



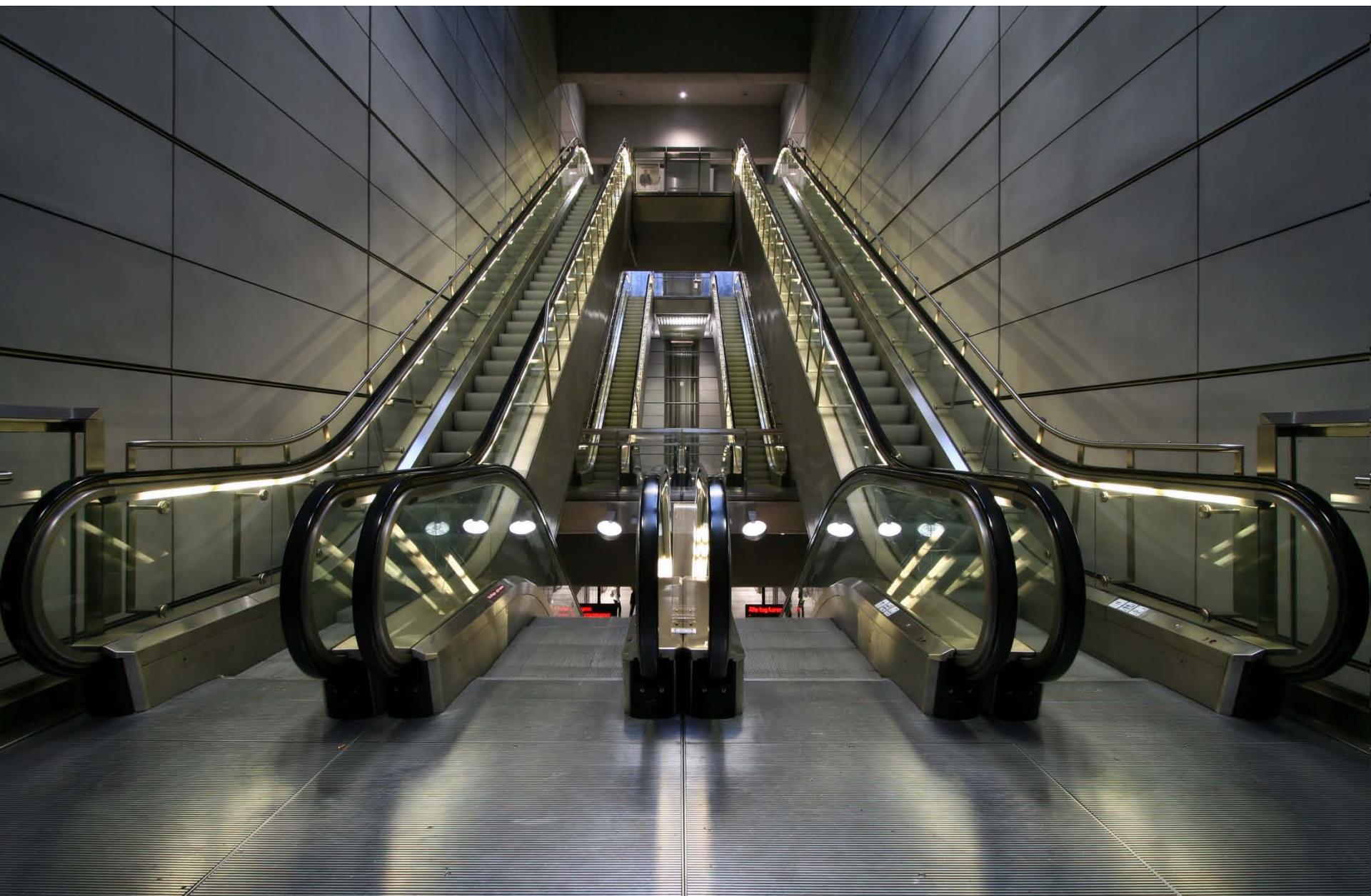
KATEDRA ZA MEHANIZACIJU
MAŠINSKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU
MODUL: TRANSPORTNO INŽENJERSTVO; KONSTRUKCIJE I LOGISTIKA

Transportne mašine (neprekidnog i prekidnog dejstva)

TRANSPORTERI SA VUČnim ELEMENTOM ESKALATORI

Profesor dr Nenad Zrnić, izvodi sa
predavanja

ESKALATORI

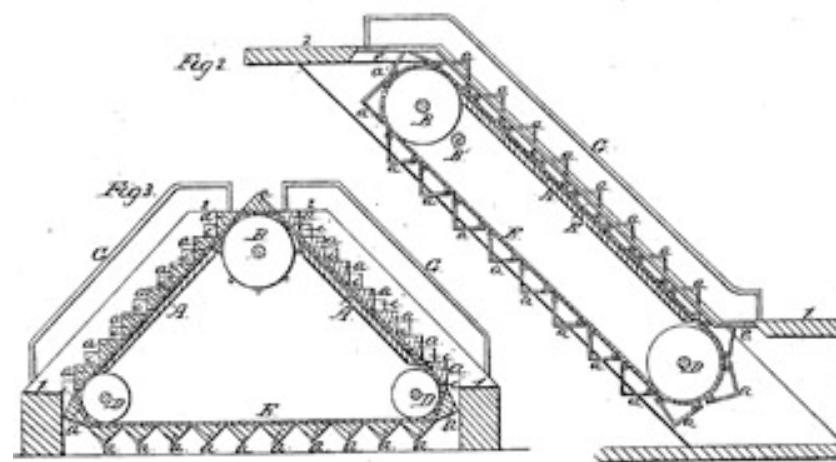
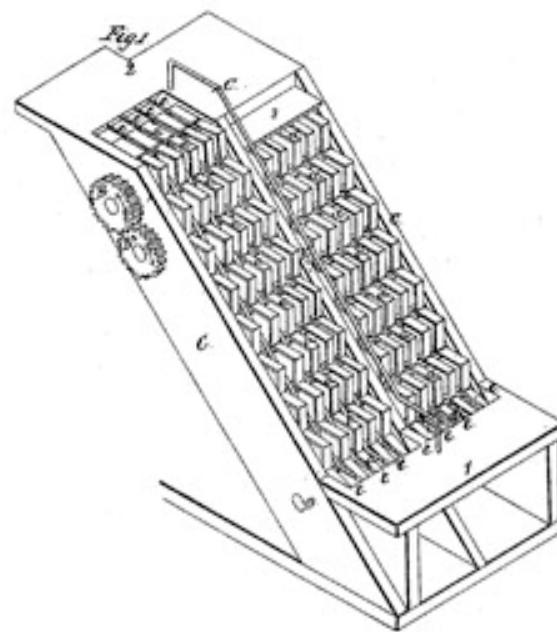


Stanica metroa Kopenhagen

N. AMES.
REVOLVING STAIRS.

25,076.

