

**ANALIZA STANIČNIH PRISTUPNIH ELEMENATA****ANALYSIS OF STATION ACCESS ELEMENTS**Jelena Delić, Pavle Pitka, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO**

**Kratak sadržaj** – Na osnovu svetskih iskustava u ovom radu predstavljen je značaj i efektivnost eskalatora u funkcionisanju stanica javnog prevoza putnika. Predstavljani su primeri iz svetske prakse, ilustrujući raznolikost i efikasnost sistema za ubrzano i olakšano kretanje putnika.

**Ključne reči:** Javni prevoz, Pristupačnost, Eskalatori, Pokretne trake

**Abstract** – Based on worldwide experience, this paper presents the importance and effectiveness of escalators in the operation of public transport stations. The paper presents examples from world practice, illustrating the diversity and efficiency of systems for fast and easy passenger movement.

**Keywords:** Public transport, Accessibility, Escalators

**1. UVOD**

Metro i drugi kapacitivniji podsistemi javnog prevoza putnika (JPP), zbog velikog broja putnika koji dolaze na stajališta, zahtevaju i ozbiljan pristup pri projektovanju staza za pešake, eskalatora i pokretnih traka. Dimenzionisanje pristupnih elemenata na stanicama i stajalištima velikih presađakih tačaka je bitno za lakoću korišćenja, komfor, a samim tim i kvalitet usluge JPP.

U ovom radu će biti predstavljeni tehnički elementi eskalatora. Na osnovu svetskih iskustava biće analiziran značaj i efektivnost eskalatora u funkcionisanju stanica javnog prevoza putnika.

**2. VREME PUTOVANJA PUTNIKA**

Vreme putovanja putnika u sistemu JPP-a se sastoji iz sledećih vremenskih komponenti: vreme pristupa sistemu (vreme pešačenja od izvora do pristupnog stajališta); vreme čekanja; vreme vožnje; vreme presađanja; vreme pešačenja od izlaznog stajališta do cilja.

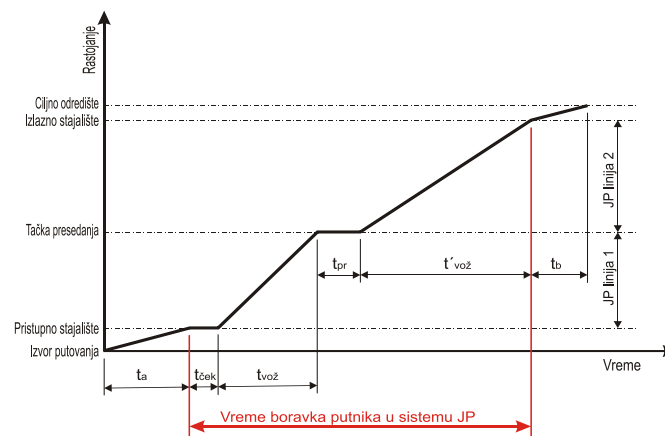
Vreme pristupa korisnika sistemu i vreme kretanja korisnika od izlaznog stajališta do cilja zavise od statičkih elemenata linija, dok dinamički elementi nemaju uticaja na ove vremenske komponente putovanja putnika.

Vreme čekanja putnika na stajalištu je direktna funkcija realizovanog intervala sleđenja vozila na linijama sa intervalom sleđenja manjim od 15 minuta i predstavlja posledicu prirode nakupljanja putnika na stajalištima.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Pavle Pitka, vanred. prof.

Karakteristike nakupljanja putnika na stajalištima značajno se razlikuju po projektovanim intervalima sleđenja vozila [1].



Slika 1. Vreme boravka putnika u sistemu JPP [1]

Minimalno očekivano vreme čekanja putnika na stajalištu za slučaj ravnomernih intervala sleđenja definiše se kao vremenski period koji iznosi polovinu intervala sleđenja vozila. Ovako definisano vreme čekanja ima apsolutnu tačnost u uslovima ravnomernog nakupljanja putnika na stajalištima. Kako se iz definicije matematičkog očekivanja vremena čekanja podrazumeva ravnomeran interval, svako produženje intervala sleđenja ima za posledicu produženje vremena čekanja u odnosu na minimalno očekivano.

**3. TEHNOLOGIJA FUNKCIONISANJA I TEHNIČKE KARAKTERISTIKE**

Eskalatori (pokretne stepenice) i pokretne trake (eng. Autowalk/Moving walkway) predstavljaju jedne od najčešće korišćenih i najpogodnijih pristupačnih sistema koji omogućavaju pristup sistemima evropskog prevoza [2].

Ovi pristupni sistemi se često koriste u zgradama sa velikim brojem posetilaca i velikim protokom ljudi, kao što su metro stanice, aerodromi i dr sistemi javnog prevoza.

