smeše (vrednosti iz tablice 17-34)

Koncentracija smeše, (kg/s) materijala na (kg/s) vazduha

Tablica 17-34

Vrsta transportovanog materijala	Koncentracija smeše		
	u stanju transporta	u cevovodima	
		horizontalnom	vertikalnom
Ugljena prašina	12-100	-	<300
Šljaka	-	150	450
Pesak	3-20	-	-

Za ostale materijale koncentracija smeše se usvaja orijentaciono na osnovu sličnosti sa datim materijalima, pri čemu treba voditi računa o tome da, koncentracija smeše opada sa povećanjem pritiska u cevovodu i povećanjem krupnoće čestica, a raste sa povećanjem gustine čestica transportovanog materijala.

Prečnik cevovoda

Zapremina vazduha koja prodje kroz cevovod (potrošnja vazduha) može se izraziti u funkciji brzine kretanja vazdušne mase i površine poprečnog preseka cevovoda, tj.

$$V_v = 3600 \frac{\pi D^2 v}{4} \quad |m^3/h|$$

Rešavanjem izraza po D dobija se

$$D = \sqrt{\frac{4V_v}{3600\pi v_v}} \quad |m|$$

ako je V_v dato u (m^3/h) a v_v u (m/s).

Zapreminska potrošnja vazduha odredjuje se na osnovu izračunate potrošnje tj.

$$V_v = \frac{1000\ G_v}{\rho_v} \quad |m^3/h|$$

gde je ρ_v - gustina vazduha, koja se u približnim proračunima može odrediti na osnovu standardne gustine (gustina pri p=100 KPa i T=293 K), ρ_{st}=1,2 $|kg/m^3|$

$$\rho_v = k\rho_{st}$$

gde je k - koeficijent promene gustine, k=1,1-1,2.

Pad pritiska vazduha u cevovodu

Izraz za pad pritiska u cevovodu ima oblik:

$$\Delta P_p = \Delta P_T + \Delta P_h + \Delta P_u + \Delta P_d$$

gde je:

gubitak pritiska usled sila trenja

$$\Delta P_T = (1+\mu k_1)\Delta P_o$$

gde je:

μ - koncentracija smeše

k_1 - koeficijent koji daje zavisnost relativnog pada pritiska od koncentracije smeše, za uslove transporta u livnicama može se usvojiti da je

$$k_1 = 0{,}075 \div 0{,}09$$

(veće vrednosti se odnose na krupnije čestice transportovanog materijala)

$$\Delta p_o = \frac{\lambda L_e \cdot u^2 \rho_v}{2 \cdot D}$$

gde je:

λ - koeficijent otpora (vrednosti su date u tablici 17-35).

Vrednosti za koeficijent otpora λ

Tablica 17-35.

D (mm) Prečnik cevi (mm)	150	175	200
λ za nove nekorodirane cevi	0,016	0,015	0,014
λ za korodirane cevi	0,02	0,018	0,016

L_e - ekvivalentna dužina cevi

$$L_e = L_T + \Sigma L_{i_s}$$

gde je:

L_T - stvarna dužina trase

ΣL_{i_s} - zbir svedenih dužina (podaci u tablicama 17-36 i 17-37).

Ekvivalentna (svedena) dužina cevi L_{i_s}

Tablica 17-36.

L_{i_s} (m) pri uglu skretanja cevovoda α^o (za normalni radijus krivine) (0,7-1) m	Prašinasti materijal	Zrnasti materijal	Komadasti materijal
8-12	-	-	8
15	-	-	10
20	2	3	12
30	4	5	15
45	6	8	25
90	10	15	45

Preračunavanje otpora u ekvivalentne dužine delova pneumatskog postrojenja.

Tablica 17-37.

Vrsta otpora	Obrazac za izračunavanje L_e |D(m), l(m)|
Spoj dva račvasta cevovoda	10 D
Mlaznica	$150 \frac{1+0,4 \cdot \mu}{\mu} \cdot D$
Odlagač sa ciklonom	$300 \frac{1+0,4 \cdot \mu}{\mu} \cdot D$
Ciklon	$\frac{130}{\mu} \cdot D$
Deo cevovoda dužine l sa istovarnim elementom usisnog tipa	l/μ
Koleno	$15\ D/\mu$
Savitljiva cev dužine l (bez uzimanja u obzir krivina)	$2l$

u - brzina vazduha u cevovodu, koja se odredjuje iz izraza

$$u = \frac{4Q}{3,6\pi D^2} \left(\frac{1}{\mu\rho_V} + \frac{1}{\mu\rho_M}\right) \quad |m/s|$$

Δp_h - statički napor, pad pritiska pri strujanju vazduha i materijala:

$$\Delta p_h = \rho_c g \cdot H_h = \rho(1+\frac{\mu}{\beta}) \cdot g \cdot H_h \quad |kPa|$$

Δp_u - pad pritiska u utovarnom uredjaju

$$\Delta p_u = 20 \div 30 \quad |kPa|$$

Δp_d - dinamički pad pritiska, usled ubrzavanja smeše

$$\Delta p_d = 30 \div 40 \quad |kPa|$$

Snaga motora uredjaja za vazduh se računa zavisno od vrste uredjaja.

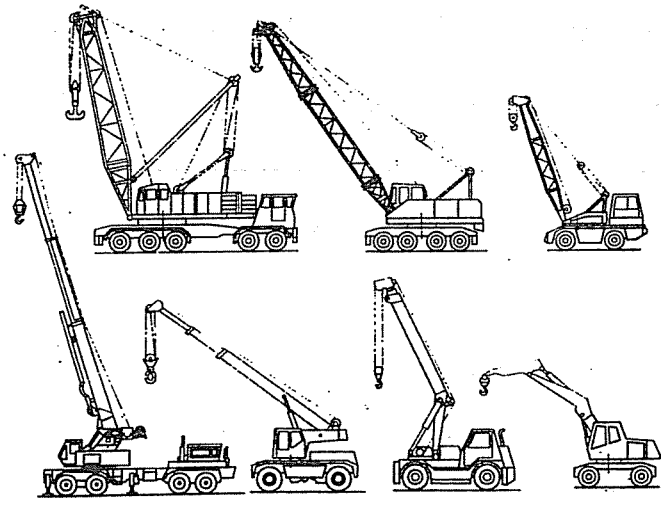
17.05. Mobilni transportni uredjaji

a) Auto dizalice

Vrlo pogodno sredstvo za manipulaciju na dvorišnom prostoru livnica predstavljaju lake automobilske dizalice. Noseći organ može biti kuka, elektromagnetni podizač ili grabilica.

Nosivost ovih dizalica kreće se u granicama od 1,5-5 t. Osim toga mogu se raditi i podizači - viljuškari, koji su naročito podesni za manipulaciju sa komadnim materijalima. Mogući oblici konstruktivnih izvodjenja dati su na slikama 17-46.

Primena ovih uredjaja naročito je pogodna za mehanizaciju otvorenih skladišta i dvorišnog transporta.



Slika 17-46

b) Električna kolica

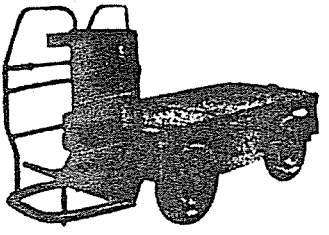
Elektrokolica predstavljaju specijalni tip transportnih uredjaja pogodnih za unutrašnji fabrički transport.

Najprostiji vid ovih kolica je u obliku pokretne platforme (slika 17-47).

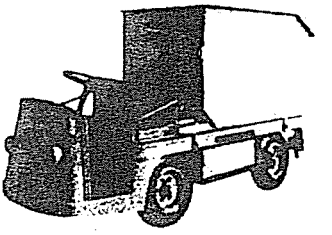
Nosivosti kolica kreću se u granicama od 800-3000 kg.

Na slici 17-48 prikazano je jedno od mogućih konstruktivnih rešenja ovih kolica.

Kolica su pogodna za primenu u livnicama, i to kao transportno utovarno sredstvo.



Slika 17-47



Slika 17-48

c) Ručna kolica

Mogu biti raznih oblika i nosivosti. Služe za prenos rastresitih i komadnih materijala.

18. B U N K E R I

Bunkeri su akumulacioni organi sistema transporta; u njima se stvara odredjena rezerva materijala tako da se obezbedjuje kontinualnost odvijanja procesa snabdevanja.

Naročito je uloga bunkera izražena u proizvodnom procesu livnice. Iz njih se, pomoću raznih transportnih uredjaja, napajaju akumulacioni organi proizvodnih mašina, peći i dr. Zbog toga zapremine bunkera variraju u veoma širokim granicama, jer zavise od zahtevane količine materijala, tj. od potrebne rezerve za obezbedjenje nesmetanog odvijanja proizvodnog procesa.

Livnički bunkeri su uglavnom čelični, a mogu biti i betonski, pa čak i drveni. Izvode se kao stacionarni ili pokretni.

Prema nameni, kao i mestu postavljanja bunkeri se mogu svrstati u dve osnovne grupe:

- akumulacione,
- pretovarne - presipne.

Akumulacioni bunkeri služe za dugoročniji smeštaj materijala, dok pretovarni predstavljaju posredne organe za usmeravanje materijala sa jednog sredstva transporta na drugo i sl.

Dalja podela bunkera može se izvršiti na nadzemne i podzemne.

Oblici bunkera mogu biti raznoliki; osnovna im je karakteristika mala visina u odnosu na horizontalne dimenzije. Donji deo bunkera je sužen i završava se otvorom za koji mogu biti vezani razni uredjaji za zatvaranje ili napajanje.

Primena bunkera dolazi u obzir samo kod tzv. "tečljivih" materijala, tj. onih rastresitih materijala koji imaju mogućnost isticanja kroz otvor.

Punjenje bunkera se vrši odozgo raznim transportnim sredstvima: dizalicama sa grabilicama, skip podizačima, transporterima, a takodje direktnim pražnjenjem vagoneta, vagona i automobila. Pražnjenje, koje se vrši odozdo, regulisano je zatvaračima ili dodavačima.

Zavisno od geometrijskog oblika horizontalnog preseka, bunkeri se mogu podeliti u tri osnovne grupe:

I - pravougaone
II - okrugle
III - parabolične.

Kod bunkera se razlikuju omotač - telo i dno - završetak. Podela bunkera se može izvršiti i u zavisnosti od oblika ova dva dela; tako se mogu razlikovati sledeći oblici:

- piramidalni,
- prizmatični, i
- kombinovani - prizmatično-piramidalni, tj.
- cilindrični,
- zarubljeni-konični, i
- kombinovani - cilindrično konični.

Dalje,bunkeri mogu biti i sa paraboličnim završetkom, kao i pravougaonog horizontalnog preseka sa izrazito dužom jednom stranom.

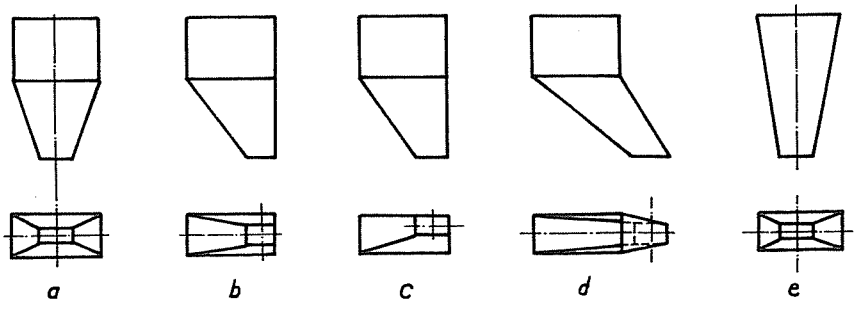
U tablici 18-1 dat je pregled mogućih oblika bunkera sa podelom u karakteristične grupe.

Bunkeri I i II grupe uglavnom pripadaju grupi pretovarnih bunkera; bunkeri III grupe, zbog veće dužine, koriste se kao akumulacioni, dok bunkeri IV grupe služe isključivo za prijem materijala pri istovaru železničkih kompozicija sa dužim istovarnim frontom. Iz njih se materijal dovodi transporterima.

18.01. Pravougaoni bunkeri

Pravougaoni bunkeri imaju veoma široku primenu. Zapremine se kreću od desetih delova do nekoliko kubnih metara.

Nekoliko karakterističnih oblika ovih bunkera dato je na slici 18-1. Bunkeri oblika kao na slici 18-1a,b i c primenjuju se za širok dijapazon zapremina, dok se oni na slici 18-1 d i e uglavnom primenjuju kao pretovarni bunkeri male zapremine.



Slika 18-1

Osnovni oblici bunkera

Tablica 18-1

Karakteristike bunkera		Geometrijski oblik		Šematski izgled
Grupa	Naziv	Obima	Dna	
I pravougaoni bunkeri	piramidalni	zarubljena piramida		1
	kombinovani	prizma	zarubljena piramida	2
	prizmatični	prizma	horizontalna ravan	3
II okrugli bunkeri	konični	zarubljeni konus		4
	kombinovani	cilindar	konus	5
	kružni kombinovani	cilindar	sfera	6
	cilindrični	cilindar	horizontalna ravan	7
III parabolični	parabolični	parabolično "korito"		8
	kombinovani	prizma	parabolično korito	9
IV pravougaoni - dugački	dugački	trapezno "korito" sa otvorom duž celog užeg dela		10
		trapezno "kotiro" sa horizontalnim ravnim dnom		11

Geometrijski parametri

Zapremina bunkera

Za piramidalne bunkere (slika 18-2) odredjuje se zapremina prema izrazu:

$$V = \frac{h}{6}\left|m \cdot n + (m+a) \cdot (n+b) + a \cdot b\right|$$

Za slučaj kada su ulazni i izlazni otvori kvadratnog oblika (m=n, b=b) biće:

$$V = \frac{h}{6}\,(m^2 + m \cdot a + a^2)$$

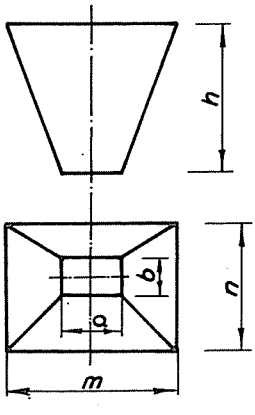
U slučaju kombinovanog piramidalno-prizmatičnog oblika slika 18-3, obrazac za zapreminu dobija oblik:

$$V = h_1 m \cdot n + \frac{h_2}{6}|m \cdot n + (m+a) \cdot (n+b) + a \cdot b|$$

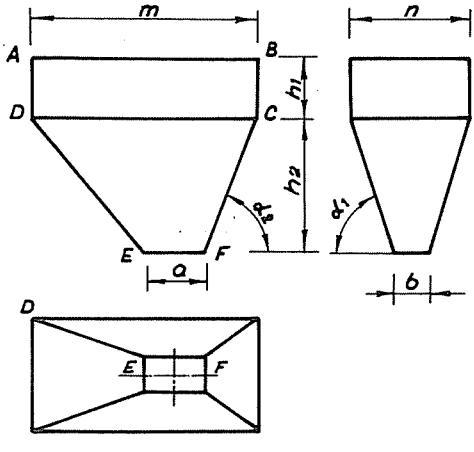
Pri izboru oblika bunkera treba voditi računa o eksploatacionim karakteristikama izabranog rešenja, kao i racionalnosti konstrukcije.

Pravougaoni prizmatični bunker (sa ravnim dnom) nepogodan je u eksploataciji zbog otežanog pražnjenja, tako da se primenjuju samo piramidalni, a najčešće kombinovani oblici.

Ako pri izboru oblika bunkera ne postoje ograničenja, obzirom na smeštaj, treba birati bunkere pravilnih geometrijskih oblika, jer se na taj način dobija najbolje korišćenje zapremine, a istovremeno se postiže i najmanja sopstvena masa konstrukcije.



Slika 18-2



Slika 18-3

Veličina izlaznih otvora

Pri projektovanju bunkera, osnovni problem predstavlja pravilan izbor dimenzija i oblika izlaznog otvora, na koji utiču oblik bunkera i vrsta zatvarača.

Za odredjivanje dimenzija izlaznih otvora od bitnog uticaja su fizičke karakteristike materijala:

- stepen "tečljivosti" materijala, karakterisan uglom prirodnog obrušavanja;
- granulometrijski sastav mase;
- dimenzije pojedinih - najvećih komada.

U tablici 18-2 dati su podaci o minimalnim veličinama izlaznih otvora za različite materijale, u funkciji od veličine komada.

Minimalne dimenzije izlaznih otvora sa zatvaračima u mm.

Tablica 18-2

Ugalj: veličina komada	19-38 mm	300x300
	90-76 mm	400x400
	90-152 mm	500x500
Koks		300x300
Pesak: suv		150x150
svež		450x450
Kaluparski pesak	u većim bunkerima	600x600
	u pojedinačnim manjim bunkerima	300x300
	upotrebljen pesak	300x300

Pored ovih tabličnih vrednosti, koje su rezultat ispitivanja raznih autora, za dobijanje veličine izlaznog otvora bunkera koriste se empirijski obrasci. Tako K.V.Alferov daje obrazac:

$$a=k(D+80)tg\psi_0 \qquad |mm|$$

ovde je:

a - veličina stanice kvadrata izlaznog otvora ili prečnik; okruglog preseka (mm),

D - maksimalna dimenzija najvećih komada u masi (mm),

ψ_0 - ugao sopstvenog obrušavanja materijala u stanju mirovanja mase,

k - koeficijent propustljivosti;

k=2,6 za sortirani materijal.

U slučaju primene pravougaonih preseka, treba izbegavati presek sa jako izduženom jednom stranom.

Pri odredjivanju dimenzija pravougaonog preseka treba imati na umu da hidraulični radijus ovog preseka mora biti jednak hidrauličnom radijusu kvadratnog preseka stranice a, dobijen iz date jednačine.

Hidraulični radijus nekog preseka predstavlja količnik iz površine A i obima L, tog preseka:

$$R = \frac{A}{L}$$

tako da je za krug prečnika a

$$R_0 = \frac{A}{L} = \frac{\pi a^2}{4\pi \cdot a} = \frac{a}{4}$$

za kvadrat strane a

$$R = \frac{A}{L} = \frac{a^2}{4a} = \frac{a}{4}$$

za pravougaonik stranica b i c odnosno $\frac{c}{b} = n$ biće

$$R = \frac{b \cdot c}{2(b+c)} = \frac{b^2 n}{2b(1+n)} = \frac{b \cdot n}{2(1+n)} = \frac{a}{4}$$

odavde je moguće odrediti manju stranu pravougaonika

$$b = \frac{1+n}{2n} a$$

Ako se u ovaj izraz stavi vrednost za a iz jednačine Alferov-a biće:

$$b = \frac{1+n}{2n} k(80+D) tg\psi_0$$

Ovo je opšti izraz za odredjivanje otvora bunkera.

Propusna moć bunkera - kapacitet isticanja

Propusna moć bunkera data je izrazom:

$$V = A \cdot v \quad |m^3/s|$$

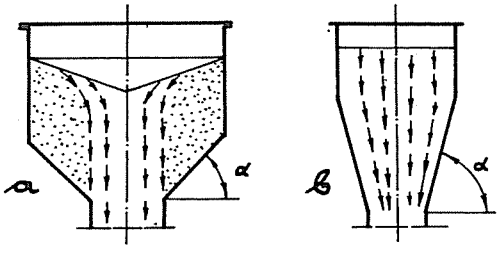
ili

$$V = A \cdot v \cdot \rho \quad |kp/s|$$

ovde je:

A - površina izlaznog otvora,
ρ - zapreminska gustina materijala,
v - brzina isticanja materijala.

Vrednosti brzina isticanja dobijaju se eksperimentalnim putem i zavise od niza uslova. Osnovni uslov od koga zavisi veličina brzine je način isticanja materijala. Isticanje može biti dvojako: normalno slika 18-4a, kod koga se materijal kreće u obliku stuba obrazovanog iznad otvora i hidraulično, slika 18-4b, kod koga se sav materijal poput tečnosti kreće naniže.



Slika 18-4

U prvom slučaju na slobodnoj površini materijala se obrazuje ulegnuće, dok je slobodna površina materijala kod drugog načina isticanja ravna.

Normalno isticanje javlja se kod bunkera kod kojih se ugao nagiba dna kreće u granicama od 0-50°.

Hidraulično isticanje nastaje u sledećim slučajevima:

- pri uglu nagiba zidova u granicama 50-80^0,
- kada je bunker pod dejstvom vibracionih uticaja,
- kada materijal sadrži veću količinu vlage, tako da postaje žitak.

Većina materijala ističe tzv. normalnim načinom.
Izrazi za dobijanje vrednosti brzina isticanja imaju oblike:

- za normalno isticanje

$$v = 5{,}65 \cdot \lambda \cdot \sqrt{R} \quad |m/s|$$

- hidraulično isticanje

$$v = 4{,}46 \cdot \lambda \cdot \sqrt{h} \quad |m/s|$$

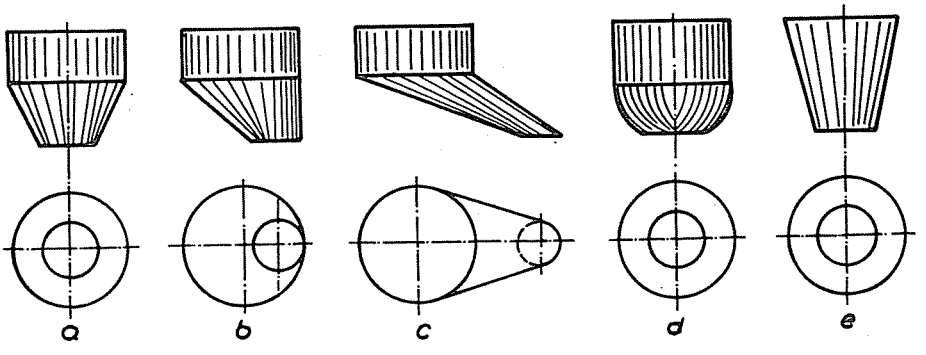
ovde su:

λ - koeficijent isticanja, koji ima vrednosti:
za sitnozrne suve materijale $\lambda=0{,}66$
za sitnozrne vlažne materijale
(vlažan pesak i sl.) $\lambda=0{,}22$
R - hidraulički radijus preseka u m
h - visina materijala u bunkeru u m.

18.02. Okrugli bunkeri

Okrugli bunkeri, isto kao i pravougaoni, izradjuju se različitih dimenzija i oblika. Bunkeri ovih oblika primenjuju se uglavnom kao pretovarni, posebno za manje zapremine.

Na sl.18-5 dati su karakteristični oblici ovih bunkera:



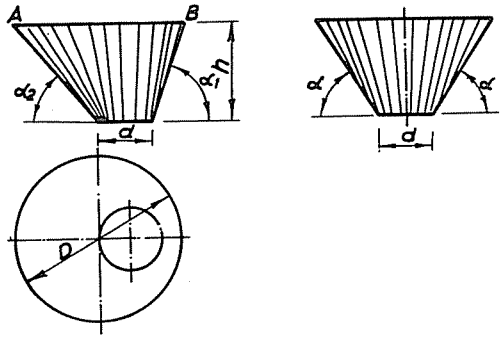
Slika 18-5

Geometrijski parametri

Zapremina bunkera

Opšti izraz za zapreminu koničnog dela bunkera glasi:

$$V = \frac{\pi h}{12}\,(D^2+Dd+d^2)$$



Slika 18-6

ovde su: (sl.18-6)

D - prečnik gornjeg otvora
d - prečnik donjeg otvora
h - visina koničnog dela.

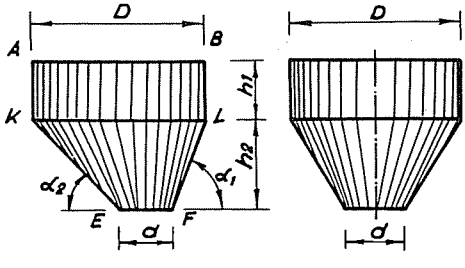
Iz gornjeg izraza se zaključuje da je zapremina svih zarubljenih konusa, koji imaju jednake otvore D i d kao i jednaku visinu h, jednaka, bez obzira na medjusobni položaj ovih otvora,tj. bez obzira da li je reč o kružnom ili eliptičnom konusu.

Kako je za simetričan - kružni konus

$$h = \frac{D-d}{2}\,tg\alpha$$

biće za slučaj poznate zapremine, veličina ulaznog otvora

$$D = \sqrt[3]{\frac{24V}{\pi tg\cdot\alpha} + d^3}$$



Slika 18-7

U slučaju kombinovanog cilindrično-konusnog oblika bunkera, izraz za zapreminu ima oblik: (sl.18-7).

$$V = \frac{\pi D^2}{4}\,h_1 + \frac{\pi h_2}{12}\,(D^2+Dd+d^2)$$

Visine pojedinih delova date su izrazima:

- koničnog dela

$$h_2 = \frac{D-d}{2}\,tg\alpha$$

- cilindričnog dela

$$h_1 = k\cdot D$$

ovde je k - koeficijent proporcionalnosti.

Zamenom vrednosti za h_1 i h_2 izraz za zapreminu dobija oblik:

$$V = \frac{\pi D^3}{24}\,(6k+tg\alpha) - \frac{\pi d^3}{24}\,tg\alpha.$$

Odavde se može dobiti izraz za proračunavanje prečnika ulaznog otvora:

$$D = \sqrt[3]{\frac{24V}{\pi(6k+tg\alpha)} + \pi d^3 tg\ \alpha}$$

Oblik bunkera

Pri izboru oblika bunkera potrebno je voditi računa o dva osnovna uslova:

1. Mogućnosti što lakše izrade.
2. Postizanja što manje težine bunkera.

Zadovoljenje prvog uslova ostvaruje se izborom kružnog oblika koničnog dela bunkera, tj. izborom simetričnog bunkera.

Drugi uslov biće zadovoljen ako se, posle pravilnog izbora ugla nagiba konusnog dela, visina cilindričnog dela izabere što manjom. Povećanje visine cilindričnog dela bunkera, opravdano je samo u slučajevima ograničenja raspoloživih gabarita zgrade.