Patented Aug. 9, 1859.



Witnesses
G. J. Jones
L. A. Jones

Inventor
Nathaniel Ames





Flat escalator



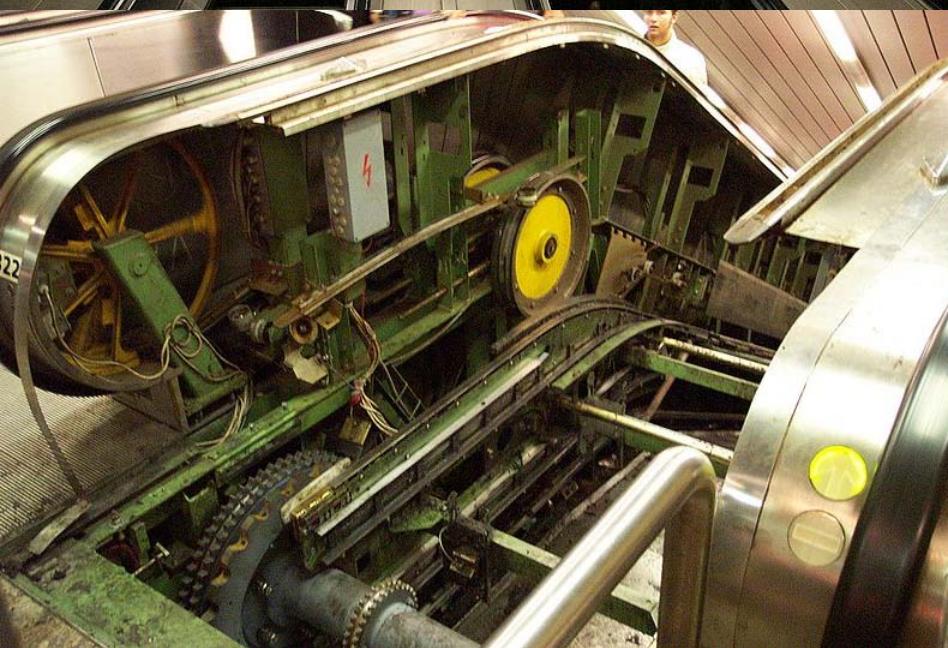
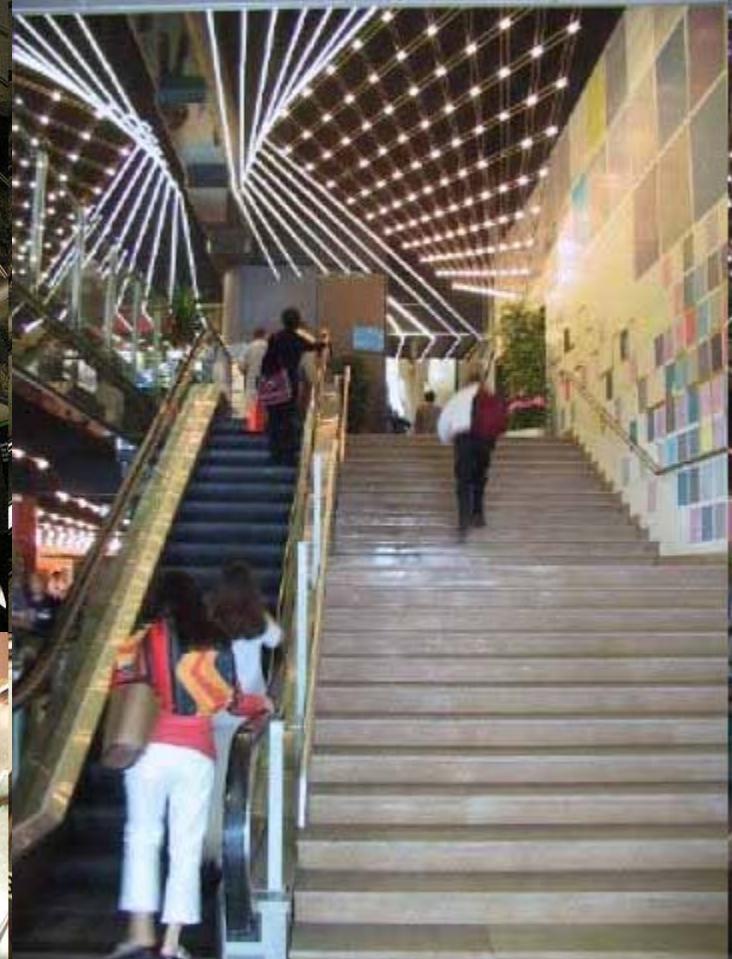