Eskalatori predstavljaju mehaničke uređaje koji omogućavaju vertikalni prevoz ljudi između različitih spratova (nivoa) zgrada. Drugim rečima, eskalator se može opisati kao pokretna stepenica, tj. uređaj za transport koji se nalazi od jednog lanca od aluminijuma ili nerđajućeg čelika, koji se pokreće uz pomoć motora, stepenicama koje se kreću duž sistema u šina nepredstave.

Ovi izuzetno efikasni sistemi variraju u svojim fizičkim oblicima i dizajnom, i predstavljaju različite varijacije koje se danas mogu naći na različitim lokacijama sa različitim dimenzionalnim geometrijama. Najčešći tipovi eskalatora su: stepenasti, spiralni, levitatori i eskalatori prilagođeni za invalidska kolica.

Pokretne trake su neprekidni sistemi horizontalnog prevoza ljudi na istom nivou, obično korišćeni na lokacijama sa velikim pređenim udaljenostima i prtljagom. Ove trake mogu biti ravne ili sa blagim nagibom (do 6°) i funkcionišu koristeći sistem metalnih paleta na valjcima. Kada se korisnici prevoze do kraja trake, palete koje čine površinu za stajanje se okreću i vraćaju u servisni prostor ispod traka [3].

### 3.1 Tehničke karakteristike

Svaki eskalator ili pokretna traka je kompleksna kombinacija komponenti i tehničkih karakteristika. Mnoge od ovih karakteristika, kao što su širina, dužina, brzina, nagib i kapacitet su dostupne u različitim specifikacijama.

U sistemima javnog prevoza, širina pokretnih stepenica obično iznosi 1000mm i omogućava udobno kretanje putnika. Stepence širine 600mm i 800mm se koriste na mestima sa manjim protokom putnika ili u ograničenim prostorima. Što se tiče visine pokretnih stepenica, ona se kreće od 3 do 40m u sistemima kao što su autobuske, železničke i metro stanice, dok na aerodromima visina varira od 2 do 12m [2].

Horizontalne pokretne trake imaju različite širine, od 1000mm do 1400mm za trake bez nagiba i 1000mm do 1100mm za trake sa blagim nagibom. Širina od 1400mm se najčešće koristi na mestima sa velikim protokom putnika, dok se na aerodromima često postavljaju trake širine 1200mm ili 1400mm kako bi olakšale pretekuće. Traka širine 1400mm dozvoljava dva odrasla putnika na jednoj paleti, povećavajući kapacitet. Što se tiče dužine, minimalno iznosi 10m, a maksimalno 250m. Najčešće se koriste trake dužine 100m, sa širinom od 1600mm za veći komfor i bezbednost putnika, posebno na aerodromima i stanicama sa velikim protokolom [4].

Standardna brzina eskalatora se kreće u opsegu 0,5m/s, 0,65m/s i 0,75m/s. Brzina od 0,5m/s je optimalna za kombinaciju kapaciteta, bezbednosti i prostora. Na mestima sa naizmeničnim dolazcima putnika, kao što su železničke i metro stanice, preporučuje se brzina od 0,65m/s. Brzina od 0,75m/s, iako izvodi, ne preporučuje se zbog mogućih opasnosti od pada ili spoticanja, a dodatno ne bi donela značajno povećanje efikasnosti prevoza.

Brzine pokretnih traka mogu biti 0,5 i 0,65 m/s. Standardna brzina od 0,5 m/s koristi se za kratke destinacije ili kada druge okolnosti zahtevaju sporiju brzinu i udobno korišćenje, međutim pokretne trake se najčešće kreću brzinom od 0,65 m/s i kao takve nude dobar odnos između kapaciteta za prevoz putnika, udobnosti i energetske efikasnosti [4].

Eskalatori se obično projektuju sa nagibom od 27,3, 30 i 35 stepeni. Najčešći ugao nagiba iznosi 30° i kao takav nudi maksimalnu bezbednost i komforan transport za korisnike [2].

Razliku između teoretskog i efikasnog transportnog kapaciteta je bitno istaći. Teoretski kapacitet je osnovan na širini i brzini pokretnih stepenica. Međutim, efikasan transportni kapacitet, koji zavisi od gustine korisnika i širine stepenica, obično se kreće između 40 i 80 procenata teoretskog kapaciteta.