Na osnovu praktičnih rezultata mogu se preporučiti optimalne vrednosti koeficijenta proporcionalnosti $k = \frac{h_1}{D}$

$$k = 0{,}3\text{-}0{,}6.$$

U opštem slučaju vrednost ovog koeficijenta kreće se u granicama

$$k = 0\text{-}1{,}5.$$

Veličina izlaznog otvora

Izlazni otvori se obično rade okrugli. Minimalna veličina okruglih izlaznih otvora, kao što je već rečeno kod izlaznih otvora pravougaonih bunkera, zavisi od veličine hidrauličnog radijusa.

Ispitivanja su pokazala da je pri uporedjenju isticanja kaluparskog peska kod izlaznih otvora kvadratnog i okruglog poprečnog preseka, čija je stranica jednaka prečniku kruga, tj. kod otvora sa istim hidrauličnim radijusom

$$R = R_o = \frac{F}{L} = \frac{a}{4}$$

isticanje mnogo bolje kroz okrugli izlazni otvor.

Prečnik izlaznog otvora odredjuje se izrazom:

$$d = k\ (D+80)tg\psi_o$$

Kao što se vidi, izraz je identičan izrazu za odredjivanje izlaznog otvora kvadratnog preseka.

Veličinu izlaznog otvora treba proveriti na osnovu zadate propusne moći.

Ugao nagiba konusa bunkera

Optimalni ugao nagiba konusa prema horizontu odredjuje se iz uslova pravilnog isticanja materijala.

Izraz za odredjivanje veličine ovog ugla glasi:

$$\alpha = \psi_0 + C$$

$$C = 5^0 \div 10^0.$$

Propusna moć bunkera

Propusna moć bunkera odredjuje se po istom obrascu kao i kod pravougaonih bunkera.

Sva razmatranja u vezi brzina važe i ovde.

Ostali oblici bunkera ovde se neće razmatrati, jer je njihova primena u livnicama retka.

18.03. Zatvarači bunkera

Zatvarači bunkera služe za zatvaranje i otvaranje izlaznih otvora kao i za regulisanje količine materijala koja se ispušta iz bunkera. Rukovanje ovim uredjajima može biti daljinsko, posredstvom pneumatskih ili hidrauličkih uredjaja, ili pak ručno preko sistema poluga.

U većini slučajeva zatvarači se ne mogu koristiti kao regulatori isticanja materijala. Izuzetak čine zatvarači na bunkerima u kojima su smešteni jako "tečljivi" nehigroskopni materijali.

Postoji niz različitih konstrukcija i tipova zatvarača. Prema načinu dejstva zatvarači se mogu podeliti u tri osnovne grupe:

- I grupu čine zatvarači koji rade na principu presecanja struje materijala. Ovde spadaju: šiberi, sektorski zatvarači, obrtni zatvarači, čeljusni zatvarači, i sl.;
- II grupu čine zatvarači koji rade na principu oscilovanja radnog dela uredjaja upravno na poprečni presek izlaznog otvora bunkera. Ovde spadaju: gusenični, rolo i drugi zatvarači;
- III grupu čine zatvarači koji rade na principu tzv. podupiranja. Ovde spadaju: olučasti, krilni konusni i lančani zatvarači.

U tablici 18-3 date su šeme i osnovne karakteristike pobrojanih tipova zatvarača.

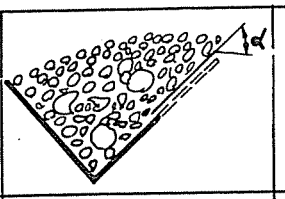
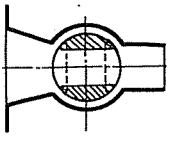
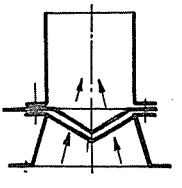
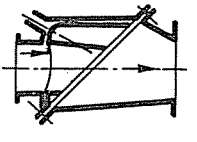
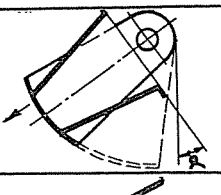
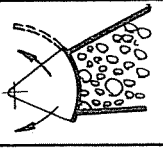
Osim navedenih postoje i drugi tipovi i konstrukcije zatvarača, te pri izboru tipa treba voditi računa da budu zadovoljeni sledeći uslovi:

- sigurnost u eksploataciji,
- jednostavnost i trajnost konstrukcije,
- sigurno zatvaranje (materijal ne ističe pri zatvorenom zatvaraču),
- sigurnost protiv samootvaranja pod pritiskom materijala.

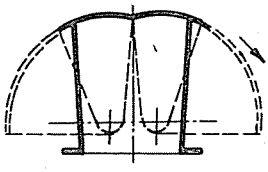
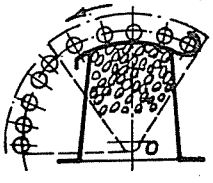
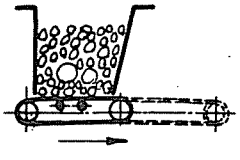
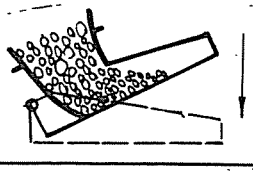
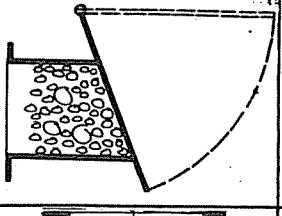
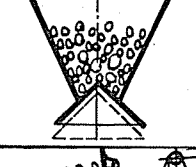
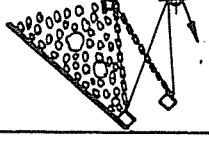
Osim ovih, opštih, postoje u odredjenim slučajevima i posebni zahtevi koje zatvarači treba da ispune: regulisano isticanje materijala, mogućnost daljinskog i automatskog komandovanja i sl.

Tipovi bunkerskih zatvarača

Tablica 18-3

Vrsta zatvarača	Skica zatvarača	Oblast primene	Princip rada i način vezivanja za bunker
ZATVARAČI I GRUPE			
Šiberi		Sve vrste sitnozrnih materijala (bez brašnastih frakcija)	Struja izlazećeg materijala preseca se pod uglom od 0 do 90°
Obrtni zatvarači - horizontalni cilindrični ili konični		Sitnozrne i brašnaste frakcije dobro tečljivih materijala, ali nehigroskopnih	Obrtanje cilindra ili konusa za 90°
Obrtni zatvarači - vertikalni, konični		Isto kao prethodni tip	Obrtanje konusa oko vertikalne ose do poklapanja otvora na pokretnom i nepokretnom delu
Obrtni zatvarači - nagnuti konični		Isto kao prethodni tip	Isto kao prethodni tip
Sektorski zatvarači - udubljeni		Sitno komadasti i sitnozrni materijali, bez brašnastih frakcija	Presecanje struje materijala se vrši obrtanjem zatvarača oko nepomične ose
Sektorski zatvarači ispupčeni		Isto kao prethodni tip	Isto kao prethodni tip

Nastavak tablice 18-3

Čeljusni zatvarači		Komadasti i sitnozrni materijali sa zadržavanjem brašnastih frakcija	Otvaranje se vrši obrtanjem čeljusti oko nepokretnih osa
ZATVARAČI II GRUPE			
Rolo zatvarači		Komadasti materijali manjih gustina	
Gusenični zatvarači sa umetkom ili gusenicom		Lepljivi materijali skloni sleganju većih gustina	Otvaranje se vrši pomeranjem zatvarača u stranu
ZATVARAČI III GRUPE			
Olučasti preklopni zatvarači		Sve vrste frakcija (nepogodni za "tečljive" materijale)	Otvaranje se vrši obrtanjem oluka
Ravni preklopni zatvarači		Isto kao prethodni tip	Isto kao prethodni tip
Konusni zatvarači		Sve vrste frakcija (pogodan i za "tečljive" materijale)	Podizanjem i spuštanjem konusa vrši se podešavanje veličine izlaznog otvora
Lančani zatvarači		Za komadaste materijale	Otvaranje se vrši dizanjem lanaca

Obzirom na napred izloženo, svakako je najpogodnije, ako je to moguće, usvojiti zatvarače prve grupe kao najpodesnije. Zatvarači druge grupe primenjuju se isključivo za lepljive materijale, dok se zatvarači treće grupe primenjuju kao zatvarači velikih pretovarnih bunkera.

18.04. Dodavači

Dodavači su takvi mehanički uredjaji pomoću kojih je omogućeno ravnomerno isticanje materijala iz bunkera i primopredajnih levkova u različite prijemne uredjaje. U većini slučajeva dodavači istovremeno služe i kao zatvarači. Prema konstruktivnom izvodjenju oni se mogu podeliti u tri osnovne grupe:

- I grupu čine dodavači sa vučnim organom (trakasti dodavači, pločasti dodavači, lančani dodavači),
- II grupu čine dodavači sa oscilatornim kretanjem (vibracioni, viseći i stojeći dodavači, oscilatorni dodavači na kolicima i slično),
- III grupu dodavača čine tzv. obrtni dodavači (dodavači sa zavojnim vretenom, dobošasti dodavači, tanjirasti dodavači i slično).

Na slici 18-8 prikazani su neki oblici dodavača. Na slici 18-8a trakasti, na slici 18-8b pločasti, na slici 18-8c lančani, na slici 18-8d pužni, na slici 18-8e tanjirasti, na slici 18-8f dobošasti, na slici 18-8g sektorski, na slici 18-8h vibracioni, na slici 18-8g oscilatorno potisni i na slici 18-8j oscilatorno klateći.

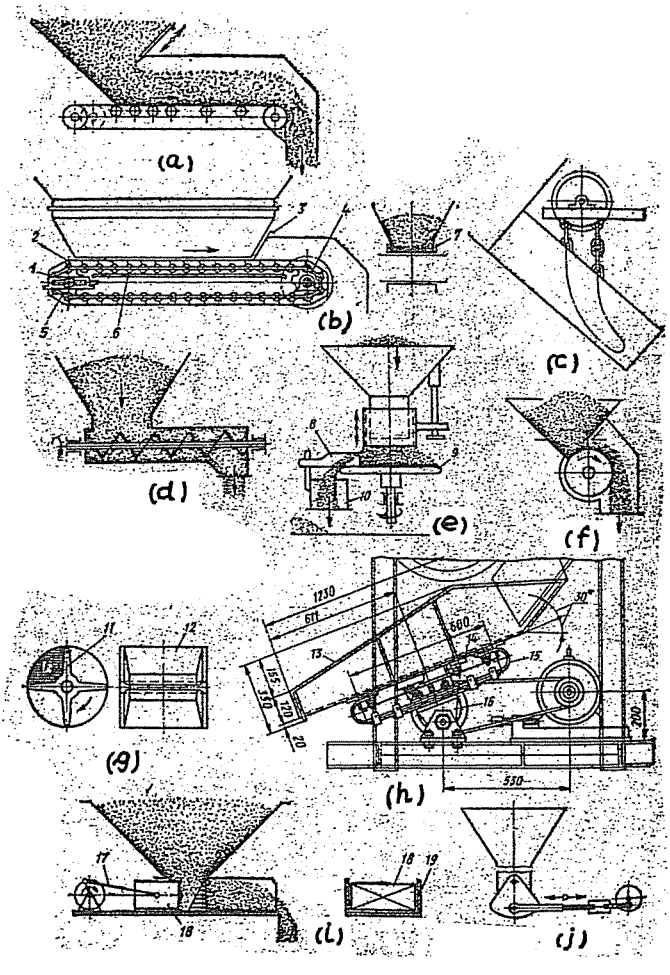
Trakasti dodavači su u stvari trakasti transporteri malih dužina. Rade se kao stacionarni ili pokretni. Pogon se ostvaruje elektromotorima. Prenosni mehanizmi su takvi da omogućuju postizanje malih brzina kretanja trake od 0,05 do 0,5 m/sec. Širina trake kreće se u granicama od 0,4 do 1,2 m, dok dužina može dostići i 4 m.

Traka dodavača nije izložena pritisku materijala iz bunkera jer se horizontalna projekcija izlaznog otvora svodi na pravougaonik minimalnih dimenzija pa se čak može svesti i na nulu. Na slici 18-9 dat je šematski prikaz jednog tipa trakastog dodavača dok su u tablici 18-4 dati podaci o ovom dodavaču.

Proračun kapaciteta i snage motora vrši se pomoću istih obrazaca koji su upotrebljeni i kod trakastih transportera.

Primena ovih dodavača je mnogostruka. Obično se primenjuju kao dodavači za materijale manje krupnoće. Naročito su pogodni za ugradnju ispod bunkera peska.

Pločasti dodavači su kratki pločasti transporteri. Sve ranije izneto o pločastim transporterima može se primeniti i za dodavače. Oblast primene u livnicama je veoma široka. Pogodni su za sve vrste materijala, sigurni su u eksploataciji; primenjuju se naročito kao dodavači ispod bunkera peska.



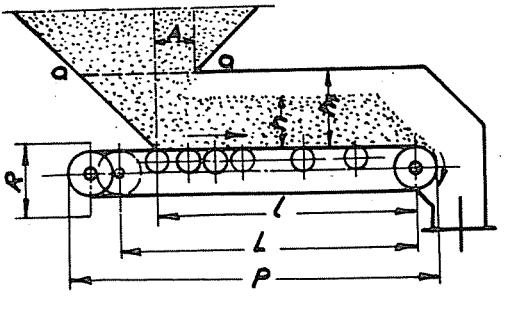
Slika 18-8

Karakteristike trakastih stacionarnih dodavača
(oznake prema slici 18-9)

Tablica 18-4

Osnovne mere mm		Brzina traka m/sek	Instalirana snaga kW	Gabaritne dimenzije mm			Masa kg.
Širina traka B	Rastojanje osa doboša L	v	N	Dužina P	Širina Q	Visina R	
400	900	0,05 - 0,25	1,1	1700	1000	450	750
500	1000	0,05 - 0,25	1,5	1800	1200	550	950
500	1500	0,05 - 0,25	1,5	2300	1200	550	1100
500	2000	0,05 - 0,25	1,8	2800	1200	550	1250
750	1500	0,05 - 0,25	1,8	2400	1600	700	1300
750	2000	0,05 - 0,25	2,2	2900	1600	700	1550
750	2500	0,05 - 0,25	2,6	3400	1600	700	1800
900	2000	0,05 - 0,25	2,6	3000	1800	800	1750
900	2500	0,05 - 0,25	2,9	3500	1800	800	2000
900	3000	0,05 - 0,25	2,9	4000	1800	800	2250
1100	4000	0,05 - 0,25	3,2	5000	2200	900	2900

Podaci o pločastim dodavačima dati su u tablici 18-5, dok je na slici 18-10 data šema stacionarnog pločastog dodavača.

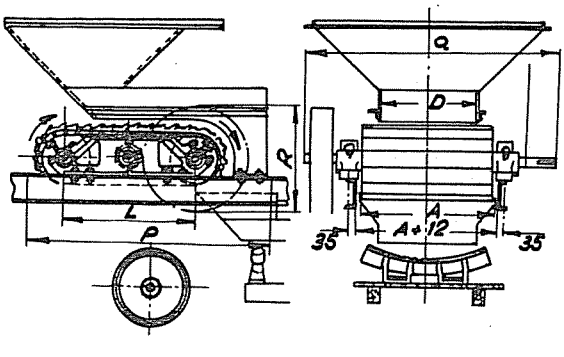


Slika 18-9

Karakteristike pločastih dodavača
(oznake prema slici 18-10)

Tablica 18-5

Osnovne mere mm		Brzina trake m/sec	Instalirana snaga kW	Gabaritne dimenzije mm			Masa kg.
Širina trake B	Rastojanje osa doboša L	v	N	Dužina P	Širina Q	Visina E	
600	1250	0,03 - 0,12	3,0	2250	1300	700	1750
600	1500	0,03 - 0,12	3,0	2500	1300	700	2000
600	2000	0,03 - 0,12	3,0	3000	1300	700	2500
800	1250	0,03 - 0,12	3,0	2400	1500	750	2250
800	1750	0,03 - 0,12	3,7	2900	1500	850	3000
800	2250	0,03 - 0,12	3,7	3400	1500	850	3750
1000	1500	0,025-0,10	3,7	2750	1800	800	3500
1000	2250	0,025-0,10	4,4	3500	1800	900	4500
1000	3000	0,025-0,10	4,4	4250	1800	900	5500
1200	1750	0,025-0,10	4,4	3000	2000	1000	4000
1200	2500	0,025-0,10	5,2	4000	2000	1000	5500
1200	3000	0,025-0,10	5,2	4500	2000	1000	6250



Slika 18-10

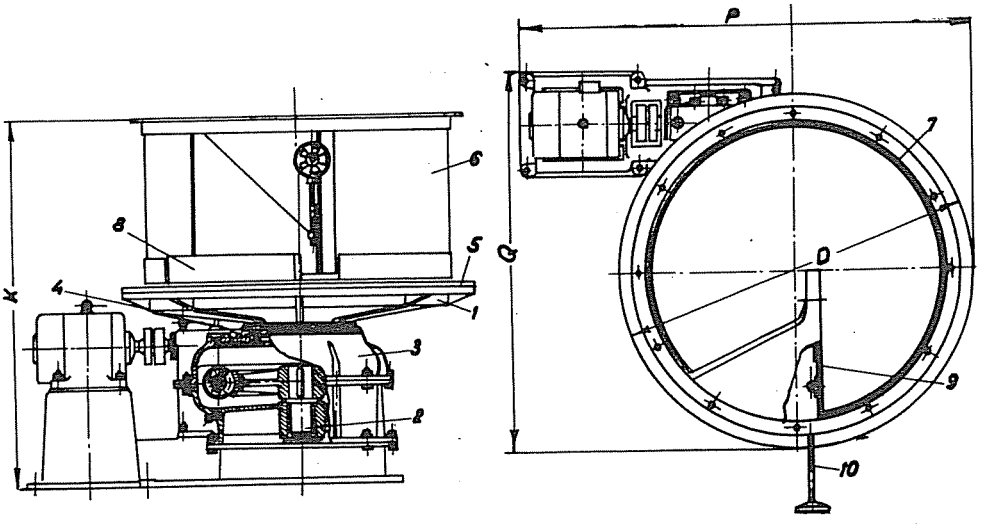
Primena lančanih dodavača u livnicama je veoma retka tako da se o njima u ovom poglavlju neće ni govoriti.

Dodavači II grupe imaju primenu u livnicama uglavnom kod livnica većih kapaciteta i to kao dodavači velikih bunkera.

Iz III grupe dodavača naročito treba istaći dodavače sa zavojnim vretenom.

Dodavači sa zavojnim vretenom su u stvari pužni transporteri, tako da sve rečeno o tim transporterima važi i ovde.

Tanjirasti dodavači, sl. 18-11 nalaze primenu kao dodavači za razne materijale. Princip rada svodi se na obrtanje diska oko vertikalne ose. Primenjuju se za materijale sitnozrne granulacije kao i komadaste materijale veličine do 100 mm. Kapacitet im se kreće od 2 do 20 m^3/čas.



Slika 18-11

Tanjirasti dodavač se sastoji od obrtnog diska iznad koga je postavljena cilindrična cev vezana za otvor bunkera. Na disku se nalazi tzv. skidač materijala koji usmerava materijal u željenom pravcu. Prenosni mehanizam čini reduktor sa koničnim zubima ili pak pužni reduktor. Kapacitet se reguliše podizanjem i spuštanjem teleskopske cevi.

Dodavač prikazan na sl.18-11 radi po nešto izmenjenom principu. Liveni disk vezan za vertikalno vratilo 2 koje je ležištem 4 oslonjeno na kućište 3 prekriven je zaštitnim pločama 5 koje su izlivene od čeličnog liva i koje se mogu menjati. Za čeljust bunkera 7 vezana je cev. Skidanje materijala sa obrtnog diska vrši se jednim ili sa dva skidača 8. Podešavanjem otvora izmedju skidača 9 i diska dozira se količina materijala. Regulacija se vrši mehanizmom za podešavanje 10.

19. L I V A Č K I L O N C I

Proračun broja lonaca

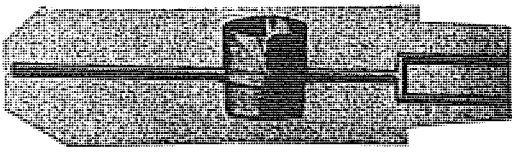
a) Vrste lonaca

Zavisno od načina prenosa lonci za zalivanje kalupa dele se na:

- lonce koji se prenose ručnim putem,
- lonce koji se prenose mehanizovanim putem.

Ručni lonci izradjuju se u veličinama za 20-100 kg liva i služe za zalivanje kalupa sa malim odlivcima. Zapremina lonaca zavisi od količine zalivanog metala, kao i vremena samog zalivanja.

Rastopljeni liv se iz peći za topljenje, ili odgovarajuće predpećice, sipa u lonce kojima se prenosi do mesta zalivanja. Treba voditi računa da veći broj presipanja liva izaziva jače hladjenje i oksidisanje liva.



Slika 19-1

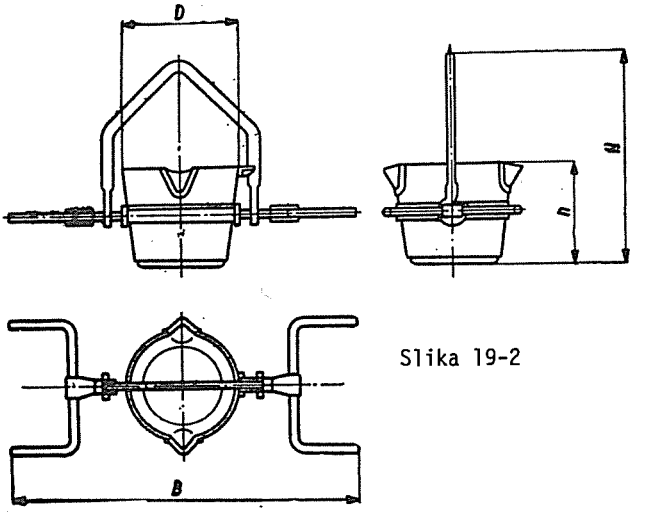
Na slici 19-1 prikazan je ručni lonac zapremine od oko 20 kg liva za zalivanje malih kalupa. Za rukovanje loncem potrebna su dva ranika. U tablici 19-1 dati su podaci o korisnoj zapremini lonaca primenjenih za zalivanje kalupa raznih težinskih grupa odlivaka.

Korisna zapremina lonaca za zalivanje kalupa
različitih težinskih grupa odlivaka

Tablica 19-1

Težinska grupa odlivaka kg		0 do 10	10 do 30	30 do 50	50 do 100	100 do 250	250 do 500	500 do 2000	2000 do 5000
Korisna zaprem. lonca u kg.	ručni lonci	20 do 50	50 do 80	80 do 100	-	-	-	-	-
	mehanizovani lonci		50 do 80	80 do 100	100 do 250	250 do 500	500 do 1000	1000 do 5000	5000 do 10000

Na slici 19-2 prikazan je tip lonca za mehanizovano prenošenje a ručno zalivanje. U tablici 19-2 dati su podaci o ovom tipu lonaca.



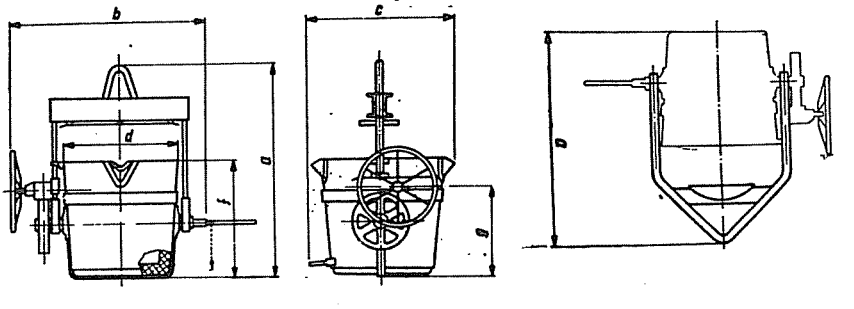
Slika 19-2

Karakteristike livačkih lonaca za mehanizovano prenošenje i ručno zalivanje (podaci prema slici 19-2)

Tablica 19-2

Korisna zapremina metala u kg.	D	B	h	H	Masa obloženog lonca u kg.
	mere u mm				
50	280	2000	305	305	30
75	315	2000	340	340	41
250	465	2400	505	995	89
500	570	2400	615	1210	115

Na slici 19-3 prikazan je tip lonca veće zapremine sa zaštitnom kapom, a u tablici 19-3 dati su podaci o korisnoj zapremini, težini i gabaritnim merama ovog tipa lonca.



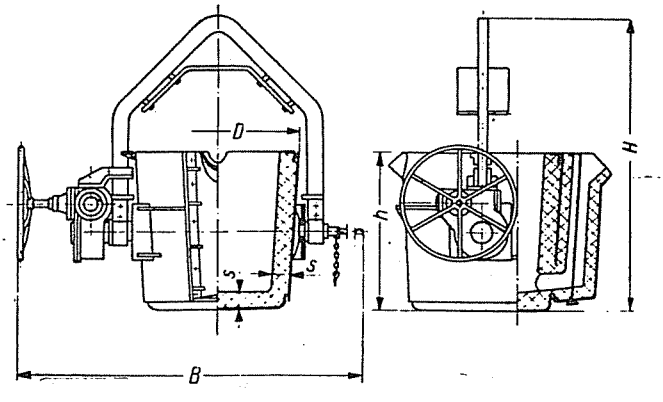
Slika 19-3

Livački lonci za mehanizovano prenošenje (podaci prema slici 19-3)

Tablica 19-3

Korisna zapremina liva kg.	Sopstvena masa kg.	f	d	a
		mere u mm		
1000	500	725	725	1210
1500	750	840	845	1520
2000	1000	950	950	1675
3000	1500	1060	1060	1830
5000	2500	1260	1260	2370
7000	3500	1390	1390	2530
10000	5000	1560	1560	2910
15000	7000	1840	1840	3395

Na slici 19-4 prikazan je tip lonca sa specijalnim kanalom za izlivanje metala, koji obezbedjuje ravnomerno isticanje liva; u tablici 19-4 dati su podaci o ovom tipu lonca.