“Parallel” layout – paralelni raspored



**“Crisscross” layout
tzv. ukršteni raspored**

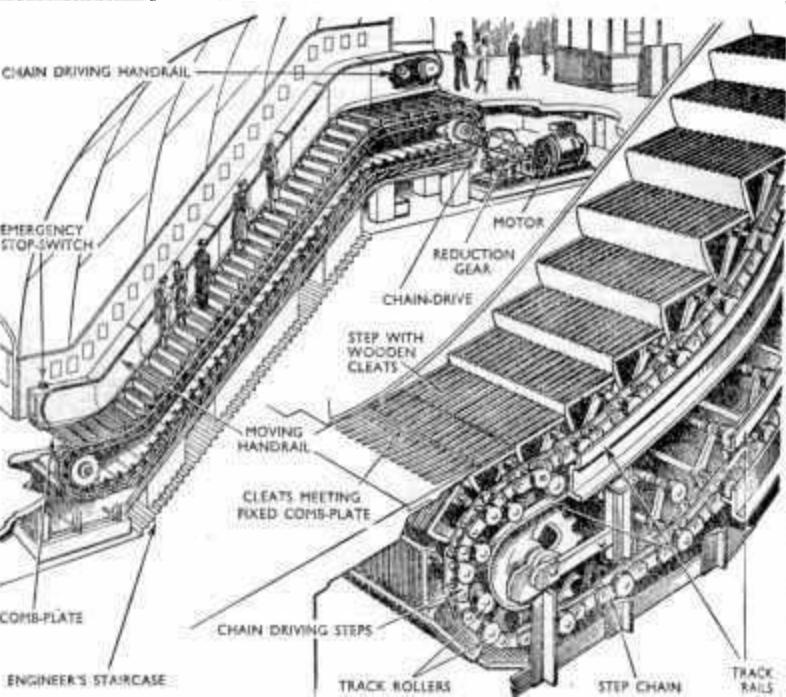
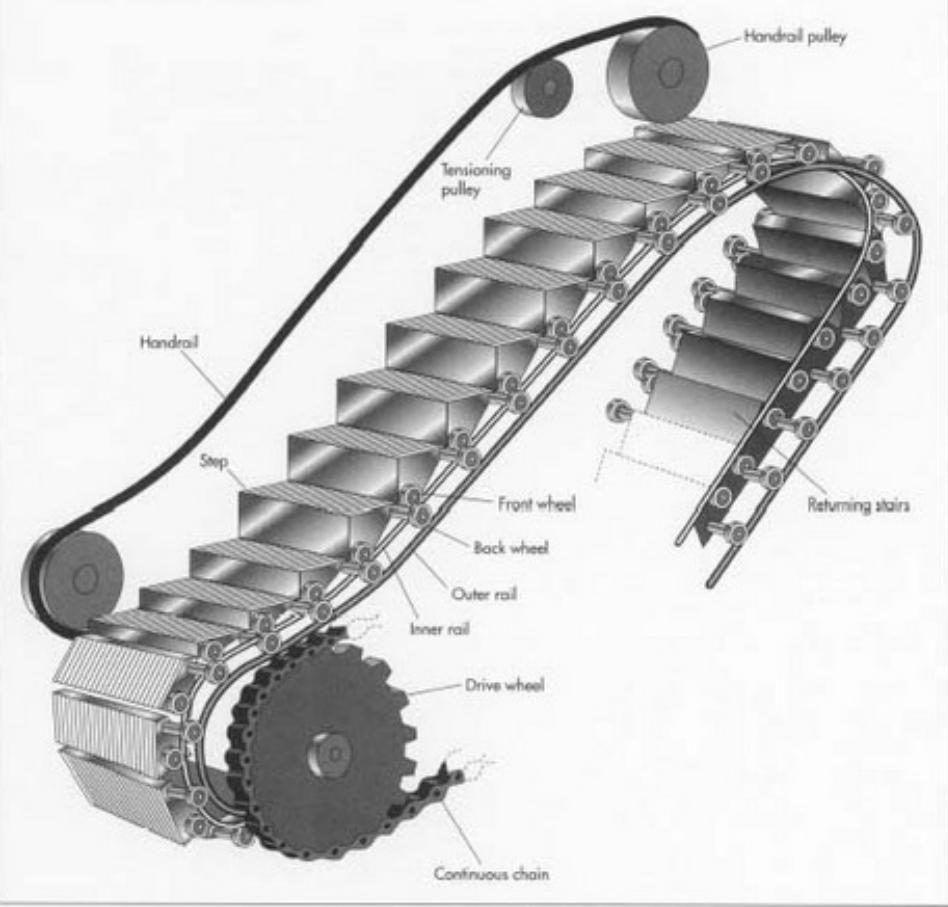
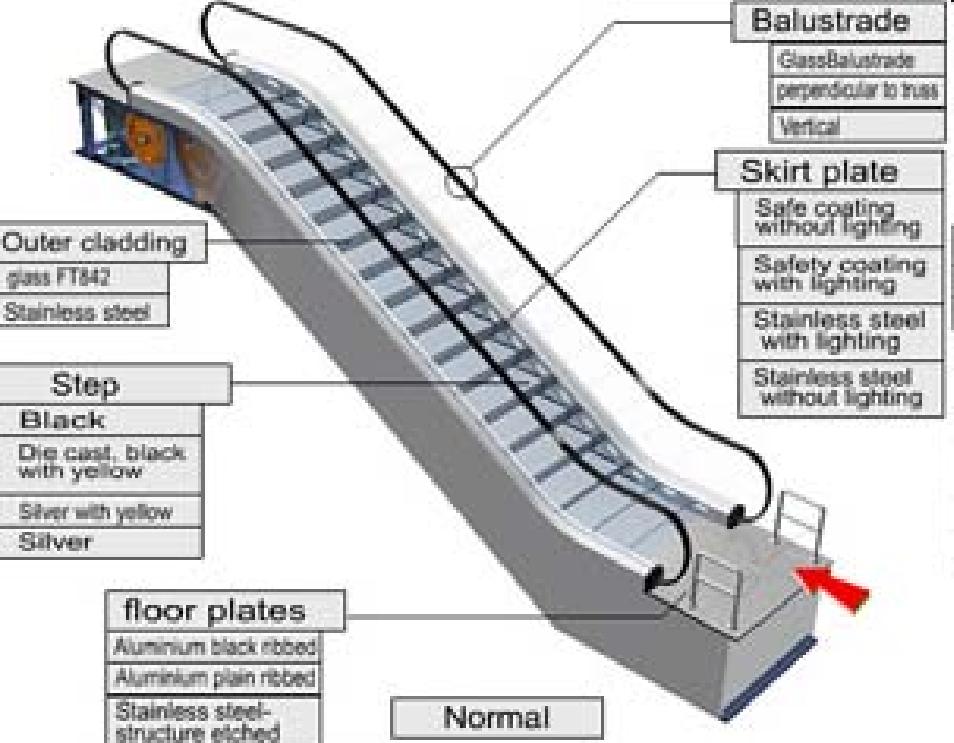
"Multiple parallel" layout – višestruki paralelni



