



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Ústav aplikované informatiky v dopravě

**Analýza časových ztrát při pohybu OOSPO v železniční
stanici**

**Time loss in the movement of people with reduced mobility
at railway station**

Diplomová práce

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích

Studijní obor: Dopravní systémy a technika

Vedoucí práce: Ing. Jan Krčál, Ph.D.

Ing. Lucie Krčálová

Ing. Mgr. Michal Jeřábek, Ph.D.



K614 Ústav aplikované informatiky v dopravě

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Martin Heindl

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – DS – Dopravní systémy a technika

Název tématu (česky): **Analýza časových ztrát při pohybu OOSPO
v železniční stanici**

Název tématu (anglicky): Time loss in the movement of people with reduced
mobility at railway station

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Přehled stávající legislativy v souvislosti s osobami s omezenou schopností pohybu a orientace (OOSPO)
- Analýza současného stavu dané problematiky v ČR a v zahraničí
- Definování jednotlivých infrastrukturních prvků v železniční stanici a naměření dostatečného vzorku dat vybraných skupin osob na těchto prvcích
- Definování parametrů mající vliv na rychlost pohybu osob v železniční stanici
- Vyhodnocení ztrátových časů jednotlivých skupin pro vybrané úseky včetně ověření ztrátových časů v jiné železniční stanici
- Doporučení pro zohlednění ztrátových časů při přesunu vybraných skupin osob v železniční stanici

Rozsah grafických prací: stanoví vedoucí diplomové práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj ČR č. 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb.

ČSN 73 6110. Projektování místních komunikací. ICS 93.080.10. Praha: ČNI, leden 2006. A její změna Z1.

Matuška, Jaroslav. Bezbariérová doprava. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2009. ISBN 978-8086530- 62-8

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jan Krčál, Ph.D.

Ing. Lucie Krčálová

Ing. Mgr. Michal Jeřábek, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce:

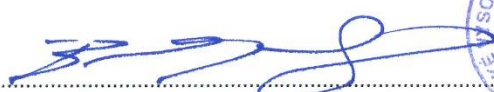
29. července 2016

(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajících ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce:

30. května 2017

- a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
- b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia


.....
doc. Dr. Ing. Tomáš Brandejský

vedoucí
Ústavu aplikované informatiky v dopravě




.....
prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.



.....
Bc. Martin Heindl
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....29. července 2016

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 30. května 2017

.....
Martin Heindl

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Lucii Krčálové, Ing. Janu Krčálovi, Ph.D. a Ing. Mgr. Michalovi Jeřábkovi, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a trpělivost při odborném vedení mé diplomové práce. Děkuji také Ing. Martinu Jacurovi, Ph.D. za poskytnutí materiálů metodik k dané problematice a za možnost konzultace. Dále bych rád poděkoval Bc. Adéle Sodomkové za pomoc při provedeném sběru dat. Na závěr bych rád poděkoval své rodině, která mě při studiu podporovala.

**Analýza časových ztrát při pohybu OOSPO v železniční
stanici**

**Time loss in the movement of people with reduced mobility
at railway station**

Anotace

V posledních letech stále roste poptávka po železniční osobní přepravě, proto je důležité věnovat se přestupní problematice v rámci přestupních uzlů. S ohledem na široké spektrum složení cestujících je nutné zkoumat časové ztráty neboli rychlosti na jednotlivých prvcích přestupní trasy a dokázat určit potřebnou dobu na přestup pro každou kategorii osob. Práce se zaměřuje na podrobnou analýzu významné dílčí části přestupní doby, tedy konkrétně přesun od prvního vlaku ke druhému vlaku, s ohledem na jednotlivé kategorie cestujících. Na základě analýzy dochází k sestavení matematického vzorce pro výpočet dílčí části přestupní doby. Vzorec je následně validován pro jeho použitelnost.

Klíčová slova: přestupní doba, ztrátový čas, přestupní uzel, cestující, osoby s omezenou schopností pohybu a orientace, železniční stanice

Summary

As demand grows at rail passenger transport, it is very important deal with problematics of transfer in transfer hub. With regard to the wide range of passenger, it is necessary to research the time lost, or the speed, on the individual elements of the transfer route and to determine the time needed for the transfer for each category of persons. The thesis deals with the detailed analysis of important parts of the transfer time, specifically moving from the first train to the second train with regard to individual categories of passengers. On the basis of the analysis, the mathematical formula for the calculation of the part of the transfer time is compiled. The formula is subsequently validated for its usability.

Key words: transfer time, loss time, transfer hub, passengers, persons with reduced mobility and orientation, railway station

Obsah

1	Úvod	10
2	Teoretická východiska	11
2.1	Klasifikace OOSPO	11
2.2	Klasifikace pohybových vad	12
2.2.1	Obrny	13
2.2.2	Deformace	14
2.2.3	Malformace	14
2.2.4	Amputace	15
2.3	Klasifikace zrakových vad	15
2.4	Kompenzační pomůcky	17
2.4.1	Pomůcky pro osoby pohybově postižené	18
2.4.2	Pomůcky pro osoby zrakově postižené	20
3	Vymezení bariér	22
3.1	Klasifikace bariér	22
3.1.1	Hmotné bariéry	23
3.1.2	Nehmotné bariéry	23
3.2	Stávající legislativa zabývající se problematikou bariér	25
4	Přestupní uzly ve VHD	27
4.1	Železniční osobní stanice	27
4.2	Výpravní budovy	29
4.3	Přednádraží	30
4.4	Nástupiště	31
4.4.1	Parametry nových a modernizovaných nástupišť	34
4.5	Spojovací komunikace	37
5	Přestupní doba	39
5.1	Doba trvání výstupu z vlaku	39

5.2	Doba trvání přesunu k druhému vlaku	41
5.3	Doba trvání nástupu do vlaku	42
5.4	Současné řešení problematiky v ČR a zahraničí	45
6	Analýza časových ztrát při přestupu	49
6.1	Kategorizace skupin cestujících	49
6.2	Definování prvků přestupní trasy v železniční stanici	50
6.3	Způsob měření dat	51
7	Vyhodnocení časových ztrát	54
7.1	Rovný úsek	54
7.2	Šikmá rampa	56
7.3	Pevné schodiště	59
7.4	Pohyblivé schodiště – eskalátor	62
7.5	Výtah	63
8	Matematický vzorec výpočtu druhé fáze přestupní doby	64
9	Ověřování funkčnosti navrženého matematického vzorce	67
9.1	Na základě kontinuálního přesunu vybraných skupin osob	67
9.2	Na základě kontinuálního přesunu v jiné železniční stanici	71
9.3	Návrhy na úpravu a korekci matematického vzorce	75
10	Zhodnocení použitelnosti naměřených dat a matematického vzorce	77
	Závěr	79
	Seznam použité literatury	81
	Seznam obrázků	83
	Seznam tabulek	83
	Seznam zkratk	84
	Přílohy	85

1 Úvod

Z důvodu stále rostoucí poptávky po železniční osobní přepravě a obecně vyššího zájmu o veřejnou dopravu je důležité věnovat se i přestupní problematice, resp. přestupní době mezi vlaky v přestupních uzlech. S ohledem na fakt, že skladba cestujících využívajících železniční přepravu je poměrně široká, je zapotřebí analyzovat časové ztráty neboli rychlosti pro jednotlivé kategorie osob na různých prvcích nacházejících se na přestupní trase a následně dokázat určit potřebnou dobu na přestup.

Jelikož přestupní doba úzce souvisí s rychlostí pohybu cestujících, lze skladbu cestujících v železniční osobní přepravě definovat na základě pohybových a orientačních schopností. Je důležité si uvědomit, že mezi cestující nepatří jen osoby bez pohybového či orientačního omezení, ale také osoby pokročilého věku, osoby se zavazadly, osoby doprovázející dítě v kočárku, osoby na vozíku aj. Dále přestupní doba souvisí s bariérami na přestupní trase, kdy se např. pevné schodiště nebo eskalátor stávají pro osoby doprovázející dítě v kočárku či osoby na vozíku nepřekonatelnou překážkou a jsou nuceni zvolit jinou a mnohdy i delší přestupní trasu. Zajištění bezproblémového stihnutí přestupu všech cestujících by mělo být cílem každého dopravce.

Nutno také podotknout, že vozíčkáři a nevidomí mají u dopravce ČD značnou výhodu oproti ostatním cestujícím, protože si svou cestu mohou objednat a při následném přestupu o nich vlaková četa návazného vlaku ví a počká na ně. Zároveň pro tyto osoby je možná asistence při přestupu v podobě doprovodu, pomoci při nástupu či usazení nevidomých na konkrétní místo. Kdežto ostatní cestující nemusí z důvodu svých omezení či z důvodu delšího přestupu návazný vlak stihnout, protože tuto službu nemohou využít.

Práce se zaměřuje na podrobnou analýzu významné dílčí části přestupní doby, konkrétně na přesun od prvního vlaku ke druhému vlaku, a s ohledem na jednotlivé kategorie cestujících. Na základě analýzy dochází ke sběru dat a k sestavení matematického vzorce pro výpočet dílčí části přestupní doby. Vzorec je následně validován pro ověření jeho použitelnosti.

2 Teoretická východiska

2.1 Klasifikace OOSPO

Stručná definice osob s omezenou schopností pohybu a orientace je obsažena v zákonu č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu v §2 odst. 2, písm. e). Tyto osoby jsou dle zákona definovány jako „*osoby pokročilého věku, těhotné ženy, osoby doprovázející dítě v kočárku, dítě do tří let, osoby s mentálním postižením nebo osoby s omezenou schopností pohybu a orientace stanovené prováděcím právním předpisem*“. (1) Právním předpisem se stala dne 18. listopadu 2009 vyhláška č. 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb, která podrobněji definuje osoby s omezenou schopností pohybu a orientace. (2)

Osoby s omezenou schopností pohybu a orientace jsou definovány ve vyhlášce č. 398/2009 Sb. jako „*osoby s pohybovým postižením (mezi které patří osoby na vozíku, osoby používající ke svému pohybu pomůcky, např. berle, francouzské hole, či chodítka), osoby se zrakovým, sluchovým a mentálním postižením, osoby pokročilého věku, těhotné ženy, či osoby doprovázející dítě v kočárku nebo dítě do tří let.*“ (3)

Byť zde samotná definice osob s omezenou schopností pohybu a orientace z právního pohledu v České republice končí, lze do této skupiny řadit i další osoby. Jedná se o osoby přepravující nadměrná či objemná zavazadla, cestující s jízdním kolem, osoby malého či nadměrného vzrůstu nebo osoby dočasně pohybově omezené následkem úrazu. V zahraničí se také často do této skupiny řadí osoby se sníženou schopností úchytu, osoby s poruchami koncentrace a vnímání aj. Skutečností je, že i tyto osoby potřebují usnadněný přístup a snadnější podmínky pro svůj pohyb. (2)

2.2 Klasifikace pohybových vad

Z lékařského hlediska existuje více způsobů dělení pohybových vad. Za základní dělení lze však považovat rozlišení vad získaných a vad vrozených, které lze najít ve většině klasifikacích pohybových vad. Na základě doby vzniku pohybové vady rozlišuje (4) vady vrozené, mezi které se řadí i dědičné, a vady získané. Jiným rozdělením pohybových vad (5) je podle místa postižení, které se dělí na obrny, deformace, malformace a amputace.

Dalším dělením pohybových vad je členění na vrozená tělesná postižení, získaná tělesná postižení po úraze a získaná tělesná postižení po nemoci. Pod vrozené vady se řadí vrozené vady lebky a páteře, vrozené vady končetin a růstové odchylky, centrální a periferní obrny. K získaným tělesným postižením po úraze patří získané deformace, úrazová onemocnění mozku a míchy, úrazová poškození periferních nervů a amputace. Revmatická onemocnění, dětská infekční obrna, Perthesova choroba a myopatie představují pak získaná tělesná postižení po nemoci. (6)

Dělení pohybových vad popisuje také D. Filipiová (7), která se zabývá problematikou bezbariérovosti. Rozděluje pohybové vady z pohledu závažnosti do čtyř kategorií. Do první kategorie řadí osoby s lehčím postižením, které se pohybují pomocí hole, francouzské hole, berle. Zároveň do této kategorie řadí starší osoby. Do druhé kategorie řadí osoby, které mohou s pomocí francouzských holí nebo různých protetických a ortopedických pomůcek stát a v omezeném rozsahu i chodit. Chůze jim činí velké problémy, vyčerpává je a jsou schopní ujít pouze krátké vzdálenosti. Při vstávání potřebují pomoc druhé osoby. Velkým problémem jsou pro ně schody, které se stávají nepřekonatelným prvkem, zvláště v souvislosti s chybějícím zábradlím. Do třetí kategorie řadí vozíčkáře, které následně dělí:

- vozíčkáři, kteří potřebují vozík pouze pro pohyb venku;
- vozíčkáři trvale upoutáni na ortopedickém vozíku, kteří jsou zcela samostatní;
- vozíčkáři, kteří potřebují v některých případech asistenci druhé osoby;
- vozíčkáři, kteří potřebují čtyřicet hodin denně osobní asistenci;

- osoby, které se pohybují pomocí elektrického vozíku.

Do čtvrté kategorie patří osoby s progresivním onemocněním, které postupně procházejí všemi výše uvedenými kategoriemi.

Z výše uvedeného textu vyplývá, že klasifikovat pohybové vady lze na základě různých aspektů. Nejčastější dělení pohybových vad je podle místa vady a doby vzniku.

2.2.1 Obrny

Obrny se projevují poruchou hybnosti a jedná se o postižení centrální (mozek, mícha) nebo periferní nervové soustavy (obvodové nervy). Rozlišují se dva stupně závažnosti – paréza a plegie. Paréza je částečná a plegie úplná ztráta hybnosti končetin. (5)

Centrální obrny

Do skupiny centrálních obrn při poškození mozku patří dětská mozková obrna, dětská obrna, zánět mozku, mozkové nádory, mozkové příhody, mozkové embolie, traumatické obrny. (5)

Při poškození míchy patří do skupiny centrálních obrn rozštěp páteře (spina bifida), rozštěp páteře a míšních plen (meningokéla), rozštěp páteře, míšních plen a míchy (meningomyelokéla) a úrazy páteře s následným poraněním míchy. (5)

Do skupiny centrálních obrn při degenerativním onemocnění mozku a míchy patří mozečková heredoataxie, roztroušená skleróza mozkomíšní, Friedrichova heredoataxie, Parkinsonova nemoc. (5)

Periferní obrny

Zasahují pouze jednotlivé části těla – periférie (obličej, svaly, končetiny) a bývají následkem hlubšího poranění, zánětu, operačního nebo léčebného poranění, úrazu, otevřené zlomeniny, nervosvalového a jiného onemocnění. Periferní obrny lze rozdělit podle (5) na:

- přechodné obrny, kdy je možná náprava;
- částečné obrny (parézy), kdy je možné docílit zlepšení funkčního poškození;
- úplné obrny (plegie), kdy periferie, např. končetina, zůstává zcela nehybná.

2.2.2 Deformace

Jedná se o vrozenou či získanou vadu. Deformace je charakteristická nesprávným tvarem některého orgánu nebo části těla, např. svalů, kostí. Deformace se dělí na vývojové a získané. (5)

Vývojové deformace

Do skupiny vývojových neboli vrozených deformací patří deformace lebky a obličeje, kloubů, svalů a končetin. Vývojové deformace vznikají v prenatálním stadiu¹ a způsobují je anomálie ve vývoji organismu. Časté jsou deformace končetin, např. chybějící končetina, zakrnělá nevyvinutá končetina, zkroucená končetina, srůsty prstů, větší počet prstů, atd. (4)

Získané deformace

Získané deformace mohou nastat po těžkých úrazech, z důvodu popálenin nebo z důvodu různých nemocí, jako například tuberkulózním zánětem kostí a kloubů, záněty kostní dřeně, revmatickými záněty kloubů aj. Deformace může nastat i na základě nesprávného držení těla. (4)

2.2.3 Malformace

V případě malformace se jedná o vrozenou vývojovou vadu, která vzniká v prenatálním stadiu. Do skupiny malformací patří rozštěp rtu, Fallotova tetralogie (kombinovaná srdeční vada), vrozené nevyvinutí části těla a aplazie (nevyvinutý nebo chybějící orgán). (5)

¹ Doba vývoje plodu mezi početím a porodem.