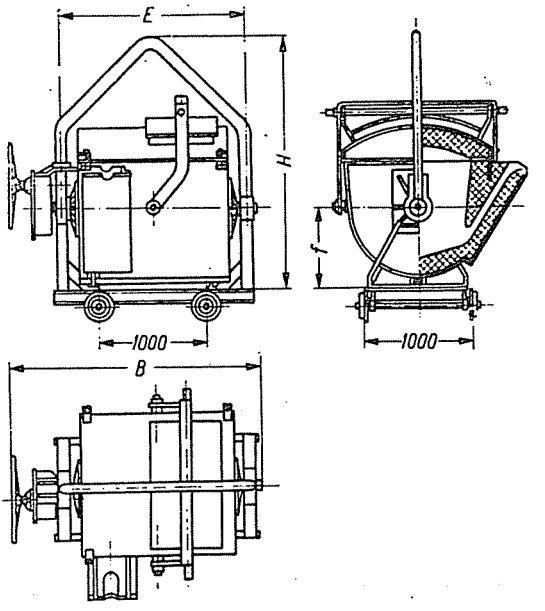
Slika 19-4

Livački lonci sa kanalom za izlivanje (podaci prema sl.19-4)

Tablica 19-4

Korisna zapremina liva kg.	Sopstvena masa kg.	h	D	S	B	H
		mere u mm				
600	713	700	705	85	2070	1380
1500	1270	912	920	90	2335	1675

Na slici 19-5 data je skica lonca za punjenje manjih lonaca. Lonac se može kretati po šinama ili prenositi pomoću dizalice. Tablica 19-5 daje podatke o ovom tipu lonaca.



Slika 19-5

Livački lonci za punjenje manjih lonaca
(podaci prema slici 19-5)

Tablica 19-5.

Korisna zapremina liva kg.	Sopstvena masa kg.	B	E	H	f
		mere u mm			
2000	2400	1950	1380	2050	570
4000	3585	2300	1690	2505	795

U tablici 19-6 dati su podaci o potrebnoj zapremini lonaca pri zalivanju na konvejerima.

Korisne zapremine livačkih lonaca za zalivanje na konvejerima

Tablica 19-6

Vrste konvejera	Srednja masa metala u 1 kalupu kg.	Broj kalupa koji se zalivaju iz 1 lonca	Korisna zapremina lonca u kg.liva	Način prenošenja od peći do konvejera
Konvejer za livenje bez kalupa	9	18-20	150-180	jednošinom dizalicom
Konvejer za male odlivke raznog asortimana	14	14-18	200-250	U loncima bez prolivanja
Konvejer za odlivke različine po asortimanu i težini	25	8-10	200-250	"
Konvejeri za blokove motora	110	5	550	"

Proračun broja lonaca vrši se na osnovu potrebne količine tečnog metala kao i trajanja jednog ciklusa rada lonca. U ciklus rada lonca ulaze:

- vreme zalivanja kalupa,
- vreme transporta lonca (od mesta punjenja do mesta zalivanja),
- vreme povratka lonca na mesto punjenja,
- vreme čekanja, kao i vreme punjenja lonca.

U tablici 19-7 dati su orijentacioni podaci o trajanju ciklusa rada lonca, a u funkciji od zapremine.

Trajanje ciklusa rada livačkih lonaca

Tablica 19-7

Vrste lonaca	Korisna zapremina lonca u kg liva	Trajanje ciklusa min
Ručni lonci	do 50	4-5
Mehanizovani lonci	80-120 150-250 500-1000 1000-5000 5000-10000	5-6 10 15 20 30

Za zalivanje na konvejerima potrebno je izvršiti detaljniji proračun trajanja ciklusa rada lonca.

Ukupno trajanje ciklusa odredjuje se na osnovu utrošenih vremena na pojedine operacije. Obično se zalivanje na konvejerima vrši tako da se iz jednog lonca zaliva više kalupa. U tablici 19-8 dati su podaci o vremenu pri zalivanju na konvejeru.

Trajanje pojedinih operacija pri zalivanju na konvejeru

Tablica 19-8

Tok operacije na 1 kolicima konvejera	Trajanje operacije u sec.
Zalivanje prvog kalupa	5
Prelaz na drugi kalup	2
Zalivanje drugog kalupa	5
Prelaz na druga kolica konvejera	3

Napomena: Trajanje zalivanja od 5 sec. uzeto je kao srednja vrednost za kalupe sa odlivcima mase 20 kg.

Dužina puta zalivanja (put koji konvejer predje pri zalivanju jednog kalupa) odredjuje se na osnovu brzine kretanja konvejera i vremena pojedinih operacija.

Posle završenog proračuna ciklusa rada jednog lonca i odredjivanja dužine puta, koji za to vreme predje konvejer, pristupa se proračunu potrebnog broja lonaca. Pri ovome treba voditi računa o brzinama prenošenja lonaca koje se usvajaju prema usvojenoj brzini kretanja transportnog sredstva. Pri ručnom prenošenju mogu se usvojiti srednje vrednosti, i to:

- prenošenje praznih lonaca 1 m/sec,
- prenošenje punih lonaca 0,75 m/sec,

Prema tome, trajanje jednog ciklusa rada lonca odredjuje se iz zbira vremena trajanja pojedinih operacija. Operacije koje se pri ovome vrše su:

- zalivanje kalupa,
- transport praznog lonca,
- punjenje lonca metalom,
- transport punog lonca.

Osim toga, treba uvek predvideti izvesno vreme koje se javlja kao posledica nepredvidjenih gubitaka.

Broj potrebnih lonaca koji istovremeno rade odredjuje se na sledeći način:

Neka je za jednu smenu, čije efektivno trajanje iznosi 8 časova (480 min.), potrebno zaliti N kalupa. Ako se iz jednog lonca može zaliti m kalupa u toku jednog ciklusa rada lonca, i ako je trajanje ciklusa t_c (min.) biće potreban broj lonaca iz kojih se istovremeno vrši zalivanje:

$$n = \frac{N \cdot t_c}{480 \cdot m \cdot \eta} \quad \text{(kom)}$$

ovde su:

$$m = \frac{M_1}{M_{ul}}$$

M_1 - korisna masa u kg. liva

M_{ul} - masa ulivenog metala u jednom kalupu, koja čini zbir masa odlivaka u kalupu i odgovarajućih ulivnih sistema. Količina metala u ulivcima zavisi od veličina odlivaka na osnovu čega se i ocenjuje; kod malih odlivaka može biti jednaka pa čak i veća od mase samog odlivka.

η - stepen iskorišćenja radnog vremena, $\eta \approx 0,7-0,8$.

Ovo je opšti obrazac za odredjivanje potrebnog broja lonaca.

Kod konvejera, umesto trajanja jedne smene (480 min.), potrebno je uzeti vreme za koje se N kalupa nalazi na konvejeru, tj.

$$T = \frac{N \cdot S}{v \cdot a}$$

ovde je:

T - vreme potrebno za zalivanje N kalupa (min),
S - korak konvejera (m),
v - brzina kretanja konvejera (m/min),
a - broj kalupa na jednoj platformi.

Trajanje vremena zalivanja iz jednog lonca odredjuje se po obrascu:

$$t_1 = \frac{Q \cdot S}{q \cdot a \cdot v \cdot \eta} \quad \text{(min)}$$

ovde su:

Q - masa tečnog metala u loncu (korisna zapremina lonca),
q - masa metala u jednom kalupu (odlivak + ulivni sistem),
S - korak konvejera (m),
a - broj kalupa na jednom platformi,
v - brzina konvejera (m/min),
η - koeficijent popunjenosti konvejera kalupima $\eta=0,8$.

Dužina puta konvejera za zalivanje odredjuje se na osnovu broja lonaca koji istovremeno rade. Odredjivanje ove dužine vrši se grafički.

Pri približnom odredjivanju dužine zalivanja konvejera preporučuje se usvajanje sledećih vrednosti:

- za konvejere koji se kreću brzinom do 3 m/min dužina dela puta za zalivanje iznosi 6-8 m,

- za konvejere koji se kreću većim brzinama usvaja se dužina zalivanja 10-12 m; pri ovome brzina kretanja uredjaja za nošenje lonca jednaka je brzini kretanja konvejera.

Jedan lonac može biti upotrebljavan odredjeni broj časova posle čega se mora izvršiti ponovo oblaganje. Na slikama koje prikazuju pojedine tipove lonaca, kao i u odgovarajućim tablicama, dati su izgledi i podaci o oblogama lonca.

Vek trajanja obloge jednog lonca do ponovnog oblaganja zavisi pre svega od njegove zapremine, kao i od temperature rastopljenog metala u njemu.

Za normalne uslove rada mogu se usvojiti vremena trajanja lonaca prema tablici 19-9.

U tablici 19-10 dat je primer proračuna ukupnog broja lonaca kojim treba da raspolaže jedna livnica. Izbor se vrši na osnovu količine zalivanog metala, a prema vrsti i veličini odlivaka, kako je već ranije objašnjeno.

Vreme trajanja rada livačkog lonca do ponovnog oblaganja

Tablica 19-9

Korisna zapremina liva u loncu kg.	20-30	50-80	150-250	500	1000	1000
Trajanje rada u časovima	2	2-3	3-4	6-8	8	8
Vreme potrebno za oblaganje	6	6	6-8	8-16	16	16
Trajanje ciklusa rada lonca u min.	6	8-9	9-12	17-20	20	24

Proračun ukupnog broja lonaca

Tablica 19-10

Korisna zapremina lonca u kg. liva	Trajanje 1 cikl. min.	Kapacitet lonca kg/h	Količina zalivenog metala kg.	Broj lonaca koji istovremeno rade	Trajanje rada 1 čas.
150	10	900	2700	3	4
250	12	1250	2500	2	4
500	15	2000	4000	2	8
1000	20	3000	3000	1	8

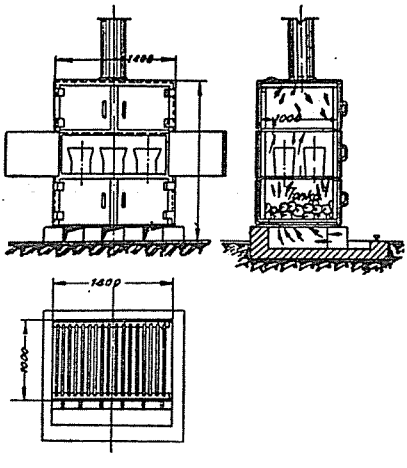
Nastavak tablice 19-10

Broj lonaca koji rade u jednoj smeni	Vreme potrebno za oblaganje lonca u čas.	Broj lonaca u remontu	Rezerva 20%	Usvojeni broj lonaca
6	8	12	2	20
4	8	8	2	14
2	16	4	14	7
1	16	2	1	4

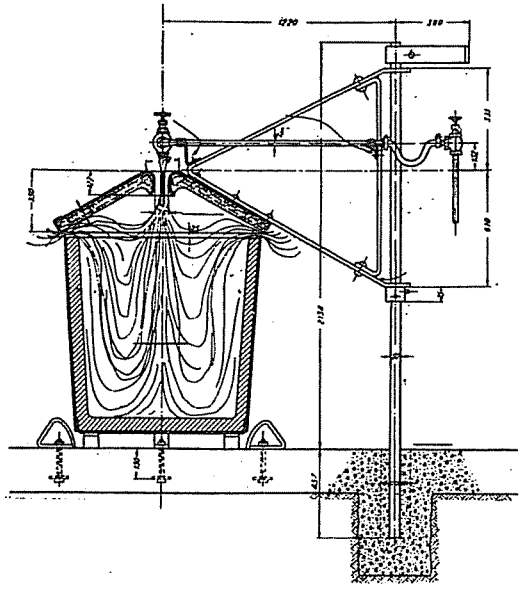
Priprema lonaca

Posle oblaganja lonci se pre upotrebe moraju sušiti. Tip i veličina sušnice zavise od vremena potrebnog za sušenje, tj. od veličine lonca.

Sušenje malih lonaca vrši se u sušnicama vertikalnog (sl.19-6) ili horizontalnog tipa. Veći lonci se suše pomoću posebnih uredjaja sa plamenim mlaznicama, kao što je prikazano na sl.19-7.



Slika 19-6



Slika 19-7

Prostorija za sušenje povezana je jednošinom dizalicom sa odelenjem za zalivanje i opravku lonaca. Površina ovog odelenja odredjuje se na osnovu broja lonaca, načina sušenja i slično.

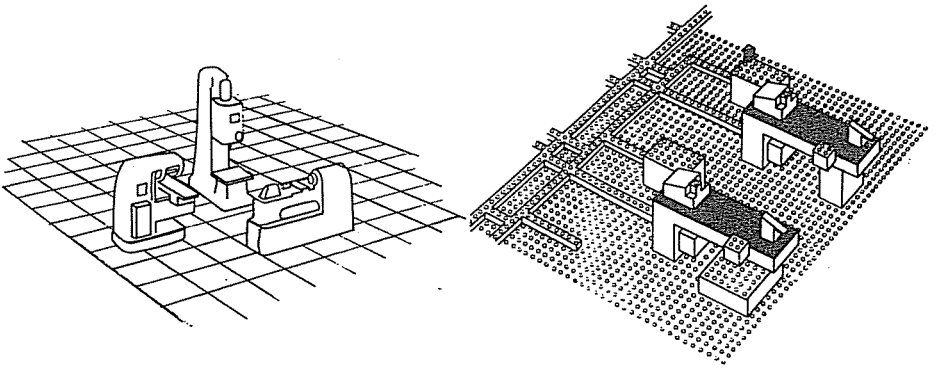
2Q. DISPOZICIONI PLAN

Prema proračunatoj potrebnoj površini i usvojenom rasporedu i sastavu odeljenja i pojedinih službi, a takodje vodeći računa o uslovima gradjevinske izgradnje sastavlja se dispozicioni plan livnice.

Dispozicioni crteži se sastavljaju po sledećem rasporedu: crta se osnova zagrade sa spoljnim zidovima, nanosi mreža stubova sa označenim koordinatama (na x-osi 1,2,3... itd., na y-osi A,B,C,... itd.), i ucrtavaju stubovi sa njihovim temeljima. Razmeštaju se površine odelenja, ucrtavaju glavni prolazi, koloseci, pregradni zidovi i unutrašnja vrata. Na ovako pripremljenom planu se razmeštaju oprema i radna mesta, ucrtavaju dizalice i njihove staze, kao i drugi uredjaji unutrašnjeg transporta.

Razmeštanje opreme i radnih mesta se najlakše izvodi pomoću šablona isečenih od hartije, ili trodimenzionalnih modela (slika 20-1). Gabaritne mere opreme se uzimaju prema najisturenijim delovima mašina i krajnjim isturenim položajima pokretnih organa. Ukoliko je gabarit temelja veći od mašine onda se na planu unose mere temelja. Gabariti opreme i temelja se uzimaju iz kataloga proizvodjača usvojene opreme.

Projektovanje pomoću maketa se izvodi na taj način, što se na osnovu u odredjenoj razmeri nanosi koordinatna mreža i pomoću modela opreme izradjenih od drveta, liva ili plastike, odnosno šablona od hartije, rešavaju problemi konačnog rasporeda tehnološke opreme, pomoćne opreme, transportnih uredjaja, itd. Usvojeno rešenje se ucrtava na osnovu i daju se odgovarajući preseci.



Slika 20-1

Osnove livnica se crtaju u razmeri 1:50 ili 1:100, a za veoma velike pogone 1:200. Poprečni i uzdužni preseci zgrada daju se u razmerama 1:50 i 1:100. Montažni crteži se izradjuju u razmeri 1:50 ili 1:25. U montažnim crtežima moraju se dati kote koje odredjuju položaj temeljnih zavrtnjeva opreme.

Dimenzije vrata u (m) za prolaz (DIN 18223):

	Širina	Visina
- železnice sa električnom vučom	4,5	6,5
- železnice sa parnom vučom	4,5	5,0
- kamiona	3,0	4,50
- kamioneta	3,0	2,25
- putničkih automobila	2,0	2,25
- elektrokolica, tegljača itd.	2,0	2,50

Prolazi u (m) pri opsluživanju (DIN 18225):

	Minimalna širina	Normalna širina
do 100 ljudi	1,10	1,20
do 300 ljudi	1,65	1,80
do 500 ljudi	2,20	2,40

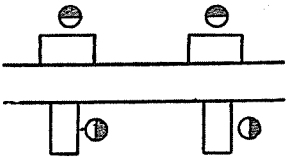
U radnim prostorijama glavni hodnici za prolaz ljudi moraju biti široki najmanje 1,5 m, a sporedni hodnici najmanje 1,0 m. Radi lakog opsluživanja i čišćenja orudja za rad moraju se obezbediti sigurnosni prolazi širine najmanje 0,7 m.

U tablicama 20-1 i 20-2 su date norme za prolaze izmedju mašina i za razmeštaj opreme. Sva data rastojanja su minimalna. Rastojanja izmedju mašina ne uzimaju u obzir površine za postavljanje uredjaja za transport i odlaganje delova alata i pribora pored mašina. Veličina radne zone iznosi minimum 800 mm.

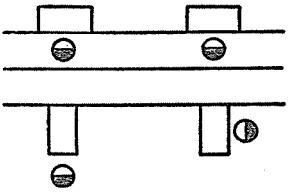
Tablica 20-1

Primenjeni transportni uredjaji	Pravac kretanja	Minimalna širina prolaza u (mm)		
		Bez zone za opsluživanje opreme (sl.20-2)	Sa jednom zonom za opsluživanje opreme (uključujući radnu zonu) (sl.20-3)	Sa dve zone za opsluživanje opreme uključujući radne zone (sl.20-4)
1	2	3	4	5
Ručna kolica širine do 700 m	jednosmeran	1800	1800	2300
	dvosmeran	2000	2300	3000
Elektrokolica ili viljuškari širine do 1200 mm	jednosmeran	2000	2500	3000
	dvosmeran	3000	-	-
Rolganzi	jednosmeran	700+širina rolganga	-	1600+širina rolganga
	dvosmeran	700+širina rolganga	-	1600+širina rolganga
Viseći konvejeri	jednosmeran	-	-	1600+gabarit proizvoda
	dvosmeran	-	-	1600+dvostruki gabarit proizvoda.

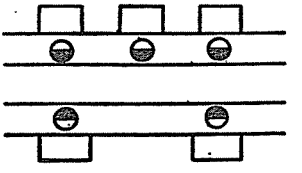
Napomena: 1. Širina radne zone iznosi 800 m.
2. Pretpostavlja se da proizvod ne izlazi iz gabarita transportnog uredjaja.



Slika 20-2



Slika 20-3

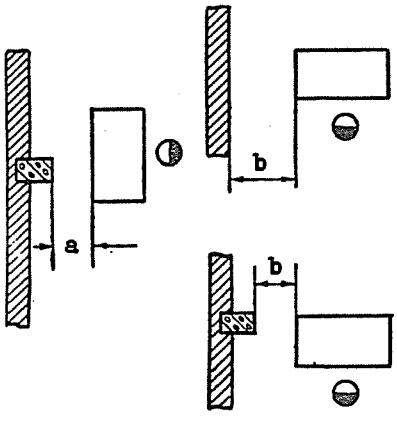


Slika 20-4

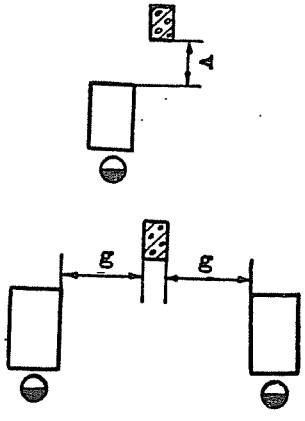
Tablica 20-2

Gabarit opreme u (mm)	Rastojanje od zida do (sl.20-5)		Rastojanje od stuba do (sl.20-6)	
	Zadnje strane mašine (a) u (mm)	Bočne strane mašine (b) u (mm)	Zadnje strane mašine (v) u (mm)	Bočne strane mašine (g) u (mm)
do 1500x1000	600	600	600	600
do 4000x3500	800	700	800	700
do 8000x6000	1000	1000	800	800
preko 8000x6000	1000	1100	900	900
Peći,sušare itd.	1000	900	1000	900

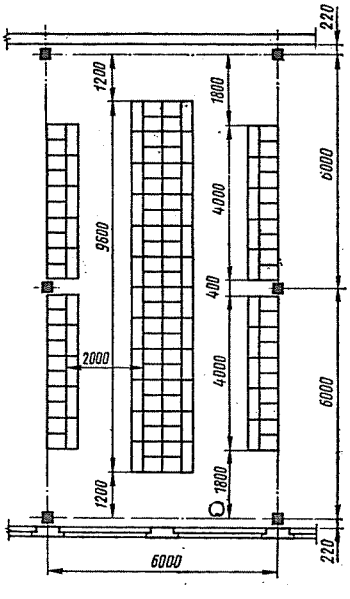
Veličina radne prostorije zavisi od vrste rada koji se u njoj vrši, ali u svakom slučaju mora biti takva da na svako zaposleno lice dolazi najmanje 10 m^3 vazdušnog prostora i 2 m^2 slobodne površine poda. Visina radne prostorije mora biti najmanje 2,80 m.



Slika 20-5



Slika 20-6



Slika 20-7

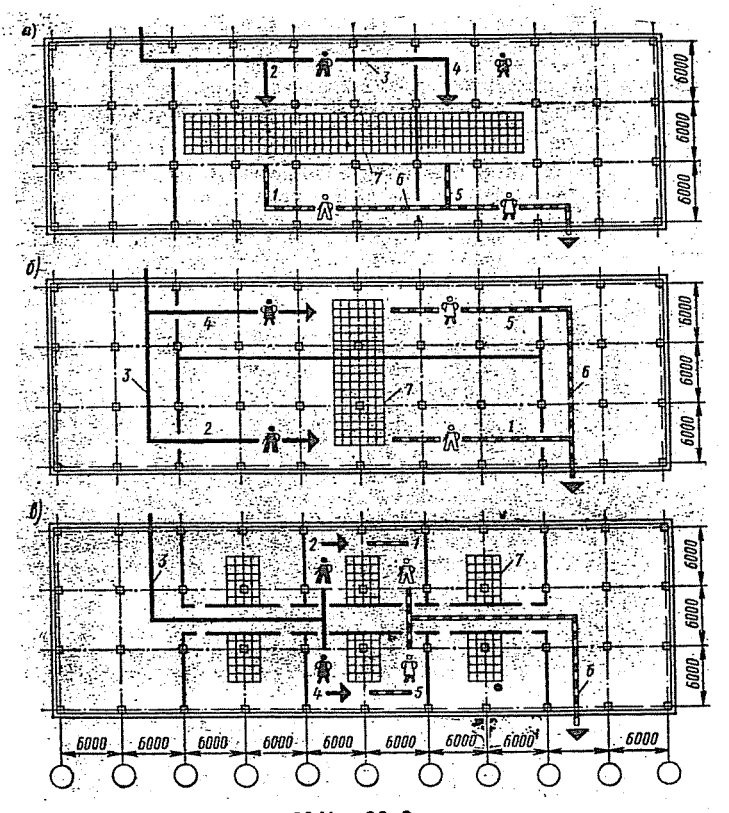
Površine opštih odelenja i sanitarnih prostorija:

a) Odelenje za ručavanje: 1 m^2 po radniku (prosečno zadržavanje radnika 15-20 min). Za pomoćne prostorije i kuhinju se uzima 25-50% od površine odelenja za ručavanje.

b) Zdravstvena stanica:

- lekarska ordinacija 18-20 m^2
- čekaonica 20 m^2

c) Garderobe: 0,5 m^2 po radniku; dimenzije plakara za smeštaj odela radnika su 0,4x0,5x1,8 m. Na slici 20-7 je prikazan raspored opreme u jednoj garderobi, a na slici 20-8 je data šema kretanja radnika i radnica kroz garderobu, u čistoj i zaprljanoj odeći.

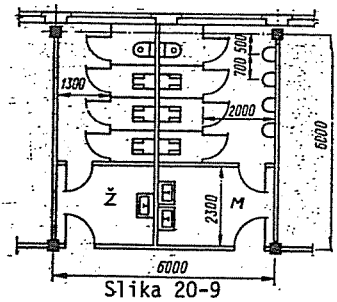


Slika 20-8

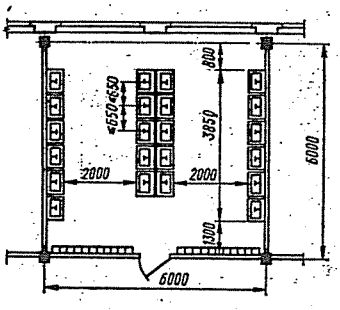
d) Sanitarni objekti:

- WC kabina 1,2x0,8 m (1 kabina dolazi na 10-15 žena i 20-25 muškaraca), slika 20-9,
- pisoar 0,5 m^2 zajedno sa prolazom (1 pisoar na 20 do 25 radnika),
- tuš kabina 1,0x1,0 m (1 kabina na 10 radnika), slika 20-10,
- grupni tuševi - površina 0,5 m^2 po radniku (1 tuš na 20 radnika),
- umivaonik, dimenzije 0,5x0,4 m, dolazi na 5 radnika, slika 20-11.

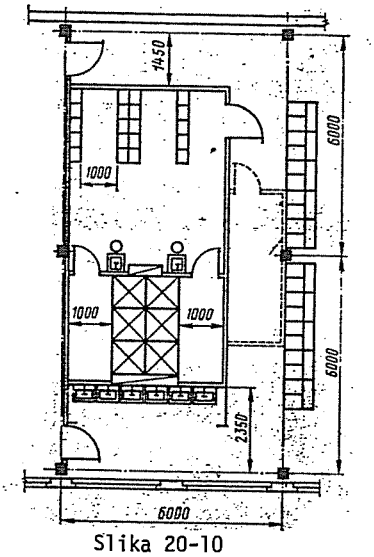
e) Kancelarije. Površina prostorije predvidjene za obavljanje administrativnih poslova mora iznositi najmanje 3 m^2 po jednom zaposlenom radniku, a površina prostorije predvidjene za konstrukcioni biro mora iznositi najmanje 5 m^2 po jednom radnom stolu odnosno tabli za crtanje. Visina tih prostorija ne sme biti manja od 2,5 m.