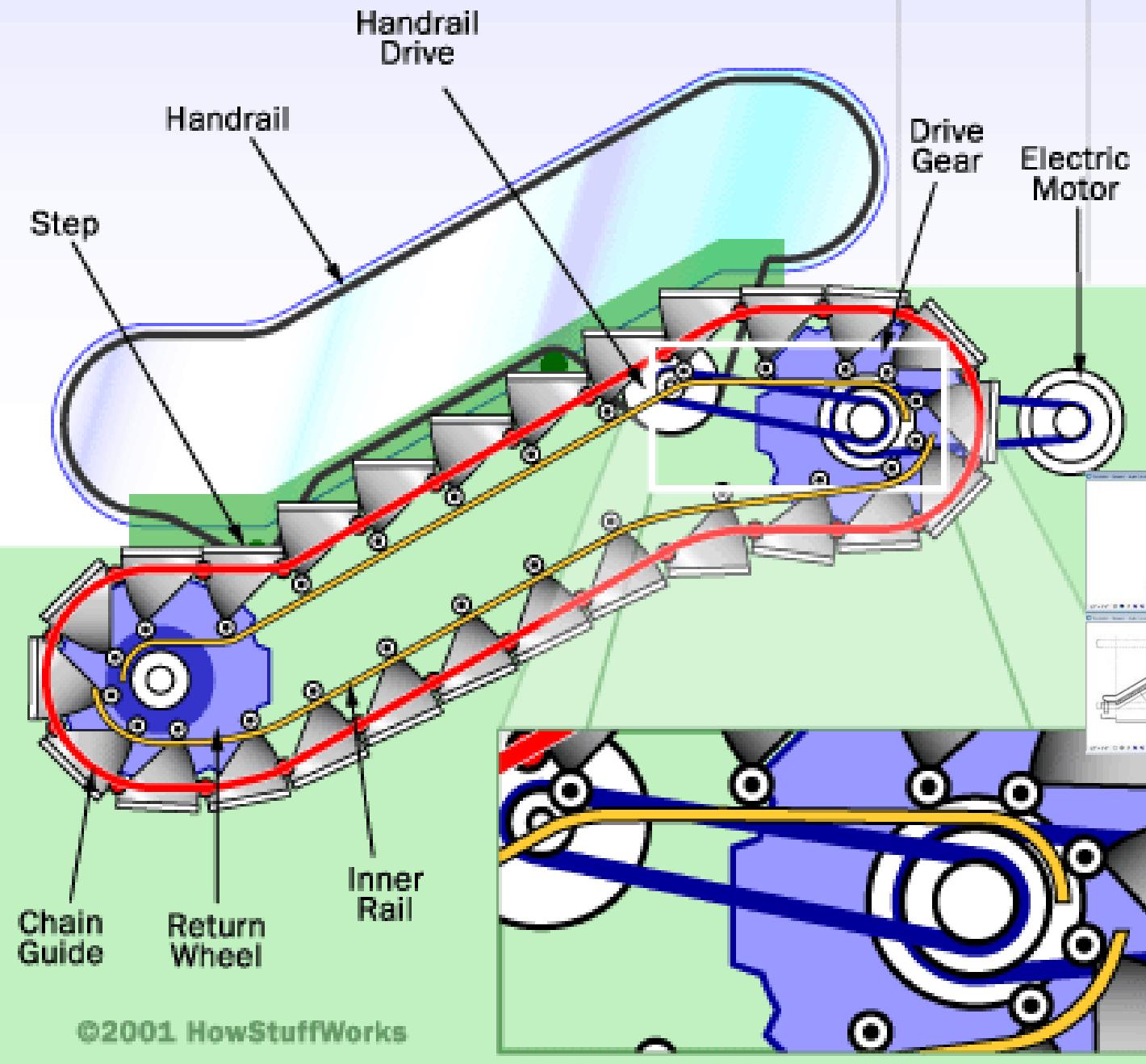
"Up" escalators – samo transport na gore, pored stepenica

U SAD je 2004 bilo više od 30,000 eskalatora, koji su godišnje korišćeni preko 90 milijardi puta.





How Escalators Work



ПОКРЕТНЕ СТЕПЕНИЦЕ

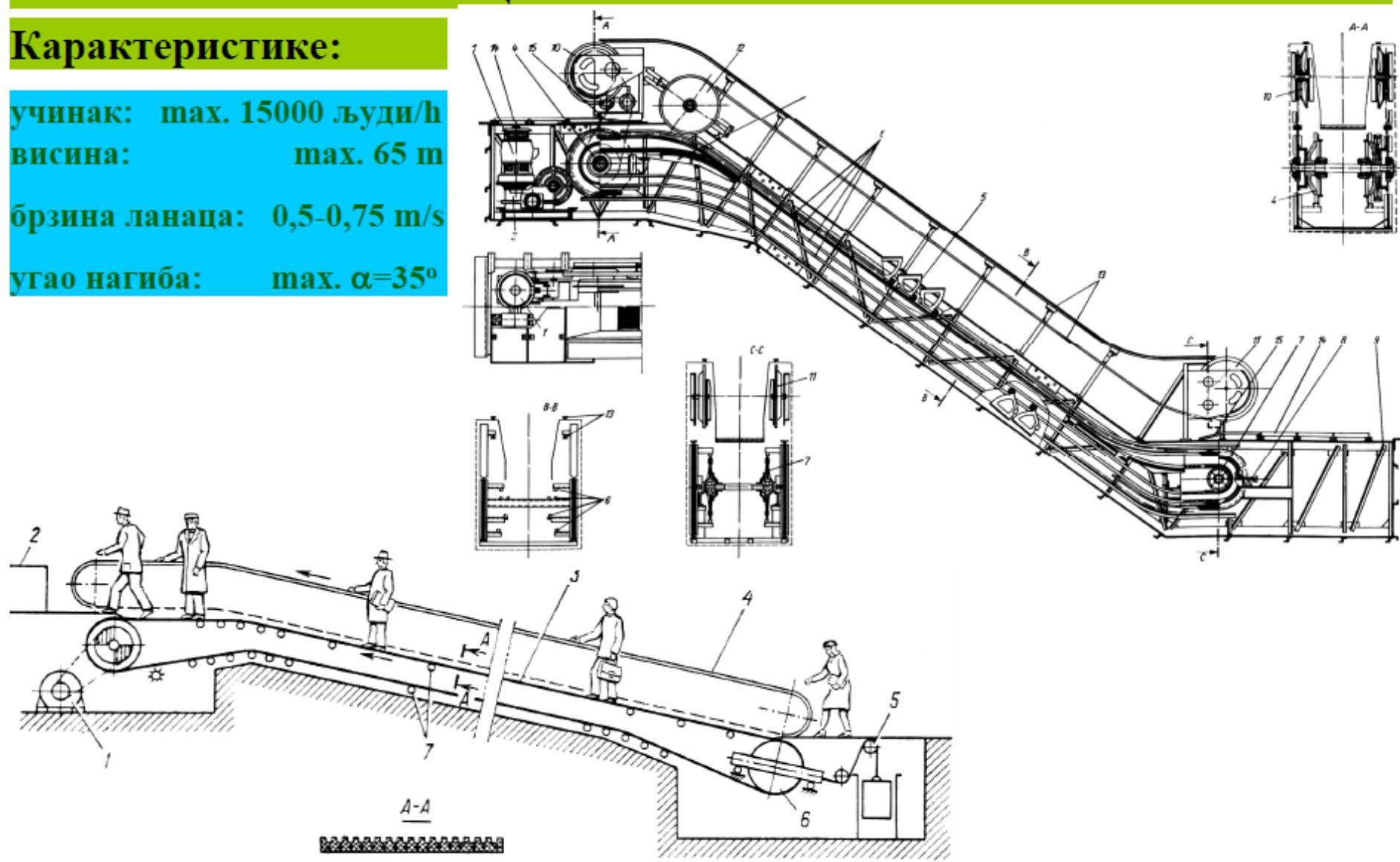
Карактеристике:

учинак: max. 15000 људи/h

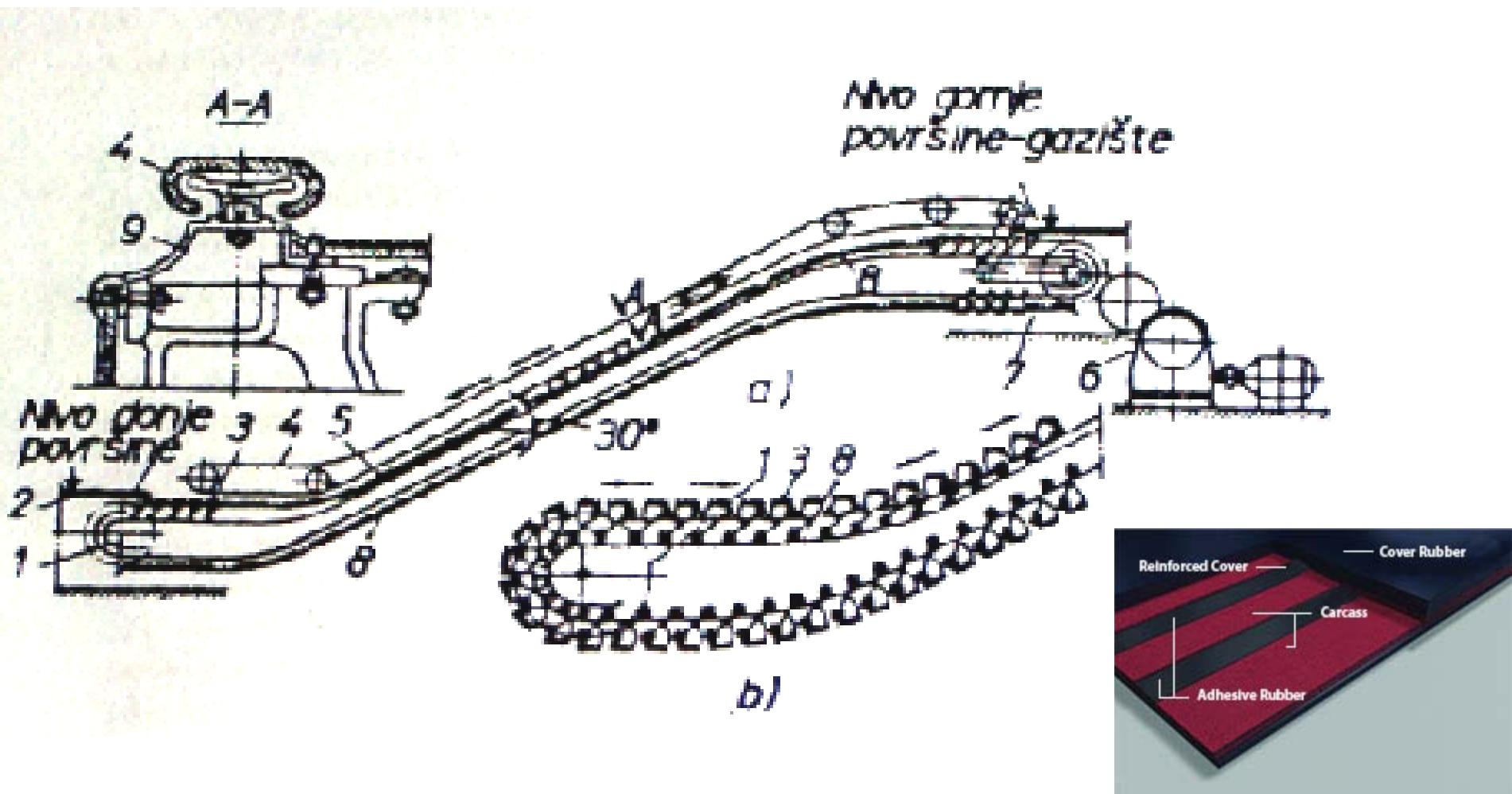
висина: max. 65 m

брзина ланаца: 0,5-0,75 м/с

угао нагиба: max. $\alpha=35^\circ$



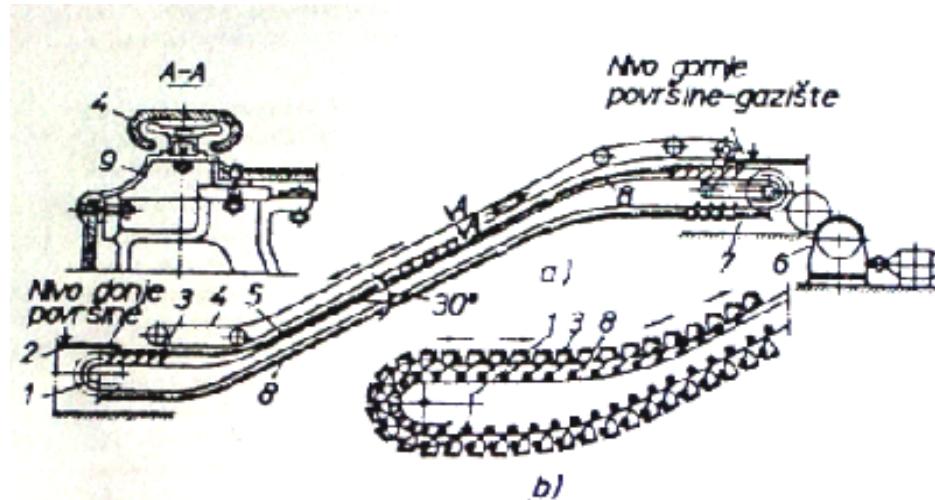
Eskalator predstavlja **kosi transporter** oblika stepeništa, sa pokretnim stepenicama koje se podižu i kojima se prevoze ljudi naviše ili naniže, sa jednog nivoa na drugi. Eskalator se sastoji iz poda u obliku **stepenica 3**, sa **dva vučna lanca 5**, **pogonskih 7** i **zateznih 1 zvezda**, **pogona 6**, osalone metalne konstrukcije za vođenje **8**, **ulazne platforme 2**, **balustrade (ograde) sa karkasom 8**, i **uredaja za pridržavanje rukom – rukohvata 4**.



Eskalatori se primenjuju za prevoz ljudi na sektorima duž kojih se očekuje velika frekvencija pešačkog saobraćaja, npr. na stanicama metroa, na stadionima, u većim robnim kućama, bolnicama, železničkim stanicama, aerodromima, u većim ustanovama itd.

Prema mestu ugradnje i saglasno intenzitetu saobraćaja – frekvenciji ljudi, razlikuju se dve vrste eskalatora i to: etažni, u zgradama i tunelski – za metroe, tablica 4.6. Prema propisima o bezbednosti pri prevozu ljudi, brzina eskalatora **ne sme biti veća od 1,0 m/s**; prema tome – povećanjem radne brzine eskalatora preko 1 m/s ne ostvaruje se i povećanje kapaciteta, zbog otežanog pristupa ljudi na brzohodni pod eskalatora i silaska sa njega. Prema inostranim standardima brzina se usvaja u granicama 0,5...0,75 m/s.

Maksimalni ugao nagiba eskalatora iznosi 35°. Radi bezbednog pristupa ljudi na eskalator, kao i u cilju bezopasnog silaska, eskalatori se izrađuju sa **horizontalnim ulaznim i silaznim gazištem** – podestom, dužine 0,8....1,2 m (manji za brzine poda, stepenika do 0,5m/s, a veći za brzine preko 0,5 m/s). Eskalatori se sastoje i iz kosih sekcija, kosi deo je pod uglom 30...35° duž čitave trase transportera. Gornji deo stepenastog poda prostire se horizontalno.