2.2.4 Amputace

Amputace znamená nevratné oddělení orgánu, končetiny nebo její části od těla. Rozlišují se amputace, které vznikly v důsledku traumatické příčiny a amputace vzniklé následkem chirurgického zákroku. Amputace končetin se dělí na amputaci horních končetin a dolních končetin. Nicméně dochází i ke kombinovaným amputacím. (4) (5)

Amputace vzniklá následkem chirurgického zákroku se řeší v momentě vážného úrazu, ale také při nádorovém, cévním, metabolickém nebo zánětlivém onemocnění. (5)

2.3 Klasifikace zrakových vad

Osoby se zrakovým postižením jsou lidé s různými druhy a stupni snížených zrakových schopností. Jedná se o osoby, které poškození zraku ovlivňuje v běžných každodenních činnostech a kterým nestačí běžná optická korekce – dioptrické brýle. Osoby se zrakovou vadou lehčího stupně, které nosí dioptrické brýle a bez potíží zvládají každodenní činnosti, nemají omezení v přístupu informací, nejsou omezení v orientaci a samotném pohybu, se nezahrnují do skupiny osob se zrakovým postižením. (8)

Skupinu osob zrakově postižených lze dělit na slabozraké a nevidomé. V současné době se v ČR využívá klasifikace zrakového postižení dle WHO², která na základě vyšetření zrakové ostrosti do dálky a velikosti zorného pole rozřazuje osoby do některé z pěti kategorií zrakového postižení (Tab. 1). Vyšetření zrakové ostrosti do dálky se nejčastěji provádí na Snellenových³ optotypech a výsledkem je Snellenův zlomek. Ten srovnává vzdálenost potřebnou k rozpoznání objektu u zrakově postižené osoby (hodnota čitatele) a vzdálenost potřebnou k rozpoznání stejného objektu osobou bez zrakového postižení (hodnota jmenovatele). Například zlomek 6/18 udává, že osoba se

² Světová zdravotnická organizace

³ Hermann Snellen – holandský oční lékař, který v roce 1862 navrhl první tabulku pro odhad zrakové ostrosti

zrakovým postižením uvidí objekt ve vzdálenosti 6 metrů stejně jasně jako normálně vidící osoba ze vzdálenosti 18 metrů. (8) (9)

Tab. 1: Klasifikace zrakového postižení podle WHO (8)

Kategorie	Druh zdravotního postižení
1	Střední slabozrakost zraková ostrost s nejlepší možnou korekcí: maximum menší než 6/18 (0,30) - minimum rovné nebo lepší než 6/60 (0,10); 3/10 - 1/10
2	Silná slabozrakost zraková ostrost s nejlepší možnou korekcí: maximum menší než 6/60 (0,10) - minimum rovné nebo lepší než 3/60 (0,05); 1/10 - 10/20
3	Těžce slabý zrak a) zraková ostrost s nejlepší možnou korekcí: maximum menší než 3/60 (0,05) - minimum rovné nebo lepší než 1/60 (0,02); 1/20 - 1/50 b) koncentrické zúžení zorného pole obou očí pod 20 stupňů, nebo jediného funkčně zdatného oka pod 45 stupňů
4	Praktická nevidomost zraková ostrost s nejlepší možnou korekcí 1/60 (0,02), 1/50 až světlocit nebo omezení zorného pole do 5 stupňů kolem centrální fixace, i když centrální ostrost není postižena
5	Úplná nevidomost ztráta zraku zahrnující stavy od naprosté ztráty světlocitu až po zachování světlocitu s chybnou světelnou projekcí

Nicméně klasifikace zrakového postižení pouze na základě zrakové ostrosti a velikosti zorného pole není z hlediska zrakových vad dostačující. Stručný přehled nejčastějších zrakových vad, které ovlivňují kontrastní citlivost, barvocit, vnímání hloubek, světloplachost a jiné zrakové funkce, uvádí SONS ČR. (10)

Poruchy barvocitu

Úplná barvoslepost je neschopnost vidění barev v celém spektru, jedná se však o výjimečné případy. Častější je porucha vnímání jen určitých barev. Dochází ke snížení zrakové ostrosti, světloplachosti, nystagmu.

Katarakta

Zraková vada také nazývaná jako šedý zákal způsobuje zkalení čočky. Snižuje zrakovou ostrost, dochází k problémům s oslněním a vidění je jako přes špinavé okno.

Glaukom

Zraková vada též nazývána zelený zákal je jedno z nejzávažnějších onemocnění, až 10 % postižených osob končí trvalou slepotou. Při této zrakové vadě dochází k úbytku zorného pole, světloplachosti, snížení zrakové ostrosti, vidění je jako v mlze.

Refrakční vady (Myopie, Astigmatismus)

Myopie neboli krátkozrakost je nejpočetněji zastoupenou zrakovou vadou. Rozlišuje se Myopie lomivá a Myopie osová. Opakem Myopie je hypermetropie též nazývána jako dalekozrakost. Astigmatismus vzniká z nepravidelného zakřivení rohovky a může vyvolat rozostřený obraz.

Afakie (chybění čočky)

Tato zraková vada vznikne obvykle po chirurgickém zákroku např. šedého zákalu, při kterém se odstraní čočka. Vzniká silná refrakční vada a světloplachost.

Dalšími neméně závažnými zrakovými vadami jsou Retinopatie, Degenerace sítnice, Záněty sítnice, Odchlípení sítnice, Změny terče zrakového nervu, Albinismus, Aniridie, Kolobom, Keratokonus, Mikroftalmie, Nystagmus, Amauróza a poruchy binokulárního vidění. (10)

2.4 Kompenzační pomůcky

Kompenzační pomůcky⁴ napomáhají ke zvýšení kvality života osob s pohybovým nebo zrakovým postižením. Zvyšují bezpečnost při pohybu, umožňují dosáhnout alespoň určitého stupně pohybové samostatnosti a také

⁴ Nástroj, přístroj nebo zařízení

slouží u zrakově postižených osob ke zpřístupnění nebo poskytnutí informace.
(11) (12)

2.4.1 Pomůcky pro osoby pohybově postižené

Mezi základní pohybové kompenzační pomůcky patří chodítka, hole, berle, protézy, mechanické vozíky, elektrické vozíky. (11) (13)

Chodítka, hole, berle

Chodítka jsou nepojízdná - čtyřbodová (pevná, skládací), pojízdná – tříkolová, čtyřkolová, podpažní, předloktní a nebo dětská. (11) (13)

Hole jsou skládací, duralové, dřevěné, vícebodové. Hole, kromě těch dřevěných, mají nastavitelnou výšku. (13)

Berle jsou francouzské, které mají otevřenou nebo uzavřenou opěrku předloktí, dále podpažní, předloktní, vycházkové. Berle mohou být skládací nebo magnetické pro zamezení pádu při opření např. o postel či zeď. Berle mají nastavitelnou výšku. (11)

Protézy

Protéza je tělesná náhrada. Jedná se o umělé zařízení nahrazující chybějící část těla. U tělesně pohybově postižených se většinou jedná o protézy horních a dolních končetin. Protézy horních končetin se dělí na protézy pažní, protézy předloketní, protézy prstů a ruky. Protézy dolních končetin se dělí na protézy po amputaci v kyčelním kloubu, protézy stehenní, protézy po amputaci v kolenním kloubu, bércevé protézy a protézy chodidel. (11) (13)

Mechanické vozíky

Mechanické vozíky jsou určeny pro pohyb v interiéru i exteriéru a můžeme je dělit na základní, odlehčené (odlehčený duralový rám, odlehčený chromo-molybdenový rám, příp. jiný materiál podobných vlastností), zesílené, dětské, transportní, polohovací, aktivní a sportovní. Mechanické vozíky používají hlavně osoby, které mají postižené dolní končetiny a mohou se

pohybovat samostatně při použití horních končetin. Také je využívají osoby s postižením dolních i obou horních končetin, kde je zároveň nutná asistence druhé osoby. (11) (14)

Základními součástmi mechanického vozíku jsou: madlo pro doprovod, zádová opěrka (může být skládací), područky (můžou být polstrované s nastavitelnou délkou a výškou), postranice, zadní kola, parkovací brzda, hnací obruč, přední kola, přední vidlice, podnožky (odklopné, odnímatelné), stupačky, bezpečnostní popruh. Některé mechanické vozíky jsou také vybaveny adaptérem těžiště nebo stabilizačními přídatnými kolečky. (14)

U základních vozíku bývá ocelový nebo duralový skládací rám. Hmotnost základních mechanických vozíku se pohybuje v rozmezí 19-22 kg a jejich nosnost je 100-115 kg. Odlehčené vozíky mají zpravidla hmotnost v rozmezí 13-19 kg a dosahují nosnosti 100-130 kg. Zesílený mechanický vozík s ocelovým rámem má hmotnost přibližně 25 kg a nosnost až 140 kg. (14)

Elektrické vozíky

Elektrické vozíky využívají osoby s postižením dolních končetin i částečně horních končetin, kdy mají výrazně omezenou motoriku horních končetin a nejsou tak schopny použít mechanický vozík. Elektrické vozíky lze dělit na interiérové skládací, exteriérové standartní a terénní. (15)

Základními součástmi elektrického vozíku jsou: madlo pro doprovod, opěrka zad (skládací, odnímatelná, příp. s nastavitelným úhlem sklonu), područky, postranice, ovladač (sestavuje se z hlavního spínače, indikátoru stavu baterie, omezovače rychlosti, klaksonu a joysticku), přední a zadní světlo, motor včetně baterie, podnožky, stoupačky, přední a zadní kola. Některé elektrické vozíky jsou také vybaveny stabilizačními kolečky, bezpečnostním pásem nebo opěrkou hlavy. (15)

Rámy bývají u elektrických vozíku převážně z duralu a jsou pevné nebo mohou být skládací. Dojezd a rychlost vozíku záleží především na druhu vozíku a typu baterie. Maximální dojezd se pohybuje okolo 30 až 40 km

a maximální rychlost okolo 6 až 10 km/h. Hmotnost vozíků se pohybuje přibližně kolem 70-130 kg a vozíky mají nosnost 130-160 kg. (15)

2.4.2 Pomůcky pro osoby zrakově postižené

Důležitou kompenzační pomůckou pro slabozraké a nevidomé je bílá hůl, která je nedílnou součástí pro podporu jejich mobility. V exteriéru také tyto osoby používají povelové vysílače, např. pro využití VHD. Některé zrakově postižené osoby využívají také cvičených vodících psů. (12)

Bílé hole

Bílá hůl umožňuje zrakově postižené osobě samostatně se orientovat v prostoru a zvyšuje, nikoliv zaručuje, potřebnou bezpečnost při pohybu. Bílé hole se dle (12) dělí na:

- **Orientační hole** – mohou být v bílém nebo červenobílém provedení. Červenobílá barva informuje kolemjdoucí o kombinovaném poškození zraku a sluchu. Hole mohou být pevné (neskládací), teleskopické nebo kombinované. Hole jsou dlouhé (1,10 m – 1,40 m) a jsou zakončené pevnou nebo rotační koncovkou. Funkcí orientačních holí je zajištění dostatečného odstupu od překážek. Zároveň jsou důležitým zdrojem sluchových a hmatových informací (povrchy, materiály, odražený zvuk). Pomocí orientační hole lze vyhledat orientačně významná místa a udržet směr s využitím liniových prvků, např. zdí nebo obrubníků. (12)
- **Signalizační hole** – jsou to krátké (0,90 m – 1,10 m) a tenké hole bílé barvy, které využívají osoby se zrakovým postižením při chůzi s průvodcem, vodícím psem nebo je příležitostně využívají slabozrací. Hlavní funkcí je informovat o přítomnosti člověka se zrakovým postižením. Pomocí signalizační hole lze však také ověřit některé orientační informace, např. počátek schodiště apod. (12)
- **Opěrné hole** – jsou krátké (0,80 m – 0,95 m) a masivní konstrukce. Hůl disponuje protiskluznou koncovkou a slouží hlavně k zajištění

stability při chůzi i ve stoje. Takové hole se používají především při kombinaci zrakového a pohybového postižení. (12)

Povelové vysílače

Jedná se o zařízení, která pomáhají zrakově postiženým osobám v orientaci ve veřejných prostorech a při využití VHD. Zařízení komunikují s orientačními akustickými a zvukovými majáčky pro nevidomé. Po aktivaci povelového vysílače uživatelem se spouští akustický signál s hlasovou frází, které usnadní orientaci a pohyb v prostoru a dokáže je navigovat správným směrem. (2) (12) (16)

Existují dva různé typy zařízení, povelový majáček VPN 01⁵ a VPN 03⁶. Povelový majáček VPN 01 je součástí systému TYFLOSET® a používá se pro ovládání všech akustických signálů. Je častěji využívaný slabozrakými uživateli. Zařízení tvoří krabička do ruky se šesti tlačítky, z nichž každé má svou specifickou funkci. (2) (12) (16)

Druhým typem zařízení je povelový majáček VPN 03, který využívají častěji nevidomí lidé. Zařízení je integrované těsně pod rukojetí bílé hole. Zařízení tvoří pouze tři tlačítka. (2) (12) (17)

Vodící pes

Je průvodcem zrakově postižených osob, kterým pomáhá v samostatném pohybu a zorientování se v nepřehledných prostorech. Vodící pes přispívá k větší samostatnosti a nezávislosti na okolí, nicméně není náhradou za bílou hůl. (12)

⁵ Výroba povelového vysílače VPN 01 byla ukončena. Výrobek je nahrazen novým typem VPN 02, který vychází z VPN 01. Jeho výhodou je nová možnost přepnutí kmitočtu s využitím nejen v ČR, ale i na Slovensku a v ostatních státech EU (Rakousko, Německo,...).

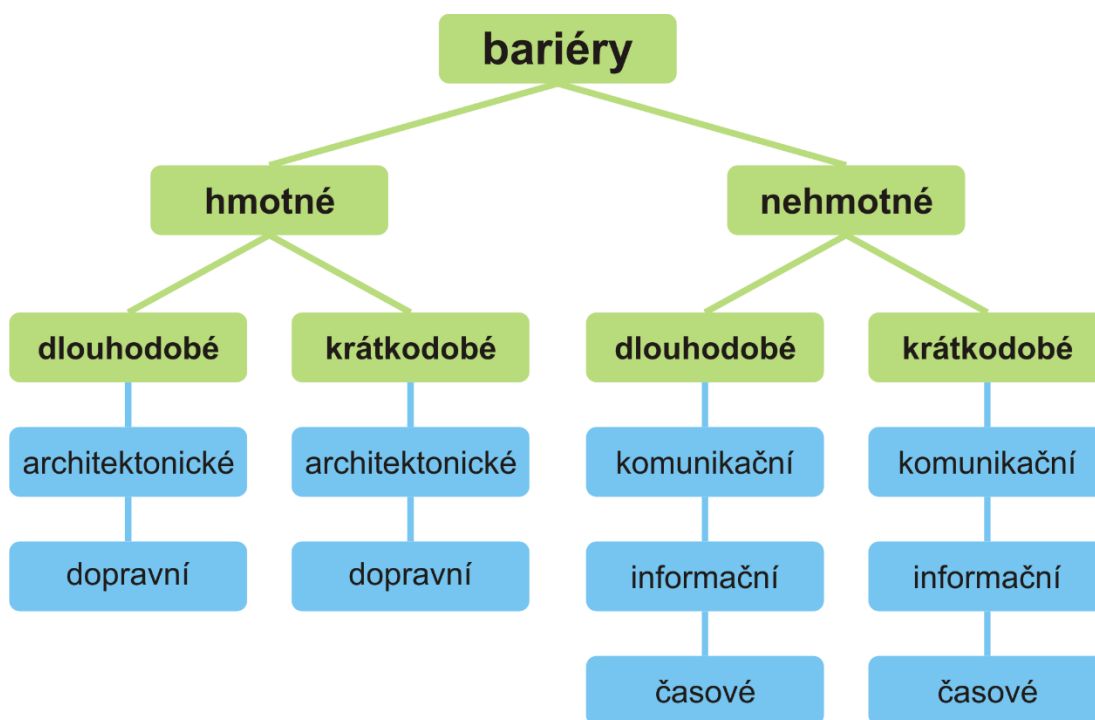
⁶ Výroba povelového vysílače VPN 03 byla ukončena a nahradil jej nový typ VPN 03/MFA, který vychází z VPN 03. Jeho výhodou je nová možnost použití povelového vysílače nejen v ČR, ale také na území SR.

3 Vymezení bariér

3.1 Klasifikace bariér

Bariéru lze definovat jako určitou překážku při pohybu nebo určitou okolnost, která využití veřejné osobní dopravy omezuje nebo dokonce zcela vylučuje. Dělení bariér je poměrně rozsáhlé (Obr. 1). V základním dělení se bariéry dělí na **hmotné** a **nehmotné**. (2)

Dále je důležité rozlišovat bariéry z hlediska odstranitelnosti na bariéry **krátkodobé** a **dlouhodobé**. (2) Krátkodobé bariéry je možné v krátkém časovém horizontu odstranit (např. rekonstrukcí schodů s přidáním rampy). U dlouhodobých bariér je to mnohdy otázka i několika let, než se bariéra odstraní (např. nákup nových bezbariérových vozů do vozového parku a tím zvýšení počtu bezbariérových spojů, apod.).



Obr. 1: Dělení bariér pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace (zdroj: autor)

3.1.1 Hmotné bariéry

Hmotné bariéry jsou překážky, zábrany, na které osoby při svém pohybu narazí a které jim brání v dalším pohybu, buď úplně, nebo v omezené míře. Jedná se o jakési omezení pohybu v prostředí. Hmotné bariéry se dále dělí na bariéry **architektonické** a **dopravní**.

Architektonické bariéry asi nejvíce znesnadňují a omezují život osob s omezenou schopností pohybu a orientace. Jedná se například o schody, velké příčné a podélné sklony, prahy u dveří, úzké průchozí profily, dveře, různé výškové rozdíly, chybějící varovné a signální pásy a další. Z hlediska odstraňování bariér jsou nejvíce diskutovanými právě architektonické bariéry, které jsou viditelné, dobře identifikovatelné a často i snadněji odstranitelné oproti ostatním. Nicméně pro snahu o vytváření bezbariérové prostředí je nutné nezapomínat i na ostatní druhy bariér a jejich odstraňování či alespoň eliminaci.

S přemístěním mezi dvěma místy úzce souvisí i dopravní bariéry. Ty jsou pro osoby s omezenou schopností a orientace dalším problémem na cestách. Pokud se tyto osoby chtějí přemísťovat na delší vzdálenosti v rámci města, regionu či větších územních celků, jsou většinou nuceni využít veřejnou hromadnou dopravu. Veřejná hromadná doprava není však stále zcela dostupná pro všechny cestující, např. pro lidi na vozíku. Důvodem je třeba skladba vozového parku, který nedisponuje pouze nízkopodlažními vozy. V ten moment nastává překážka v čase, kdy musí osoba čekat na svůj bezbariérový spoj. Jiným důvodem může být vynechání garantovaného nízkopodlažního spoje. Dalším důvodem je nevybavenost všech železničních stanic zdvihacími plošinami pro nástup a výstup vozíčkářů. Překážka se však nevyskytuje pouze ve volbě dopravního prostředku, ale i např. v nesprávné výšce hrany nástupiště nad TK.