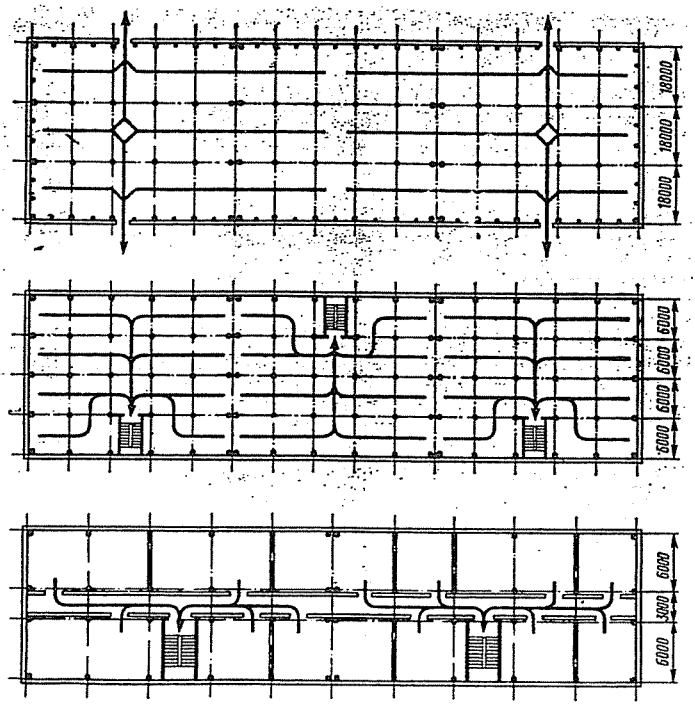
Slika 20-9



Slika 20-11



Slika 20-10



Slika 20-12

Evakuacija radnika

Raspored i broj izlaznih vrata na prizemnim gradjevinskim objektima treba, po pravilu, da budu takvi da odstojanje izmedju najudaljenijeg radnog mesta i najbližeg izlaza ne bude veće od 50 m.

Kod višespratnih gradjevinskih objekata raspored i broj izlaznih vrata treba, po pravilu, da budu takvi da odstojanje izmedju najudaljenijeg radnog mesta i najbližeg izlaza na stepenište ne bude veće od 30 m.

Gradjevinski objekti dužine do 30 m i sa više od 3 sprata, moraju imati najmanje dva dovoljno udaljena stepeništa, od kojih se jedno koristi u slučaju opasnosti. Stepeništa moraju imati izlaze koji vode u slobodan prostor.

Literatura:

1. Djatkov,C.V.: Arhitektura promišlennih zdanii, Moskva 1984.
2. Zrnić,Dj.,Prokić,M., Milović,P.: Projektovanje livnica, Beograd, 1978.
3. Neufert,E.: Bau Entwurslehre I i II, Berlin 1962.
4. Popović,D.: Fabrička postrojenja, Beograd 1962.
5. Fantalov,L.I.: Osnovi projektirovanija litejnih cehov, Moskva 1948.
6. Pravilnik o opštim merama i normativima zaštite na radu za gradjevinske objekte namenjene za radne i pomoćne prostorije (Sl.list SFRJ 27/67, 29/67 i 41/68).
7. Hütte III/1, Beograd 1956.

21. ZGRADE LIVNICA

Pri izboru tipa zgrade i njenih osnovnih parametara, kod projektovanja livnica, treba da se pridržava postojećih gradjevinskih normi i propisa.

Pri razradi tehnološkog dela projektnog zadatka odredjuju se glavni parametri zgrade: osnovne dimenzije osnove, raspored stubova, položaj brodova (polja) i njihova visina (u poljima gde su postavljene dizalice - visina do gornje ivice dizalice šine). Pri odredjivanju širine polja (L) treba voditi računa o standardnim rasponima proizvedenih dizalica (L_k) i standardnim rasponima hala. Dužina polja, rastojanje izmedju osa krajnjih stubova iznosi:

$$A = (n-1)t \quad (m)$$

gde je:

n - broj stubova u redu - duž polja
t - osno rastojanje stubova (standardne vrednosti:5,0; 7,5;10,0;12,5m).

Visina polja (H) (sl.21-1) predstavlja rastojanje od poda do noseće krovne konstrukcije. Visina dizalične staze je rastojanje od poda do gornje ivice dizalične šine. Visina polja (H) u kome nisu smeštene mostovske dizalice ili uredjaji neprekidnog transporta (koji su postavljeni na nosećoj krovnoj konstrukciji), odredjuje se obično u zavisnosti od visine primenjene opreme; pri tom treba voditi računa o mogućnosti montaže i demontaže uredjaja. Visina dizalične staze (H_1), odredjuje se u zavisnosti od visine usvojene opreme, gabarita materijala koji se transportuje i tipa mostovske dizalice.

Visina polja (H) iznosi:

$$H = H_1+h \quad (m)$$

gde je:

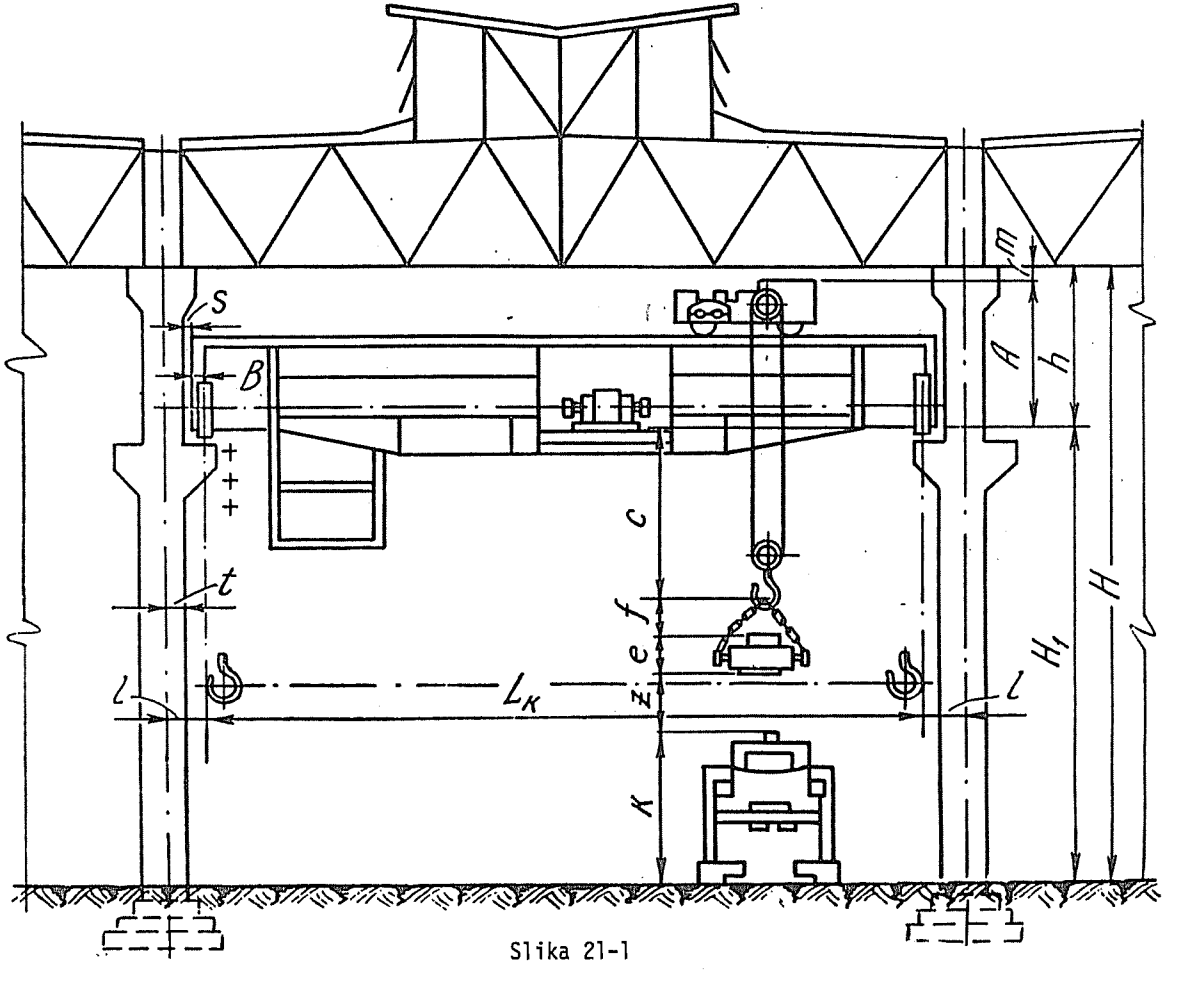
H_1 - visina dizalične šine,
h - rastojanje od gornje ivice dizalične šine do donjeg pojasa noseće krovne konstrukcije.

Veličina (H_1) se odredjuje iz jednačine:

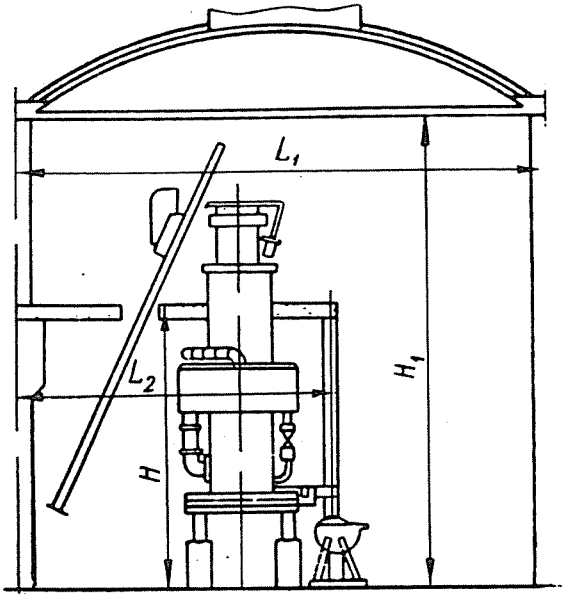
$$H_1 = k+z+e+f+c$$

gde je:

K - gabaritna visina usvojene opreme, preko koje se prenosi teret dizalicama (ova visina ne sme da je manja od 2,3 m),
z - rastojanje sigurnosti, pri prenošenju tereta dizalicom iznad opreme; uzima se 0,5 m,
e - visina najvećeg tereta,
f - dužina organa za vešanje, mereno od gornje ivice do centra kuke dizalice (ova veličina ne sme da je manja od 1 m), i
c - rastojanje od krajnjeg gornjeg položaja kuke do gornje ivice dizalične šine, uzima se prema usvojenoj mostovskoj dizalici.



Slika 21-1



Slika 21-2

Veličina (h) se odredjuje iz jednačine:

$$h=A+m$$

gde je:

A - gabaritna visina mostovske dizalice od gornje ivice dizalične šine do najviše tačke kolica (dizalice), uzima se prema usvojenoj mostovskoj dizalici;

m - rastojanje izmedju najviše tačke dizalice (kolica) i donjeg pojasa noseće krovne konstrukcije (ne sme da je manje od 100 mm).

U tablici 21-1 su date gabaritne mere odelenja za topljenje pri radu sa kupolnim pećima (sl. 21-2).

Tablica 21-1

Kapcitet kupolne peći (t/h)	Nosivost skip podizača u (t)	Širina broda (polja) L_1 u (m)	Širina platforme L_2 u (m)	Visina u (m)		Najmanje rastojanje izmedju osa dve peći u (m)
				do platforme u (m)	do noseće krovne konstrukcije u (m)	
5	1	24	12	5,4	10,8	10
7	1	24	12	7,2	12,6	10
10-12	3	24	12	9,0	16,2	10
15-20	4	24	12	9,0	18,0	12

Pri odredjivanju gabaritnih mera zgrade livnice treba voditi računa da zapremina proizvodnih prostorija ne sme da bude manja od 15 m^3 (za prostorije u kojima se predvidja livenje metala 24 m^3), a njihova površina od 4 m^2 po jednom radniku.

Zgrade livnica mogu da se podele na dve osnovne grupe: prizemne i spratne.

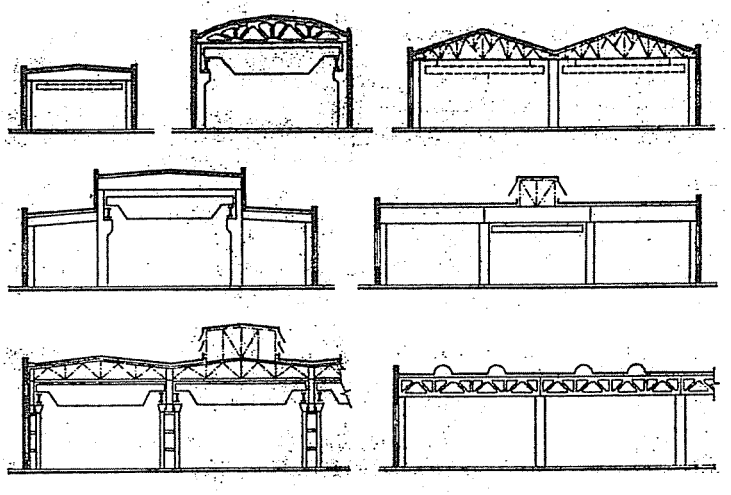
21.01. Prizemne zgrade

Prizemne zgrade se često primenjuju u livnicama, a naročito pri proizvodnji težih komada. Obično se grade sa 3 do 4 polja. Projektuje se sa osnovama pravougaonog ili kvadratnog oblika, zato što su ekonomičnije u odnosu na druge oblike osnova. Pravougaoni i kvadratni oblik osnove su pogodni za smeštaj različitih proizvodnih postrojenja i lako se prilagodjavaju promenama u proizvodnji.

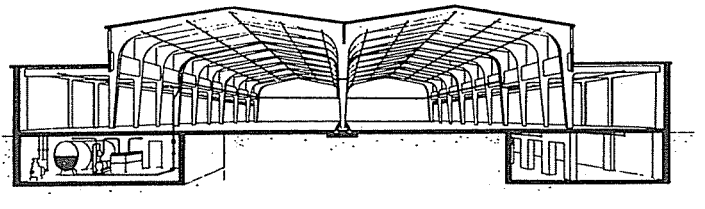
Zgrade ⊓ i ⊔⊔ oblika u osnovi mogu da se primene samo u onim slučajevima gde postoje tehničko-ekonomsko opravdanje.

Najmanja visina prostorija u industrijskim zgradama prema gradjevinskim propisima iznosi 3,0 m. Visine prostorija prizemnih zgrada livnica obično se uzimaju od 3,5 do 4 m, a livničkih hala do 12 m, min. 6 m, zavisno od dimenzija mašina,proizvoda i zahteva transporta. Visina hala u kojima se nalaze mostovske dizalice zavisi od najveće zahtevane visine dizanja i dimenzija konstrukcije dizalice. Dubina prostorija prizemnih gradjevina nije ograničena, zato što se može da predvidi osvetljavanje i kroz krov.

Na slici 21-3 su prikazani preseci različitih tipova standardnih livničkih hala, a na slici 21-4 je dat izgled jedne prizemne zgrade u kojoj je deo pomoćnih odeljenja postavljen ispod nivoa zemljišta.



Slika 21-3



Slika 21-4

Prednosti:

- podovi zgrade su, gotovo uvek, postavljeni u istoj visini sa terenom, tako da je omogućen jednostavan prilaz u sve prostorije, bez potrebe za postavljanjem rampi, dizalica ili stepeništa,
- postoji mogućnost uvodjenja železničkog koloseka u halu,
- manja cena 1 m^2 i 1 m^3 zgrade, nego kod spratnih zgrada,
- ravnomerno prirodno osvetljenje svih prostorija,
- mogućnost povećanja nosivosti poda bez poskupljenja gradnje,
- pogodne su za postavljanje na zemljištu lošeg kvaliteta, zbog malog opterećenja,
- fleksibilne su u odnosu na eventualne promene u proizvodnji, i
- manja opasnost od povreda na radu.

Nedostaci:

- veliki toplotni gubici, i
- zauzimaju veliku površinu.

21.02. Spratne zgrade

U poslednje vreme se pojavila tendencija ka primeni jednospratnih zgrada u livnicama (prizemlje i sprat). U prizemlju se obično postavljaju kancelarije, opšte prostorije, postrojenja za ventilaciju, transformatorske stanice, medjuoperaciona skladišta, sredstva neprekidnog transporta itd. Na ovaj način se izbegava ukopavanje pojedinih uredjaja pod zemlju, skraćuju transportni putevi, ventilacioni kanali i električni vodovi.

Osnovna proizvodna odelenja livnice se smeštaju na prvom spratu.Pri ovakvom komponovanju zgrade stvaraju se veoma pogodni uslovi za opsluživanje opreme; isključuje se neophodnost postavljanja mnogobrojnih vazdušnih kanala unutar proizvodnih odelenja, kao i postavljanje tunela.

Zgrade sa spratom se primenjuju u livnicama koje ne proizvode teške odlivke. Pri projektovanju zgrada sa spratom treba voditi računa da se usvoji odgovarajuća spratna visina da bi se dobilo pogodno prirodno osvetljenje. Spratna visina od 4,0 m. dozvoljava da dubina prostorije iznosi do 7,0 m; veća dubina prostorije zahteva povećanje spratne visine.

Prizemlje i sprat kod ovih tipova zgrade su povezani stepeništem za kretanje zaposlenih (slika 21-5) i liftovima ili nekim drugim transportnim uredjajima za kretanje materijala izmedju spratova.

Na slici 21-6 je dat presek za standardne oblike jednospratnih zgrada.

Prednosti:

- potreban teren, u odnosu na dobijenu površinu je manji nego kod prizemnih zgrada,
- manja dužina transportnih puteva izmedju nekih odelenja kod primene vertikalnog transporta,
- manji troškovi za održavanje i zagrevanje zgrade,
- povoljni uslovi za provetravanje i smeštaj uredjaja za ventilaciju i klimatizaciju,

Tablica 21-2

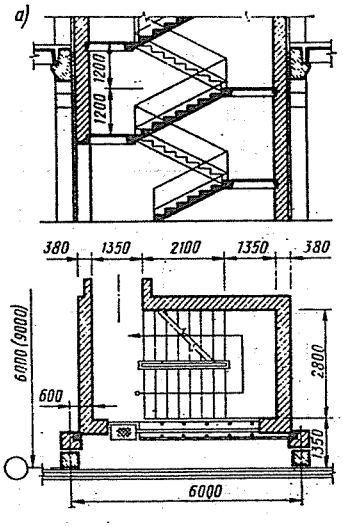
Širina broda (polja) hale u (m)	Cena koštanja 1 m^3 zgrade livnice u SSSR (1964 g.)				
	Visina zgrade u (m)		Zapremina zgrade u 1000 m^3	Cena 1 m^3 zgrade zavisno od vrste stubova u (rub.)	
	Do noseće konstrukcije krova	Gradjevinska visina		Stubovi od armiranog betona	Čelični stubovi
12	8	9,75	5 5 - 10 10	7,11 6,72 6,63	7,81 7,43 7,32
15	8	10	5 5 - 10 10 - 15 15	6,57 6,94 5,76 5,68	7,48 6,79 6,57 6,49
18	9,25	11,7	10 10 - 15 15 - 25 25	5,61 5,27 5,12 4,94	6,40 6,01 5,81 5,61
24	10,25	13,4	15 15 - 25 25 - 50 50	4,63 4,38 4,22 4,06	5,27 4,93 4,76 4,59
24	12	15,6	15 15 - 25 25 - 50 50	4,55 4,24 3,99 3,90	5,51 5,02 4,68 4,54

- mogućnost postavljanja u prizemlje pomoćnih odeljenja, odeljenja za bojenje, kancelarija itd. i
- mogućnost korišćenja gravitacije za transport materijala.

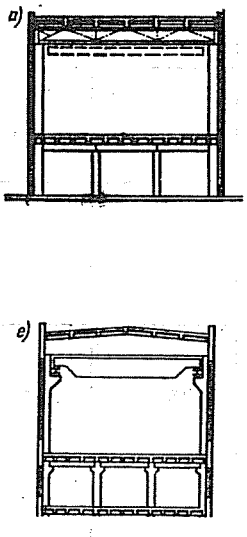
Nedostaci:

- skuplja gradnja u odnosu na prizemne zgrade, i
- ograničeno opterećenje medjuspratnih konstrukcija.

U tablici 21-2 su date cene koštanja za 1 m^3 zgrade livnice, zavisno od usvojene konstrukcije, a u tablici 21-3 su dati uporedni podaci za cenu koštanja 1 m^3 prizemne i jednospratne zgrade livnice u SSSR.



Slika 21-5



Slika 21-6

Tablica 21-3

Pokazatelj za 1962. g.	Prizemna zgrada - proizvodnja liva za radijatore i kotlove	Jednospratna zgrada - proizvodnja sanitarnog liva i armature
Godišnja proizvodnja u (t)	72	36
Zapremina zgrade u (1000 m^3)	98.040	54.000
Cena koštanja (1 m^3) zgrade livnice u (rub.)	7	7,3

Na sl.21-7 su date osnove prizemlja i sprata jedne livnice sivog liva velikoserijske proizvodnje. Oznake na sl.21-7:

a) Osnova prizemlja

1. remont opreme, modela i kalupa
2. odeljenje za bojenje liva
3. skladište kalupa za jezgra
4. skladište modela
5. skladište odlivaka.

b) Osnova prvog sprata

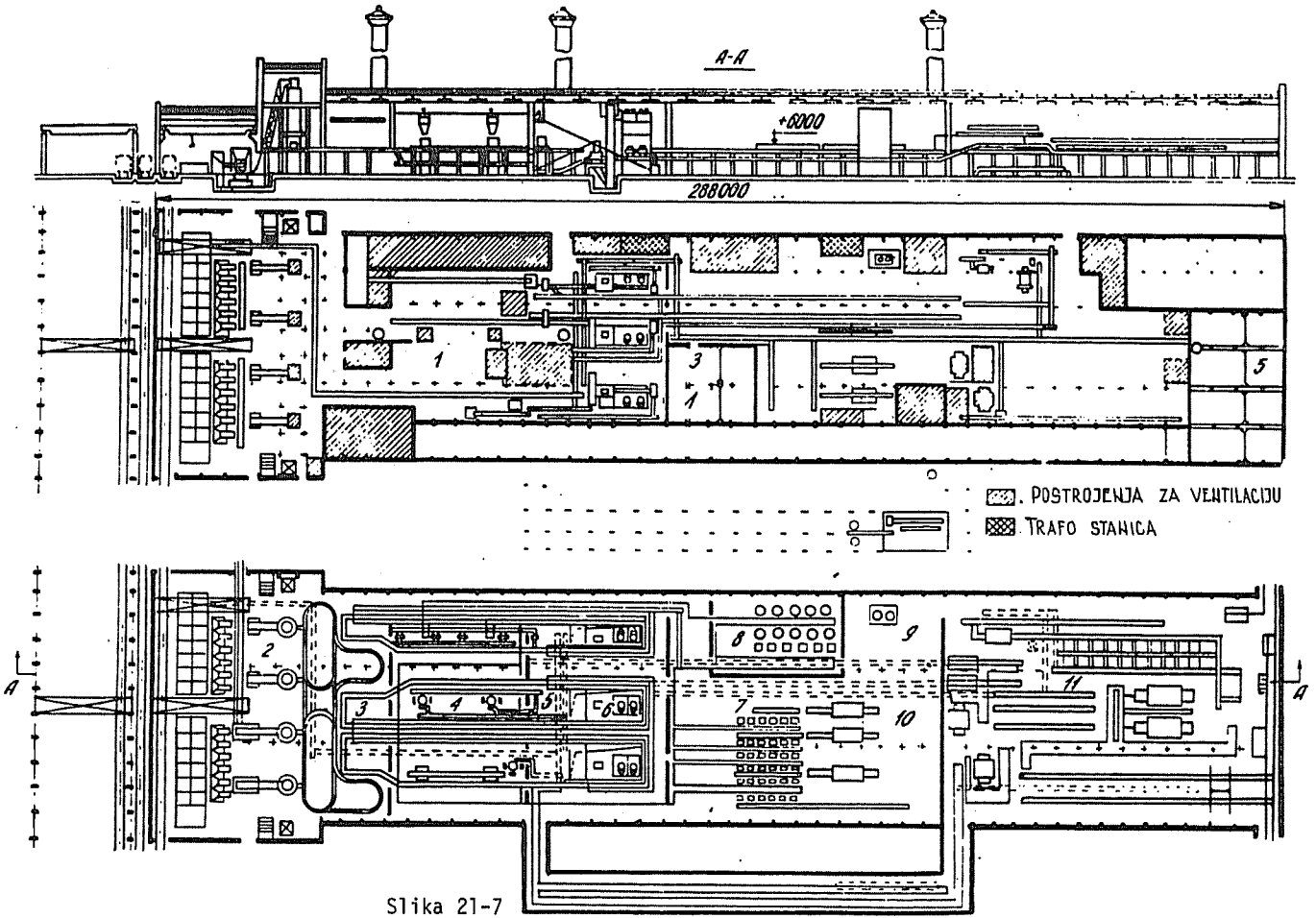
1. otvoreno skladište šarže
2. topionica
3. zalivanje kalupa
4. kalupovanje
5. istresanje
6. priprema peska
7. izrada jezgara
8. izrada jezgara
9. priprema smese za jezgra
10. izrada velikih jezgara
11. čišćenje odlivaka.