Eskalator:

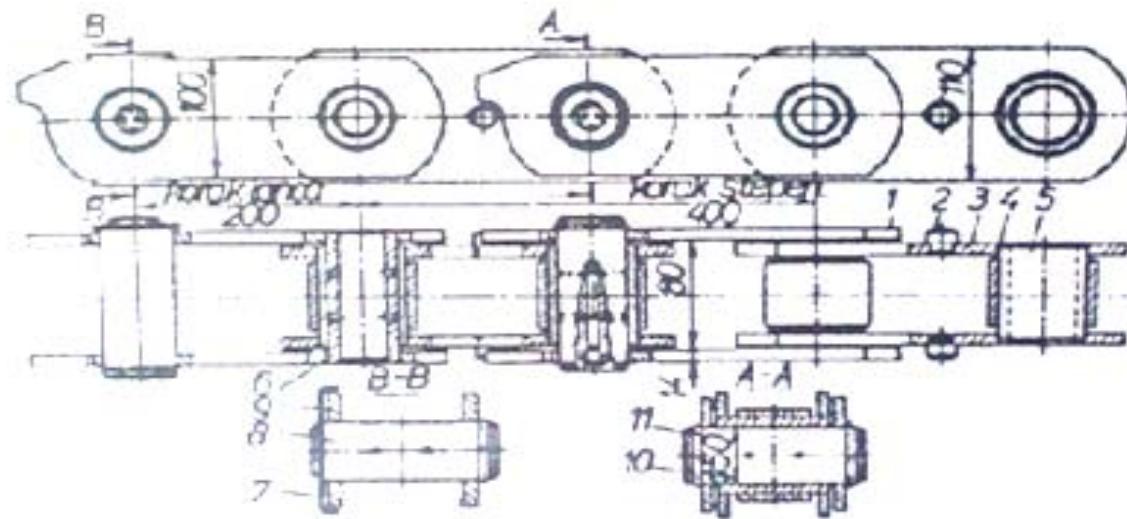
a - šema eskalatora; b – šema putanje kretanja stepenica po određenoj trasi, sa zateznom zvezdom na kraju

Nerazdvojiv deo putničkog eskalatora predstavlja **pogonski deo sa dva rukohvata**, a to su beskonačne, gumirane (presvučene gumom) trake, specijalnog profila, koje se kreću duž bočnih balustrada – ograda, pored stepenica – u obliku naslona visine **0,9...1,0 m od nivoa stepenika**, kako bi putnici mogli udobno da se oslanjaju rukama o gornju granu jedne od traka. **Priručja, rukohvati su jednake brzine kretanja, kao i stepenik poda eskalatora.** Osim putničkih, primenjuju se i teretni eskalatori – za transport tereta. U zavisnosti od frekvencije putnika, eskalatori mogu biti neprekidnog ili periodičnog kretanja. Pri maloj frekvenciji eskalator se automatski isključuje davačem, preko fotoelementa – pri nailasku putnika, eskalator se automatski uključuje i vremenski deluje za period koji je potreban da se putnik podigne ili spusti do željenog nivoa, a potom se eskalator ponovo automatski isključuje do nailaska sledećeg putnika.

Tablica

Osnovni parametri izvedenih funkcija eskalatora

Tip eskalatora	Eskalator					
	Etažni		Tunelski			
	LP-6K	LP-7K	LT-2	LT-3	LT-4	LT-5
Propusna moć ljudi; ljudi/h	9720	4860	16200	16200	16200	16030
Maksimalna visina dizanja(m)	8	12	65	45	25	12
Širina stopenika(mm)	1000	666	1000	1000	1000	1000



Vučni lanac eskalatora tipa LT – 3:

1 – spoljna ploča; 2 – oslonac lanca; 3 – unutrašnja ploča; 4 – valjčić (rolna); 5 – čaura; 6 – šuplji valjak; 7 – zaustavna podloška; 8 – osovinica za spajanje; 9 – ploča za spajanje; 10 – puna osovinica; 11 – opružni prsten, osigurač (uskočnik).

Tip eskalatora	Eskalator					
	Etažni		Tunelski			
	ЛП-6К	ЛП-7К	ЛТ-2	ЛТ-3	ЛТ-4	ЛТ-5
Brzina dizanja stopenika(kretanja)(m/s)	0,54	0,54	0,90	0,90	0,90	0,90

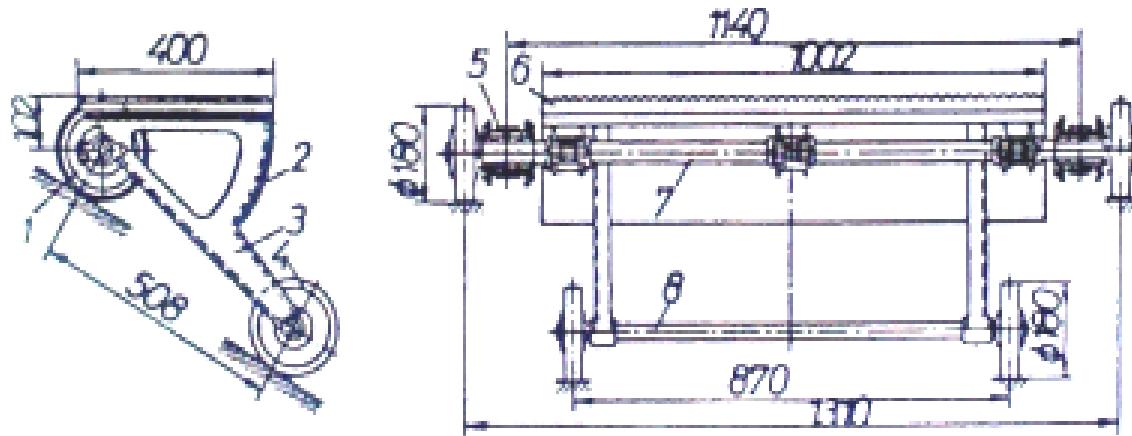
Postoje i dvobrzinski eskalatori koji se kreću minimalnom brzinom, a koja se automatski uključuje pri maloj frekvenciji putnika.

Takođe se primenjuju i eskalatori za rad na otvorenom prostoru.

Elementi eskalatora

Kao vučni element eskalatora primenjuju se dva specijalna lamelasta valjkasta lanca, sl. na prethodnom slajdu, koraka 100; 135 i 200 mm. Osobenost konstrukcije ovakvog lanca ogleda se u mogućnosti oslanjanja na spoljnju ploču, te se tako lanac može previjati samo jednostrano. Na taj način, ovi oslonci zajedno sa vodićom lanca, koja je istovremeno i ograničivač savijanja lanca, obezbeđuju neizmenjen položaj lanca u slučaju njegovog kidanja bilo na kom delu trase transportera – eskalatora.