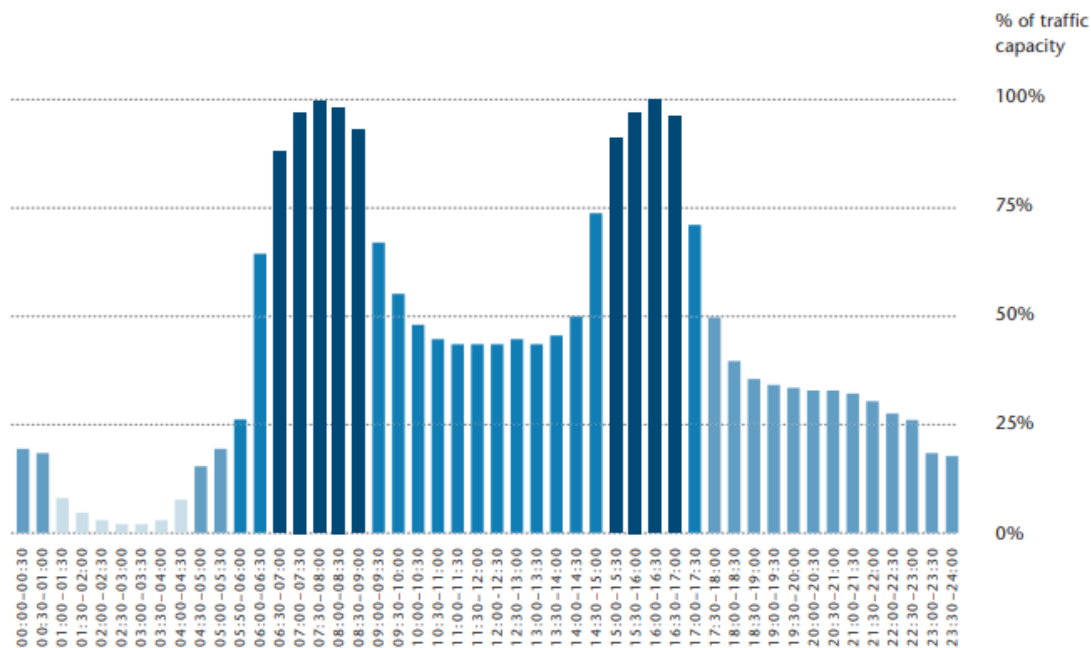
Kapacitet pokretnih traka se računa na sličan način, obračunavajući pažnju na prevoz kolica za prtljag. Važno je naglasiti da se za pokretne trake sa širinom palete većom od 1000mm kapaciteta ne povećava značajno, jer korisnici moraju da drže rukohvat, a dodatna širina je primarno omogućena radi korišćenja kolica za prtljag [5]. U metro stanicama, broj putnika koji koriste pokretne stepenice u vršnim časovima je znatno veći što znači da su pokretne stepenice pod mnogo većim opterećenjem. Na slici 2 prikazan je procenat protoka putnika u toku rada jedne metro stanice (period od 24 časa).

Tabela 1. Vrednost transportnog kapaciteta [5]

Širina stepenice	Teoretski transportni kapacitet	Efektivni transportni kapacitet pri brzini od:		
	V = 0,5 m/s	V = 0,5 m/s	V = 0,65 m/s	V = 0,75 m/s
600 mm	4500 put/h	3600 put/h	4400 put/h	4900 put/h
800 mm	6750 put/h	4800 put/h	5900 put/h	6600 put/h
1000 mm	9000 put/h	6000 put/h	7300 put/h	8200 put/h

Pariski metro povezan je sa drugim vidovima javnog prevoza kao što su autobusi, tramvaji i železnice. Linija 4 metro sistema je veoma frekventna i ona predstavlja drugu najprometniju liniju. Putnici koji treba da izvrše transfer sa linije 4 na liniji 12 moraju proći kroz dugačak

prolaz kako bi stigli do željene linije. Za olakšavanje ovog transfera, između linija se nalazi pokretna traka (Slika 4) koja značajno ubrzava protok putnika [6].



Slika 2. *Transportni kapacitet metro stanice*

#### 4. SVETSKA ISKUSTVA

Primeri pokretnih stepenica i pokretnih traka u javnom transportu širom sveta mogu pružiti uvid na različite načine na koje su ovi sistemi implementirani i kako doprinose efikasnosti i udobnosti putnika. U nastavku rada biće navedeni različiti primeri ovih pristupačnih elemenata i njihove zanimljivosti.

##### Metro stanica, Pariz, Francuska

Pariz ima razvijenu mrežu metroa, što omogućava brz i jedan prevoz putnika širom grada. Pariski metro je jedan od najpoznatijih primera efikasnog javnog transporta. Ovaj metro ima mnoge stanice koje se razlikuju u veličini i dizajnu.

Neke stanice su manje i jedinstvene, dok su druge velike, moderno dizajnirane i sadrže eskalatore za lakši prelaz između nivoa ili pristup različitim linijama. Pariski metro ide duboko ispod površine grada, zbog čega eskalatori imaju veoma visoku primenu (Slika 3) [6].



Slika 3. *Eskalatori u metro stanici, Pariz*

Pariski metro je povezan sa drugim vidovima javnog prevoza kao što su autobusi, tramvaji i železnice. Linija 4 metro sistema je veoma frekventna i ona predstavlja drugu najprometniju liniju.