3.1.2 Nehmotné bariéry

Nehmotné bariéry značí nefunkčnost či neexistenci něčeho. Nejsou navenek vždy viditelné, avšak mají stejné dopady jako bariéry hmotné.

Příkladem může být chybějící nebo pouze nefunkční informační systém, např. pro nevidomé s akustickým výstupem nebo pro neslyšící s vizuálním výstupem. Nehmotné bariéry se dále dělí na **komunikační, informační a časové**.

Komunikační bariéry často vznikají mezi osobami s postižením a mezi osobami bez postižení (běžná populace). Dochází totiž k obavám z komunikace s postiženou osobou a mnohdy dojde i k vyhýbavosti vůči těmto osobám. Důvody mohou být různé. Někteří nevědí, jak s postiženou osobou komunikovat, jak správně jednat a jak jí pomoci. Někteří se cítí provinile, že právě oni jsou „zdraví“ vůči osobě postižené, a tak se komunikaci preventivně vyhýbají. A někteří dokonce cítí odpor k osobě, která sedí ve vozíčku divně zkroucená. Tyto důvody a mnohé jiné jsou příčinou komunikační bariéry, díky které dochází ke špatnému začleňování osob s postižením do společnosti. (7)

Informační bariéry vznikají z nedostatku informací. Týkají se převážně sluchově postižených a nevidomých. Mohou však vzniknout i pro osoby s pohybovým postižením. Příkladem může být neinformovanost, zda je vůbec možné se z místa A dostat do místa B, aniž by se při cestě objevily hmotné bariéry. Informovanost osob s omezenou schopností pohybu je velmi důležitá a jakákoliv informace o překážkách na cestách je nejen pro tyto osoby cenná.

Další nehmotnou bariérou je dle názoru autora bariéra časová. Ačkoliv se tento druh bariéry v literatuře nikde nevyskytuje samostatně, je na místě přijmout fakt, že čas hraje v pohybu a využití VHD významnou roli. Časová bariéra vzniká v důsledku jiných typů bariér, převážně pak v důsledku architektonických, ale také třeba informačních. Časovou bariéru lze pozorovat například při přestupech, kdy každá skupina osob má jiné požadavky pro plynulý pohyb. Osoby doprovázející dítě v kočárku nemohou využít schody do podchodu a jsou nuceni využít alternativu v podobě výtahu či požádání o pomoc jinou osobu. Tímto faktem, kdy se objevuje architektonická bariéra, se zároveň prodlužuje čas přestupu a vzniká tak bariéra časová, která může zapříčinit nestihnutí návazného spoje.

3.2 Stávající legislativa zabývající se problematikou bariér

Pohyb osob s omezenou schopností pohybu a orientace si žádá stavební a technická řešení, aby se tyto osoby mohly lépe pohybovat. Je tedy nutné řešit bezbariérové přístupy do veřejných budov a dopravních staveb. Národní plán pro vyrovnání příležitostí pro občany se zdravotním postižením na období 2010-2014 konstatuje, že: „*současná česká legislativa v oblasti bezbariérového užívání staveb je zcela srovnatelná se standardy platnými v zemích Evropské unie.*“ (18) Navazující národní plán podpory rovných příležitostí pro osoby se zdravotním postižením na období 2015-2020 zmiňuje, že: „*česká legislativa v oblasti požadavků na bezbariérovost veřejných budov je srovnatelná s evropskými standardy... Při odstraňování bariér je také třeba dbát na to, aby jednotlivá bezbariérová místa na sebe navazovala, nebyla navzájem izolovaná. Z tohoto důvodu je třeba, všude tam, kde je to vhodné, budovat bezbariérové trasy.*“ (19) (20)

Základním dokumentem pro bezbariérové stavební úpravy je **Stavební zákon č.183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu.** Tento dokument obsahuje obecné technické požadavky zabezpečující užívání staveb osobami s omezenou schopností pohybu a orientace (viz kapitola 2.1). Pro bezbariérové užívání staveb jsou důležité paragrafy: § 115 Stavební povolení; § 119 Užívání staveb; § 122 Kolaudační souhlas; § 132 Společné zásady odst. 3 písm. e); § 153 Stavby vedoucí a stavební dozor, § 156 Požadavky na stavby; § 169 Obecné požadavky na výstavbu. (1) (20)

Dne 18. listopadu 2009 vstoupila v platnost **Vyhláška č. 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečující bezbariérové užívání staveb.** Vyhláška se stala právním prováděcím předpisem, který zmiňuje zákon č.183/2006. Vyhlášku uvedlo v platnost Ministerstvo pro místní rozvoj ČR. Touto vyhláškou byla zrušena vyhláška č. 369/2001 Sb., o obecných technických požadavcích zabezpečující užívání staveb osobami s omezenou schopností pohybu a orientace a také byla zrušena vyhláška č.492/2006 Sb., kterou se měnila vyhláška č. 369/2001 Sb. Vyhláška stanovuje požadavky na stavby pozemních komunikací a veřejného prostranství, přístupy do staveb, požadavky na stavby občanského vybavení,

požadavky na společné prostory a domovní vybavení bytového domu, na upravitelný byt a byt zvláštního určení a požadavky na stavby pro výkon práce.

(3) (20)

Mimo těchto základních legislativních dokumentů je dobré zmínit **Listinu základních práv a svobod**. Ta v obecném ustanovení v článku 3 zaručuje „základní práva a svobody všem bez rozdílu pohlaví, rasy, barvy pleti, jazyka, víry a náboženství, politického či jiného smýšlení, národního nebo sociálního původu, příslušnosti k národnostní nebo etnické menšině, majetku, rodu nebo jiného postavení.“ (21) Dále také uvádí, že „nikomu nesmí být způsobena újma na právech pro uplatňování jeho základních práv a svobod.“ (21) (20)

V roce 1999 přijala rada ministrů CEMT⁷ **Chartu o přístupu k dopravním službám a k dopravní infrastruktuře**. Pojednává o tom, že zdravotně postižené osoby jsou nezanedbatelnou a rostoucí částí evropské populace a že od roku 1960 do roku 2020 vzroste dvojnásobně počet osob starších 65 let. Je tedy nutné vytvořit takovou Evropu, aby všichni občané, každého věku a ať už se zdravotním postižením nebo bez něj, mohli žít soběstačně. Z tohoto důvodu je nutné, aby veřejné budovy, dopravní síť a infrastruktura nepředstavovaly žádnou nepřekonatelnou překážku. (22) (20)

⁷ Conférence Européenne des Ministres des Transports - Evropská konference ministrů dopravy

4 Přestupní uzly ve VHD

Ve všech přestupních uzlech VHD jsou navržena zařízení pro přepravu osob. Mezi tyto přepravní zařízení v železniční osobní stanici patří výpravní budova včetně přednádraží s terminálem navazující hromadné dopravy, nástupiště a spojovací komunikace. (23)

4.1 Železniční osobní stanice

Železniční osobní stanice je možné rozdělit podle různých aspektů. Z hlediska potřebné doby pro překonání vzdálenosti, respektive přestupu, má největší vliv stavební uspořádání stanice a vzájemné postavení přípojných vlaků ve stanici. Na základě stavebního uspořádání je možné rozdělovat stanice na pět základních možností následovně (24):

- Stanice s úrovnovým příchodem na nástupiště;
- Stanice s úrovnovým příchodem na nástupiště s „odsunutými“ kusými kolejemi;
- Stanice s mimoúrovňovým příchodem na nástupiště;
- Stanice s kombinací obou druhů přístupu na nástupiště;
- Stanice s ostrovními nástupišti s úrovnovým příchodem.

Přístup k jednotlivým nástupištím ve **stanici s úrovnovým příchodem na nástupiště** je řešen pomocí vodorovného přechodu v úrovni TK. Tyto přechody se kříží s kolejemi pomocí betonových panelů nebo dřevěných desek a cestující na přestupu mezi nástupišti nemusí překonávat v podstatě žádné výškové rozdíly. (24)

Stejně stavební řešení z hlediska úrovnových přístupů na nástupiště je u **stanic s úrovnovým příchodem na nástupiště s „odsunutými“ kusými kolejemi**, které kromě nástupišť před výpravní budovou (dále jen VB) mají ještě nástupiště u kusých kolejí v odsunuté poloze vůči VB. (24)

U **stanic s mimoúrovňovým příchodem na nástupiště** je přístup umožněn pouze pomocí podchodu/ů nebo nadchodu/ů. Takové stanice jsou

zpravidla budovány na dvoukolejných tratích s velkým dopravním významem a ve velkých železničních uzlech, kde se stýkají tratě z více směrů. Stanice s mimoúrovňovým přístupem na nástupiště zvyšují bezpečnost cestujících při pohybu mezi nástupišti a VB. (24)

Poloperonizovaná stanice, tedy **stanice s kombinací obou druhů přístupu na nástupiště**, řeší mimoúrovňový přístup pouze ke vzdálenějším kolejím od VB. K té blíže položené soustavě kolejí vůči VB je umožněn přístup úrovňový. Takové stanice jsou budovány na hlavních dvoukolejných tratích, kde odbočuje vedlejší trať. (24)

Poměrně specifické stavební uspořádání je u **stanic s ostrovními nástupišti s úrovňovým příchodem**. Ostrovní nástupiště jsou za ukončením kolejí propojena přístupovým prostorem k VB. Velkou výhodou tohoto řešení je, že cestující nepřechází nikterak koleje. (24)

Jiným rozdělením osobních stanic je dělení na základě uspořádání kolejiště a s tím související polohy VB, které je následující (23):

- **Průjezdne stanice:** Stanice svým uspořádáním kolejiště umožňuje příjezd vlaků z nejméně dvou směrů a jejich bezúvratového průjezdu díky protilehlým zhlavím. Průjezdne osobní stanice jsou tedy výhodné pro železniční provoz, jestliže většina tranzitních osobních vlaků pokračuje ve stejném směru jízdy a pouze minimální počet tranzitních vlaků pokračuje na jinou trať úvratí. Příkladem takové železniční stanice je například Praha hlavní nádraží. (23) (25)
- **Hlavové stanice:** Stanice umožňuje pouze úvratový provoz z důvodu pouze jednoho zhlaví s kuse zakončenými staničními kolejemi. Hlavové osobní stanice mají výhodu v podobě nástupišť v jedné výškové úrovni, bez nutnosti budování pochodu/ů nebo nadchodu/ů. Příkladem hlavové osobní železniční stanice je Praha-Masarykovo nádraží. (23) (25)
- **Smíšené:** Jedná se o kombinaci výše uvedených typů stanic. Kolejiště stanice je tvořeno nejen průjezdnými kolejemi, ale i skupinou kusých staničních kolejí. (23) (25)

4.2 Výpravní budovy

Výpravní budova je pozemní objekt ve stanici, která slouží především pro poskytování služeb cestujícím, dopravcům a případně i přepravním. Většinou je VB také spojena s prostory pro zajištění železničního provozu (dopravní kancelář apod.) a služeb pro ostatní veřejnost (odbavení pro MHD, informace o obci apod.). (23) (25)

Výpravní budova je obvykle navržena na té straně kolejiště, která je směrem k centru města nebo osídlení a tvoří spojení mezi kolejištěm (nástupišti) a přednádražím, z čehož plyne i její poloha vůči kolejišti stanice. (23) (25)

Výpravní budova má podle (25) dvě funkční části:

- **Veřejná část** – tvoří ji:
 - plochy a přístupové cesty pro odjezd a příjezd cestujících;
 - plochy čekací;
 - plochy pro hygienická a zdravotnická zařízení;
 - plochy pro služby cestujícím, přepravním a veřejnosti;
 - zařízení pro informování a odbavování cestujících.
- **Neveřejná část** – tvoří ji:
 - pracovny pro odbavování cestujících a přepravních;
 - provozní plochy (plochy pro provozní zařízení pro dopravu i přepravu a jeho obsluhu);
 - neprovozní plochy (plochy pro ostatní zaměstnance dráhy a drážní dopravy);
 - ostatní služební plochy.

Veřejnou část VB lze rozdělit na odjezdovou halu, která je ústředním prostorem veřejné části budovy, a příjezdovou halu, která však může být sloučena s odjezdovou halou – poté se hovoří o jedné odbavovací hale. Plocha odjezdové a příjezdové haly se dělí na průchozí, manipulační a čekací. Pohyb cestujících ve VB se navrhuje pravostranný a příjezdové a odjezdové proudy cestujících by měly být oddělené, aby se nekřížily. (23) (25)

Každá výpravní budova by měla být vybavena uceleným informačním systémem pro cestující. Informační systém se skládá z jednotného času, rozhlasového zařízení, informací pro orientaci ve stanici, zveřejněných přepravních podmínek, informací o řazení, příjezdech a odjezdech vlaků, aktuálního JŘ a informací o návazné dopravě (IDS, MHD apod.). (23) (25)

Do neveřejné části VB dle (23) (25) patří následující provozní místnosti a plochy, které je možné na základě konkrétních okolností sloučit:

- pokladny (osobní, zavazadlové, místenkové, nákladní, mezinárodní);
- úschovna zavazadel (lze nahradit samoobslužnými ukládacími skříňkami);
- plochy pro dopravní službu (pracoviště provozovatele dráhy);
- plochy pro zabezpečovací a sdělovací zařízení;
- plochy pro rozvod elektrického proudu a další technická zařízení budov (trafostanice, elektrické rozvaděče, strojovny vzduchotechniky, kotelny atd.);
- plochy pro úklid a údržbu celé budovy a WC pro zaměstnance;
- plochy pro přepravní a vozovou službu (vozová a přepravní kancelář, prostory pro komerční pracovníky, tranzitéry, vozmistry a další zaměstnance dopravců);
- plochy administrativně-správní (dle požadavků provozovatele dráhy a drážní dopravy).

4.3 Přednádraží

Přednádraží je prostor před VB, které se nachází na opačné straně než kolejiště stanice. Tento prostor slouží k napojení stanice na místní komunikace a k usnadnění příchodu cestujících k vlakům či odchodu cestujících od vlaků. V přednádraží dochází k přestupu osob z jízdních kol, osobních automobilů a prostředků veřejné hromadné dopravy. V prostoru přednádraží se tedy vyskytují parkoviště automobilů pro krátkodobé parkování, parkoviště P+R (Park and Ride), B+R (Bike and Ride) nebo K+R (Kiss and Ride), dále stanoviště vozidel taxislužby, stojany na jízdní kola

a zastávky, příp. obratiště autobusů veřejné hromadné dopravy, trolejbusů, tramvaji nebo výstupy ze stanic metra. Některé služby z přednádraží mohou být umístěny přímo do VB (např. úschovna jízdních kol či výstup ze stanice metra). (23) (25)

Přednádraží může být řešeno buď průjezdným uspořádáním (např. Pardubice hl. n., Trutnov hl. n.) nebo hlavovým uspořádáním (např. Most, Klatovy). Nelze obecně říci, které uspořádání je výhodnější, jelikož vždy záleží na prostorových poměrech lokality, do které je přestupní uzel umístěn, a uspořádáním navazujícího uličního prostoru. Z hlediska nabízené kapacity prostředky VHD vycházejícími z přednádraží nebo končícími v přednádraží, se obecně za výhodnější považuje přednádraží hlavové, nicméně záleží na trasování linek VHD v příslušné lokalitě. Hlavové přednádraží lépe vyliminovaly tranzitní automobilovou dopravu, která nemá být do tohoto prostoru svedena. Vždy je nutné zachovat zásadu pravostranného provozu a zajistit otočení automobilu v přednádraží. (23) (25)

Při maximální integraci, zejména se zastávkami více druhů VHD včetně dopravního zázemí do VB stanice, se jedná o přestupní uzel veřejné hromadné dopravy, do kterého patří také obchody a další služby. V takovém případě se prostor pro cestující (odbavovací prostory) a dopravní prostory (kolejiště, zastávky MHD atd.) řeší v různých výškových úrovních. (23) (25)

Přestupní uzel veřejné hromadné dopravy musí být bezpečným prostorem pro cestující, obyvatele a návštěvníky dané obce. Důležité je přestupní uzel začlenit do urbanizovaného prostoru, zajistit bezbariérovost a jeho multifunkční využití. (23)

4.4 Nástupiště

Nástupiště je zařízení železničního spodku s upravenou zvýšenou plochou ve stanici nebo zastávce u koleje, která je určena pro nástup nebo výstup cestujících a pro manipulaci se zavazadly či drobnými zásilkami. Nástupištní hranou se označuje krajní obrys zvýšené části nástupiště a nástupní hranou pak ta část nástupištní hrany, která je určena pro nástup

cestujících do vlaků či výstup cestujících z vlaků. Navrhování nástupišť v českém prostředí musí být v souladu s normou ČSN 73 4959 (26), stavebním a technickým řádem drah (27) a TSI PRM (28). Nástupiště se rozdělují na základě následujících hledisek (23) (25):

- **podle přístupu na:**

- *mimoúrovňová* – přístup cestujících je řešen mimo úroveň kolejí, a to podchodem nebo nadchodem; nástupiště mají pevnou nástupní hranu;
- *úrovňová* – přístup je řešen v jedné úrovni kolejí; přístup je umožněn buď úrovňovým přechodem (vč. centrálního přechodu), nebo přes železniční přejezd; nástupiště mohou být sypaná či s pevnou nástupní hranou.

- **podle počtu nástupních hran na:**

- *jednostranná* – nástupiště mají pouze jednu nástupní hranu;
- *oboustranná* – nástupiště mají po obou stranách nástupní hranu.