Spajanje valjaka (kako šupljih tako i punih) i čaura sa lamelastim lancem eskalatora ostvaruje se presovanim, nerazdvojivim spojem, tako što se lanac prethodno zateže. Lamelasti lanci se izrađuju od čelika, a takođe se od čelika izrađuju i valjci i čaure, koje se i termički obrađuju.



Stepenik tunelskog eskalatora:

1 – osnovni valjak; 2 – podstepenik; 3 – karkas; 4 – pomoćni valjak; 5 – vučni lanac; 6 – ploča oblika češlja; 7 i 8 – osovine valjaka

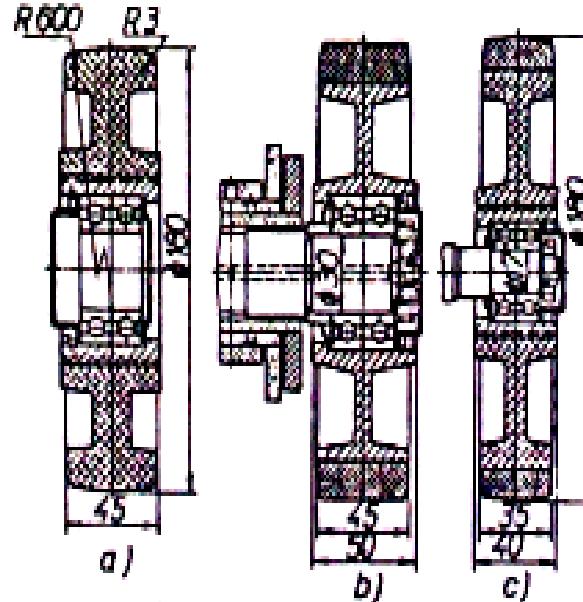
Pod eskalatora čine stepenice koje se vezuju za dva vučna lanca. Svaki stepenik, sl. gore oslanja se na četiri valjka, od kojih su dva osnovna i čije su osovine vezane za vučne lance i druga dva – pomoćna valjka. Osnovni i pomoćni valjci imaju različite trase kretanja i kreću se duž četiri vodice. Na taj način omogućava se horizontalan položaj stepenika u svakom trenutku, duž čitave trase eskalatora (radne grane), uključujući i mesto prelaska stepenika sa horizontalne na kosu deonicu, ili sa kose na horizontalnu deonicu, što se postiže odgovarajućim savijanjem vodice staze.

Stepenik eskalatora sastoji se iz metalnog karkasa sa oslonom pločom - češljjem koji je od plastične mase ili drvenih letvica; podstepenika i četiri valjka, prečnika 100 ... 180 mm. Valjci, se izrađuju od plastične mase (karbolita, vlakana itd.) ili su od metala sa obodom od livene gume, a uležišteni su preko kotrljajnih (kugličnih) ležaja.

Primena valjaka od plastičnih masa kao i gumiranih, karakteriše se sniženim šumom, odnosno niži je nivo buke pri radu eskalatora. Korak stepenika iznosi 400 ... 405 mm (ovaj korak mora da bude obavezno deljiv sa korakom lanca); širina stepenika iznosi 500 ... 1000 mm, a masa stepenika 25... ...60 kg. Računsko opterećenje putničkih eskalatora iznosi 800 ... 240 N. Masa jedinice dužine poda iznosi približno 200 ... 275 kg/m za eskalatore tunelskog tipa.

Pogon eskalatora ostvaruje se preko reduktora koji ima izlazno vratilo sa jedne strane i sa dopunskim lančanim ili zupčanim prenosnikom. Primenuju se pužni reduktori ili su zupčanici sa cilindričnim zupcima. Koriste se takođe i reduktori sa dva izlazna vratila, sa svake strane po jedno, pa se odgovarajući lančanici pogone posebno (sa svake strane). Pogoni, svaki zasebno, opremljeni su kočnicama sa elektromagnetskim otkočivačem, odnosno uljnim prigušivačem, kako bi se obezbedilo ujednačeno zaustavljanje opterećenih elektromotora. Ubrzanje pri puštanju u pogon, kao i usporenje pri kočenju elektromotora ne sme da bude veće od 0,6 m/s .

Savremene konstrukcije eskalatora mogu biti sa nekoliko pogona duž trase eskalatora. Umesto lančanog vučnog elementa ovakvi eskalatori pogonjeni su preko zupčaste letve. Eskalator se montira iz tipskih, modulskih sekcija, koje čine središne delove trase, sa odvojenim pogonom preko zupčaste letve sa svake strane poprečnog preseka, na svakoj sekciji (ako je eskalator veće dužine). Pogoni rade sinhronizovano jedan sa drugim, obezbeđujući jedinstvenu brzinu celokupne grane pokretnih stepenika eskalatora. Broj sekcija eskalatora određuje se prema visini eskalatora.



Valjci stepenika eskalatora

a – od plastične mase, *b* i *c* – osnovni i pomoćni valjak sa gumenim obodom

Osim osnovnog pogona, pogonski mehanizam eskalatora opremljen je i pomoćnim, malim pogonom, koji se uključuje prilikom remonta ili kontrole rada eskalatora.

Zatezni uređaj eskalatora je kao po pravilu opružno - zavojni, a primenjuje se i kombinovani - opruga sa tegom ili samo sa tegom, kao zateznim uređajem.

Uredaj sa rukohvatom, predstavlja vertikalni transporter zatvorene konture kretanja, sa vučnim elementom i nosačem tereta, kao i sa rukohvatom - priručjem koje je gumom protkano, a koje se kreće i podiže duž metalnih vodica, presek A – A, slajd 12. Priručje se pokreće preko dva lanačana prenosnika, preko vratila pogonske zvezde eskalatora.

Priručje se pokreće preko dva lanačana prenosnika, preko vratila pogonske zvezde eskalatora. Zatezni uređaj opterećene grane smešten je kod otklonskih koturova koji se nalaze kod nagnute sekcije eskalatora; masa jedinice dužine priručja iznosi 1.85 ... 2,5 kg/m, a računsko opterećenje jedinice dužine transportera - eskalatora iznosi 60 N/m; koeficijent trenja klizanja duž vodice eskalatora iznosi 0,27 ... 0,37.

Proračun eskalatora

Kapacitet eskalatora (ljudi/h) određuje se iz izraza:

$$Q = \frac{3600\psi Av}{a_s} = 9000A\psi v \quad (4.11)$$

gde su: $\psi = 0,6 \dots 0,96$ - koeficijent ispune stepenika (najveća je vrednost kada je brzina $v = 0,4 \text{ m/s}$, a najmanja, kada je $v=1 \text{ m/s}$); $A = 1 \dots 2$ - broj putnika na jednom stepeniku; $v = 0,4 \dots 1,0 \text{ m/s}$ - brzina eskalatora ; $a_s = 0,4 \dots 0,405 \text{ m}$ - korak stepenika eskalatora.