21.03. Prirodno osvetlenje zgrada

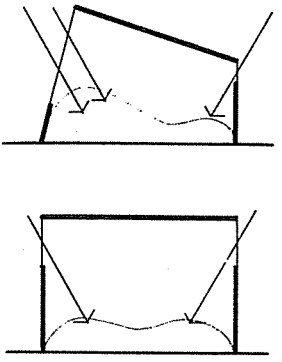
Prirodno osvetlenje zgrada se obezbedjuje propuštanjem dnevne svetlosti kroz zastakljene površine na zidovima ili svetlarnike na krovu. Najpogodnije je postavljati prozore za osvetlenje na vertikalnim zidovima, zbog lakšeg održavanja i opasnosti od prokišnjavanja (slika 21-8 lateralno i bilateralno osvetljenje). Postavljanje prozora na zidovima dovodi do povećanja visine hale, da bi se omogućilo što dublje prodiranje bočne svetlosti. Kod hala sa više polja mora da se naizmenično izdiže jedno polje u odnosu na susedno, ukoliko se želi da koristi bočno osvetljenje (slika 21-9). Ukoliko proizvodni proces zahteva intenzivno osvetljenje, a hale imaju široka polja, mora da se primeni osvetljenje kroz tavanicu. Ovaj način osvetljavanja hala može da se reši uglavnom na tri načina |2|,|3|,|5|

- testerastom krovnom konstrukcijom (Slika 20-10 i 21-11),
- postavljanjem specijalnih svetlarnika - lanterni (slika 21-12 i 21-13), i
- postavljanjem specijalnih otvora na tavanici (Slika 21-14 i 21-15)

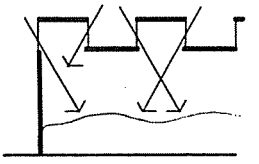
Prva dva načina su pogodnija zato što propuštaju veću količinu svetlosti. Svetlarnici su konstruisani od metalnih profila koji nose staklo.


A-A
+6000
288000
1
3
1
5
POSTROJENJA ZA VENTILACIJU
TRAFO STANICA
A
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
A

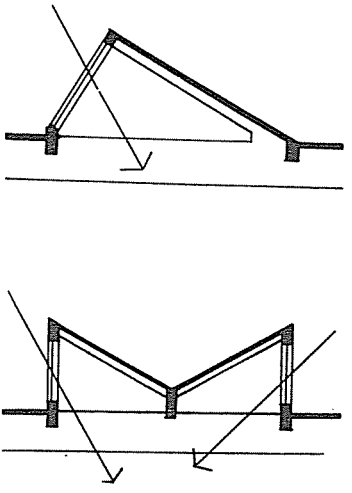
Slika 21-7



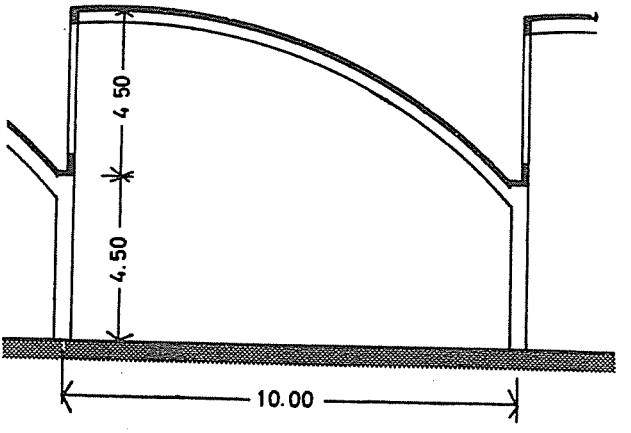
Slika 21-8

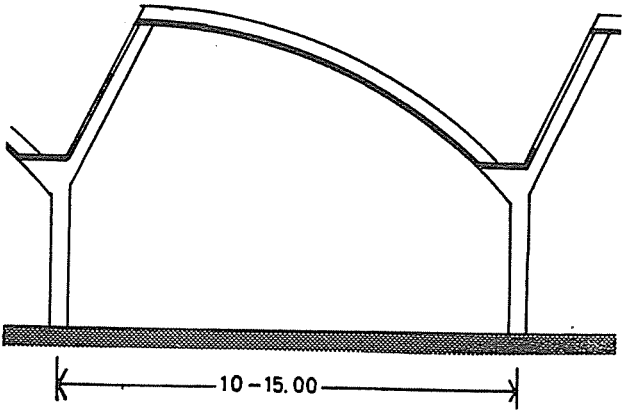


Slika 21-9

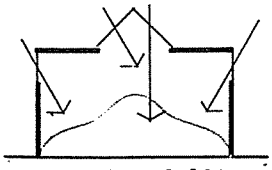


Slika 21-10

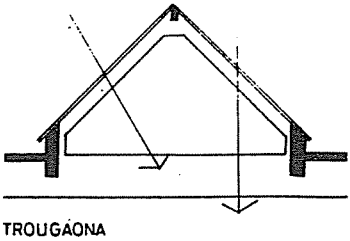




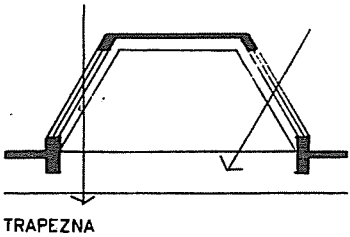
Slika 21-11



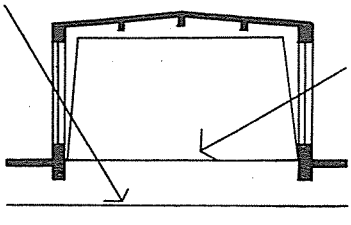
Slika 21-12



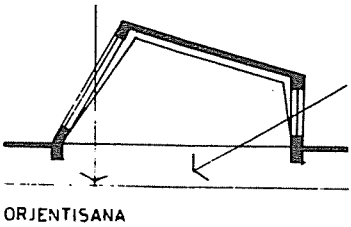
TROUGAONA



TRAPEZNA

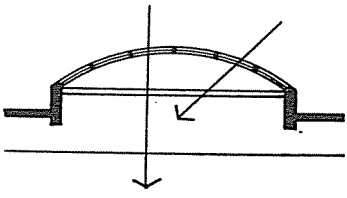


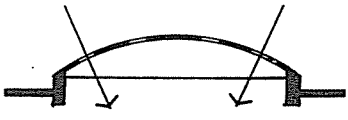
PRAVOUGAONA



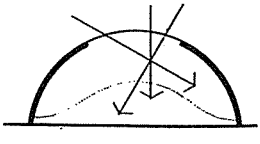
ORJENTISANA

Slika 21-13





Slika 21-14



Slika 21-15

21.04. Specifičan pritisak na pod od različitih vrsta opterećenja (kN/m^2)

1. Skladište šarže i materijala za kalupovanje:
   - uzdužni prolaz pored spoljnog zida na kome je postavljen železnički kolosek 50
   - skladište za metalnu šaržu 150
   - skladište materijala za kalupovanje..... 150
   - skladište za koks i krečnjak 50
2. Odeljenje za pripremu peska..... 20-30
3. Jezgrarnica 20-30
4. Skladište modela i kalupa za izradu jezgara..... 10-30
5. Topionica (opterećenje od lonaca za livenje) pri proizvodnji odlivaka:
   - do 100 kg..... 10-20
   - do 1000 kg. 20-30
   - do 5000 kg. 50-80
   - do 15000 kg. 100-120
   - do 50000 kg. 150-200
6. Odeljenje za kalupovanje i zalivanje kalupa:
   a) zalivanje na konvejeru 20-30
   b) opterećenje od zalivenih kalupa pri težini odlivaka:
   - do 100 kg. 15-20
   - do 1000 kg. 20-30
   - do 5000 kg. 40-50
   - do 15000 kg. 50-80
   - do 50000 kg. 80-100

   c) Prostor za istresanje odlivaka 20-30
7. Odeljenje za čišćenje i odeljenje za termičku obradu odlivaka 10-30
8. Skladište gotovih odlivaka 10-60
9. Prolazi za kolica, viljuškare, tegljače sa prikolicama itd. 20-30

Literatura:

1. Bogdanov,V.N.i dr.: Projektirovanije kompleksno mehanizirovanih čugunolitejnih cehov,Moskva 1964.
2. Damjanović,V.: Industrijski kompleksi i zgrade,Beograd,1972.
3. Zrnić,Dj.: Priručnik za projektovanje radionica,Beograd 1969.
4. Zrnić,Dj.Prokić,M., Milović,P.: Projektovanje livnica,Beograd 1978.
5. Kojić,B.: Projektovanje privrednih i industrijskih zgrada I, Beograd 1950.
6. Makurin,P.I.: Tehnika bezopasnosti v litejnih cehah Moskva 1965.
7. Popović,D.: Fabrička postrojenja, Beograd 1962.
8. Popović,T. i Stojanović,V.: Priručnik za primenu propisa o zaštiti na radu, Beograd 1967.

22. SITUACIONI PLAN

Situacioni plan predstavlja raspored, i u okviru jedne jedinstvene organizacione celine objekata visoke gradnje, saobraćajnica, energetskih postrojenja i razvodnih mreža u zavisnosti od mesta i konfiguracije zemljišta. Pri razmeštanju objekata u okviru industrijskog kompleksa pojedini objekti se grupišu u zone prema tehnološkim karakteristikama i nameni. Podela na zone je neophodna da se obezbedi normalni tok proizvodnje dobrom organizacijom prostora i da se izdvajanjem odredjenih grupacija postigne potrebna izolacija pojedinih objekata i na taj način se spreče nepodesni uzajamni uticaji.

Razlikuju se tri osnovne zone:

- proizvodna zona - obuhvata sve radioničke prostore proizvodnih odeljenja i pomoćnih radionica i odeljenja, skladišta i postrojenja koja obezbedjuju uslove rada u okviru ove zone,
- energetska zona - sadrži objekte u kojima se proizvodi ili preradjuje energija namenjena za opsluživanje proizvodnje i obezbedjenje uslova rada,
- zona pratećih službi - uprava, tehnički biroi, administracija, priprema proizvodnje, garaže, ambulanta, restoran itd.

Redosled projektovanja:

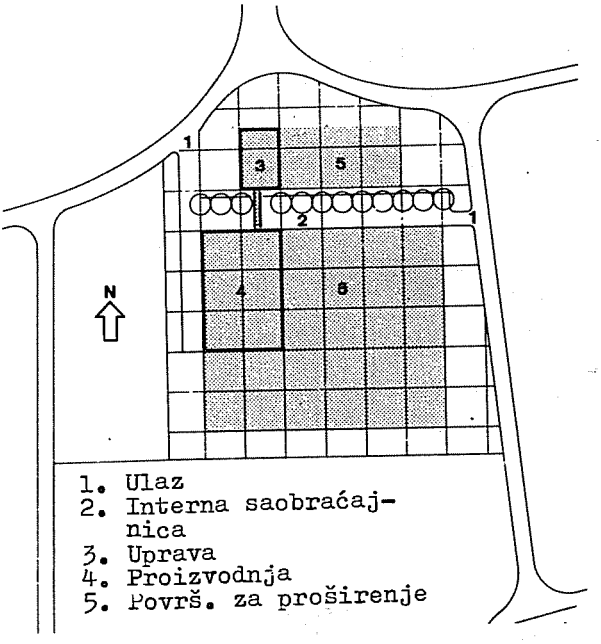
1. Izrada idejnog rešenja situacionog plana - predstavlja idealizovani optimalni raspored saobraćajnica, energetskih i drugih postrojenja. Izradjen je na osnovu funkcionalnih zavisnosti pojedinih objekata.

2. Glavni projekat situacionog plana - ovaj projekat se radi na osnovu gotovih projekata pojedinih objekata i postrojenja. Predstavlja detaljno rešenje rasporeda pojedinih objekata sa definisanim uzajamnim vezama i odnosima izmedju pojedinih objekata, saobraćajnica, energetskih i drugih postrojenja.

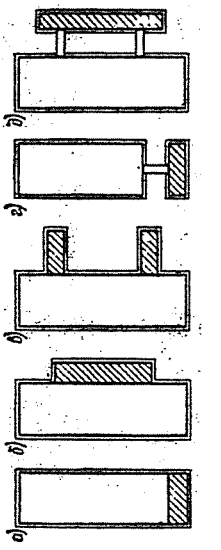
Podaci neophodni za izradu situacionog plana:

- raspoloživa veličina terena,
- geodetski snimak terena,
- podaci o klimatskim i hidrometeorološkim uslovima,
- podaci o geomehaničkom karakteru zemljišta,
- sastav preduzeća u pogledu organizaciono-tehnološke strukture,
- opšta šema tehnološkog procesa,
- količine materijala koje se kreću kroz proces,
- veličina svih objekata sa naznačenom namenom i opštim karakteristikama,
- podaci o postojećim objektima u blizini i mogućnosti povezivanja sa njima,
- stepen štetnosti i opasnosti fizičko-hemijskih emenacija pojedinih faza obrada i instalacija, i
- statičko-dinamički uticaji mašinskog parka i transportnih uredjaja.

Proizvodni tok odredjuje raspored zgrada na terenu. Pojedine zgrade se postavljaju jedna prema drugoj po redosledu tehnološkog procesa. Pri tome treba voditi računa da se što više skrate transportni putevi. Rastojanje izmedju zgrada treba tako izabrati da se omogući dobro osvetljenje i provetravanje svih prostorija. Najmanja rastojanja su propisana gradjevinskim propi-



Slika 22-1



Slika 22-2

sima. Prilikom postavljanja situacionog rešenja treba voditi računa o mogućnosti proširenja fabrike (slika 22-1).

Položaj objekta pratećih službi u odnosu na proizvodna odeljenja je prikazan na slici 22-2.

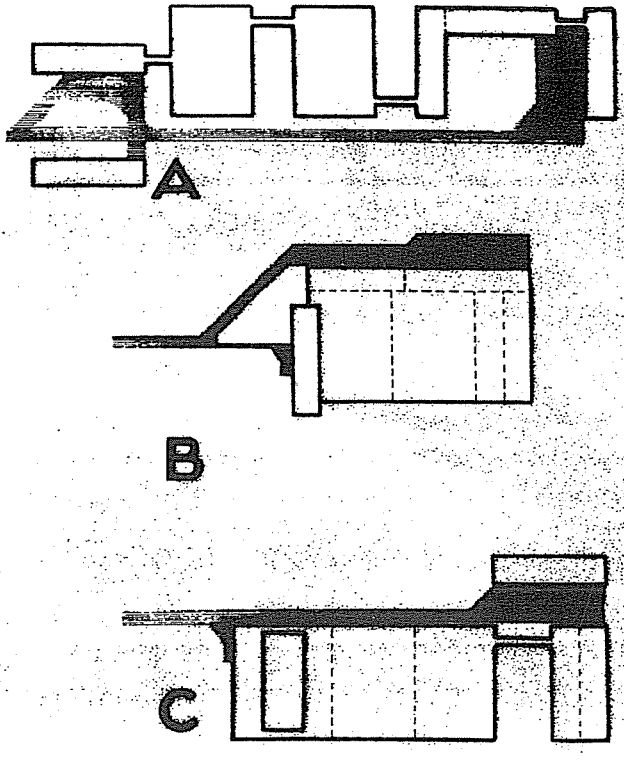
Postoje tri osnovna načina izgradnje industrijskih kompleksa |6|:

1. Paviljonski sistem (slika 22-3-A),
2. Blok sistem (slika 22-3-B),
3. Mešoviti sistem (slika 22-3-C).

Kod paviljonskog sistema sve zone su izdvojene u posebne zgrade. Postavljanje objekata se vrši prema tehnološkom procesu. Primenjuju se u teškoj mašinogradnji, metalurgiji, hemijskoj industriji, itd.

Izdvajanjem pojedinih radnih sredina u posebne objekte postiže se dobra izolacija i tako se sprečavaju svi nepogodni medjusobni uticaji - prenošenje buke, vibracija i potresa.

Radionički prostori paviljonskih kompleksa su obično izduženog oblika sa relativno uzanim poljima. Ovaj oblik omogućuje bočno uvodjenje dnevne svetlosti u radionički prostor i obezbedjuje efikasnost provetravanja prostorija. Kod ovog sistema obezbedjeno je lako proširenje svake zgrade ponaosob ne ometajući proizvodnju.



Slika 22-3

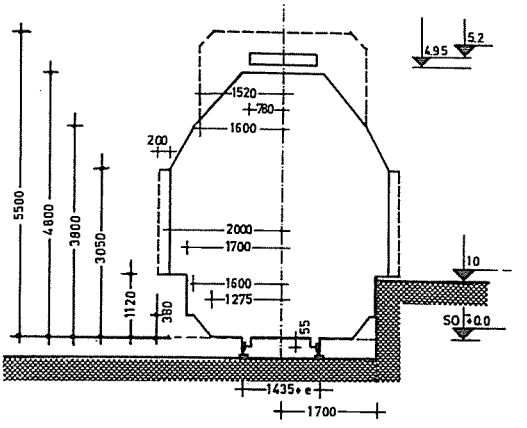
Osnovne karakteristike paviljonskog sistema:

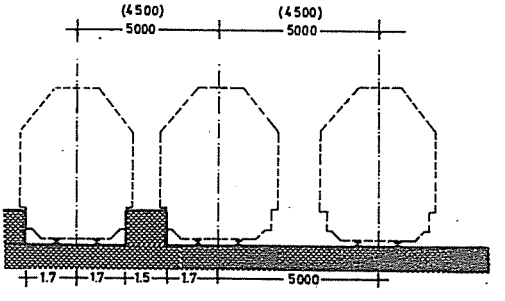
- zahteva veliku površinu zemljišta,
- mreža instalacija je razgranata i dugačka,
- nepovoljna organizacija transporta i kretanje ljudstva, i
- otežan nadzor i upravljanje proizvodnjom.

Kod blok sistema izgradnje sve zone su smeštene u jednu kompaktnu celinu. Arhitektonski posmatrano to su veliki prizemni ili spratni jedinstveni objekti.

Osnovne karakteristike blok sistema:

- koristi ga prvenstveno laka preradjivačka industrija,
- kratki transportni putevi,
- racionalno korišćenje raspoloživog terena,
- za postavljanje blok sistema neophodni su ravni tereni,
- spoljne komunikacije izmedju pojedinih odeljenja su isključene,
- otežana etapna izgradnja,
- povoljan je kada je potrebno klimatizovati sredinu, i
- olakšan nadzor i upravljanje proizvodnjom, s obzirom da je cela proizvodnja smeštena u jedinstveni prostor.





Slika 22-4

Mešoviti sistem je kompromisno rešenje koje treba da ublaži nedostatke oba sistema i iskoristi njihove prednosti.

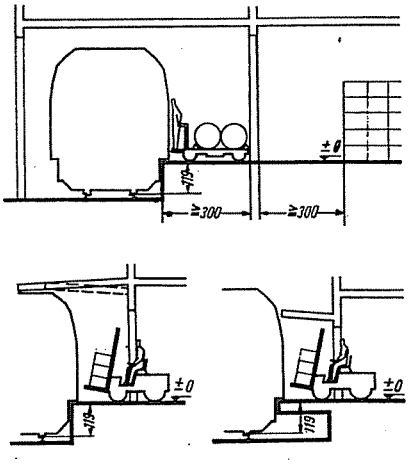
22.01. Odredjivanje veličine terena

Veličina terena na kome se postavlja livnica odredjuje se u zavisnosti od površine potrebne za postavljanje zgrada, prolaza, železničkih koloseka i drugih saobraćajnica. Prethodno je neophodno rešiti projekat industrijskih železničkih koloseka, zato što oni obično zauzimaju mnogo mesta usled velikih radijusa krivina. Najpovoljnije rešenje se dobija kada se zgrade postave pod uglom u odnosu na glavni industrijski kolosek. često se jedan krak industrijskog koloseka uvodi u halu, tako da se omogućuje istovar vagona dizalicama. Prostor potreban za postavljanje industrijskog koloseka je dat na slici 22-4, a veličina rampi za istovar na slici 22-5.

Najmanji poluprečnici krivina kod železničkih priključaka:

- po kojima se kreću lokomotive sa glavne pruge 180 m
- po kojima se kreću lokomotive sa sporedne pruge 140 m
- po kojima se kreću vagoni sa osovinskim razmakom ispod 4,5 m 100 m.

Ugao skretnice - ugao pod kojim se vrši skretanje sa koloseka iznosi: 1:12; 1:10; 1:9 ili 1:7,5.



Slika 22-5

Pored železničkih koloseka i putevi znatno utiču na odredjivanje ukupne površine terena za postavljanje livničkih hala i ostalih pomoćnih zgrada. Mreža puteva mora da bude funkcionalna, ekonomična i da omogućuje perspektivno proširenje pogona. Sve zgrade moraju da imaju izgradjene prilaze.

Širina puteva u (m):

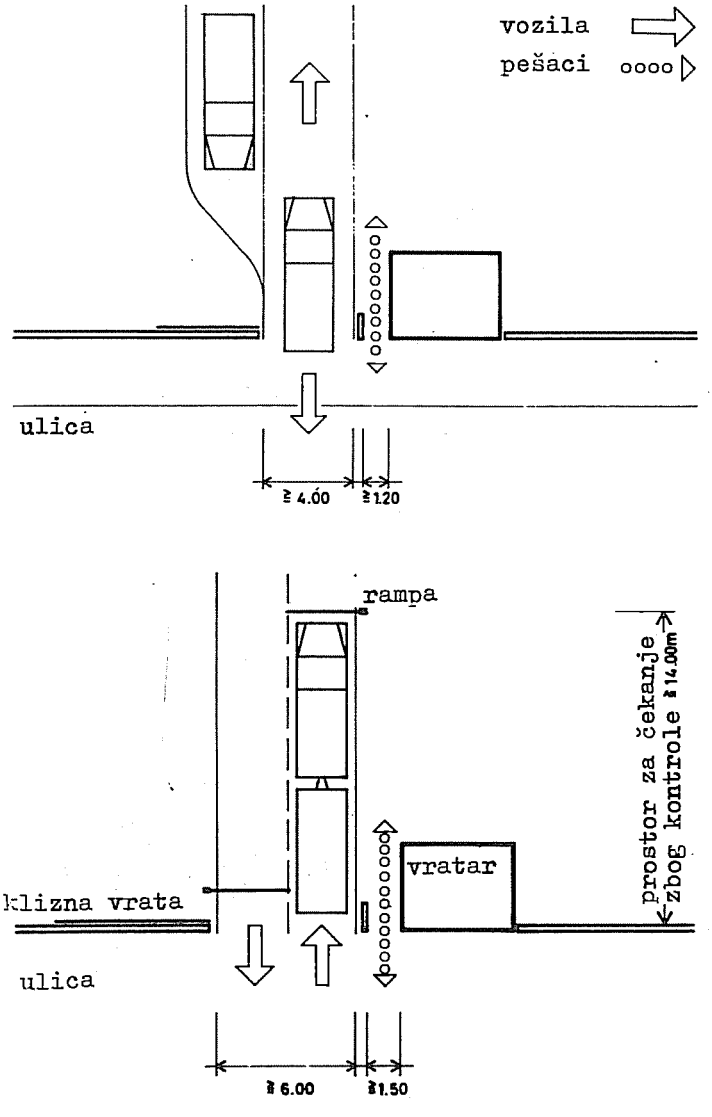
- za jednosmerni saobraćaj 4,0
- za dvosmerni saobraćaj 6,0
- pešačka staza,najmanje 1,2
- pešačka staza, obična 1,5
- pešačka staza kod intenzivnog saobraćaja 2,0

Primer rešenja ulaza u fabriku, za jednosmeran i dvosmeran saobraćaj, je dat na slici 22-6.

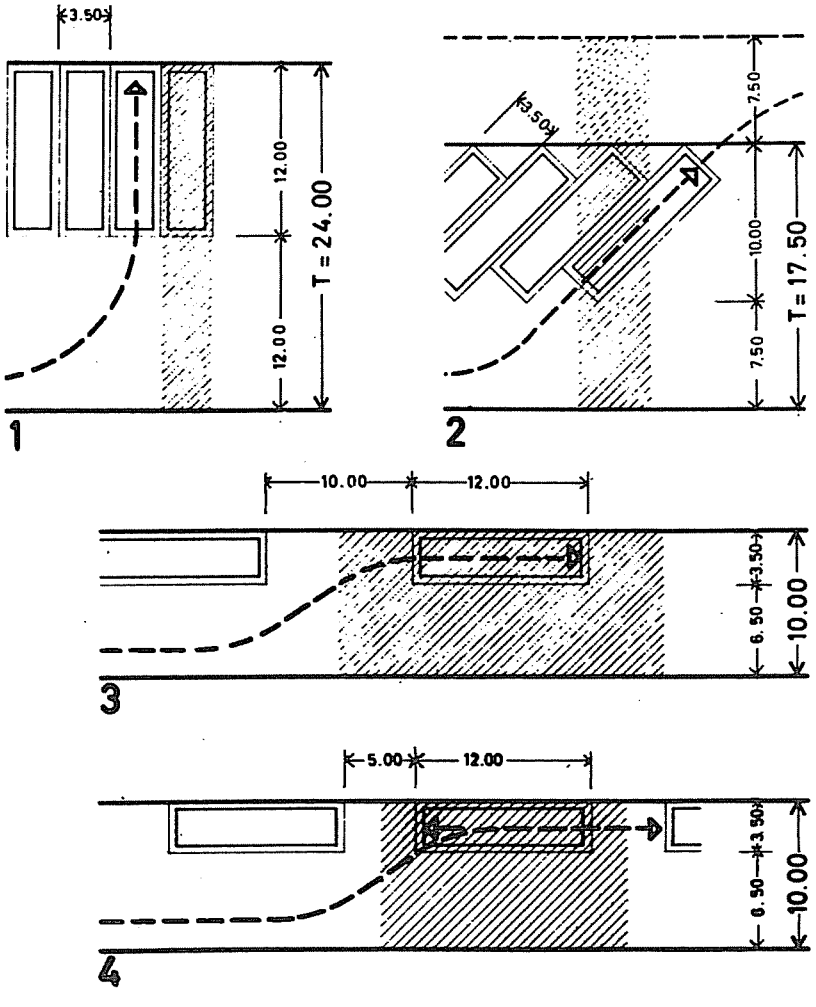
Na slici 22-7 je dat potreban prostor za parkiranje teretnih vozila, a na slici 22-8 za parkiranje putničkih vozila. Šrafirana površina označava potreban prostor po jednom vozilu za manevrisanje i parkiranje.