- **podle výšky nástupní hrany na:**

- *„nízká nástupiště“* – vyznačují se nízkou výškou nástupní hrany nad temenem kolejnice (TK), která nedosahuje u úrovňových nástupišť 250 mm nad TK, u mimoúrovňových 300 mm nad TK, příp. 550 mm nad TK; takto nízká nástupiště nevyhovují aktuálně platné normě (26);
- *„vysoká nástupiště“* – vyhovují aktuálně platné normě (26); výška nástupní hrany pro úrovňová i mimoúrovňová nástupiště je tedy 550 mm nad TK.

- **podle jejich řešení a umístění:**

- *ostrovní* – jednostranné či oboustranné mimoúrovňové nástupiště; bez ohledu na výšku nástupní hrany;
- *poloostrovní* – jednostranné či oboustranné úrovňové nástupiště (nástupiště s výškou 550 mm nad TK a s přístupem přes centrální přechod);

- *jazyková* – prodloužená část mimoúrovňového nástupiště či prostoru, který není nástupištěm⁸;
- *vnější (boční)* – jednostranné nástupiště na vnější straně krajní koleje staničního kolejiště.

Nově budovaná i rekonstruovaná nástupiště musí mít pevnou nástupní hranu a na celostátní i regionální dráze se zřizují jako ostrovní, poloostrovní anebo vnější, s výškou nástupní hrany 550 mm nad TK. Na drahách s provozem nízkopodlažních vozů, které mají výšku podlahy (nástupních prostor vozů) nižší než 550 mm a na nástupištích tratí mimo evropskou železniční síť u koleje o poloměru oblouku do 300 m mohou být zřízeny ostrovní, poloostrovní anebo vnější nástupiště s výškou 380 mm nad TK. Takové řešení musí být schválené vlastníkem dráhy. U rekonstrukcí stávajících vnějších a úrovňových nástupišť na tratích mimo evropskou železniční síť ve zvlášť stísněných podmínkách může být ponecháno i nástupiště s výškou nástupní hrany 200-250 mm nad TK. U toho řešení je opět nutný souhlas vlastníka dráhy. (23) (25)

Při modernizaci stanic se především ve druhé polovině 20. století realizovala **poloperonizace**, která se používala převážně na dvoukolejných tratích z důvodu požadavků na zvýšení propustnosti stanic a zajištění bezpečnosti cestujících. Úprava spočívá ve vybavení stanice ostrovním nástupištěm s mimoúrovňovým přístupem a dále úrovňovými nástupišti. Ostrovní nástupiště je umístěno v protilehlé kolejové skupině od VB a je spojené s VB podchodem nebo lávkou, zatímco úrovňová nástupiště jsou umístěna v přílehlé skupině kolejí před VB. Takový způsob rekonstrukce se aplikoval na české železniční síti až do počátku současného století. (23) (25)

Ve stanicích, které vykazují vysokou intenzitu provozu vlaků a cestujících, se navrhuje **plná peronizace**. Stanice je vybavena ostrovními nástupišti s mimoúrovňovým přístupem a případně vnějším nástupištěm před VB. Takové řešení přináší úplnou eliminaci úrovňového přechodu cestujících k nástupištím, a zvyšuje tak bezpečnost cestujících. (23) (25)

⁸ Jazyková nástupiště mohou vzniknout také prodloužením poloostrovních nástupišť

4.4.1 Parametry nových a modernizovaných nástupišť

Nástupiště a alespoň jedna přístupová cesta na ně musí být bezbariérově přístupná pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace. Základní vlastnosti železničního nástupiště pro bezbariérový přístup, užívání a pohyb OOSPO jsou stanoveny ve vyhlášce (3) a dále také v (26), (29):

- **protiskluznost povrchu nástupiště** – součinitel smykového tření pochozí plochy musí být min. $\mu = 0,5-0,6$;
- **příčný sklon** – maximálně přípustný je 0,5-2%;
- **podélný sklon** – je určen sklonem přilehlých kolejí, maximálně 1 ‰;
- **průchozí šířka⁹** – minimálně 1,5 m, u technického vybavení nástupiště lze tuto hodnotu snížit až na 0,9 m;
- **podchozí výška** – musí být zajištěna min. 2,2 m;
- **manévrovací plocha** – obdélníkového tvaru 1,2 × 1,5 m, kruhového tvaru o průměru 1,5 m;
- **výškový rozdíl** – maximálně přípustný výškový rozdíl povrchů a prvků je 0,02 m;
- **vizuální ohraničení veřejnosti přístupné části nástupiště** – jedná se o žlutý pás šířky 0,15 m;
- **hmatové prvky**
 - *vodicí linie s funkcí varovného pásu*: umísťuje se výhradně ve vzdálenosti 0,8 m od hrany nástupiště a slouží pro pohyb nevidomých s bílou holí;
 - *varovný pás*: označuje hranici nepřístupného prostoru, zpravidla konec veřejně přístupné části nástupiště;
 - *signální pás*: označuje orientačně důležitá místa (boční stěnu výtahu, přístřešku, schodišťovou zídku, zábradlí schodiště apod.);
 - *hmatový kontrast*: musí být zajištěn v okolí hmatových prvků v pásu šířky nejméně 0,25 m;

⁹ Průchozí šířka 1,5 m optimálně zajišťuje podmínky pro míjení pěších a osob na vozíku a pohyb nevidomých s bílou holí

- *barevný kontrast*: vlastní plocha nástupiště je v barvě dlažby, je nutné zajistit na ploše nástupiště užití pouze dvou barev.¹⁰

Každé mimoúrovňové nástupiště musí být vybaveno bezpečnostním pásem o šířce minimálně 0,8 m (při rychlosti do 160 km/h), resp. 1,3 m (při rychlosti od 160 km/h do 200 km/h). Kromě bezpečnostního pásu je nutné na nástupišti zachovat další dva pěší průchody minimální šířky 0,8 m, čemuž musí odpovídat šířka veřejnosti přístupné části nástupiště. Jakékoli překážky musí být umístěné nejméně 1,2 m od okraje bezpečnostního pásu a zároveň 2 m od nástupní hrany při délce překážky do 10 m. Pokud je délka překážky nad 10 m, pak musí být překážky vzdáleny od nástupní hrany nejméně 2,4 m. V případě rekonstrukce stávajících nástupišť není nutné splnit výše uvedené parametry, nicméně musí být dodržena alespoň vzdálenost 3 m od osy koleje a zachován alespoň jeden průchod šířky 0,8 m. Mimoúrovňová, poloostrovní a vnější nástupiště musí obsahovat bezpečnostní pás oddělený hmatnou vodící linií šířky 0,4 m s funkcí varovného pásu po celé délce nástupní hrany. Konec veřejnosti přístupné části nástupiště je nutné označit varovným pásem nebo zábradlím se zarážkou pro bílou hůl. (23) (26)

Délka nástupní hrana, s připočtením rezervy, musí odpovídat délce předpokládaného nejdelšího zastavujícího vlaku osobní dopavy¹¹. Pakliže není takové řešení možné na základě stísněných poměrů, lze navrhnout i kratší nástupiště, nicméně bezpečnost výměny cestujících musí být zajištěna organizačním opatřením dopravce. (23) (26)

Na každém nástupišti se musí nacházet tabule s názvem stanice či zastávky a panel s informačním systémem pro cestující. (23) (26)

V ideálním případě mají být nástupiště navrhovány v přímé, avšak je možné navrhovat nástupiště také v obloucích o poloměru 300 m a větším. V případě nižšího poloměru (až do 190 m) je nutné, aby si dopravce zajistil dohled na všechny dveře soupravy vlaku. V takovém případě však není povolena výška nástupiště větší, než 380 mm nad TK. Převýšení koleje

¹⁰ Na ploše nástupiště se používají výhradně dvě barvy a to barva dlažby a žlutý pás. Bezpečnostní, varovný a signální pás je vždy v barvě dlažby

¹¹ Taková délka je stanovena na základě výhledových záměrů objednatelů veřejné osobní železniční dopavy

v oblouku u nástupní hrany má být řešeno do 60 mm a zároveň nesmí překročit hraniční převýšení 110 mm. (23) (26)

Vzdálenost nástupištní hrany od osy přilehlé koleje při její výšce do 380 mm nad TK je 1650 mm. Při výšce nástupištní hrany 550 mm nad TK se vzdálenost určí podle vztahu níže (rovnice 1). Vztah vychází z pravidel pro určování rozměrů průjezdného průřezu. (23) (26)

$$L = 1650 + \frac{3750}{R} + \frac{1470 - 1435}{2} = 1667,5 + \frac{3750}{R} \quad (\text{rovnice 1})$$

kde: L – vzdálenost nástupištní hrany od osy přilehlé koleje [mm]

R – poloměr směrového oblouku přilehlé koleje [m]

Šířka nástupiště musí být vhodně zvolená vzhledem ke špičkové frekvenci cestujících a musí zajistit napojení přístupových komunikací. Nejmenší možné šířky nástupišť podle jejich typů jsou dle (23) (26) následující:

- ostrovní nástupiště: 6,1 m;
- oboustranné poloostrovní nástupiště: 4,3 m;
- jazykové, konec ostrovního a poloostrovního oboustranného nástupiště: 3,2 m;
- vnější a poloostrovní jednostranné nástupiště: 2,5 m (ideálně 3,0 m).

Na české železniční síti se stále ve velké míře vyskytují úroňová nástupiště bez pevné nástupní hrany (sypaná). Takové konstrukční řešení je nejméně ideální, přičemž v nejkritičtějším případech dochází k tomu, že úroveň nástupní hrany odpovídá temeni kolejnice. Důsledkem je, že cestující jsou nuceni překonat značný výškový rozdíl (až cca 500 mm) při nástupu do vozidel. Dalším konstrukčním řešením jsou sypaná nástupiště se zpevněnou nástupní hranou, která zajišťují normou přípustnou výšku nástupní hrany. Poslední z kategorií úroňových nástupišť jsou nástupiště se zpevněnou nástupní plochou. Plocha nástupiště je zpevněná dlažbou, asfaltobetonem či betonovými konzolovými deskami (nástupiště typu „SUDOP“). (23) (26)

4.5 Spojovací komunikace

Spojovací komunikace mezi VB a nástupišti by měly být co možná nejkratší a musí zajistit bezproblémový přístup osobám s omezenou schopností pohybu a orientace. U mimoúrovňových nástupišť lze bezbariérový přístup řešit šikmou rampou, osobním výtahem, šikmou schodišťovou nebo vertikálně zdvihací plošinou. U úrovňových nástupišť se bezbariérový přístup řeší pomocí šikmé rampy. (23)

Spojovací komunikace jsou podchody, lávky a centrální úrovňové přechody. Podchody a lávky se navrhují u mimoúrovňových nástupišť, kdežto centrální přechody se aplikují u úrovňových nástupišť. U mimoúrovňového přístupu se ve většině případů navrhuje podchod¹², jelikož cestující překonávají menší výškové rozdíly oproti lávce. Důležitou roli hraje i psychologický efekt, kdy při použití podchodu cestující nejdříve klesají, zatímco u lávky musí nejdříve stoupat. Z hlediska doby výstavby, nižších investičních nákladů a menšího omezení železničního provozu je výhodnějším řešením lávka (nadchod). Vhodnost výstavby podchodu nebo lávky záleží také na výškové úrovni VB a přednádraží vzhledem k výškové úrovni kolejiště. (23)

Pro přístup cestujících na poloostrovní nástupiště na jednokolejných tratích je možné, se souhlasem vlastníka dráhy, vybudovat centrální úrovňový přechod, pakliže vede přes koleje s max. rychlostí 50 km/h. Centrální přechod se umísťuje mimo nástupní hranu nástupiště a je z obou stran ohraničen varovnými pásy v kontrastním provedení a výstražnými tabulemi. U centrálního přechodu je zřízen informační systém, který informuje přecházející osoby o průjezdů vozidel, příp. je pohyb organizačně zajištěn ze strany zaměstnance provozovatele dráhy či drážní dopravy. (23)

Průchodná šířka podchodů a lávek se určuje výpočtem na základě špičkové frekvence cestujících. Nejmenší průchodná šířka je 2,2 m. Nejnižší podchodová výška je 2,5 m.

¹² Při výstavbě podchodů se využívají prefabrikované rámové dílce typu DZR

Přístupy k nástupištím se u podchodů a lávek řeší ideálně do vnitřní třetiny délky nástupišť. Přístupy musí být plynulé, přirozené a přednostně by se měly řešit tak, aby vedly k minimalizaci docházkových vzdáleností a ztracených výškových rozdílů. (23)

Průchodná šířka nástupišť, chodníků a šikmých ramp se navrhuje na základě špičkové frekvence cestujících. Nejmenší povolená průchodná šířka schodišťového ramene, která se měří mezi madly, je 1,6 m. Schodiště musí mít ramena s výškou stupně do 160 mm, dále nesmí být sklon ramene větší než 28° a hrana nástupního a výstupního schodu každého ramene musí mít povrch kontrastně odlišný od okolních schodů a podest. Součinitel smykového tření schodů a podest musí být minimálně $\mu = 0,6$. (23)

Šikmé rampy pro cestující mohou mít sklon do 8,33 %, přičemž rampy dosahující délek do 3 m mohou mít sklon až do 12,5 %. Průchodná šířka rampy se navrhuje nejméně 1,3 m, avšak pokud je rampa jediným přístupem na nástupiště, šířka se navyšuje na minimální hodnotu 1,6 m. Pokud je rampa delší než 9 m, pak se právě po každých 9 metrech zřizuje podesta v délce alespoň 1,5 m. Součinitel smykového tření povrchu šikmých ramp musí dosahovat minimální hodnoty μ_{min} dle (rovnice 2). (23)

$$\mu_{min} = 0,6 + \tan \alpha \quad (\text{rovnice 2})$$

kde: μ_{min} – minimální hodnota součinitele smykového tření povrchu šikmých ramp
 α – úhel sklonu rampy [°, rad, grad]

Při možnosti použití osobních výtahů musí být zajištěna jejich bezbariérovost a užitelnost. Volná plocha před nástupními místy do výtahů a zdvihacích plošin musí být nejméně 1,5 × 1,5 m. Pakliže se jedná o stísněné prostory, je možné tyto rozměry snížit až na hodnoty 0,8 × 1,2 m u přímého nájezdu a 1,2 × 1,5 m u nájezdu s otočením. (23)

Ve stanicích s velkou významností a vysokou frekvencí cestujících se doporučuje, pokud to místní podmínky umožňují, doplnit pevná schodiště o eskalátory. (23)

5 Přestupní doba

Z hlediska možnosti zkoumání přestupních dob je nutné analyzovat dílčí části přestupní doby. Přestupní doba je relativně dlouhý časový interval, který lze rozdělit na kratší na sebe navazující dílčí časové úseky. Vzhledem k tomu, že se práce zabývá časovými ztrátami při pohybu osob v železniční stanici, bude předmětem zkoumání doba přestupu mezi vlaky osobní dopravy. Časový interval lze rozdělit podle dílčích činností, které vykonávají cestující při přestupu. (23) (30) Dílčími činnostmi (fázemi) přestupu jsou:

- výstup z vlaku;
- přesun k druhému vlaku;
- nástup do vlaku.

Velmi významná část v přestupní době je samotný přesun k druhému vlaku. Tato část je však v dostupné literatuře k problematice přestupní doby, dle názoru autora, chybně nazývána jako např. „*Chůze k druhému vlaku*“ (24) nebo „*Pěší přesun*“ (23) a to vzhledem k rozmanitému spektru cestujících. Takový název dílčí části je zavádějící především vůči osobám na vozíku, které bývají také součástí přestupního procesu.