Putnici koji treba da izvrše transfer sa linije 4 na liniji 12 moraju proći kroz dugačak prolaz kako bi stigli do željene linije. Za olakšavanje ovog transfera, između linija se nalazi pokretna traka (Slika 4) koja značajno ubrzava protok putnika [6].



Slika 4. *Pokretna traka u metro stanici, Pariz*

##### Međunarodni aerodrom u Hong Kongu (HKIA)

Ovaj aerodrom je poznat po svojim pokretnim trakama koje olakšavaju prelazak velikih razdaljina u terminalima. „HKIA“ je primer kako pokretne trake mogu poboljšati putničko iskustvo i smanjiti vreme potrebno za prelaz između leta. Putnici mogu lako da putuju između Terminala 1 (T1) i Terminala Satelitske dvorane (T1S) na međunarodnom aerodromu u Hong Kongu (HKIA) putem prolaza koji je dugačak 200m, opremljenog pokretnim trakama (Slika 5) [7].





Slika 5. Pokretna traka između T1 i T1S

### Železnička stanica, Kjoto, Japan

Železnica je glavni javni prevoz za Japan i ima veoma dobro uspostavljenu mrežu širom zemlje. Kjoto stanica je glavna železnička stanica i transportno tvorište u gradu Kjoto. Stanica je otvorena 1997. godine i ima 12 spratova iznad zemlje i 3 ispod. Svaki od spratova povezan je pokretnim stepenicama (Slika 6) [8].



Slika 6. Pokretne stepenice, železnička stanica, Kjoto

Japan ima mnogo javnih prostora, posebno železničkih stanica koje imaju eskalatore pristupačne za osobe u invalidskim kolicima. Kada dođe korisnik invalidskih kolica osoba voza zaustavlja pokretne stepenice. Obično ovim stepenicama upravljaju dvoje zaposlenih – jedan sprečava ljude da uđu na pokretne stepenice, dok drugi član osoblja koristi ključ da promeni pokretne stepene u režimu invalidskih kolica [9].

## 5. ZAKLJUČAK

Eskalatori i pokretne trake, kao ključni pristupni sistemi u sistemu javnog prevoza, imaju ogroman značaj za putnike i funkcionisanje celokupnog sistema. Mnogi svetski

gradovi koriste eskalatore i pokretne trake za unapređenje pristupa javnom prevozu. Široke opcije u veličinama i karakteristikama ovih sistema omogućavaju prilagođavanje na različite uslove i potrebe, učestvujući u zadovoljavanju različitih potreba putnika. Prednosti velikog izbora širine i brzine na raspolaganje omogućavaju optimalno rešenje za svaku konkretnu situaciju, vode računa o protokolu putnika, njihovom komforu i bezbednosti. Eskalatori i pokretne trake značajno povećavaju kapacitet transportnih sistema. Ovi sistemi omogućavaju brže kretanje ljudi i prtljaga, čime se smanjuju gužve na stajalištima i platformama.

Ovi primeri pokazuju da su eskalatori i pokretne trake višenamenski sistemi koji se primenjuju širom sveta kako bi unapredili pristup, povećali efikasnost i omogućili praktičnost u urbanim sredinama.

## 6. LITERATURA

- [1] P. Pitka, „Optimizacija linijskih sistema javnog prevoza putnika“, Универзитет у Новом Саду, 2016.
- [2] R. Verma, Escalators: A professional's guide for better planning & installation, 2022.
- [3] D. Rockwood, D. Garmire, A new transportation system for efficient and sustainable cities: Development of a next generation variable speed moving walkway. Sustainable Cities and Society 14 pp. 209–214, 2015.
- [4] KONE Corporation, Escalators and Autowalks Planning Guide
- [5] KONE Corporation, KONE Planning guide, Escalators, ramps and autowalks, 2020.
- [6] How to use Paris Montparnasse railway station | ShowMeTheJourney
- [7] [https://www.hongkongairport.com/en/media-centre/press-release/2022/pr\\_1616](https://www.hongkongairport.com/en/media-centre/press-release/2022/pr_1616)
- [8] <https://www.japan-accessible.com/transport/train/escalator/escalator.htm>
- [9] <https://wisata.app/en-us/diary/kyoto-station-a-modern-station-with-15-story-escalators>

### Kratka biografija:



**Jelena Delić** rođena je u Somboru 1996. god. Bachelor rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja i transporta odbranila je 2022. god. kontakt: [jelena96delic@gmail.com](mailto:jelena96delic@gmail.com)



**Pavle Pitka** rođen je u Šašincima 1983. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2016. god., a od 2022. je u zvanju vanrednog profesora. Oblast interesovanja su sistemi javnog prevoza.