Na slici 22-9 je dat prostor potreban za manevrisanje i parkiranje tegljača.

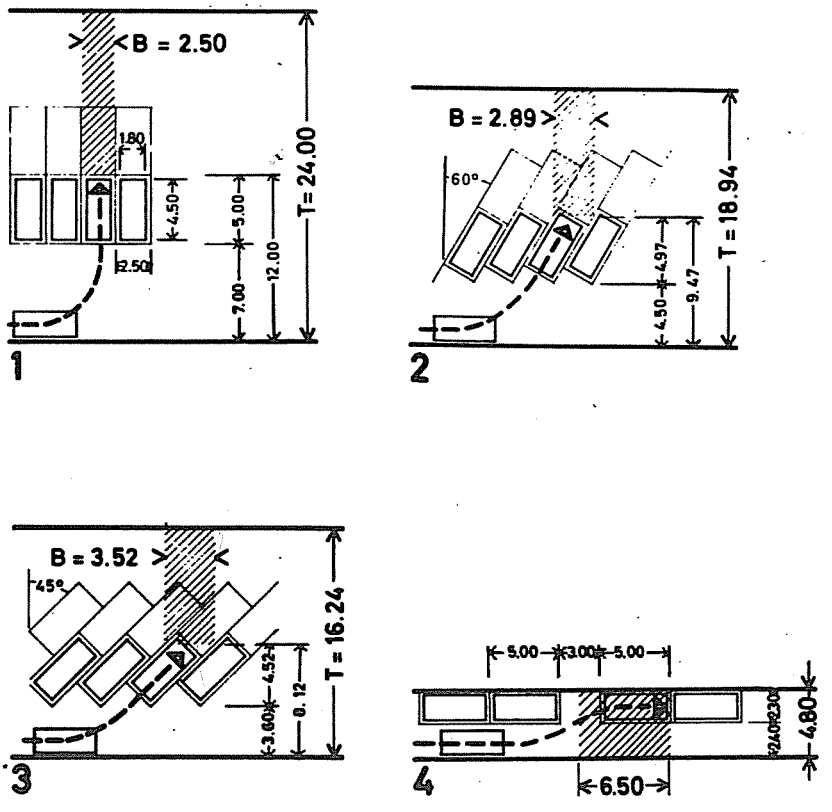
Na slikama 22-10 do 22-12 su dati najmanji poluprečnici krivina i neophodan prostor potreban za okretanje teretnih vozila.


vozila
pešaci
ulica
≥ 4.00
≥ 1.20
rampa
prostor za čekanje zbog kontrole ≥ 14.00m
vratar
klizna vrata
ulica
≥ 6.00
≥ 1.50

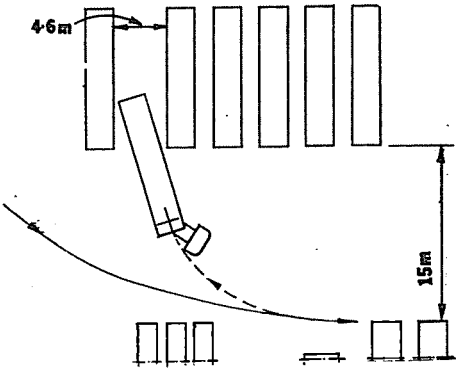
Slika 22-6


3.50
12.00
12.00
T = 24.00
1
3.50
7.50
10.00
7.50
T = 17.50
2
10.00
12.00
3.50
6.50
10.00
3
5.00
12.00
3.50
6.50
10.00
4

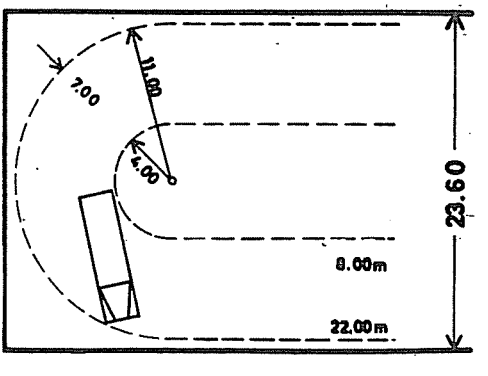
Slika 22-7



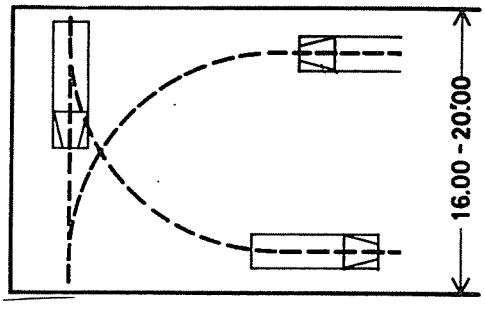
Slika 22-8



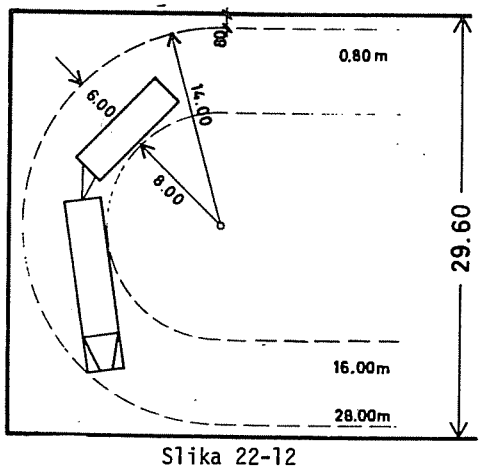
Slika 22-9



Slika 22-10



Slika 22-11



Slika 22-12

22.02. Položaj zgrade livnice u odnosu na druge zgrade fabrike

1. Na teritoriji fabrike livničke zgrade se obično postavljaju u zonu toplih radionica i energetskih postrojenja - kotlarnice i toplane.

2. Livničke zgrade treba postaviti "niz vetar" u odnosu na zgrade drugih radionica.

3. Najmanja rastojanja koja su dozvoljena izmedju livnice i drugih radionica (mašinske obrade, montaže, alatnice itd.) treba da budu sledeće:

- pri proizvodnji do	10000 t/god.	20 m.
- pri proizvodnji od	11000 - 20000 t/god.	25 m.
- pri proizvodnji od	21000 - 50000 t/god.	30 m.
- pri proizvodnji preko	50000 t/god.	50 m.

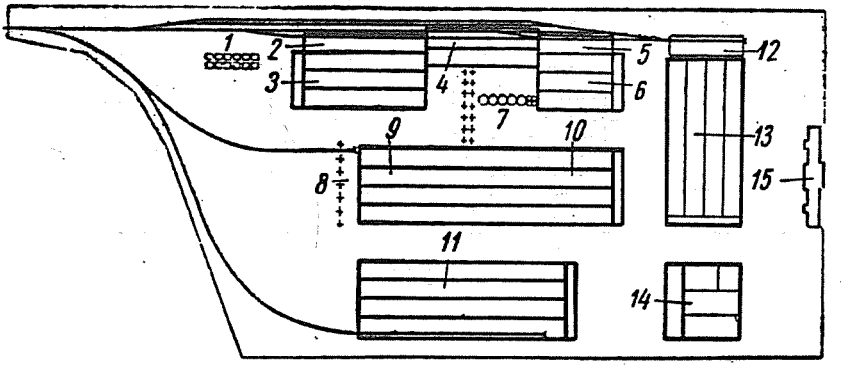
22.03. Položaj zgrade livnice u odnosu na naseljena mesta

Pri postavljanju livnica u blizini naseljenih mesta treba voditi računa o sanitarno-zaštitnoj zoni da bi se sprečilo zagadjivanje. Veličina ove zone se odredjuje u zavisnosti od obima proizvodnje livnica u sledećim granicama:

- livnice sivog čeličnog liva sa proizvodnjom do 1000 t/god i livnice obojenih metala do 100 t/god. 150 m
- livnice sivog i čeličnog liva sa proizvodnjom od 10000 t/god do 20000 t/god i livnice obojenih metala do 2000 t/god. 300 m
- livnice sivog i čeličnog liva sa proizvodnjom preko 20000 t/god i livnice obojenih metala preko 2000 t/god. 500 m.

22.04. Primeri. Situacioni plan pojedinih izvedenih livnica

Na slici 22-13 je dat situacioni plan jedne livnice sivog liva godišnjeg obima proizvodnje 80000 t. Livnica proizvodi male, srednje i velike odlivke za potrebe fabrike alatnih mašina. Zgrade zauzimaju površinu od 131.300 m^2.

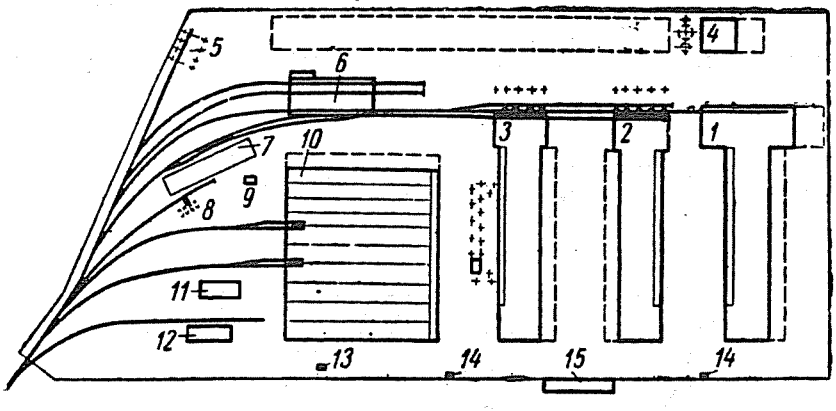


Slika 22-13

Oznake na slici 22-13:

1. Skladište drveta
2. Skladište starog liva
3. i 6. Modelarnica i skladište modela
4. Skladište šarže
5. Skladište materijala za kalupovanje
7. Bunkeri za suvi pesak
8. Skladište kalupnika
9. i 10. Livnica
11. Čistionica
12. Skladište modela
13. Pomoćna odelenja
14. Energetski blok (kotlarnica, kompresorska stanica, acetilenska stanica)
15. Upravna zgrada sa restoranom i glavni ulaz sa portirnicom.

Na slici 22-14 je dat situacioni plan jedne specijalizovane livnice za proizvodnju odlivaka, za potrebe automobilske industrije. Tip proizvodnje: velikoserijski. Godišnja proizvodnja 185000 t odlivaka, od toga čeličnih odlivaka 65000 t/god., temper liva 55000 t/god. i sivog liva 65000 t/god. U sklopu zavoda se nalazi i jedna linija za proizvodnju 15000 t/god. odlivaka od sivog liva za usluge i za potrebe zavoda. Tip proizvodnje: maloserijski.



Slika 22-14

Oznake na slici 22-14:

1. Livnica čelika
2. Livnica temper liva
3. Livnica sivog liva
4. Energetski blok
5. Lomara
6. Skladište šarže i peska
7. Skladište pomoćnih materijala
8. Skladište tečnog goriva
9. Acetilenska stanica
10. Blok u kome je smeštena livnica za maloserijsku proizvodnju odlivaka godišnjeg obima proizvodnje 15000 t; skladište materijala za kalupovanje; skladište vatrostalnih materijala; skladište gotovih proizvoda i pomoćne radionice,
11. Skladište pomoćnih materijala
12. Skladište hemikalija, maziva i vezivnih sredstava
13. Vage za merenje teretnih vozila
14. Kontrolne stanice
15. Upravna zgrada.

Literatura

1. Bogdanov,V.N.,i dr.: Projektirovanije kompleksno mehanizirovanih čugunolitejnih cehov,Moskva 1964.
2. Damjanović,V.: Industrijski kompleksi i zgrade,Beograd 1972.
3. Djatkov,S.V.: Arhitektura promišlennih zdannii,Moskva 1984.
4. Zrnić,Dj.: Priručnik za projektovanje radionica,Beograd 1969.
5. Zrnić,Dj.,Prokić,M., Milović,P.: Projektovanje livnica,Beograd 1978.
6. Neufert,E.: Bau Entwurfslehre, Berlin 1962.
7. Ribaljčenko,N.A.: Projektirovanije litejnih cehov,Harkov 1965.
8. Šestopal, V.M.: Specijalizacija i projektirovanije litejnih cehov i zavodov, Moskva 1963.

23. GREJANJE, PROVETRAVANJE I OTPRAŠIVANJE

23.1. Grejanje

U svim radnim prostorijama livnice moraju se u letnjem i zimskom periodu obezbediti mikroklimatski uslovi, prema odgovarajućim normama datim za projektovanje industrijskih postrojenja.

U tablici 23-1 su date preporučene računske temperature za razna odeljenja u livnici.

Tablica 23-1

Odeljenje	Računska temperatura u ^{o}C	
	zima	leto
Skladište šarže, skladište šasija, modela i gotovih proizvoda.	ne normira se	-
Skladište materijala za kalupovanje	+5	ne normira se
Priprema peska,odeljenje za kalupovanje, odeljenje za izradu jezgara, odeljenje za čišćenje	(+15)-(+18)	najviše $5^{o}C$ veća od spoljne temperature
Odeljenje za sušenje kalupa i jezgara, topionica,odeljenje za izbijanje jezgara, odeljenje za termičku obradu	(+12)-(+15)	"
Kabine kranovodja	(+18)-(+20)	"

Zagrevanje radnih prostorija u kojima se radnici zadržavaju stalno ili duže od 2 časa bez prekida, mora se obezbediti za vreme hladnog perioda po normativima iz tablice 23-2 (Sl.list SFRJ, br.27/67, 29/67 i 41/68). U tablici 23-3 su dati normativi za temperaturu i broj izmena vazduha u prostorijama opštih službi.

Za zagrevanje radnih prostorija površine do 500 m^2 u kojima se pri proizvodnji ne izdvajaju niti koriste zapaljive ili eksplozivne materije,mogu se predvideti obične peći. Zagrevanje radnih prostorija u kojima se pri proizvodnji izdvajaju ili koriste zapaljive ili eksplozivne materije bez obzira na površinu poda prostorije, kao i zagrevanje prostorija sa površinom poda preko 500 m^2, mora se predvideti sistemom centralnog grejanja (parom, toplom vodom, toplim vazduhom i sl.).

Raspored grejnih tela (radijatora i sl.) mora biti takav da se u radnoj prostoriji obezbedi ravnomerna temperatura. Temperatura na površini grejnih tela ne sme biti veća od:

NORMATIVI ZA TEMPERATURU, RELATIVNU VLAŽNOST I BRZINU STRUJANJA VAZDUHA U RADNIM PROSTORIJAMA

Tablica 23-2

Radna prostorija	Vrsta rada	Zimski i prelazni period (temperatura spoljnjeg vazduha do 10°C)						Topli period (temperatura spoljnjeg vazduha preko 10°C)					
		optimalna			dozvoljena			optimalna			dozvoljena		
		Temperatura u °C	Relativna vlažnost u procentima	Brzina strujanja u m/s	Temperatura u °C	Relativna vlažnost u procentima	Brzina strujanja u m/s	Temperatura u °C	Relativna vlažnost u procentima	Brzina strujanja u m/s	Temperatura u °C	Relativna vlažnost u procentima	Brzina strujanja u m/s
Manji izvori toplote (83,7 kJ/m³/H i manje)	laki	18-21	60-40	max.0,2	17-22	max.75	max.0.3	22-25	60-40	max.0,3	Najviše do 28	pri 28° max.35	0.5
	srednji	14-18	60-40	max.0,3	15-17	max.75	max.0,5	20-23	60-40	max.0,3		pri 26° max.60	max.0,7
	teški	12-14	60-40		13-15			17-20	60-40			pri 24° max.65 ispod 24° max.75	0,5-1,0
Veći izvori toplote (preko 83,7 kJ/m³/h)	laki	18-21	60-40	max.0,2	17-24	max.75	max.0,5	22-25	60-40	max.0,3			max.0,7
	srednji	16-18	60-40	max.0,3	17-22	max.75	max.0,5	20-23	60-40	max.0,3			0,7-1,0
	teški	14-16	60-40		14-17			17-20	60-40				1,0-1,5 max.0,5

Napomena: 1. Temperatura poda ne sme biti veća od 25°C, a temperatura tavanice ne sme biti veća od 35°C.
2. Temperatura, relativna vlažnost i brzina strujanja vazduha mere se na nivou 1,20 m od poda.

Normativi za temperaturu i broj izmena vazduha u prostorijama za vršenje administrativnih poslova, konstrukcionim biroima i dr. i u pomoćnim prostorijama

Tablica 23-3

Naziv prostorije	Temperatura vazduha u ^{o}C	Broj izmena vazduha u toku jednog časa	
		Ubacivanje vazduha	Izbacivanje vazduha
Prostorija za vršenje administrativnih poslova	18	1,5	1,5
Sala za održavanje sastanaka	16	3	3
Garderoba	16		1
Kupatilo	25		5
Umivaonica	16		1
Nužnik	14		4-8
Prostorije za ličnu higijenu žena	23		2-4
Trpezarija	20	3	3
Prostorija za povremeno zagrevanje radnika	20		2
Prostorija za sušenje, čišćenje i dezinfekciju radne odeće i ličnih zaštitnih sredstava	20	po proračunu	

- $130^{o}C$ - za radne prostorije u kojima se pri radu ne izdvajaju i ne koriste zapaljive i eksplozivne materije, i

- $110^{o}C$ - za radne prostorije u kojima se pri radu izdvaja prašina koja nije zapaljiva, eksplozivna niti otrovna.

Grejna tela moraju biti obezbedjena protiv slučajnog dodira. Površina grejnih tela u radnim prostorijama u kojima se pri radu izdvaja prašina mora biti glatka.

Temperatura toplog vazduha za zagrevanje radne prostorije (pomoću kalorifera i sl.) ne sme biti veća od $60^{o}C$ ako se vazduh dovodi sa visine veće od 3,50 m mereno od poda, odnosno veća od $30^{o}C$ ako se vazduh dovodi sa manje visine.

Sistem centralnog grejanja pomoću toplog vazduha ne sme se primeniti u radnim prostorijama u kojima zbog povećanja temperature i brzine strujanja vazduha može doći do povećanog isparavanja otrovnih materija.

23.2. Provetravanje i otprašivanje

Instalacije provetravanja u livnici imaju zadatak da obezbede pogodni sastav vazduha u svim radnim prostorijama i da smanje količinu štetnih gasova, para i prašine u vazduhu proizvodnih odeljenja do koncentracije dozvoljene prema odgovarajućim normama. U radnim prostorijama mora se predvideti prirodno ili veštačko provetravanje u zavisnósti od vrste i jačine izvora zagadjenja.

Provetravanje prirodnim putem dopušteno je samo u onim radnim prostorijama u kojima ne dolazi do obrazovanja i kondenzovanja vodene pare.

Vazduh za veštačko centralno provetravanje radnih prostorija odnosno vazduh za zagrevanje kojim se istovremeno vrši i provetravanje prostorija ne sme sadržavati prašinu, dim, štetne gasove, neprijatne mirise i sl. Otvori za dovodjenje svežeg vazduha moraju biti zaštićeni protiv prodiranja stranih tela mrežom od žice, žaluzinama i sl. Ako svež vazduh nije dovoljno čist, mora se pre ubacivanja u prostoriju pročistiti putem posebnih uredjaja (filtera, klimatskih uredjaja i dr.).

Količina,čistoća i raspodela vazduha koji se ubacuje u radnu prostoriju moraju odgovarati mikroklimatskim uslovima prema normativima iz tablice 23-2 i dopuštenim koncentracijama štetnih isparenja.

Ubacivanje i izbacivanje vazduha pri veštačkom provetravanju radnih prostorija mora biti izvedeno tako da koncentracija zagadjenja vazduha u zoni disanja radnika ne prelazi dopuštene granice propisane važećim jugoslovenskim standardima o maksimalno dopuštenim koncentracijama štetnih gasova, para, magle i prašine (MDK).

Ako su, u radnoj prostoriji normalni mikroklimatski uslovi, moraju se veštačkim provetravanjem obezbediti sledeće količine svežeg vazduha po zaposlenom radniku:

- 30 m^3/h - za prostorije u kojima na jednog zaposlenog radnika dolazi najmanje 20 m^3 slobodnog vazdušnog prostora,
- 20 m^3/h - za prostorije u kojima na jednog zaposlenog radnika dolazi 20 do 40 m^3 slobodnog vazdušnog prostora, i
- najmanje 40 m^3/h - za prostorije koje nemaju prozore ili druge otvore za provetravanje.

Količina vazduha potrebna za veštačko provetravanje radne prostorije u kojoj zbog tehnološkog procesa rada vladaju nenormalni mikroklimatski uslovi (razna zagadjenja, štetna isparenja, visoka temperatura, vlaga i sl.), odredjuje se zavisno od stepena zagadjenja vazduha, vlage, temperature i drugih štetnih faktora, kao i na osnovu normativa predvidjenih u tablici 23-2 i važećih jugoslovenskih standarda o maksimalno dopuštenim koncentracijama štetnih gasova, para, magle i prašine (MDK).

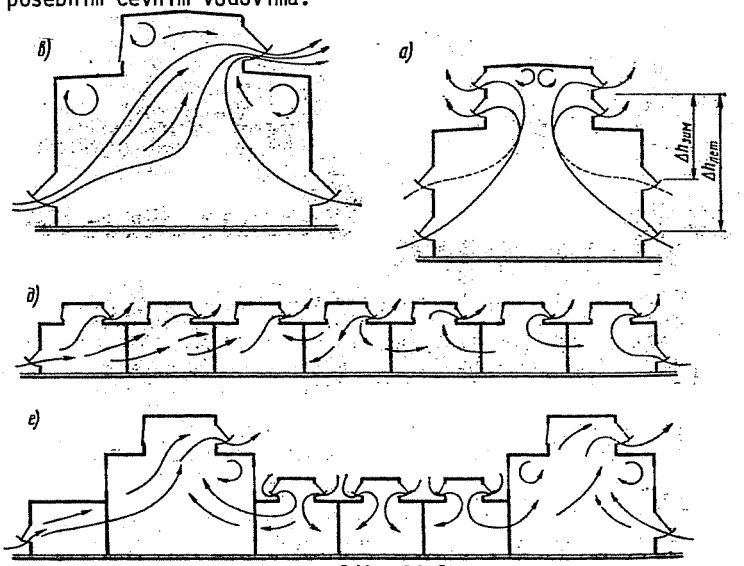
U radnim prostorijama u kojima se pri tehnološkom procesu rada razvijaju neprijatni mirisi ili mogu nastati zapaljive odnosno eksplozivne smeše mora se, radi sprečavanja njihovog prodiranja u susedne radne prostorije pritisak vazduha sniziti pomoću posebnog uredjaja (usisne ventilacije i sl.).

Izvori zagadjenja vazduha u radnim prostorijama moraju se lokalizovati pomoću uredjaja i naprava kojima se zagadjeni vazduh neposredno odsisava sa mesta nastajanja. U tablici 23-4 su data radna mesta, oprema i agregati koji moraju da budu opremljeni uredjajima za izvlačenje vazduha.

Tablica 23-4

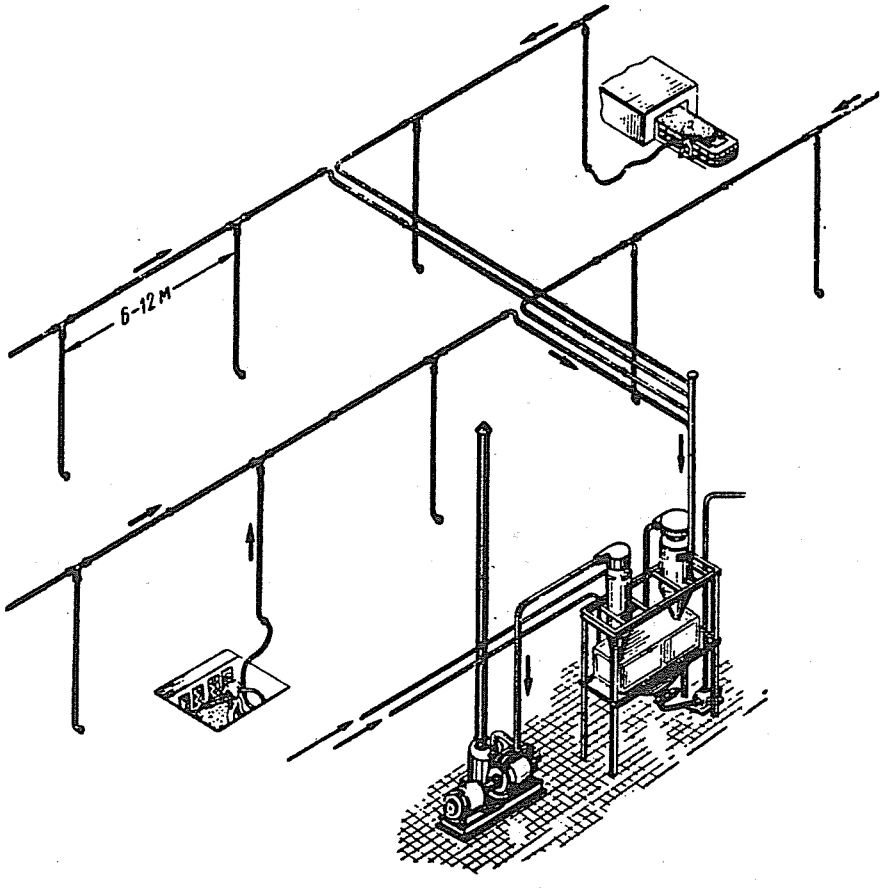
O d e l j e n j e	
Priprema peska	Mešalice za pesak, mlinovi sa kuglama,vibraciona sita, elevatori za transport suvih rastresitih materijala, mesta na kojima se presipaju suvi rastresiti materijali, otvoreni transporteri koji prenose stari pesak sa istresne rešetke
Odeljenje za izradu kalupa,jezgara i sušenje kalupa i jezgara	Mašine za struganje jezgara, mesta na kojima se boje jezgra raspršivačem, komore za sušenje, mesto za hladjenje kalupa ili jezgara, izvan komore za sušenje, mesto za zalivanje odlivaka pri radu na konvejeru
Istresanje kalupa i jezgara	Istresne rešetke,vibracione mašine za istresanje jezgara, tuneli za hladjenje odlivaka
Topionica	Kupolna peć, žljeb za istakanje metala, otvor za šaržiranje, otvor za ispuštanje šljake
čistionica	Doboši za čišćenje, uredjaji za čišćenje sačmom, brusilice
Napomena: Suvi filteri se upotrebljavaju samo za otprašivanje suvog prašnjavog vazduha (bez vlage), inače se vlažan prah lepi na zidove vreća, tako da vreće više ne propuštaju vazduh. Mesta u procesu gde se pojavljuje para, priključuju se na vodene filtere.	