5.1 Doba trvání výstupu z vlaku

Doba výstupu se skládá z otevření dveří a výstupu cestujících z vozidla na nástupiště. Dle metodiky (23) bylo zjištěno opakovaným měřením, že u otevření dveří se jedná o zanedbatelnou časovou hodnotu a čas otevření lze ztotožnit s časem zastavení. Při určování celkové přestupní doby je třeba vycházet z doby výstupu všech cestujících vystupujících z vozidla. Celková doba výstupu závisí především na počtu vystupujících cestujících, jednotkovém času výstupu, počtu dveří v celé soupravě a šířce dveří. Dalším faktorem je výška nástupní plochy vozidla, tzn. výškový rozdíl mezi nástupištěm a nástupní plochou vozidla a s tím související pohybové schopnosti každého cestujícího. Teoretický výpočet také ovlivňuje využití jednotlivých dveří vzhledem k rozmístění cestujících. (23) (30)

Celkový čas výstupu všech vystupujících cestujících z dané soupravy u daného nástupiště lze vyjádřit dle (30) tímto vzorcem:

$$T_v = t_o + t_v + \frac{t_v * (x_v - 1)}{k_v * n_d^1} \quad (\text{rovnice 3})$$

- kde: T_v – celkový čas výstupu [s]
 t_o – doba potřebná k otevření dveří [s]
 t_v – jednotkový čas výstupu jednoho cestujícího [s]
 x_v – počet všech vystupujících cestujících [-]
 k_v – koeficient využití dveří při výstupu [-]
 n_d^1 – počet dveří prvního vlaku [-]

Problém výpočtu doby výstupu spočívá ve stanovení jednotkového času výstupu a určení koeficientu využití dveří. Jednotkový čas závisí mimo jiné i na fyzických (pohybových) schopnostech cestujících. Koeficient využití dveří závisí zase na chování cestujících. (30)

Převrácením hodnoty t_v (jednotkový čas výstupu jednoho cestujícího) lze získat **propustnost profilu dveří** železničního osobního vozu, tj. počet cestujících, kteří projdou otvorem dveří za jednu sekundu. Hodnoty propustnosti dveřního profilu pro výstup i nástup byly stanoveny na základě řady měření v metodice (23) u jednotek řady 471 (City Elephant), osobních vozů řady Bdmtee a osobních vozů řady B. Závěry měření ukazuje (Tab. 2), kde jsou uvedeny nejvyšší hodnoty a v závorce průměrné hodnoty. (23)

Tab. 2: Propustnost dveří železničního vozidla (23)

Typ železničního vozidla	Propustnost dveří železničního vozidla [os/s]				Světlá šířka dveří [m]
	Nástup z nástupní hrany ve výšce		Výstup na nástupní hrany ve výšce		
	200 mm nad TK	550 mm nad TK	200 mm nad TK	550 mm nad TK	
Jednotka řady 471	1,09 (0,76)	1,25 (0,97)	1,22 (1,00)	1,20 (1,17)	1,34
Vůz řady Bdmtee	1,13 (1,20)	1,29 (0,91)	0,83 (0,69)	1,13 (0,73)	1,86
Vůz řady B	0,56 (0,52)	0,50 (0,49)	0,50 (0,44)	0,67 (0,45)	0,74

5.2 Doba trvání přesunu k druhému vlaku

Druhou fází, velmi významnou částí v přestupním procesu, je přesun (pohyb) od prvního vlaku k přípojnému vlaku druhému. Na tuto fázi lze pohlížet buď jako na jednotkový čas potřebný pro přesun cestujícího nebo na celkový čas pro přesun všech přestupujících cestujících. Z návaznosti jednotlivých fází přestupu vyplývá, že není důležité znát celkovou dobu přesunu všech cestujících, ale je zapotřebí zjistit délku časového intervalu od okamžiku ukončení výstupu po okamžik, kdy jsou všichni cestující u druhého vlaku a probíhá již fáze nástupu. (24)

Pakliže začátek druhé fáze započne až v okamžiku ukončení výstupu cestujících, tak dále podle (24) stačí určit průměrnou dobu přesunu jednoho cestujícího. Problémem ale zůstává, jak stanovit průměrné rychlosti přesunu přestupujících a vzdálenost, kterou musí každý cestující urazit. (24)

Průměrná rychlost chůze (pohybu) po vodorovné cestě se obvykle udává 4 km/h. Tato hodnota se také nejvíce objevuje v různých výpočtech v osobní dopravě, kde se uvažuje s pěší chůzí osob. Avšak rychlost pohybu cestujících v železničním prostředí, zvláště pak ve složitějších uzlech, může být významně ovlivněna faktory uvedenými níže a může docházet ke zkreslení celkové výpočtové přestupní doby. Rychlost pohybu může být omezena úzkými hrdly, jako jsou vstupy do podchodů nebo úzká nástupiště. Dále může být rychlost pohybu cestujících ovlivněna četnými a objemnými zavazadly. Ke snížení rychlosti pohybu může dojít také v důsledku zdržení způsobené časem na zorientování se v neznámém prostředí. V neposlední řadě může být průměrná rychlost ovlivněna a snížena vyšším podílem pomalejších cestujících, jako jsou osoby s omezenou schopností pohybu a orientace. Do této skupiny patří nejen rodiče s dětmi a senioři, kteří využívají železniční přepravu poměrně často, ale také osoby na vozíku, osoby s kočárky a další. Konkrétně vozíčkáři či osoby s kočárky nemohou vždy využít stejnou trasu přestupu z důvodů překážek – bariér (schody, eskalátory). Je tedy zřejmé, že doba, kterou potřebují k přestupu tyto osoby, je delší, poněvadž se pohybují po jiných (a mnohdy delších) trasách. (23) (24)

Trasa přestupu se skládá ze tří dílčích úseku dle (30) následovně:

- pohyb po prvním nástupišti (kde stojí první vlak);
- přesun mezi nástupišti;
- pohyb po druhém nástupišti (kde stojí druhý vlak – přípoj).

Po stanovení všech dílčích vzdáleností, které musí cestující překonat, lze sestavit vzorec pro dobu trvání druhé fáze přestupu – přesun k druhému vlaku. Vzorec pro výpočet doby přesunu je dle (30) následující:

$$T_{ch} = \frac{L_1 + L_2 + L_3}{\bar{v}_{ch}} + n_{sch}^h * t_{sch}^h + n_{sch}^d * t_{sch}^d \quad (\text{rovnice 4})$$

kde: T_{ch}	–	celková doba přesunu k druhému vlaku [s]
L_1	–	první dílčí úsek (pohyb po prvním nástupišti) [m]
L_2	–	druhý dílčí úsek (přechod mezi nástupišti) [m]
L_3	–	třetí dílčí úsek (pohyb po druhém nástupišti) [m]
\bar{v}_{ch}	–	průměrná rychlost chůze cestujícího [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]
n_{sch}^h	–	počet schodů (směr nahoru) [-]
t_{sch}^h	–	jednotkový čas pro překonání jednoho schodu (směr nahoru) [s]
n_{sch}^d	–	počet schodů (směr dolů) [-]
t_{sch}^d	–	jednotkový čas pro překonání jednoho schodu (směr dolů) [s]

V případě, že se bude jednat o stanici s úrovnňovými nástupišti, tak se v uvedeném vzorci (rovnice 4) pouze vynechají hodnoty n_{sch}^h a n_{sch}^d . (30)

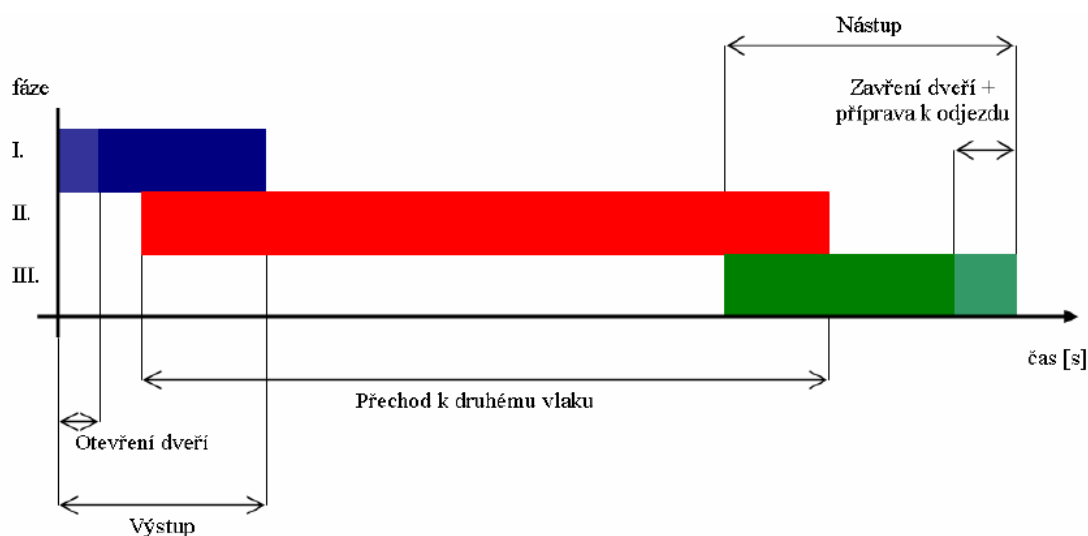
5.3 Doba trvání nástupu do vlaku

Třetí, poslední fází přestupního procesu je nástup do druhého vlaku. Stejně jako o výstupu je možné i na nástup nahlížet dvěma pohledy, a to buď jako na jednotkový čas nástupu jednoho cestujícího, nebo celkový čas potřebný pro nástup všech cestujících. (23) (30)

Potřebný čas pro nástup jednoho cestujícího především ovlivňuje převýšení mezi plochou nástupiště a podlahou vozidla, které je nutné při nástupu překonat. S tím úzce souvisí pohybové schopnosti každého cestujícího. Další faktory ovlivňující čas nástupu jsou obdobné jako u výstupu. (23) (30)

Celkovou dobu nástupu ovlivňuje jednotkový čas a počet cestujících přestupujících z prvního vlaku. Celkový čas dále ovlivňuje počet dveří, resp. počet využitých dveří k nástupu. Dle metodiky (23) a také (30) bylo pozorováním zjištěno, že cestující převážně nastupují do několika nejbližších dveří soupravy a nevyužívají dveře nejvzdálenějších vozů. Dalším faktorem, který však neovlivňuje přímo dobu nástupu, je návaznost jednotlivých fází přestupu. Problém spočívá v nutnosti určit délku pouze té části doby nástupu, která přesahuje druhou fázi přestupu (přesun k druhému vlaku). (Obr. 2) V podstatě jde o tu část, kdy již cestující pouze nastupují, resp. kdy třetí fáze přestupu běží pouze samostatně. (23) (30)

V předchozí kapitole 5.2 bylo řečeno, že druhá fáze přestupu je tvořena dobou potřebnou pro přechod mezi vlaky pouze posledním cestujícím a končí v okamžiku, kdy tento cestující dojde k druhému vlaku, a v ten okamžik začíná běžet třetí – poslední fáze přestupu (nástup do vlaku). Takové tvrzení lze tvrdit pouze v případě, že všichni cestující se pohybují stejnou průměrnou rychlostí a musí urazit stejnou vzdálenost, což v praxi není reálné. (30)



Obr. 2: Časová návaznost jednotlivých fází přestupu (30)

Z výše pospaných faktů lze předpokládat, že třetí fázi bude tvořit pouze nástup jednoho, posledního cestujícího. Ostatní cestující stihnou nástup v rámci druhé fáze přestupu. Avšak problém nastane v momentě, kdy nebudou cestující moci nastupovat tak plynule, jak budou přicházet k druhému vlaku a začnou se u vstupního prostoru vlaku tvořit fronty. Pak bude doba nástupu delší, a to od okamžiku příchodu posledního cestujícího k druhému vlaku až po okamžik, kdy nastoupí všichni cestující do vlaku. (30)

Do doby nástupu je nutné také připočítat doplňkové časy. Těmi jsou doba potřebná pro zavření dveří a doba potřebná na přípravu vlaku k odjezdu (předání návěstí k odjezdu vlaku). (23) (30)

S přihlédnutím k výše uvedenému bude vzorec pro výpočet doby potřebné pro nástup do vlaku vypadat dle (30) takto:

$$T_n = t_n + \frac{r * x_p * t_n}{k_n * n_d^2} + t_z + t_{po} \quad (\text{rovnice 5})$$

kde: T_n	–	celkový čas nástupu do druhého vlaku [s]
t_n	–	jednotkový čas nástupu jednoho cestujícího [s]
r	–	koeficient plynulosti nástupu [-]
x_p	–	počet přestupujících cestujících [-]
k_n	–	koeficient využití dveří při nástupu [-]
n_d^2	–	počet dveří druhého vlaku [-]
t_z	–	čas potřebný pro zavření dveří [s]
t_{po}	–	čas potřebný na přípravu vlaku k odjezdu a jeho výpravu [s]

Problémem při určování potřebného času pro nástup je stanovení jednotkového času nástupu jednoho cestujícího a koeficientů plynulosti nástupu a využití dveří. Jednotkový čas závisí také, kromě jiných faktorů, na neměřitelné pohybové schopnosti cestujících. Koeficient využití dveří závisí na chování cestujících. Koeficient plynulosti nástupu závisí na předchozích veličinách a také na výstupu cestujících z prvního vlaku. Také jej ovlivňuje, zda současně do stejného vlaku nastupují cestující i z jiných přípojných vlaků. (30)

Převrácením hodnoty t_n (jednotkový čas nástupu jednoho cestujícího) lze získat **propustnost profilu dveří** železničního osobního vozu, tj. počet cestujících, kteří projdou otvorem dveří za jednu sekundu. Hodnoty propustnosti dveřního profilu pro výstup i nástup byly stanoveny na základě řady měření v metodice (23) a jsou uvedeny v kapitole 5.1 (Tab. 2).

5.4 Současné řešení problematiky v ČR a zahraničí

Problematikou přestupní doby v přestupních uzlech se zabývá v České republice více autorů. S ohledem na bezbariérovou dopravu, železniční dopravu a osoby s omezenou schopností pohybu a orientace se problematikou časové náročnosti přestupu zabývá J. Matuška ve své knize Bezbariérová doprava. Dalšími autory zabývající se problematikou stanovení přestupní doby v rámci železniční dopravy jsou P. Kolomazník a J. Široký. Na ČVUT v Praze Fakultě dopravní vznikla v roce 2012 metodika, která se dotýká také problematiky přestupní doby v přestupních uzlech.

J. Matuška (2) se zabývá časovou náročností přestupů, kde se zaměřuje na zvýšenou spotřebu přestupního času v návaznosti na minimální dobu přestupu. Analýzu přestupu provádí na modelovém případě při přestupech mezi spoji železniční dopravy v uzlech s ostrovními nástupišti, a to při jejich vybavení výtahem či svislou plošinou. V analýze přestupu definuje skupiny osob, kterými jsou:

- osoby používající při chůzi hole – 45 m/min (0,75 m/s; 2,70 km/h);
- doprovod kočárku, příp. i dalšího jdoucího dítěte – 60 m/min (1,00 m/s; 3,60 km/h);
- osoby na mechanickém vozíku – 50 m/min (0,83 m/s; 3,00 km/h);
- osoby na elektrickém vozíku – 83 m/min (1,38 m/s; 4,98 km/h).

K těmto jednotlivým skupinám osob také určuje rychlosti pohybu, přičemž hodnoty jsou uvedeny výše a jsou přepočítány v závorce na m/s a km/h. Matuška však již neuvádí, jak byly tyto hodnoty získány. Dále proces přestupu dekomponuje na jednotlivé časové fáze, přičemž samotný výstup

z vozu a nástup do vozu není zahrnut, neboť je součástí přestupů i ostatních cestujících. Těmito časovými fázemi dekompozice jsou:

- přesun k výtahu / plošině;
- přivolání výtahu a nástup;
- jízda směrem dolů;
- přesun pod nástupišti;
- přivolání výtahu a nástup;
- jízda směrem nahoru;
- přesun k přípojnému vlaku.

Na základě těchto dílčích časových fází v závislosti na rychlostech a určení časových hodnot pro různé způsoby vertikální přepravy (výtah, plošina), vypočítává pomocí matematického aparátu výslednou spotřebu času. Konkrétně určuje minimální a maximální spotřebu času při přestupu. Na základě výsledné spotřeby času konstatuje, že *„vypočítané hodnoty přestupních časů OOSPO mezi spoji v železniční dopravě vykazují značné rozpětí v závislosti na technickém vybavení nástupišť, rychlosti pohybu cestujících umístění výtahu / plošiny na nástupišti i místě zastavení vlaku“* (2)

P. Kolomazník, J. Široký (24) (30) se zabývají stanovením přestupní doby v železniční dopravě. Přestupní dobu dělí na tři fáze – výstup, chůze k druhému vlaku, nástup. Ke každé dílčí fázi určují vzorec pro výpočet doby fáze a následně navrhuje matematický vzorec pro výpočet celkové doby potřebné pro přestup. Podrobně se zabývají významnou částí přestupu, a to chůzí k druhému vlaku. Průměrnou rychlost chůze cestujících stanovují na hodnotu 1,11 m/s, což odpovídá právě 4 km/h, a uvádí, že tato hodnota je nejčastěji používaná v různých výpočtech v osobní dopravě, kde se uvažuje s pěší chůzí osob. Dále také uvádějí, že rychlost pohybu cestujících může být čímkoliv ovlivněna, např. cestováním s četnými i objemnými zavazadly, úzkými hrdly na přestupní trase. V neposlední řadě je také rychlost ovlivněna vyšším podílem pomalejších cestujících, jako jsou rodiče s dětmi nebo starší osoby. Rychlost ovlivňuje také fakt, že cestující jsou pod jistým stresem a snaží se spíše pospíchat. V rámci stanovení rychlosti se ještě zmiňují o hendikepovaných osobách. Uvádí, že *„je zřejmé, že doba, kterou potřebují*

k přestupu hendikepované osoby, je delší, poněvadž se tyto osoby pohybují po jiných – delších – trasách a časy pro jejich nástup a výstup jsou delší. Ale není možné přestupní doby konstruovat dle jejich možností, protože by docházelo k jejich enormnímu prodlužování.“ (24) Ve svých člancích k přestupní době a konkrétně pak k její druhé fázi také znázorňují přestupní trasy na pěti základních schématech železničních stanic, které rozdělují podle stavebního uspořádání s možností přístupu na nástupiště. Na těchto schématech jsou vyznačeny příklady možných délek přestupních tras.

M. Jacura a kolektiv (23) se ve své certifikované metodice zabývají optimální podobou přestupních uzlů ve veřejné hromadné dopravě. Součástí metodiky je také analýza pěších proudů v přestupním uzlu VHD. V metodice jsou definovány skupiny osob následovně:

- cestující bez zavazadel, příp. s příručním zavazadlem typu kabelka, malá nákupní taška;
- cestující s malým batohem – velikost školního batohu;
- cestující s velkým batohem – zde se jedná o batohy o objemu 50 litrů a více, se kterými nelze snadno manipulovat;
- cestující s kufrem nebo taškou přes rameno – jedná se o zavazadlo stejné kategorie jako u předchozí skupiny, pouze nesené po boku cestujícího;
- cestující s kufrem na kolečkách;
- cestující s dětským kočárkem;
- cestující s jízdním kolem.