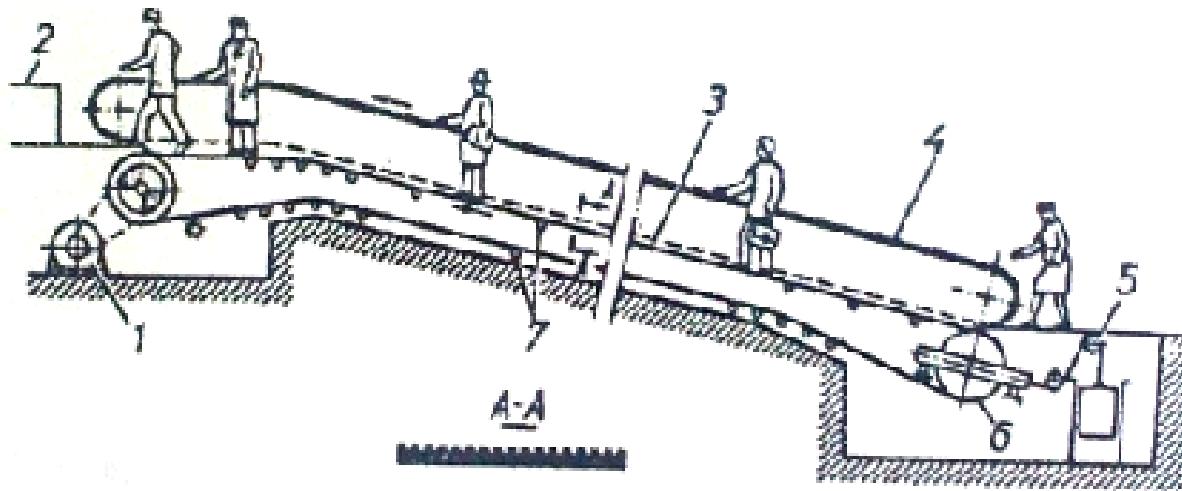
Proračun vuče eskalatora obavlja se istovetno kao i kod pločastog transportera; koeficijent otpora kretanja poda iznosi 0,25 ... 0,028.

Putnički transporteri

U savremenim, velikim gradovima koji se odlikuju velikom frekvencijom pešačkog saobraćaja na relativno malom prostoru, npr. na aerodromima, železničkim stanicama, stanicama metroa, na sajmovima, kao i kod podzemnih pešačkih prolaza, potreban je veliki kapacitet transportera za prevoz ljudi.

Masovno, skupno - mehanizovano prevoženje velikog broja putnika na javnim mestima ostvaruje se pomoću transportnih uređaja neprekidnog dejstva. Za vertikalni i strmo nagnuti prevoz putnika koriste se liftovi i eskalatori za horizontalno i blago nagnuto prevoženje putnika koriste se putnički - transportni uređaji.

Savremeni putnički transportni uređaji mogu se razvrstati u dve samostalne, konstruktivne grupe: putnički transporteri za prevoženje putnika na relativno mala rastojanja (300 ... 500 m), brzinom do 1,0 m/s - pokretni trotoari i putne pruge; sistemi transportera za prevoženje putnika velikim brzinama (do 7,0 m/s) u kabinama, na rastojanjima od nekoliko kilometara. Putne pruge odlikuju se većim osobenostima konstruktivnih rešenja, sastoje se iz sklopova - sekcija, koje se kreću malom brzinom. Postoje i konstrukciona rešenja sekcija koje imaju velike brzine kretanja, a koje se razmatraju u specijalnim izvorima literature.



Šema putničkog transportera

1 – pogon, 2 i 5 – ulazi, gazilišta, 3 – traka, 4 – rukohvati, 6 – zatezni uređaji, 7 - osloni

Putnički transporter, Sl. gore je vertikalni trakasti transporter zatvorene konture ili je pločasti transporter kod koga kao noseći element tereta pre svega služi traka (čelična ili ređe gumirana) ili je lamelasti, ravno sastavljeni pod, bez bočnih strana. Traka ili pod na gornjoj, nosećoj površini imaju uzdužne recke - grebene, kao kod stepenika eskalatora (presek A - A, Sl. 4.18). Kod transporterera manjih dužina, do 20 m, traka se kreće preko glatkih čeličnih oslonaca, otpornih na koroziju. Valjkasti oslonci su pravi, koraka 400 ... 600 mm. Kompaktno oslanjanje putnika preko gusto postavljenih valjkastih oslonaca omogućava udoban prevoz duž trase. Pločasti pod pričvršćuje se preko dva lamelasta valjkasta lanca i kreće se duž određene staze, kao i kod pločastog transporterera.

Karakteristično obeležje putničkog transporterera ogleda se u činjenici da postoje balustrade (branici) i pokretni rukohvati, kao kod eskalatora.

Putnici se prevoze stojeći, a pridržavaju se za rukohvate. Da bi se obezbedio normalan pristup putnika, kao i izlazak sa putničkog transporterera, ugrađuju se ulazno - silazni podesti (gazišta), sa česljevima kao i kod eskalatora.

Izrađuju se trakasti i pločasti transporteri sledećih karakteristika: kapaciteta 8000 ... 16000 ljudi/h, ugla nagiba 0 ... 12 °, brzina kretanja poda ili trake 0,900,95 m/s; radna širina trake do branika 730; 930; 1130 mm; ukupna širina trake ili poda 800; 1000; i 1200 mm; dužina transporterera iznosi 12 ... 300 m; snaga elektromotora glavnog pogona $P = 15 \dots 75 \text{ kW}$; trajnost transporterera - eksplotacioni vek $10 \dots 15 \cdot 10^4 \text{ km}$ pređenog puta, nivo buke - manji je od 80 dB.

Transporteri su opremljeni automatskim uređajem za puštanje u pogon, kao i za zaustavljanje, kako pri kontinualnom režimu rada, tako i u zavisnosti da li su putnici prisutni na traci - platnu. Transporteri su opremljeni uređajima za blokiranje, kojim se može ostvariti zaustavljanje transporterera bilo na kome mestu duž trase, a u slučaju bilo kakvih nepredvidivih poteškoća prilikom eksplotacije uređaja. Osim motornog, automotskog režima rada, predviđen je i ručni način upravljanja pogonom, neposredno sa pulta operatora.

Transporter može imati kako direkstan hod, tako i suprotan smer kretanja (reverzibilan), promenom smera obrtanja elektromotora.

Putnički transporteri su približno dva puta jeftiniji od eskalatora.