Odvodjenje iz radnih prostorija prašine i pare koja se lako kondenzuju, kao i materija koje same ili pri mešanju sa vazduhom mogu da stvaraju otrovne zapaljive i eksplozivne smeše odnosno hemijska jedinjenja, mora se vršiti posebnim cevnim vodovima.



Slika 23-1

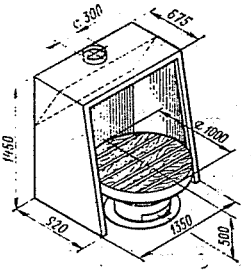
Primer šeme vezivanja usisnih vodova sa postrojenjem za izvlačenje zagadjenih gasova, para i prašine, iz livnice i filtrima za prečišćavanje vazduha, pre izbacivanja u atmosferu, dat je na slici 23-2.



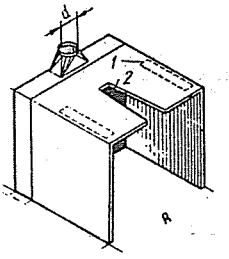
Slika 23-2

Na slikama 23-3 i 23-4 su dati primeri izvodjenja lokalnog odsisavanja na pojedinim radnim mestima u čistionici, a slika 23-5 prikazuje tunel za hladjenje odlivaka.

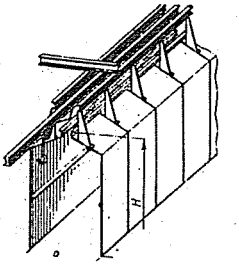
U tablicama 23-5 i 23-6 su dati tehnički podaci za suve filtere, koje proizvodi fabrika Gostol. Slika 23-6 prikazuje područje primene suvih filtera tipa SF, a slika 23-7 gabaritne mere postrojenja. Na slici 23-8 je prikazan izgled jednog vodenog filtra.



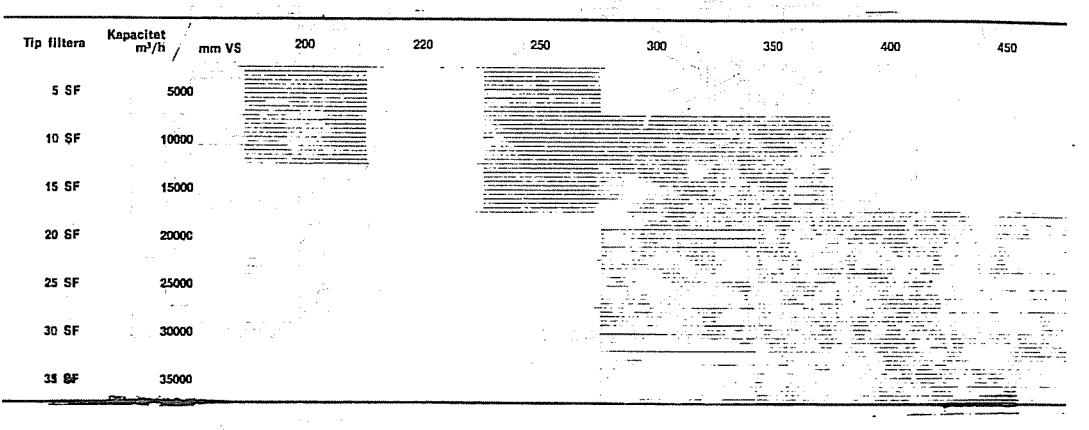
Slika 23-3



Slika 23-4



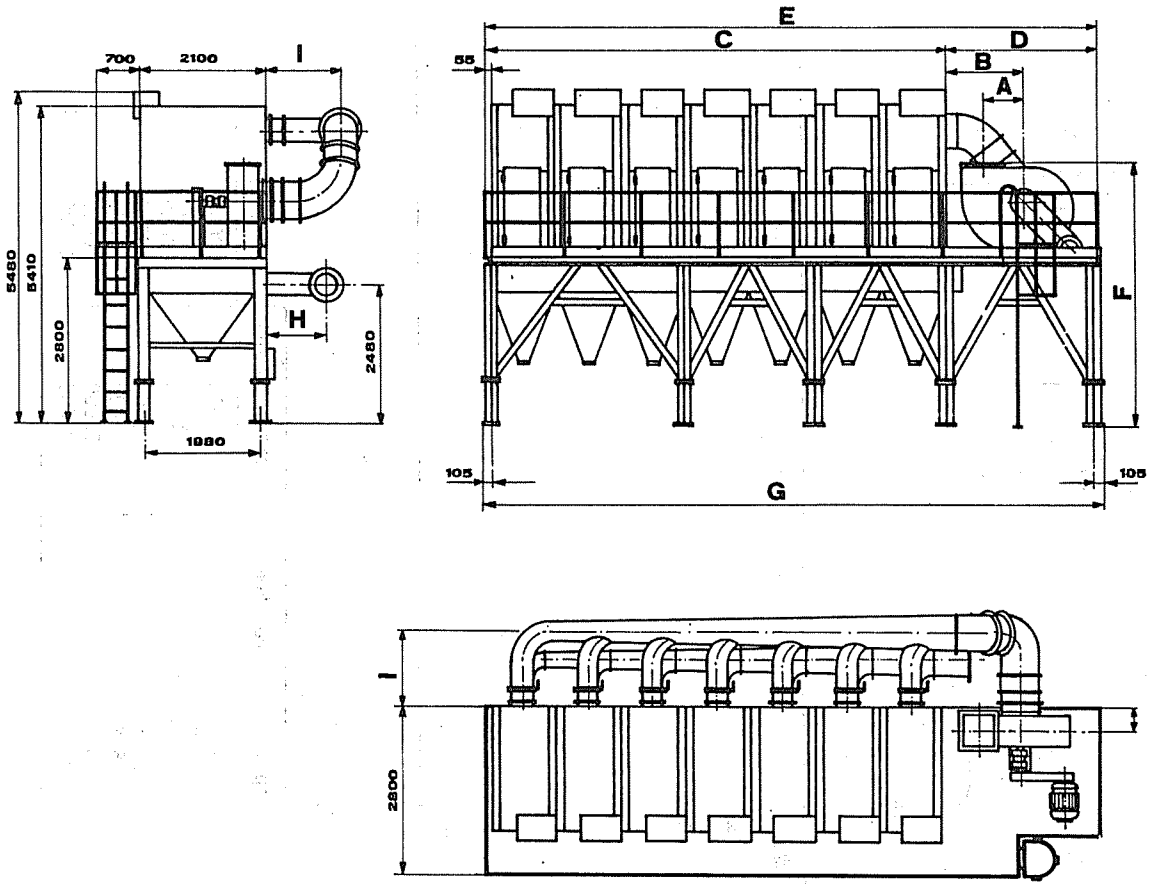
Slika 23-5



Slika 23-6

Tablica 23-5

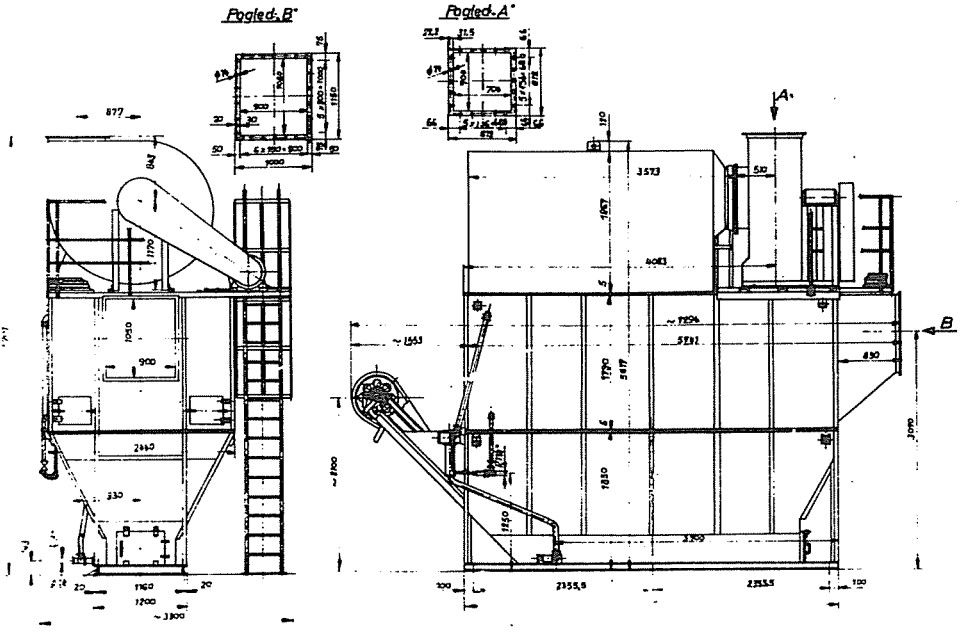
Tip filtra	Broj komora	Kapcitet (m^3/h)	Masa (kg)
5 SF	1	5000	3000
10 SF	2	10000	4000
15 SF	3	15000	6000
20 SF	4	20000	8000
25 SF	5	25000	9000
30 SF	6	30000	10000
35 SF	7	35000	13800



Slika 23-7

Tablica 23-6

	5 SF	10 SF	15 SF	20 SF	25 SF	30 SF	35 SF
A	343	440	348	691	691	877	877
B	600	700	1065	1298	1298	1511	1513
C	1145	2255	3355	4455	5555	6655	7755
D	1500	1500	2500	2500	2500	3355	3355
E	2645	3755	5855	6955	8055	10010	11100
F	3642	3876	4116	4434	4434	4849	5494
G	2745	3855	5955	7055	8155	10110	11210
H	-	1000	1000	1000	1000	1000	1000
I	840	940	1240	1240	1240	1240	1240



Slika 23-8

23.3. Zaštita okoline livnice

U cilju zaštite zdravlja stanovništva, životne sredine i materijalnih dobara od štetnog dejstva zagadjenog vazduha zakonom su odredjeni uslovi i mere za zaštitu od zagadjivanja vazduha. Pri tome se zagadjenim vazduhom okoline smatra vazduh u kome ima štetnih materija iznad maksimalno dozvoljene koncentracije.

Zagadjivanje vazduha smatra se ispuštanje odnosno ubacivanje u vazduh gasa, pare, dima, prašine i drugih materija iz pojedinih izvora u količinama koje mogu zagaditi okolinu u toj meri da štetno utiče na zdravlje stanovništva, životnu sredinu i materijalna dobra.

Zakon o zaštiti od zagadjivanja vazduha predvidja da se industrijski i drugi objekti ne smeju ispuštati štetne materije u količinama koje će koncentraciju ovih materija dovesti iznad maksimalno dozvoljenih granica u vazduhu okoline (tablica 23-7).

Tablica 23-7

Redni broj	M a t e r i j a	Srednje dnevna koncentracija u MG/m^3	Kratkotrajna koncentracija u MG/m^3
1.	sumpordioksid	0,15	0,5
2.	čadj	0,05	0,15
3.	olovo	0,0007	-
4.	olovosulfid	0,0017	-
5.	arsen kao neorganska jed.	0,003	-
6	ugljen disulfid	0,01	0,03
7.	ugljen monoksid	1	3,0
8.	azotni oksid	0,085	0,085
9.	fluoro vodonik	0,005	0,02
10.	oksidansi	-	0,125
11.	pepeo i inertna prašina do 300 MG/m^2 na dan		

Napomena:
- koncentracijom se smatra sadržaj štetne materije u uzorku vazduha sakupljenom najmanje 23 časa,
- kratkotrajnom koncentracijom smatra se sadržaj štetne materije u uzorku vazduha sakupljenom do 3 časa.

Treba napomenuti da, projektovanje, izgradnja i rekonstrukcija objekata i postrojenja koja ispuštanjem štetnih materija mogu zagaditi vazduh (industrijski i drugi objekti), kao i uredjaja za hvatanje i prečišćavanje gasa, pare, prašine i drugih otpadnih materija, podleže primeni ovog zakona.

Izgradnji i rekonstrukciji navedenih objekata može se pristupiti samo ako tehnička dokumentacija prema usvojenom investicionom programu za izgradnju odnosno rekonstrukciju obezbedjuje uslove potrebne za zaštitu od zagadjivanja vazduha. Tehnička dokumentacija za izgradnju odnosno rekonstrukciju objekata mora da sadrži podatke o vrsti, obimu i širenju štetnih materija u vazduhu okoline do kojeg će doći puštanjem objekta u rad.

L i t e r a t u r a

1. Zrnić,Dj., Prokić,M., Milović,P.: Projektovanje livnica, Beograd 1978.
2. Makurin,P.I.: Tehnika bezopasnosti v litejnih cehav, Moskva, 1965.
3. Purić,Lj.: Sve o zaštiti na radu, Beograd 1969.
4. Time - Saver Standards, New York 1954.
5. Službeni list SFRJ, 27/67, 29/67, 41/68.
6. Zakon o zaštiti od zagadjivanja vazduha

24. VEŠTAČKO OSVETLJENJE

Postupak projektovanja opšteg osvetljenja je takav da na osnovu potrebnih vrednosti jačine osvetljenosti u luksima (lx) za razne vrste poslova - tablica 24-1 (JUS N.B.2.701), odredjujemo ukupan svetlosni fluks koji moraju da daju sijalice. Pri tome je potrebno izvršiti izbor tipa sijalica i odrediti broj sijaličnih mesta.

Prilikom izbora tipa svetiljki treba obratiti pažnju na sledeće faktore:

- povoljnu raspodelu svetlosti i pogodnost za unutrašnji prostor koji je u pitanju,
- efikasnost davanja svetlosti,
- mogućnost održavanja početne efikasnosti i lakoća periodičnog čišćenja i zamena sijalica,
- mogućnost upotrebe veće sijalice ako zatreba više svetlosti,
- solidnost konstrukcije,
- koštanje instalacije, rada i održavanja, i
- uticaj odbijanja svetlosti.

Potreban svetlosni fluks u lumenima (lm*)

$$F = \frac{E \cdot A}{\eta \cdot K}$$

gde je:

E - srednja osvetljenost u luksima (lx**),
A - površina poda prostorije u (m^2),
η - koeficijent iskorišćenja osvetljenja,
K - faktor održavanja svetiljke (dat je u tablicama 24-4 i 24-5 za normalni program čišćenja i bojenja) |2|; sobni indeks se odredjuje prema tablici 24-3.

Svetlosni fluks po svetiljci (lm):

$$F_1 = \frac{F}{N}$$

gde je:

N - broj svetiljki koje će se postaviti.

---

* lm - svetlosni fluks koji u prostorni ugao od 1 steradijana odašilje tačkasti svetlosni izvor čija je svetlosna jačina u svim pravcima prostora jednaka 1 kandela (1 lm = 1 cd·1 sr),

** osvetljenost površine od 1 kvadratnog metra na koju dolazi ravnomerno rasporedjen svetlosni fluks od 1 lumena (1 lx=1 lm/1 m^2).

Prilikom odredjivanja broja svetiljki, koje se postavljaju, treba se pridržavati preporučenih normi za rastojanja izmedju svetlosnih izvora, tako da se na taj način dobija prilično ujednačen osvetljaj na datoj površini. Ovi podaci su dati za razne tipove svetiljki, u tablici 24-2 |2|. Ukoliko je potrebno da se raspored sijalica saobrazi prostorijama i drugim konstruktivnim elementima gradjevine mogu se uzeti i manja rastojanja od preporučenih.

Tablica 24-1

Vrsta vrednosti osvetljenosti za opšte osvetljenje meri se na horizontalnoj ravni na visini 1 m iznad poda,a za osvetljenje radnog mesta na radnoj površini	Opšte osvetljenje (lx)			Osvetljenje radnog mesta (lx)
	Srednja jačina osvetljenosti		Jačina osvetljenosti na najnepovoljnijem mestu	Jačina osvetljenja radnog mesta
	Minimalno	Preporučljivo		
Za grubi rad	20 (20)	40	10 (10)	50 - 100
Za srednji rad	40 (30)	80	20 (15)	100 - 600
Za fini rad	75 (40)	150	50 (20)	500 - 1000
Za vrlo fini rad	150 (50)	300	100 (30)	1000 - 5000

Napomena: Vrednosti u zagradi važe samo tamo gde pored opšteg postoji još i osvetljenje radnog mesta.

Na radnim mestima u prostoriji gde se lije, jačina opšteg osvetljenja mora da bude najmanja 80 luksa, s tim da lokalno osvetljenje odgovara normama za osvetljenost takvih prostorija.

Grubi rad: Livenje i čišćenje liva, grubo valjanje i izvlačenje, kovanje i sl.

Srednji rad: Običan rad na strugovima i sličnim mašinama radilicama.

Fini rad: Precizni rad na strugovima, presama, montaža, valjanje i izvlačenje.

Vrlo fini rad: Graviranje, fina mehanika, obrada stakla, crtanje, laboratorijski rad.

Pre nego što se pristupi odredjivanju koeficijenta iskorišćenja osvetljenja η, treba odrediti sobni indeks. Ovaj parametar zavisi od veličine prostorije - dužine i širine, visine izvora svetlosti od poda i tipa svetiljke (tablica 24-3).

Koeficijent iskorišćenja osvetljenja (η) je broj koji pokazuje procentualno iskorišćenje svetlosnog fluksa za dobijanje osvetljenja. Zavisi od niza faktora: tipa svetiljke, procenta fluksa koji upije sama svetiljka, obrade i boje zidova i plafona, sobnog indeksa i faktora održavanja. U tablicama 24-4 i 24-5 su date vrednosti ovoga koeficijenta za razne tipove sijalica.

U tablici 24-6 su date vrednosti svetlosnog fluksa u lumenima za sijalice sa usijanim vlaknom, živom i fluorescentne sijalice.

Tablica 24-2

Raspodela svetlosti	Odstojanje za svetiljke							
	Difuzne						Polukoncentrične	Koncentrične
Visina svetiljke od poda (visina plafona za indirektne i poludirektne svetiljke)	Indirektne		Poluindirektne	Poludirektne		Direktne	Direktne	Direktne
	Odstojanje izmedju svetiljki	Odstojanje od zidova	Odstojanje od plafona	Uobičajeno odstojanje izmedju svetiljki	Maksimalno odstojanje izmedju svetiljki	Odstojanje od zidova	Maksimalno odstojanje izmedju svetiljki	Maksimalno odstojanje izmedju svetiljki
3,05	3,20	1,05	0,60 - 0,90	2,75	2,75	1,05	2,15	1,20
3,95	4,55	1,20	0,75 - 1,20	3,05	3,95	1,20	3,05	1,65
4,85	6,40	1,85	1,20 - 1,50	3,05	5,80	1,85	3,95	2,15
6,10 i više	7,90	2,15	1,20 - 1,85	3,50	7,30	2,15	5,35	2,75

Tablica 24-3

Visina plafona (m)							
Za poluindirektno i indirektno osvetljenje		3,05-3,50	3,65-4,10	4,25 5,00	5,20 6,10	9,45-11,00	
Visina od poda (m)							
Za direktno i poludirektno osvetljenje		2,45-2,60	2,75 2,90	3,05-3,50	3,65-4,10	6,40 7,30	9,45-11,00
Širina prostorije (m)	Dužina prostorije (m)	Sobni indeks					
3,05	3,05- 4,25 6,10- 9,15 12,80-18,30	H G F	I H G	J I H	J J I	- - -	- - -
5,20	6,10- 9,15 12,80-18,30 18,30-33,50	F E E	F E E	G F F	H G G	- J J	- J J
7,30	9,15-12,80 12,80-18,30 18,30-27,45	D D D	E D D	F E E	G F F	J I I	- J J
11,00	18,30-27,45 27,45-42,65 42,65-60,95	C B B	C C C	C C C	E D D	H G F	J I H
15,25	18,30-27,45 27,45-42,65 42,65-60,95 60,95 i više	A A A A	B A A A	C C C C	C C C C	F F E E	H G G G
22,85	18,30-27,45 27,45-42,65 42,65-60,95 60,95 i više	A A A A	A A A A	A A A A	B B B B	E E D D	G F F F

Tablica 24-4

Svetiljke sa sijalicama sa vlaknom i sijalicama sa živom	Faktor održavanja (K)	Sobni indeks	Koeficijenti iskorišćavanja (η)
Svetiljka za visoke prostorije	0,70	J	0,40 - 0,36
		I	0,48 - 0,43
		H	0,51 - 0,48
		G	0,55 - 0,51
		F	0,58 - 0,53
		E	0,60 - 0,56
		D	0,64 - 0,59
		C	0,65 - 0,60
		B	0,54 - 0,61
		A	0,66 - 0,62
Kupolasti reflektor RLM	0,75	J	0,37 - 0,28
		I	0,46 - 0,37
		H	0,50 - 0,43
		G	0,54 - 0,47
		F	0,58 - 0,50
		E	0,62 - 0,56
		D	0,67 - 0,60
		C	0,69 - 0,62
		B	0,72 - 0,62
		A	0,74 - 0,67
Posrebrena koritasta svetiljka i kaseta	0,75	J	0,35 - 0,26
		I	0,44 - 0,35
		H	0,48 - 0,40
		G	0,51 - 0,44
		F	0,54 - 0,47
		E	0,59 - 0,52
		D	0,63 - 0,57
		C	0,65 - 0,58
		B	0,68 - 0,62
		A	0,69 - 0,63
Posrebrena kupasta svetiljka	0,70	J	0,34 - 0,29
		I	0,42 - 0,36
		H	0,45 - 0,41
		G	0,48 - 0,44
		F	0,51 - 0,46
		E	0,54 - 0,49
		D	0,57 - 0,53
		C	0,59 - 0,53
		B	0,60 - 0,55
		A	0,61 - 0,56

Nastavak tablice 24-4

Svetiljka obložena staklom	0,70	J I H G F E D C B A	0,23 - 0,14 0,29 - 0,18 0,33 - 0,21 0,37 - 0,23 0,40 - 0,26 0,44 - 0,29 0,48 - 0,32 0,51 - 0,34 0,55 - 0,37 0,57 - 0,39
Prozirne staklene ili plastične kugle	0,65	J I H G F E D C B A	0,18 - 0,07 0,23 - 0,07 0,26 - 0,10 0,30 - 0,12 0,32 - 0,13 0,36 - 0,15 0,40 - 0,17 0,42 - 0,18 0,46 - 0,20 0,48 - 0,21
Staklena ili metalna indirektna svetiljka	0,60	J I H G F E D C B A	0,15 - 0,04 0,19 - 0,05 0,22 - 0,06 0,25 - 0,08 0,27 - 0,08 0,31 - 0,10 0,34 - 0,11 0,36 - 0,12 0,40 - 0,14 0,42 - 0,14

Tablica 24-5

Fluorescentne svetiljke	Faktor održavanja (K)	Sobni indeks	Koeficijenti iskorišćenja (η)
Posrebrena zdelasta svetiljka sa plitkim štitom	0,75	J	0,17 - 0,04
		I	0,21 - 0,06
		H	0,25 - 0,07
		G	0,28 - 0,08
		F	0,31 - 0,09
		E	0,35 - 0,11
		D	0,39 - 0,13
		C	0,41 - 0,14
		B	0,46 - 0,15
		A	0,48 - 0,16
Reflektor od sjajnog metala	0,75	J	0,40 - 0,36
		I	0,48 - 0,43
		H	0,51 - 0,48
		G	0,55 - 0,51
		F	0,58 - 0,53
		E	0,60 - 0,56
		D	0,64 - 0,59
		C	0,65 - 0,60
		B	0,65 - 0,61
		A	0,66 - 0,62
Fluorescentna svetiljka RLM	0,75	J	0,37 - 0,28
		I	0,46 - 0,37
		H	0,50 - 0,43
		G	0,54 - 0,47
		F	0,58 - 0,50
		E	0,62 - 0,56
		D	0,67 - 0,60
		C	0,69 - 0,62
		B	0,72 - 0,65
		A	0,74 - 0,67
Upuštena koritasta svetiljka	0,75	J	0,32 - 0,25
		I	0,40 - 0,33
		H	0,43 - 0,37
		G	0,46 - 0,41
		F	0,48 - 0,43
		E	0,52 - 0,47
		D	0,56 - 0,51
		C	0,57 - 0,52
		B	0,60 - 0,55
		A	0,61 - 0,56

Nastavak tablice 24-5

Klinasta staklena svetiljka	0,65	J I H G F E D C B A	0,23 - 0,14 0,28 - 0,19 0,31 - 0,21 0,35 - 0,24 0,38 - 0,26 0,42 - 0,29 0,45 - 0,32 0,48 - 0,33 0,51 - 0,36 0,53 - 0,38
Eliptični sjajni reflektor	0,70	J I H G F E D C B A	0,34 - 0,26 0,41 - 0,32 0,45 - 0,35 0,50 - 0,38 0,52 - 0,40 0,55 - 0,42 0,59 - 0,45 0,60 - 0,46 0,62 - 0,47 0,64 - 0,48

Svetlosni fluks sijalica u lumenima

Tablica 24-6

Sijalica sa usijanjm vlaknom "Mazda C"			
W	Tip	Broj lumena	Vek (h)
50 75 100 150 200 300 500 750 1000	220 - 260 V	480 - 1250 - 2950 4850 8750 13500 19500	1000

Nastavak tablice 24-6

Sijalica sa živom "Mazda H"			
100	H4	3500	1000
250	H2	7500	2000
400	H1	16000	2000
1000	H6	65000	75
Fluorescentne sijalice "Mazda F"			
15		495	2500
20		730	2500
30		1200	2500
40		1700	2500
65		1800	2000
100		3350	2000

L i t e r a t u r a

1. Zrnić,Dj.,Prokić,M., Milović,P.: Projektovanje livnica,Beograd 1978.

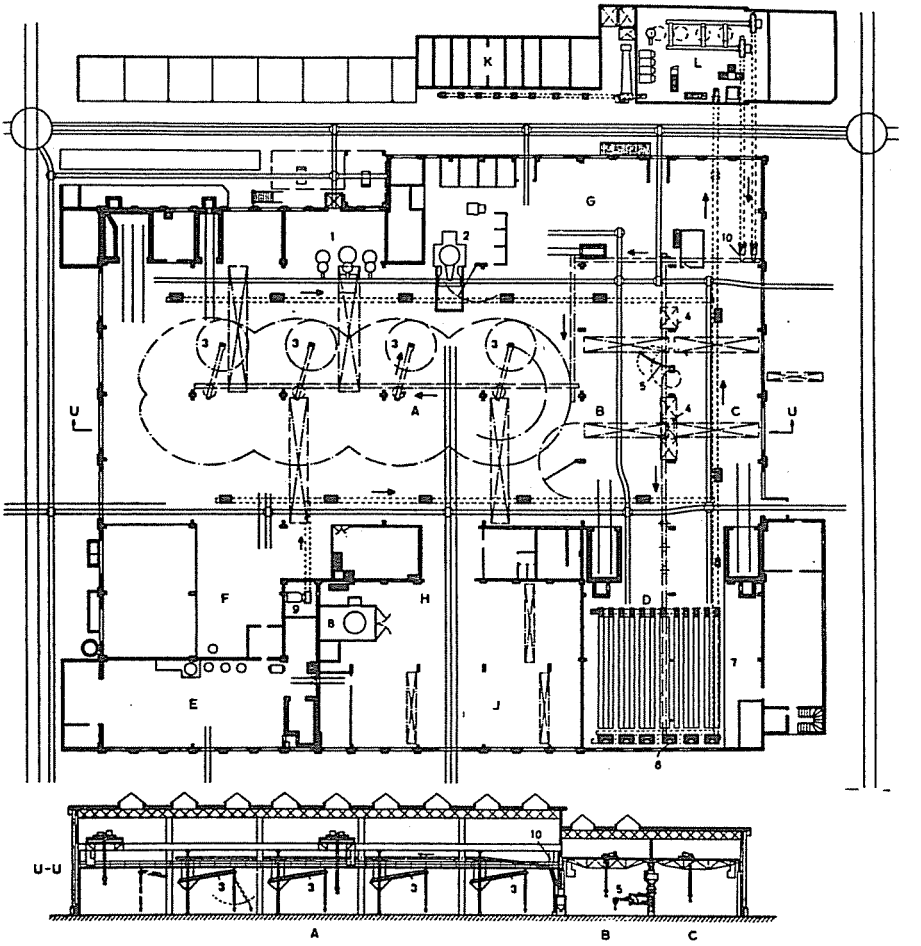
2. Time-Saver Standards,New York 1954.