Metodika definuje dílčí části přestupní doby a dále se zabývá rychlostmi pohybu pěších proudů a jednotlivých prvků. Určuje propustnost dveřního profilu, dále také propustnost přístupových cest a rychlost pěšího přesunu. Průměrná rychlost chůze po nástupišti nebo po vodorovné přístupové cestě nekřížící koleje se uvádí v rozmezí 1,50 – 2,00 m/s, tj. pohybuje se okolo hodnoty 6 km/h. Dále se v metodice uvádí rychlost po schodišti, travelátorech a eskalátorech. Průměrná rychlost chůze po schodech směrem nahoru se v metodice uvádí 0,57 m/s (2,05 km/h) a směrem dolů 0,81 m/s (2,91 km/h). Rychlosti travelátoru a eskalátoru vždy záleží na

výrobci a jeho uváděné rychlosti. Avšak metodika uvádí, že eskalátory se v dopravních terminálech nejvíce pohybují rychlostí 0,50 m/s nebo 0,65 m/s. Výjimku pak tvoří pouze eskalátory na trasách A a B pražského metra, kde se pohybují rychlostí až 0,90 m/s. V závěru vyplývajícího z měření pěších proudů se v metodice konstatuje, že rychlost pěší chůze po schodišti je téměř totožná s rychlostí jízdy po eskalátoru. Překvapivým závěrem je pomalejší chůze po centrálním přechodu než po standardním přechodu úrovňovém. Dále bylo také zjištěno, že k plnému využití profilu schodiště dochází jen při chůzi od vlaku, tzn. zpravidla při sestupném pohybu. Metodika se také věnuje modelování pohybu pěších proudů.

Státní dopravce České dráhy má z hlediska počtu denně vypravených vlaků největší podíl přestupů mezi vlaky, proto mají také nastavené základní pravidla pro čekání na přípoje. Z hlediska čekání na přípojný vlak mají vlaky osobní dopravy *„nastaven systém čekacích dob, které zajišťují při zpoždění možnost přestupu na následující vlaky. Výše čekací doby určuje nejvyšší možné zpoždění, které může vlak dosáhnout při odjezdu z přípojných stanic, a to včetně přestupní doby, což je potřebný čas na přechod mezi nástupišti. Základní čekací doba (výše zpoždění návazného vlaku na odjezdu) je u všech vlaků ČD stanovena na 5 minut. Vlaky, které mají kratší čekací dobu než 5 minut, jsou označeny značkou "vlak nečeká na žádné přípoje" (kolečko s tečkou).“* (31) Přestupní doby pro bezproblémový přestup mezi vlaky v dané stanici jsou uvedeny na webu ČD. S těmito přestupními dobami pracuje automaticky i vyhledávač spojení nejen na webu ČD, ale také např. IDOS.

Z vybraných informačních zdrojů jsem nenašel žádné řešení dané problematiky s ohledem na osoby s omezenou schopností pohybu a orientace v zahraničí. Konkrétně jsem využil bránu EIZ jako přístup k vybraným informačním zdrojům.

6 Analýza časových ztrát při přestupu

Jako součást analýzy časových ztrát při pohybu cestujících v osobní železniční stanici, bylo nutné provést a zajistit rozsáhlý sběr dat ve formě časů. Tento sběr dat probíhal v loňské roce (2016) především v železniční stanici Praha hlavní nádraží v rámci studentské grantové soutěže ČVUT pod názvem projektu *Analýza přestupní doby osob s omezenou schopností pohybu a orientace v závislosti na prvcích dopravní infrastruktury*.

V rámci analýzy časových ztrát při přestupu (pohybu) v osobní železniční stanici bylo nejprve nutné klasifikovat skupiny cestujících, na které jsem se při sběru dat následně zaměřoval. Další fází přípravy průzkumu byl výběr železniční stanice a definování všech prvků, které jsou součástí spojovacích komunikací. Následně bylo také nutné určit si pevně danou metodiku sběru dat pro jednotlivé prvky. Součástí analýzy je také vyhodnocení časových ztrát při přestupu.

6.1 Kategorizace skupin cestujících

Před samotným započítáním průzkumu a sběru dat bylo nutné si definovat skupiny cestujících, kterých se sběr dat bude následně týkat. Jelikož spektrum cestujících i s ohledem na osoby s omezenou schopností pohybu a orientace je poměrně široké, byly zvoleny následující skupiny cestujících:

- **(CH)** Běžný cestující
- **(S)** Senior
- **(Z)** Osoba s objemným zavazadlem
- **(3)** Osoba doprovázející dítě do 3 let
- **(K)** Osoba doprovázející kočárek
- **(H)** Osoba pohybující s pomocí kompenzační pomůcky
- **(N)** Nevidomý, slabozraký
- **(MV)** Osoba na mechanickém vozíku
- **(EV)** Osoba na elektrickém vozíku

Písmeno nebo dvoj-písmeno v závorce jednoznačně identifikuje danou skupinu pro další používání a zpracování. Této identifikace bylo také využito i při zapisování do archů přímo na místě sběru dat.

Běžným chodcem je myšlen cestující bez zjevných pohybových a zrakových omezení. Do skupiny seniorů patří osoby pokročilého věku. Skupinu osob s objemným zavazadlem tvoří cestující s velkým batohem (cca 50 l a více), s velkou taškou (cca 50 l a více), s kufrem na kolečkách (pouze u sběru dat schodů a rampy; na rovném úseku bylo vyzorováno, že pohyb je stejně rychlý jako u běžných chodců) a cestující s jízdním kolem. Do skupiny osob pohybujících se pomocí kompenzačních pomůcek patří osoby s holí (holemi), s berlí (berlemi) a osoby s chodítkem. Skupinu slabozrakých a nevidomých tvoří nejen osoby samostatně se pohybující, ale i osoby využívající vodícího psa jako kompenzační pomůcku. Při měření osob na mechanickém vozíku jsem se zaměřoval především na samostatný pohyb, přičemž u prvku rampy směrem nahoru jsem provedl sběr dat i v momentě doprovodu, který osobě na vozíku pomáhal při překonávání podélného sklonu.

6.2 Definování prvků přestupní trasy v železniční stanici

Zaměřil jsem se na železniční osobní stanici s mimoúrovňovým přístupem k nástupištím, a proto bylo nutné si definovat všechny prvky nacházející se na trase přestupu z prvního vlaku až ke druhému vlaku. Těmito prvky jsou:

- **rovný úsek**
- **šikmá rampa**
- **pevné schodiště**
- **pohyblivé schodiště - eskalátor**
- **výtah**

Charakteristikou rovného úseku je jeho podélný a příčný sklon, jeho délka a materiál povrchu. Na rovném úseku se předpokládá tolerance u podélného i příčného sklonu až 2 %, tedy že oba sklony nemusí být striktně jen absolutně nulové. Šikmá rampa je charakterizována hodnotou podélného

sklonu, šířkou (měřena od madel) a délkou. V případě sklonu 8,33 % a délky větší než 9 m, je dále šikmá rampa charakterizována délkou podesty (předpokladem je, že podélný a příčný sklon je ideálně nulový s určitou tolerancí a šířka se rovná šířce rampy). Charakteristikou pevného schodiště je jeho šířka (měřená mezi madly), počet stupňů, výška a hloubka stupně. Dále je schodiště charakterizované také, v případě dlouhého ramene, délkou mezipodesty (předpokladem je, že šířka mezipodesty je shodná se šířkou schodiště) a počtem mezipodest. Pohyblivé schodiště - eskalátor je charakterizován svou šířkou, počtem stupňů a rychlostí. Charakteristikou výtahu je jeho rychlost jízdy, šířka a hloubka klece a typ dveří. Obtížněji měřitelnou charakteristikou výtahu je potom také výškový rozdíl mezi úrovněmi, které výtah překonává a obsluhuje.

6.3 Způsob měření dat

Z hlediska realizace průzkumu bylo zapotřebí stanovit si pevně danou metodiku sběru dat pro jednotlivé prvky. Kromě metodiky sběru bylo nutné změřit si i charakteristické parametry jednotlivých prvků. Pro měření délek jsem využil měřící kolečko GEOFENNEL DW – 290. Pro měření sklonů jsem použil sklonoměr Bosch GLM 80 Professional integrovaný do vodováhy R 60. Pro měření veškerých časů jsem použil digitální stopky.

Rovný úsek, šikmá rampa

Při měření rovného úseku a šikmé rampy bylo především nutné si určit začátek a konec měřeného úseku a zjistit jeho délku. Pro skupiny osob **CH, S, 3, H, N** jsem započal měření času v okamžiku vstupu osoby do měřeného úseku a ukončil jsem jej v okamžiku vystoupení osoby z měřeného úseku.

Pro skupinu osob se zavazadlem (**Z**) jsem započal měření času v okamžiku vstupu osoby do měřeného úseku a ukončil jsem jej v okamžiku vystoupení osoby z měřeného úseku. Nezohledňoval jsem tedy opuštění až samotného zavazadla z měřeného úseku, jelikož by v důsledku různých rozměrů jednotlivých zavazadel došlo ke zkreslení dat.

Obdobně jsem postupoval i u skupiny osob s kočárkem (**K**), kde jsem započal měření času opět v okamžiku vstupu do měřeného úseku. Měření jsem následně ukončil v okamžiku výstupu z měřeného úseku. Opět jsem nezohledňoval samotný pobyt kočárku v měřeném úseku a to z důvodu různých rozměrů dětských kočárků, kdy by mohlo dojít ke zkreslení dat.

U skupin osob **MV** a **EV** jsem započal měření v okamžiku protnutí začátku měřeného úseku nejpřednějším bodem vozíku, přičemž tímto bodem byly podnožky vozíku. Měření času jsem ukončil v okamžiku protnutí konce měřeného úseku opět podnožkami vozíku.

Pevné schodiště

Měření ztrátového času na schodišti bylo provedeno pro skupiny osob **CH, S, Z, 3, H, N** u kterých se předpokládá, že se mohou po schodišti pohybovat a neznamena pro ně nepřekonatelnou bariéru. Měření času pohybu směrem nahoru jsem započal v okamžiku vstupu na první stupeň schodiště a ukončil v okamžiku vstupu na rovný úsek (podlaha nadchodu či nástupiště). Měření času pohybu směrem dolů jsem započal v okamžiku vstupu na druhý stupeň schodiště (první stupeň je součástí podlahy) a ukončil v momentě vstupu na rovný úsek (podlaha podchodu nebo nástupiště).

V případě dlouhého ramene schodiště, které je dělené mezipodestou, jsem přistoupil z hlediska zjednodušení k tomu, že pokud bude délka mezipodesty menší nebo rovna 1,50 metru, bude se taková mezipodesta uvažovat jako jeden stupeň navíc. Pozorováním v průběhu sběru dat jsem došel k závěru, že na takovou vzdálenost se udělá právě jeden krok, který by vedl k nakročení na další schod a tedy, že můj přístup je správný.

Pohyblivé schodiště - eskalátor

Měření ztrátového času na eskalátoru bylo provedeno, stejně jako u pevného schodiště, pro skupiny osob **CH, S, Z, 3, H, N**. Měření času jsem započal v okamžiku vstupu na pohyblivou část – stupeň eskalátoru a ukončil v okamžiku výstupu na pevnou část (plocha podlahy, nástupiště apod.) mimo eskalátor. Z hlediska rozdílných délek a rychlostí eskalátorů nebylo možné zobecnit výpočet ztrátového času pro všechny eskalátory.

Výtah

Měření ztrátových časů při použití výtahu jsem provedl pro všechny skupiny osob, které jsem nadefinoval, tedy pro **CH, Z, S, 3, K, H, N, MV, EV**. Měření ztrátového času výtahu jsem si následně rozdělil na tři dílčí části:

1. Čekání na příjezd výtahu a nástup

- Počátek měření času jsem započal v okamžiku stisknutí tlačítka přivolávajícího výtah
- Konec měření času byl v okamžiku úplného zavření dveří výtahu po nástupu

2. Samotná jízda výtahem

- Počátek měření času jsem započal v okamžiku úplného zavření dveří výtahu
- Konec měření času byl v momentě úplného otevření dveří výtahu

3. Výstup z výtahu

- Počátek měření času byl započat v okamžiku úplného otevření dveří výtahu
- Konec měření času byl v okamžiku úplného opuštění výtahu

7 Vyhodnocení časových ztrát

Z hlediska určité statistické přesnosti bylo nutné si před začátek sběru dat ještě určit počet časů, které budu v rámci jednoho prvku a jedné skupiny osob potřebovat. Potřebný počet dat v rámci jedné skupiny k jednomu prvku jsem určil 100 časů. Tento počet se však týká pouze prvků rovný úsek, šikmá rampa a pevné schodiště.

Vyhodnocení časových ztrát jsem provedl pro každý definovaný prvek zvlášť, tedy pro rovný úsek, šikmou rampu, pevné schodiště, pohyblivé schodiště – eskalátor a výtah. Kromě samotných statistik měřených časů k jednotlivým prvkům dále uvádím důležité parametry prvků, na kterých byly časy sbírány, a slovní popis vyhodnocení ke sběru dat.

7.1 Rovný úsek

Pro měření ztrátového času jsem si musel zvolit ideální místo, kde se pohybuje velké množství cestujících, a tím bude zajištěna možnost sběru dat pro všechny skupiny osob, které jsem si definoval. Dále bylo zapotřebí zvolit takové místo, kde se budou osoby pohybovat pokud možno přímým směrem vůči mým vyznačeným bodům pro začátek a konec měřeného úseku. Tato podmínka musela být dodržena, aby každá osoba neušla jinou vzdálenost, a nedošlo tak ke zkreslení hodnot při sběru.

Proto jsem, na základě popsaných důvodů výše, vybral spojovací komunikaci - podchod v severní části železniční stanice Praha hlavní nádraží. Na této komunikaci se nachází poměrně dlouhý rovný úsek, kde se cestující pohybují přímým směrem.

Parametry prvku **rovný úsek** jsou uvedeny níže v (Tab. 3).

Tab. 3: Parametry měřeného rovného úseku

místo měření	podélný sklon [%]	příčný sklon [%]	délka [m]	šířka [m]	materiál povrchu
Praha hlavní nádraží	0,00	0,00	-	7,88	hladká dlažba

Nejideálnějším místem měření byl úsek v podchodu mezi výstupem na 1. nástupiště a výstupem na 2. nástupiště, jelikož jsem díky tomu zachytil v podstatě veškeré cestující v obou směrech, kteří se pohybovali od vzdálenějších nástupišť směrem do vestibulu nebo naopak. I přesto jsem však nezůstal u jednoho úseku a v případě, že jsem zaznamenal v dohledu osobu, u které bylo obtížnější nasbírat potřebné množství dat, měřil jsem následně tuto osobu na jiném úseku. Díky tomu, že byly data sbírány na různých úsecích o různých délkách, jsem následně čas přepočítal na jednotkový čas.

Ze všech naměřených hodnot pro rovný úsek jsem ke každé skupině vypočítal medián a určil maximální a minimální hodnoty. V následující tabulce (Tab. 4) jsou zaznamenány jednotkové časy a rychlosti ke každé skupině.

Tab. 4: Statistika naměřených dat na rovném úseku

skupina	jednotkový čas [s/m]			rychlost [m/s]			rychlost [km/h]		
	medián	MAX	MIN	medián	MAX	MIN	medián	MAX	MIN
CH	0,69	1,04	0,35	1,44	2,88	0,96	5,19	10,39	3,45
S	1,03	1,76	0,68	0,97	1,47	0,57	3,49	5,28	2,05
Z	0,79	1,09	0,55	1,26	1,81	0,92	4,55	6,52	3,31
3	1,10	1,64	0,65	0,91	1,55	0,61	3,27	5,56	2,20
K	0,76	1,01	0,52	1,32	1,94	0,99	4,74	6,99	3,57
H	1,13	1,66	0,73	0,89	1,36	0,60	3,19	4,90	2,17
N	0,96	1,66	0,62	1,04	1,61	0,60	3,73	5,80	2,17
MV	0,71	0,84	0,56	1,42	1,80	1,19	5,09	6,46	4,27
EV	0,45	0,69	0,34	2,21	2,96	1,44	7,95	10,66	5,19

Jelikož se mi nepovedlo v průběhu sběru dat naměřit potřebné množství časů pro osoby na elektrickém vozíku, využil jsem pomoc figurantů, kteří s vozíkem rovný úsek projeli. Nicméně jsem došel k závěru, že u elektrických vozíku záleží především na maximální rychlosti. Elektrické vozíky figurantů dosahovaly maximální rychlosti 10 km/h a v momentě nízké hustoty osob v okolí tuto rychlost při svém pohybu využívali. V okamžiku, kdy byla vyšší hustota osob v okolí, figuranti zpomalili na rychlost 5 km/h. Lze tedy

konstatovat, že hodnoty v (Tab. 4) u skupiny osob **EV** nelze považovat za směrodatné, jelikož rychlost osoby na vozíku je v interakci s rychlostí elektrického vozíku a záleží vždy na okolnostech, jak rychle se bude osoba pohybovat.

Obvyklá průměrná rychlost chůze u zdravých dospělých lidí na rovném úseku je udávána mezi 4-5 km/h. Z tabulky (Tab. 4) vyplývá, že medián u skupiny **CH** se k této hodnotě velmi přibližuje. Dále však z tabulky vyplývá, že některé skupiny osob nedosahují ani rychlosti 4 km/h a za touto hodnotou poměrně dost zaostávají. Příkladem může být nejen rychlost skupiny **H** (3,19 km/h), ale také rychlost skupiny **S** (3,49 km/h) či rychlost skupiny **3** (3,27 km/h).

Statistika z naměřených časů byla provedena z následujícího počtu nasbíraných dat. (Tab. 5)

Tab. 5: Počet naměřených dat pro rovný úsek

skupina	CH	S	Z	3	K	H	N	MV	EV
počet časů	127	112	121	108	103	101	57	12	14

Jak je patrné z tabulky výše, nebyl naplněn cíl pro změření sto hodnot u skupiny osob N, MV a EV. Nevidomé či slabozraké osoby bylo velmi těžké na vybraném měřicím místě zastihnout a změřit, nicméně se mi povedl určitý vzorek dat získat. U vozíčkářů byl problém větší. Podíl těchto cestujících oproti ostatním skupinám je výrazně nižší a nebylo v mých silách získat větší počet dat, i přestože jsem si domluvil několik figurantů - vozíčkářů na plánované měření.

7.2 Šikmá rampa

Pro měření ztrátového času na šikmé rampě jsem si zvolil opět pražské hlavní nádraží, konkrétně podchod v severní části, kde jsou výstupy na 5.-7. nástupiště umožněny pomocí šikmé rampy. Tato bezbariérově řešená rampa překonává poměrně velký výškový rozdíl, a proto je správně dělená podestami.

Parametry prvku **šikmá rampa** jsou uvedeny níže v (Tab. 6).

Tab. 6: Parametry měřené šikmé rampy

místo měření	délka [m]	šířka [m]	podélný sklon [%]	materiál povrchu
Praha hlavní nádraží	9	2,90	8,33	hladká dlažba

Uvedená délka v tabulce je myšlena pro jeden úsek rampy. Celkový počet jednotlivých úseků ramp je sedm, přičemž mezi jednotlivými úseky je vždy podesta o délce 2,00 metry.

Při měření časů na úseku šikmé rampy jsem rozlišoval, zda se měřená osoba pohybuje směrem nahoru, nebo dolů, jelikož lze předpokládat vyšší rychlost směrem dolů oproti směru nahoru. Na úseku šikmé rampy jsem tedy musel provést dvojí měření pro oba směry.

Ze všech naměřených hodnot jsem pro šikmou rampu vypočítal medián a určil maximální a minimální hodnoty. V následujících dvou tabulkách (Tab. 7), (Tab. 8) jsou zaznamenány jednotkové časy a rychlosti pro **směr nahoru** a **směr dolů** vztažené ke každé skupině.

Tab. 7: Statistika naměřených dat na šikmé rampě ve směru nahoru

skupina	jednotkový čas [s/m]			rychlost [m/s]			rychlost [km/h]		
	medián	MAX	MIN	medián	MAX	MIN	medián	MAX	MIN
CH	0,71	1,24	0,45	1,42	2,24	0,81	5,10	8,06	2,90
S	1,15	2,33	0,80	0,87	1,24	0,43	3,14	4,48	1,55
Z	0,82	1,33	0,49	1,22	2,03	0,75	4,38	7,30	2,70
3	1,09	1,79	0,87	0,92	1,15	0,56	3,30	4,14	2,02
K	0,96	1,30	0,73	1,04	1,38	0,77	3,74	4,96	2,77
H	1,62	2,11	0,90	0,62	1,11	0,47	2,22	3,98	1,70
N	0,90	1,47	0,62	1,11	1,61	0,68	3,98	5,80	2,45
MV	1,11	2,11	0,65	0,90	1,55	0,47	3,25	5,57	1,71
EV	0,75	1,05	0,40	1,33	2,53	0,96	4,78	9,10	3,44

Tab. 8: Statistika naměřených dat na šikmé rampě ve směru dolů

skupina	jednotkový čas [s/m]			rychlost [m/s]			rychlost [km/h]		
	medián	MAX	MIN	medián	MAX	MIN	medián	MAX	MIN
CH	0,73	1,15	0,37	1,37	2,69	0,87	4,94	9,67	3,13
S	1,04	2,08	0,60	0,96	1,66	0,48	3,45	5,98	1,73
Z	0,81	1,18	0,48	1,24	2,10	0,85	4,45	7,57	3,06
3	1,07	1,91	0,75	0,93	1,34	0,52	3,35	4,83	1,88
K	0,79	1,35	0,37	1,26	2,69	0,74	4,54	9,70	2,68
H	1,34	1,92	0,88	0,75	1,14	0,52	2,70	4,11	1,87
N	0,83	1,36	0,50	1,21	1,99	0,74	4,36	7,15	2,65
MV	0,80	0,97	0,30	1,26	3,37	1,03	4,52	12,13	3,69
EV	0,69	1,30	0,24	1,46	4,11	0,77	5,25	14,79	2,77

Z předchozích dvou tabulek vyplývá, že na šikmé rampě s podélným sklonem 8,33 % není významně velký rozdíl středních hodnot rychlostí mezi směry pohybu. Rozdíl mediánů rychlostí vůči směru pohybu lze pozorovat především u skupin **K**, **MV** a **EV**, kde je zřejmé, že pohyb osoby s kočárkem je směrem nahoru pomalejší z důvodu tlačení kočárku o nezanedbatelné hmotnosti. U vozíčkářů je zcela logické, že po šikmé rampě směrem dolů jsou podstatně rychlejší než směrem nahoru. Zároveň je evidentní, že mediány rychlostí u šikmé rampy jsou rozdílné vůči středním hodnotám rychlostí u rovného úseku. Z naměřených dat vyplývá, že není možné uvažovat se stejnou hodnotou rychlosti pro rovný úsek i pro šikmou rampu.

Tak jako u rovného úseku je zřejmé i u šikmé rampy, že některé skupiny osob nedosahují ani rychlosti 4 km/h a za touto hodnotou významně zaostávají. Příkladem může být nejen střední rychlost skupiny **H** (nahoru 2,22 km/h; dolů 2,70 km/h), ale také střední rychlost skupiny **S** (nahoru 3,14 km/h; dolů 3,45 km/h).

I u šikmé rampy se mi nepodařilo v průběhu sběru dat naměřit potřebné množství časů pro osoby na elektrickém vozíku, proto jsem opět využil figurantů – vozíčkářů. Je důležité uvědomit si, že měření pro tuto

skupinu bude vždy záležet na samotné rychlosti elektrického vozíčku. Nicméně jsem šikmou rampu měřil při maximální rychlosti 10 km/h a i při rychlosti 5 km/h (při vyšší hustotě pohybujících se osob v okolí). Hodnota maximální naměřené rychlosti pro směr dolů je zřejmě významně ovlivněna chybou měření, jelikož při měření u směru dolů bylo velmi obtížné (z důvodu rychlosti) změřit potřebné časy.

Statistika z naměřených časů byla provedena z následujícího počtu nasbíraných dat. (Tab. 9)

Tab. 9: Počet naměřených dat pro šikmou rampu

skupina	CH	S	Z	3	K	H	N	MV	EV
počet časů (nahoru)	143	100	100	100	100	100	27	19	11
počet časů (dolů)	122	122	100	100	100	100	28	18	15

Z tabulky výše je zřejmé, že nebyl naplněn cíl pro změření sto hodnot u skupiny N, MV, EV. Nevidomé a slabozraké osoby bylo velmi těžké na vybraném měřícím místě zastihnout a změřit, přesto se mi povedl určitý vzorek dat získat. U vozíčkářů byl problém o něco horší. Proto jsem využil pro měření časů několik figurantů – vozíčkářů, kteří mi s měřením pomohli.

7.3 Pevné schodiště

Měření ztrátových časů na pevném schodišti probíhalo v železniční stanici Praha hlavní nádraží, konkrétně v podchodu v severní části, kde se nachází výstupy na vzdálenější nástupiště (5.-7. nástupiště) nejen pomocí rampy, ale také pomocí pevného schodiště. Rameno schodiště je poměrně dlouhé a tak je dvakrát rozděleno mezipodestou na tři části.

Parametry prvku **pevné schodiště** jsou uvedeny níže v (Tab. 10).

Tab. 10: Parametry měřeného pevného schodiště

místo měření	šířka [m]	Počet stupňů [-]	Hloubka stupně [m]	Výška stupně [m]	Délka podesty [m]
Praha hlavní nádraží	2,92	25	0,35	0,13	1,50

Při měření časů na schodišti jsem rozlišoval, zda se měřená osoba pohybuje směrem nahoru nebo dolů, neboť lze předpokládat vyšší rychlost při pohybu směrem dolů oproti směru nahoru. U schodiště jsem tedy musel provést dvojí měření pro oba směry.

V průběhu sběru dat jsem zjistil pozorováním, že rychlost pohybu po schodech ovlivňuje hustota proudu cestujících [os/m^2]. Ta je zásadní především ve chvíli, kdy dopravní prostředek dojede do své cílové stanice nebo se jedná o významný přestupní uzel. V tu chvíli vystoupí velké množství cestujících a všichni se snaží využít schodiště k přestupu. Jelikož schodiště je v podstatě úzké hrdlo s určitou šířkou a kapacitou propustnosti, začne se zvyšovat postupně hustota proudu cestujících, která ovlivňuje rychlost, a tím i časovou ztrátu na schodech. Dochází tak k saturaci toku a následně k vytváření fronty čekajících cestujících před schodištěm. S ohledem na sběr dat ve stanici s mimoúrovňovým přístupem, kde spojovací komunikaci tvoří podchod, jsem hustotu proudu zaznamenával pouze ve směru dolů, když přijel vlak. Cestující, kteří stoupali na nástupiště po schodišti směrem vzhůru, chodili průběžně a nedocházelo tak k saturaci. V závislosti na sběru dat jsem si určil dva stupně hustoty (32):

- **nízká hustota (1)** – při nízké hustotě osob není pohyb nikterak omezen. Každá osoba jde svou vlastní rychlostí a její rychlost není ovlivňována ostatními osobami. Lze říci, že kapacita schodiště není naplněna.
- **vysoká hustota (2)** – vysoká hustota popisuje takový stav, kdy na schodišti je pohyb osob již omezen. Osoby již nejdou svou vlastní rychlostí, ale jsou ovlivňovány rychlostí osob jdoucích před nimi. U této hustoty lze konstatovat, že kapacita schodiště je naplněna a zároveň se začínají tvořit fronty před vstupem na schodiště.

Inspirací pro takové rozdělení byl pro mě Weidmannův fundamentální diagram, který vyjadřuje vztah mezi rychlostí pěšího proudu V [m/s] a jeho hustotou H [os/m²]. Faktory mající vliv na podobu diagramu jsou např. fyziognomické vlastnosti chodců, charakter dopravy, podoba infrastruktury, ale také kulturní zvyklosti nebo směr dopravního proudu. Jedná se však o tzv. makroskopický model, ve kterém se na pěší proud pohlíží jako na celek bez rozlišení jednotlivých chodců. (33)

Ze všech naměřených hodnot jsem pro pevné schodiště vypočítal medián a určil maximální a minimální hodnoty. V následující tabulce jsou zaznamenány jednotkové časy pro překonání jednoho schodu ve směru nahoru a směru dolů vztažené ke každé skupině osob.

Tab. 11: Statistika naměřených dat na schodišti v obou směrech

skupina	směr nahoru			směr dolů (H-1)			směr dolů (H-2)		
	medián	MAX	MIN	medián	MAX	MIN	medián	MAX	MIN
	[s/schod]			[s/schod]			[s/schod]		
CH	0,54	0,80	0,19	0,40	0,80	0,21	0,58	0,88	0,37
S	0,69	1,19	0,26	0,63	1,31	0,35	0,65	1,50	0,45
Z	0,60	1,24	0,28	0,49	0,75	0,32	0,62	1,56	0,45
3	0,67	1,36	0,50	0,59	1,32	0,33	0,68	0,87	0,45
H	0,88	1,42	0,62	0,80	1,29	0,47	0,89	1,35	0,68
N	0,66	1,32	0,44	0,64	1,39	0,16	-	-	-

Z výsledků středních hodnot ztrátových časů je zřejmé, že osoba bez pohybového omezení se pohybuje po schodech mnohem rychleji než například osoba s pomocnou holí. Zároveň můžeme spatřit o trochu pomalejší rychlost osob se zavazadly nebo seniorů. Ztrátové časy nám také dobře ilustrují, že rychlost pohybu směrem dolů je pro hustotu (2) výrazně menší než pro hustotu (1), a proto má smysl hustotu proudu cestujících na schodišti zohlednit. (32)

Statistika z naměřených časů byla provedena z následujícího počtu nasbíraných dat. (Tab. 12)

Tab. 12: Počet naměřených dat pro pevné schodiště

skupina	CH	S	Z	3	H	N
počet časů (nahoru)	106	105	101	105	103	43
počet časů (dolů) - hustota (1)	102	104	100	100	101	39
počet časů (dolů) - hustota (2)	103	99	103	101	82	0

Pro skupinu nevidomých nebylo naměřeno dostatečné množství dat ve směru dolů při hustotě (2), proto pro tuto skupinu nejsou v tabulce data uvedena.

7.4 Pohyblivé schodiště – eskalátor

Ztrátový čas se vždy odvíjí od rychlosti eskalátoru a také jeho délky, resp. počtu stupňů, hloubky a výšky jednoho stupně. Každý eskalátor má jiné parametry a v dopravních terminálech se pohybuje většinou rychlostí 0,50 m/s nebo 0,65 m/s. Z důvodu, že v každé železniční osobní stanici může být jiná rychlost a délka eskalátoru, je vždy nutné provést měření parametrů konkrétního eskalátoru na místě. Po získání parametrů je možné zjistit ztrátový čas.

Měření a určení ztrátového času na eskalátoru bylo provedeno na pražském hlavním nádraží, kde jsem změřil důležité parametry. (Tab. 13)

Tab. 13: Parametry měřeného pohyblivého schodiště - eskalátoru

místo měření	šířka [m]	Počet stupňů [-]	Hloubka stupně [m]	Výška stupně [m]	Rychlost [m/s]
Praha hlavní nádraží	1,03	60	0,40	0,20	0,50

Následně jsem po změření parametrů eskalátorů ověřoval přímo na místě ztrátový čas u eskalátorů v severní části hlavního nádraží, kde se

nacházejí čtyři eskalátory vedoucí na 1.-4. nástupiště. Ztrátové časy byly naměřeny takto:

1. nástupiště: 23,16 s
2. nástupiště: 22,94 s
3. nástupiště: 22,82 s
4. nástupiště: 23,16 s

Z časů je zřejmé, že ztrátový čas eskaluje kolem hodnoty 23 sekund. Nutno však podotknout, že jistě dochází k určité chybě měření v důsledku stále se pohybujícího schodiště.

7.5 Výtah

Ztrátový čas se vždy odvíjí od rychlosti výtahu a jeho překonávané výšky mezi obslužnými úrovněmi. Oba parametry se však hůře zjišťují, a tak je ideálním způsobem zjištění ztrátového času pomocí změření doby jízdy výtahu z jedné do druhé obslužné úrovně. Jelikož každý výtah má jiné parametry, je vždy nutné provést měření konkrétního výtahu na místě.

Snadno změřitelné parametry prvku **výtahu** jsou uvedeny níže v (Tab. 14).

Tab. 14: Parametry měřeného výtahu

místo měření	rychlost [m/s]	Šířka klece [m]	Hloubka klece [m]	Typ dveří [-]
Praha hlavní nádraží	neuveveno	1,39	1,55	Jednokřídlé posuvné dveře

Pro určení ztrátového času u výtahu jsem provedl měření samotné doby jízdy výtahů v severní části pražského hlavního nádraží, které vedou na 1.-4. nástupiště. Doby samotných jízd výtahů se pohybují mezi 15-16 sekundami.

8 Matematický vzorec výpočtu druhé fáze přestupní doby

Matematický vzorec jsem převzal z (rovnice 4) a dále jej rozšířil o hodnoty ztrátových časů pro šikmou rampu, eskalátor a výtah. Ideálním předpokladem je možnost využití tohoto matematického vzorce pro výpočet celkové doby přesunu k druhému vlaku pro každou kategorii osob, kterou jsem v této práci definoval a ke které znám všechny potřebné časy, v kterékoli železniční osobní stanici.

Celková doba přesunu k druhému vlaku se vypočítá následovně:

$$T_{p.i} = \frac{L_1 + L_2 + L_3}{\bar{v}_{o.i}} + T_{sch} + T_r + T_e + T_v \quad (1)$$

- kde: $T_{p.i}$ – celková doba přesunu k druhému vlaku pro určitou skupinu osob [s]
 $i = \{CH, S, Z, 3, K, H, N, MV, EV\}$
- L_1 – první dílčí úsek (pohyb po prvním nástupišti) [m]
 L_2 – druhý dílčí úsek (přechod mezi nástupišti – podchod / nadchod) [m]
 L_3 – třetí dílčí úsek¹³ (pohyb po druhém nástupišti) [m]
 $\bar{v}_{o.i}$ – medián rychlosti pohybu konkrétní skupiny osob na rovném úseku [$m \cdot s^{-1}$]
- T_{sch} – celkový ztrátový čas na pevném schodišti [s]
 T_r – celkový ztrátový čas na šikmé rampě [s]
 T_e – celkový ztrátový čas na eskalátoru [s]
 T_v – celkový ztrátový čas při použití výtahu [s]

V případě, že na přesunu od prvního vlaku k druhému vlaku se nenacházejí všechny prvky, pak tyto veličiny budou mít hodnotu rovnou nule a při výpočtu se vynechají. To samé platí při výpočtu u stanic s úroňovými nástupišti, kdy se ztrátové časy pro prvky schodiště, šikmé rampy, eskalátoru

¹³ Dílčí úseky L_1 , L_2 , L_3 jsou délky pouze prvků rovných úseků.

a výtahu také rovnají nule. U stanic s úrovnovými nástupišti pak logicky zůstávají pouze rovné úseky, které charakterizují tři dílčí úseky.