3. JUS N.B.2.701.

25. PRIMERI IZVEDENIH LIVNICA

U ovom poglavlju je dato nekoliko primera izvedenih livnica sivog liva.

Na slici 25-1 je dato rešenje livnice fabrike Escher Wyss u Cirihu |3|. Livnica proizvodi odlivke za vodene i parne turbine, kompresore, pumpe, duvaljke i centrifuge. U livnici se izradjuju odlivci težine od nekoliko grama do 30.000 kg, od najprostijih do veoma komplikovanih.



Slika 25-1

Legenda: A-kalupovanje teških odlivaka; B-kalupovanje srednjih odlivaka; C-kalupovanje malih odlivaka; D-mašinsko kalupovanje; E-livenje obojenih metala; F-odeljenje za izradu velikih jezgara; G-odeljenje za izradu malih jezgara; H-čistionica za velike odlivke; J-čistionica za male odlivke; K-skladište novoga peska; L-priprema peska; 1-kupolne peći; 2-elektropeć; 3-konzolna traka sa bunkerom za dovoz peska; 4-bunkeri za kaluparski pesak; 5-peskomet (Sandslinger); 6-kaluparske mašine; 7-rolganzi; 8-peskohidraulično postrojenje za čišćenje odlivaka (Hydro-Blast); 9-instalacija za povratak peska;10-elevator.

Ceo proces proizvodnje je mehanizovan. Socijalni i higijenski uslovi rada su na zavidnoj visini. Za dovod svežeg vazduha su na krovu ugradjeni aksijalni ventilatori. Na mestima gde se stvara prašina postoje uredjaji za otprašivanje. U livnici postoji centralno grejanje. Dobro je rešeno prirodno osvetlenje svih radnih mesta.

Priprema peska se nalazi u posebnoj zgradi (L). Novi pesak se skladišti u betonskim bunkerima K. Priprema peska i dovoz do mesta kalupovanja su automatski. Stari pesak se vraća na regeneraciju podzemnim trakama. Upravljanje i kontrola rada cele instalacije je centralizovano sa komandnog pulta. Na svim uredjajima su postavljena signalna postrojenja i uvedena je telefonska veza.

Kaluparnica za velike komade se nalazi u dve velike hale (A). Poprečno na ovo odeljenje se nastavljaju kaluparnice za izradu srednjih i sitnih komada (B i C). Mašinsko kalupovanje je smešteno u odeljenju D. U odeljenju za izradu velikih kalupa su postavljene četiri konzolne trake (3) za dovoz peska. Ove trake mogu da se obrću za 360° i imaju akcioni radijus 10 m. Levak na kraju trake je vezan savitljivom cevi tako da radnik može lako da upravi pesak u željenom pravcu. Uključivanje i isključivanje obavlja radnik koji upravlja trakom. Primena ovih konzolnih traka znatno povećava produktivnost, pri izradi kalupa za krupne odlivke, na istoj površini livnice. Ispuna kalupa peskom u odeljenjima B i C se vrši peskometom stacionarnog tipa (5).

U odeljenju za kalupovanje su primenjene poluautomatske mašine - treskalice sa presovanjem i uredjajem za izvlačenje kalupa. Iznad mašina za kalupovanje su postavljeni bunkeri za pesak. Pored mašina je postavljen rešetkasti pod, tako da pesak koji pada sa strane prolazi kroz rešetku i sistemom trakastih transportera se vraća u postrojenje za pripremu peska.

Kalupi se zalivaju zatvorenim loncima (oblika doboša), tako da se duže vreme održava ista temperatura liva. Ohladjeni kalupi se istresaju na vibracionim rešetkama. Odlivci se sortiraju i vagonetima prenose u čistionicu.

Kalupi se suše u sušarama loženim uljem. Jezgra se suše u električnim pećima, sa uredjajima za regulaciju temperature. Sve sušare su opremljene uredjajima za cirkulaciju vazduha. Veliki kalupi se suše pomoću prenosnih električnih sušara.

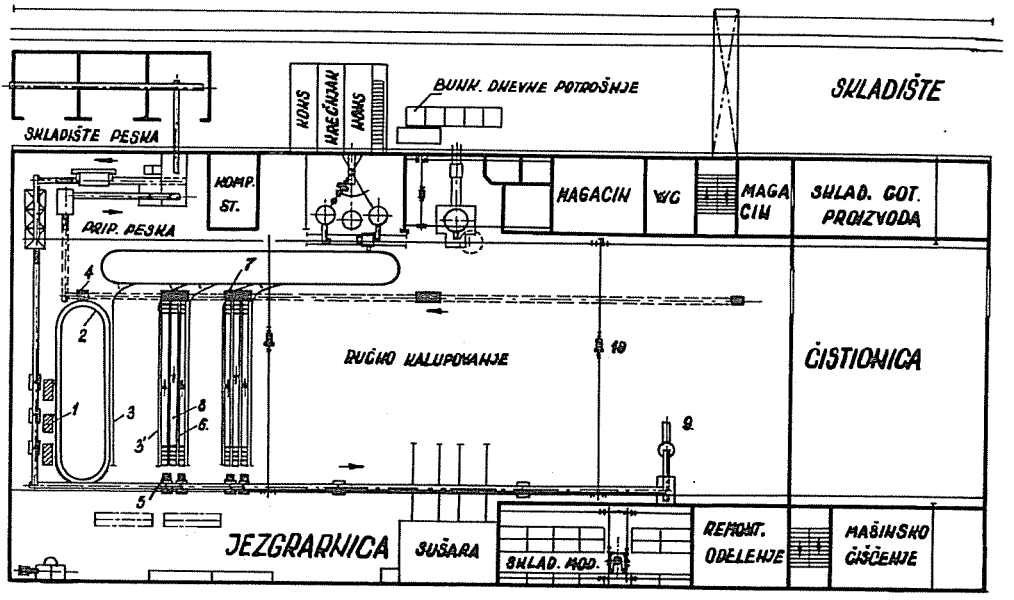
Mali i srednji odlivci se čiste sačmom u dobošima i komorama sa obrtnim stolom, pomoću centrifugalnog kola. Ovi uredjaji daju dobar kvalitet očišćene površine i snabdeveni su uredjajima za izvlačenje prašine. Veliki odlivci se čiste vodenim mlazom u peskohidrauličnom postrojenju.

Na slici 25-2 je data osnova jedne livnice sivoga liva za proizvodnju sitnih, srednjih i krupnih odlivaka (Demag).

Skladište šarže i materijala za kalupovanje se nalazi duž livnice. Dovoz sirovina i isporuka gotovih proizvoda obavlja se železnicom. Za istovar vagona i transport na skladištu je primenjena poluportalna dizalica. Kupolne peći se šaržiraju pokretnim skip podizačem.

Priprema peska je potpuno mehanizovana. Pesak se trakastim transporterima prenosi do radnih mesta. Stari pesak sa istresnih rešetki se vraća na regeneraciju podzemnim trakastim transporterima, u postrojenje za pripremu peska.

Kalupi za livenje sitnih odlivaka se formiraju na mašinama 1. Sklapanje, zalivanje i hladjenje kalupa se obavlja na konvejeru 2. Kalupi se zalivaju jednošinom dizalicom 3. Ohladjeni kalupi se istresaju na vibracionoj rešetci 4. Kalupi za livenje odlivaka srednje veličine se izradjuju na mašinama 5.



Slika 25-2

Postavljanje jezgara u kalupe, sklapanje i hladjenje kalupa se obavlja na rolganzima 6. Gotovi kalupi se zalivaju na spoljnim rolganzima pomoću jednošine dizalice 3'. Kalupi se istresaju na vibracionim rešetkama 7. Prazni kalupi sa istresne rešetke se vraćaju srednjim rolgangom 8. Iznad svih kaluparskih mašina su postavljeni bunkeri za pesak.

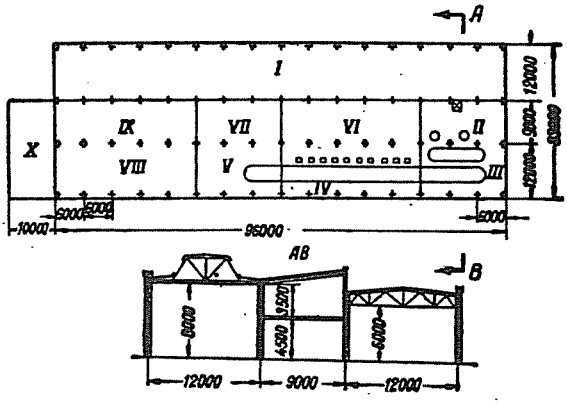
Kalupi za livenje krupnijih odlivaka se izradjuju peskometom 9. Sklapanje i zalivanje ovih kalupa se obavlja na podu livnice. Kalupi se zalivaju dizalicom 10. U centralnom delu kaluparnice je predvidjen prostor za ručnu izradu kalupa.

Čistionica je opremljena uredjajima za čišćenje sačmom.

U livnici je dobro rešeno prirodno i veštačko osvetlenje svih radnih mesta. Sve prostorije su snabdevene uredjajima za ventilaciju i centralno grejanje. Na mestima gde se stvaraju štetni gasovi i prašina postavljeni su uredjaji za izvlačenje istih. Rad agregata za grejanje, provetravanje i otprašivanje je automatizovan.

Na slici 25-3 |2| je dato rešenje jedne livnice sivoga liva, za proizvodnju malih odlivaka kapaciteta 5000 - 7000 t/god. Tip proizvodnje: masovna.

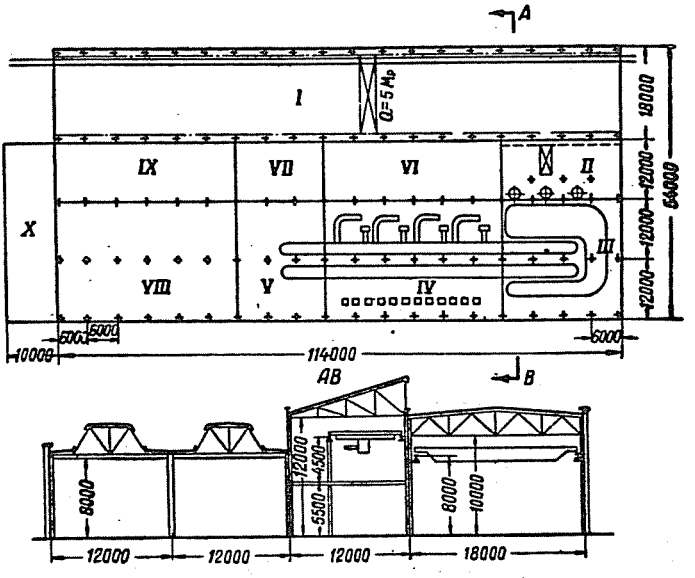
Proces kalupovanja se obavlja na mašinama. Sklapanje, zalivanje i hladjenje odlivaka obavlja se na konvejeru. Priprema i transport peska su mehanizovani.



Slika 25-3

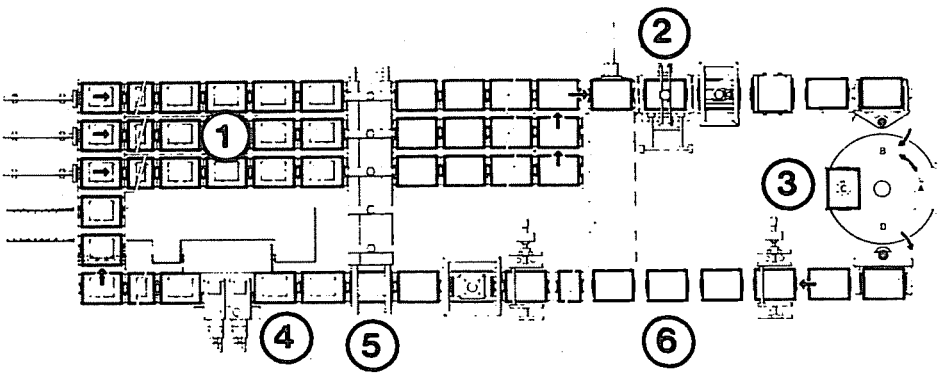
Legenda: I-skladište peska i šarže; II-topionica; III-zona zalivanja odlivaka na konvejeru; IV-odeljenje za izradu kalupa; V-istresanje kalupa; VI-odeljenje za izradu jezgara; VII-priprema peska; VIII-odeljenje za čišćenje odlivaka; IX-pomoćna odeljenja; X-kancelarije.

Na slici 25-4 |2| je dato rešenje livnice sivoga liva, za proizvodnju malih odlivaka, kapaciteta 15000 t/god. Tip proizvodnje: masovna. Livnica je opremljena sa dva konvjera za zalivanje.

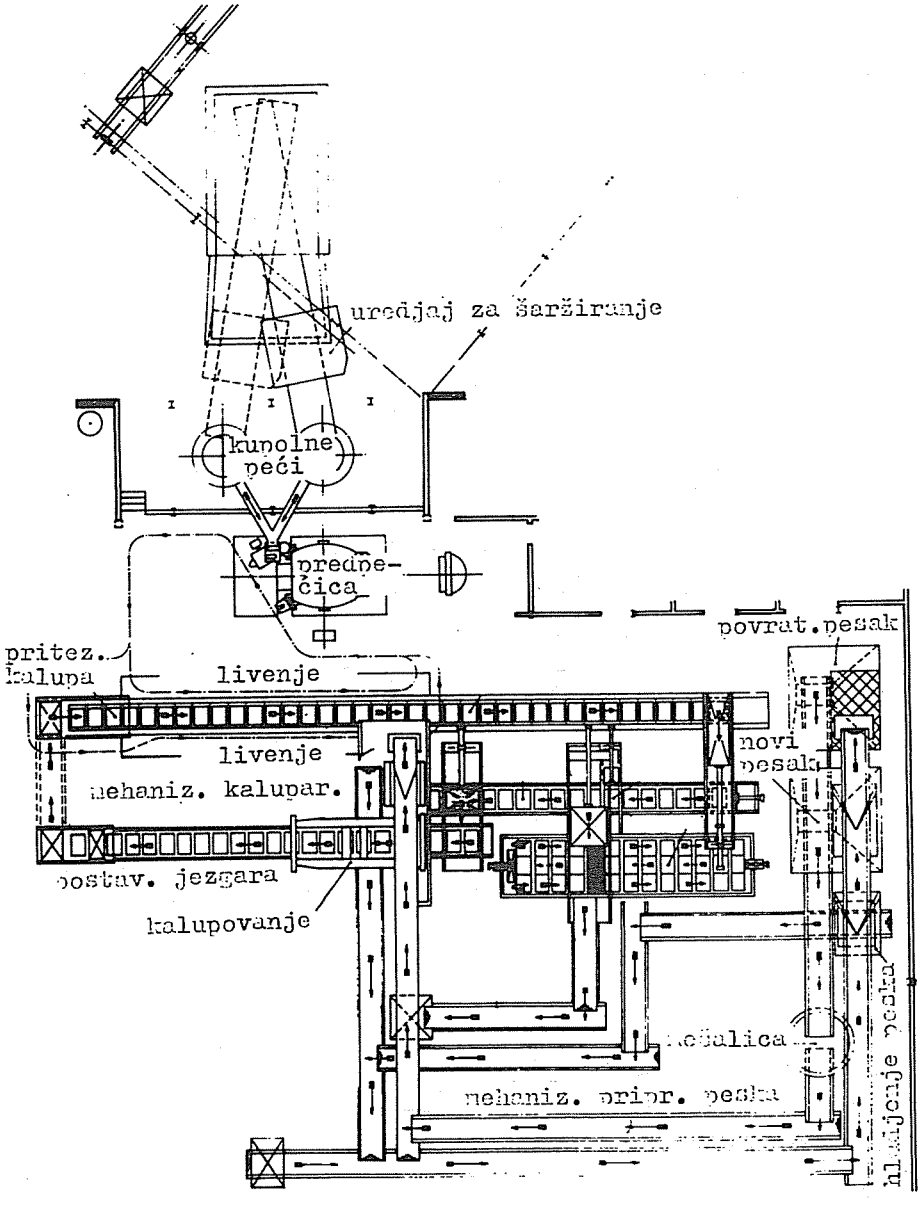


Slika 25-4

Legenda: I-skladište materijala za kalupovanje i šarže; II-topionica;III-zona zalivanja odlivaka; IV-odeljenje za izradu kalupa; V-istresanje kalupa; VI-odeljenje za izradu jezgara; VII-priprema peska; VIII-odeljenje za čišćenje odlivaka; IX-pomoćna odeljenja; X-kancelarije.



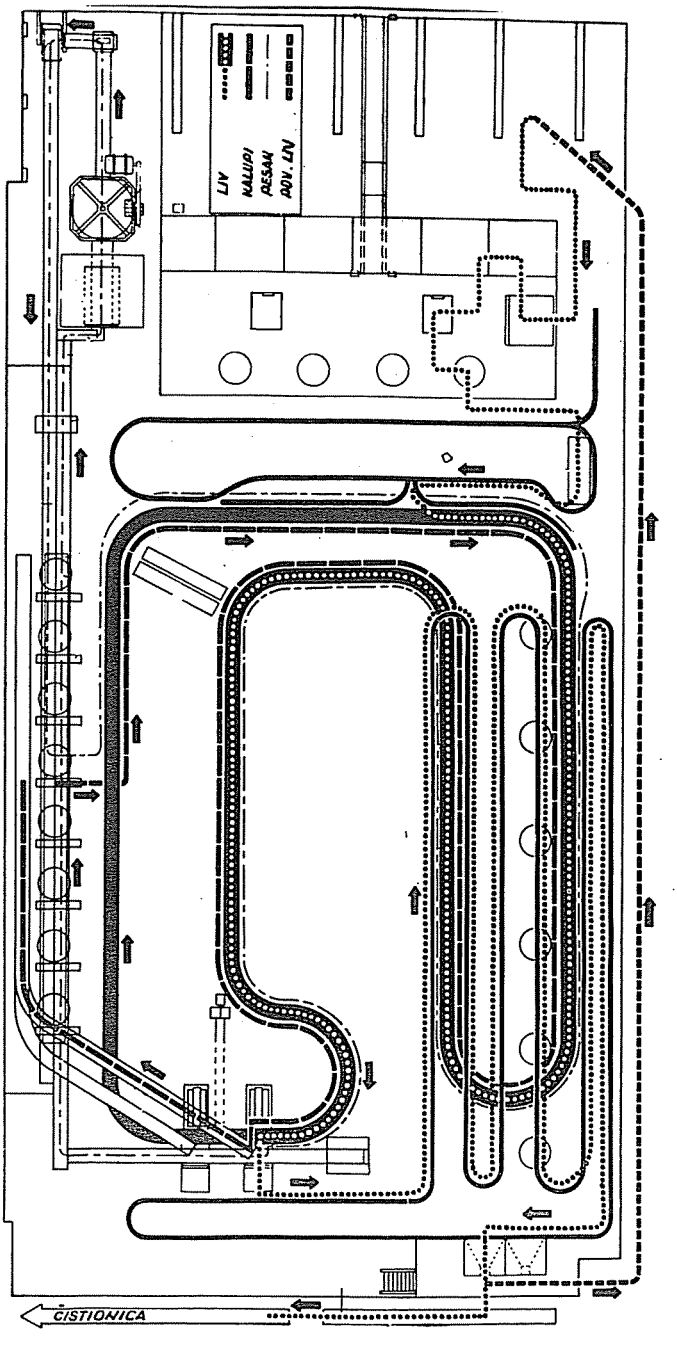
Slika 25-5



Slika 25-6

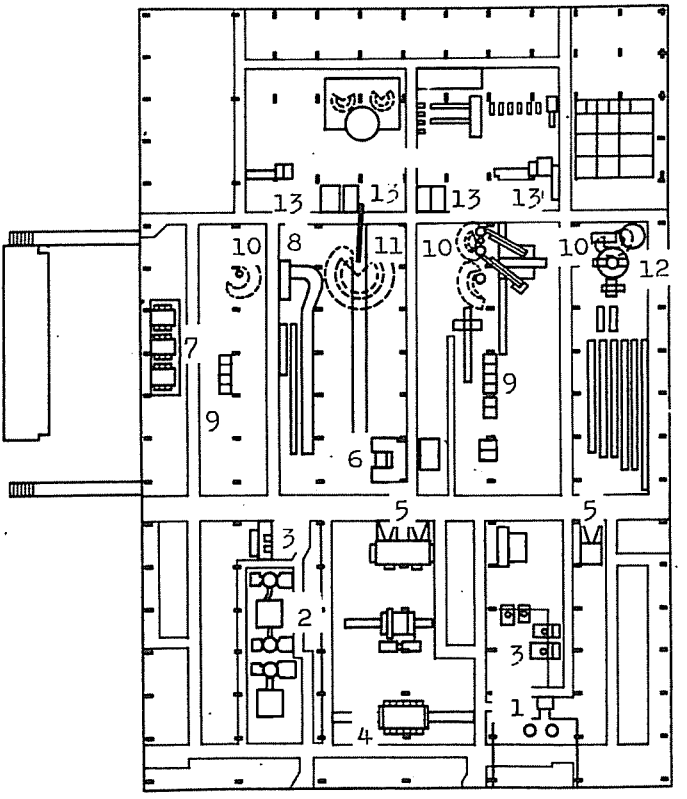
Na slici 25-6 |4| je dat layout automatske linije za kalupovanje GF Ltd. u Herblingertal-u švajcarska (oznake na slici: 1.hladjenje; 2.istresanje; 3.automatsko kalupovanje; 4.livenje; 5.pritezanje kalupa;6.postavljanje jezgara). Slika 25-6 prikazuje šemu linije za kalupovanje pod visokim pritiskom u Larbert-u Glynwed Foundries Ltd.|5|.

Na slici 25-7 je data šema kretanja materijala u jednoj enegleskoj mehanizovanoj livnici.



Slika 25-7

Na slici 25-8 je dato rešenje livnice Sulzer, kapaciteta 30.000 t/god.



Legenda: 1-dve kupolne peći kapaciteta 12 t/h (rad sa toplim vazduhom); 2-tri električne peći, kapaciteta 3-14 t; 3-šest srednje frekventnih indukcionih peći, kapaciteta 0,5-10 t; 4-peć za termičku obradu; 5-dva Hydro-Blast-a; 6-istresne rešetke nosivosti 20-80 t; 7-elevatorske peći za termičku obradu; 8-mašina za kalupovanje; 9-sušare za kalupe; 10-četiri stacionarna peskometa; 11-jedan pokretni peskomet; 12-obrtni sto za izradu vlažnih kalupa; 13-sušara za jezgra.

L i t e r a t u r a:

1. Zrnić,Dj., Prokić,M., Milović,P.: Projektovanje livnica,Beograd 1978.
2. Fantalov,L.I.: Osnovi projektirovanija litejnih cehov, Moskva 1948.
3. Frey,V.: Eine Moderne Giesserei, Industrialle organisation 1953.
4. Hikl, O.: Automatic Moulding Techniques at the Herblingertal Fondry of GF Ltd., Schaffhausen, Reprint from Foundry Trade Journal, July 1972.
5. Glinwed Install Automated Moulding-line at Larbert, Foundry Trade Journal, September 1971.
6. Prospekti firme DEMAG
7. Prospekti firme SULZER