Celkový ztrátový čas na pevném schodišti se vypočítá následovně:

$$T_{sch} = n_{sch}^h * t_{sch}^h + n_{sch}^d * t_{sch}^d \quad (2)$$

- kde: T_{sch} – celkový ztrátový čas na pevném schodišti [s]
 n_{sch}^h – počet schodů (směr nahoru) [-]
 t_{sch}^h – jednotkový čas pro překonání jednoho schodu (směr nahoru) [s]
 n_{sch}^d – počet schodů (směr dolů) [-]
 t_{sch}^d – jednotkový čas pro překonání jednoho schodu (směr dolů) [s]

Celkový ztrátový čas na šikmé rampě se vypočítá následovně:

$$T_r = \left[(n_r^h * l_r^h) * t_r^h + \frac{(n_r^h - 1) * l_p^h}{\bar{v}_{o.i}} \right] + \left[(n_r^d * l_r^d) * t_r^d + \frac{(n_r^d - 1) * l_p^d}{\bar{v}_{o.i}} \right] \quad (3)$$

- kde: n_r^h – počet úseků rampy (směr nahoru)
 l_r^h – délka úseku rampy (směr nahoru)
 t_r^h – jednotkový čas pro překonání jednoho metru na rampě (směr nahoru)
 l_p^h – délka jedné podesty mezi rampami (směr nahoru)
 $\bar{v}_{o.i}$ – medián rychlosti pohybu konkrétní skupiny osob na rovném úseku [m.s⁻¹]
 n_r^d – počet úseků rampy (směr dolů)
 l_r^d – délka úseku rampy (směr dolů)
 t_r^d – jednotkový čas pro překonání jednoho metru na rampě (směr dolů)
 l_p^d – délka jedné podesty mezi rampami (směr dolů)

Celkový ztrátový čas na eskalátoru se vypočítá následovně:

$$T_e = \frac{\left(\frac{n_{st}-k}{2}\right) * p_{st}}{v_e} \quad (4)$$

- kde: T_e – celkový ztrátový čas na eskalátoru [s]
 n_{st} – celkový počet stupňů eskalátoru [-]
 k – počet stupňů potřebných na obrat [-]
 $k = 8$ (platí u krátkých eskalátorů cca do 150 stupňů
– tato hodnota byla zjištěna experimentálně)
 p_{st} – délka přepony stupně vypočtená z výšky a hloubky
stupně [m]
 v_e – rychlost eskalátorů [m/s]

U tohoto vzorce je poměrně těžké zjistit vstupní hodnoty, především pak celkový počet stupňů eskalátoru a jeho rychlost. Samozřejmě, že lze změřit reálný ztrátový čas u konkrétního eskalátoru, nicméně mou snahou bylo výpočet ztrátového času zobecnit. Jelikož eskalátory v železničních stanicích s mimoúrovňovými nástupišti jsou většinou kratší, ověřil jsem tento vzorec a lze konstatovat, že je použitelný.

Celkový ztrátový čas při použití výtahu/ů se vypočítá následovně:

$$T_v = \sum_k t_{ck} + t_{jk} + t_{vk} \quad (5)$$

- kde: T_v – celkový ztrátový čas při použití výtahu/ů [s]
 t_{ck} – doba čekání na příjezd k -tého výtahu a nástup [s]
 t_{jk} – doba samotné jízdy k -tého výtahu [s]
 t_{vk} – doba výstupu z k -tého výtahu [s]

9 Ověřování funkčnosti navrženého matematického vzorce

Na základě naměřených časů v rámci sběru dat při provedeném průzkumu a sestavení matematického vzorce pro výpočet druhé fáze přestupní doby, tedy přesunu od prvního vlaku ke druhému vlaku, jsem provedl ověření funkčnosti navrženého matematického vzorce a i samotných dat. Ověření jsem provedl na základě kontinuálního přesunu vybraných skupin osob v konkrétní železniční stanici, kde zároveň probíhal sběr samotných dat. Abych mohl konstatovat funkčnost vzorce a použitelnost výsledných dat, bylo nutné provést ověření i v jiné železniční stanici opět pro vybranou skupinu osob. Následně jsem provedl návrh na úpravu a korekci matematického vzorce vzhledem k výsledkům ověření.

9.1 Na základě kontinuálního přesunu vybraných skupin osob

Ověření na základě kontinuálního přesunu jsem se rozhodl provést v železniční stanici, ve které probíhal samotný sběr dat. Tedy ověření jsem prováděl ve stanici Praha hlavní nádraží. Pro kontinuální přesun od prvního vlaku ke druhému jsem si určil tři skupiny osob, konkrétně skupiny **CH**, **N**, **MV** a zajistil si konkrétní osoby figuranty pro měření. Následně jsem si určil přestupní trasu, resp. počáteční bod zahájení přesunu od prvního vlaku a konečný bod ukončení přesunu u druhého vlaku. Jako vhodnou trasu jsem vybral od 7. nástupiště v jižní části na nástupiště 1b v severní části stanice viz *Příloha č. 1*. Výhodou této trasy je, že je vedena po 7. nástupišti až ke vstupům do podchodu v severní části, kde se jsou dva vstupy, z nichž jeden je šikmá rampa a druhý pevné schodiště. Zároveň na výstupu z podchodu na 1. nástupiště je možné využít pevné schodiště, eskalátor nebo výtah. Z toho vyplývá, že tato trasa obsahuje všechny zkoumané prvky přestupní trasy, pro které byla měřena data. Zároveň jsem počáteční a koncový bod přestupní trasy zvolil podle dveří jednotlivých vlaků na nástupišťích. Na 7. nástupišti jsem bral jako počáteční bod přestupní trasy nejvzdálenější dveře osobního vlaku

jednotky 471 CityElefant (nizkopodlažní jednotka) vzhledem ke vstupu do podchodu. Na 1. nástupišti jsem bral jako koncový bod přestupní trasy naopak nejbližší dveře vlaku na nástupišti 1b vzhledem k výstupu z podchodu.

Jelikož jsem si vybral konkrétní přestupní trasu pro kontinuální přesun, bylo nutné si jednotlivé dílčí prvky naměřit a zjistit potřebné vstupní hodnoty, především pak změřit délky jednotlivých dílčích úseků, zjistit počet stupňů schodiště, změřit si celou šikmou rampu včetně podest, zjistit parametry eskalátoru a změřit celkový ztrátový čas u výtahu.

Vstupní hodnoty, nutné pro dosazení do vzorce vzhledem ke skupinám osob **CH** a **N**, jsem naměřil následovně:

- první dílčí úsek (délka pohybu po 7. nástupišti) $L_1 = 171,62$ m
- druhý dílčí úsek (délka pohybu v podchodu) $L_2 = 136,42$ m
- třetí dílčí úsek (délka pohybu po 1. nástupišti) $L_3 = 86,62$ m
- počet schodů (směr dolů) $n_{sch}^d = 40$
- rychlost skupiny **CH** na rovném úseku (medián) $v_{o.CH} = 1,44$ m/s
- rychlost skupiny **CH** na rovném úseku (MIN) $v_{o.CH} = 0,96$ m/s
- rychlost skupiny **N** na rovném úseku (medián) $v_{o.N} = 1,04$ m/s
- rychlost skupiny **N** na rovném úseku (MIN) $v_{o.N} = 0,60$ m/s
- jednotkový čas pro překonání jednoho schodu směrem dolů u skupiny **CH** při hustotě 1 (medián) $t_{sch}^d = 0,40$ s
- jednotkový čas pro překonání jednoho schodu směrem dolů u skupiny **CH** při hustotě 1 (MAX) $t_{sch}^d = 0,80$ s
- jednotkový čas pro překonání jednoho schodu směrem dolů u skupiny **N** při hustotě 1 (medián) $t_{sch}^d = 0,64$ s
- jednotkový čas pro překonání jednoho schodu směrem dolů u skupiny **N** při hustotě 1 (MAX) $t_{sch}^d = 1,39$ s
- parametry eskalátoru jsou určeny v kapitole 7.4.

Na základě těchto hodnot jsem následně použil matematický vzorec, dosadil a porovnal s reálnými naměřenými časy u kontinuálních přesunů. U kontinuálních přesunů jsem si měřil i mezičasy pro jednotlivé prvky. (Tab. 15), (Tab. 16)

Tab. 15: Porovnání naměřených a vypočtených časů pro skupinu osob CH v železniční stanici Praha hlavní nádraží

Dílčí prvky	čas potřebný pro překonání jednotlivých dílčích prvků u jednotlivých osob [MM:SS.s]					matematický vzorec [MM:SS.s]	
	CH	CH	CH	CH	CH	medián	MAX
$L_1/v_{o.CH}$	02:02.9	01:52.6	01:56.7	02:04.6	01:50.9	01:59.1	02:58.7
T_{sch}	00:19.4	00:15.6	00:17.4	00:20.3	00:15.1	00:16.0	00:32.0
$L_2/v_{o.CH}$	01:31.7	01:29.6	01:38.2	01:37.6	01:32.3	01:34.7	02:22.1
T_e	00:22.5	00:22.7	00:22.9	00:23.1	00:23.0	00:23.1	00:23.1
$L_3/v_{o.CH}$	01:02.3	00:58.4	01:04.5	01:01.6	00:57.3	01:00.1	01:30.2
$T_{p.CH}$	05:18.8	04:58.9	05:19.7	05:27.2	04:58.6	05:13.0	07:46.1

Z tabulky výše je patrné, že celkové časy měřených kontinuálních přesunů se pohybují blízko času (hodnota mediánu), který je vypočítán pomocí matematického vzorce, v mezi $\pm 10\%$. Zároveň je z tabulky zřejmé, že maximální čas pro přesun vypočítaný pro tuto skupinu osob se výrazně odchyľuje od skutečnosti.

Tab. 16: Porovnání naměřených časů a vypočtených časů pro skupinu osob N v železniční stanici Praha hlavní nádraží

Dílčí prvky	čas potřebný pro překonání jednotlivých dílčích prvků u jednotlivých osob [MM:SS.s]			matematický vzorec [MM:SS.s]	
	N	N*	N	medián	MAX
$L_1/v_{o.N}$	03:48.3	02:34.3	02:55.4	02:45.0	04:46.0
T_{sch}	00:24.2	00:27.2	00:26.1	00:25.6	00:55.6
$L_2/v_{o.N}$	02:42.5	02:11.7	02:18.0	02:11.1	03:47.3
T_e	00:22.8	00:22.8	00:22.9	00:23.1	0:23.1
$L_3/v_{o.N}$	01:58.5	01:15.4	01:26.9	01:23.2	02:24.3
$T_{p.N}$	09:16.3	06:51.4	07:29.3	07:08.0	12:16.3

*nevidomá s vodícím psem

Z tabulky výše je patrné, že celkové časy měřených kontinuálních přesunů se v jednom případě výrazně rozchází s časem (hodnota mediánu), který je vypočítán pomocí matematického vzorce. Je to způsobeno tím, že dotyčná nevidomá osoba stanici vůbec neznala. V podstatě lze konstatovat, že v tomto případě jsou ztrátové časy navyšovány v důsledku zorientování se osoby v neznámém prostředí. Rozdíl u této osoby vzhledem k výpočtu dle vzorce se pohybuje cca okolo dvou minut. V druhém případě je čas kontinuálního přesunu blízký vypočítanému času podle vzorce, kdy se nevidomá osoba pohybovala pomocí vodícího psa. Třetí případ kontinuálního přesunu je také poměrně blízký času (hodnota mediánu), který je vypočítán pomocí vzorce, v mezi $\pm 10\%$.

Vstupní hodnoty, nutné pro dosazení do vzorce vzhledem ke skupině osob **MV**, jsem naměřil následovně:

- první dílčí úsek (délka pohybu po 7. nástupišti) $L_1 = 275,32$ m
- druhý dílčí úsek (délka pohybu v podchodu) $L_2 = 136,42$ m
- třetí dílčí úsek (délka pohybu po 1. nástupišti) $L_3 = 96,62$ m
- rychlost skupiny **MV** na rovném úseku (medián) $v_{o,MV} = 1,42$ m/s
- rychlost skupiny **MV** na rovném úseku (MIN) $v_{o,MV} = 1,19$ m/s
- počet úseků rampy (směr dolů) $n_r^d = 7$
- délka úseku rampy (směr dolů) $l_r^d = 9,00$ m
- délka jedné podesty mezi rampami (směr dolů) $l_p^d = 2,00$ m
- jednotkový čas pro překonání jednoho metru na rampě ve směru dolů (medián) $t_r^d = 0,80$ s
- jednotkový čas pro překonání jednoho metru na rampě ve směru dolů (MAX) $t_r^d = 0,97$ s
- maximální doba čekání na příjezd výtahu a nástup $t_{c1} = 53,87$ s
- doba samotné jízdy výtahu $t_{j1} = 16,31$ s
- doba výstupu z výtahu $t_{v1} = 3,00$ s

Na základě těchto hodnot jsem následně použil matematický vzorec, dosadil a porovnal s reálnými naměřenými časy u kontinuálních přesunů. U kontinuálních přesunů jsem si měřil i mezičasy pro jednotlivé prvky. (Tab. 17)

Tab. 17: Porovnání naměřených časů a vypočtených časů pro skupinu osob MV v železniční stanici Praha hlavní nádraží

Dílčí prvky	čas potřebný pro překonání jednotlivých dílčích prvků u jednotlivých osob [MM:SS.s]			matematický vzorec [MM:SS.s]	
	MV	MV	MV	medián	MAX
$L_1/v_{o.MV}$	03:17.8	03:29.1	03:26.6	03:13.8	03:51.3
T_r	01:01.9	01:03.0	01:00.4	00:58.8	01:11.1
$L_2/v_{o.MV}$	01:34.5	01:51.8	01:26.6	01:36.0	01:54.6
T_v	00:49.1	00:34.0	00:35.8	01:13.1	
$L_3/v_{o.MV}$	01:09.8	01:26.5	01:11.1	01:08.0	01:21.1
$T_{p.MV}$	07:53.1	08:24.4	07:40.5	08:09.7	09:31.2

Z tabulky výše vyplývá, že doby naměřené u kontinuálních přesunů jsou blízké vypočtenému času (hodnota mediánu) podle matematického vzorce, v mezi $\pm 10\%$. Je zároveň evidentní, že v některých dílčích částech přesunu je vozíčkář mírně pomalejší, nicméně naopak výpočet celkového ztrátového času u výtahu je časově nadhodnocen, a to především z důvodu maximální doby čekání na výtah a nástup, takže časové ztráty v jiných dílčích částech následně vyrovná.

9.2 Na základě kontinuálního přesunu v jiné železniční stanici

Pro stejné skupiny osob jako v předešlé kapitole, tedy pro skupiny osob **CH**, **N**, **MV**, jsem provedl ještě jedno zkušební měření a ověření. Tentokrát se jednalo o měření kontinuálního přesunu v železniční stanici Olomouc hlavní nádraží, které je poměrně nově zmodernizované. V Olomouci jsem si zajistil konkrétní osoby v rámci výše uvedených tří skupin. Následně jsem si určil přestupní trasu, resp. počáteční bod zahájení přesunu od prvního vlaku a konečný bod ukončení přesunu u druhého vlaku. Jako vhodnou trasu jsem zvolil od nástupiště 1A (konkrétně sektor G), které se nachází v jižní části

stanice, až na 5. nástupiště (konkrétně sektor C) v severní části stanice. Jedná se o mimoúrovňový přestup, kdy vstup do jižního podchodu z 1A nástupiště je umožněn pomocí výtahu nebo pevného schodiště. Stejně je pak umožněn výstup z jižního podchodu na 5. nástupiště, buď pomocí výtahu, nebo pevného schodiště. V této stanici jsem tedy ověřoval pouze prvky rovný úsek, schodiště a výtah.

Protože jsem si vybral konkrétní přestupní trasu pro kontinuální přesun, bylo nutné si jednotlivé dílčí prvky na trase naměřit a zjistit potřebné vstupní hodnoty, především pak změřit délky jednotlivých dílčích úseků, zjistit počet stupňů u schodišť a změřit celkové ztrátové časy u výtahů.

Vstupní hodnoty, nutné pro dosazení do vzorce pro výpočet u skupin osob **CH** a **N**, jsem naměřil následovně:

- první dílčí úsek (délka pohybu po nástupišti 1A) $L_1 = 51,26$ m
- druhý dílčí úsek (délka pohybu v podchodu) $L_2 = 62,73$ m
- třetí dílčí úsek (délka pohybu po 5. nástupišti) $L_3 = 95,35$ m
- rychlost skupiny **CH** na rovném úseku (medián) $v_{o.CH} = 1,44$ m/s
- rychlost skupiny **CH** na rovném úseku (MIN) $v_{o.CH} = 0,96$ m/s
- rychlost skupiny **N** na rovném úseku (medián) $v_{o.N} = 1,04$ m/s
- rychlost skupiny **N** na rovném úseku (MIN) $v_{o.N} = 0,60$ m/s
- počet schodů (směr dolů) $n_{sch}^d = 31$
- jednotkový čas pro překonání jednoho schodu směrem dolů u skupiny **CH** při hustotě 1 (medián) $t_{sch}^d = 0,40$ s
- jednotkový čas pro překonání jednoho schodu směrem dolů u skupiny **CH** při hustotě 1 (MAX) $t_{sch}^d = 0,80$ s
- jednotkový čas pro překonání jednoho schodu směrem dolů u skupiny **N** při hustotě 1 (medián) $t_{sch}^d = 0,64$ s
- jednotkový čas pro překonání jednoho schodu směrem dolů u skupiny **N** při hustotě 1 (MAX) $t_{sch}^d = 1,39$ s
- počet schodů (směr nahoru) $n_{sch}^h = 31$
- jednotkový čas pro překonání jednoho schodu směrem nahoru u skupiny **CH** (medián) $t_{sch}^h = 0,54$ s

- jednotkový čas pro překonání jednoho schodu směrem nahoru u skupiny **CH** (MAX) $t_{sch}^h = 0,80$ s
- jednotkový čas pro překonání jednoho schodu směrem nahoru u skupiny **N** (medián) $t_{sch}^h = 0,66$ s
- jednotkový čas pro překonání jednoho schodu směrem nahoru u skupiny **N** (MAX) $t_{sch}^h = 1,32$ s

Na základě výše uvedených vstupních hodnot jsem následně použil matematický vzorec, dosadil a porovnal s reálnými naměřenými časy u kontinuálních přesunů. U kontinuálních přesunů jsem si měřil i mezičasy pro jednotlivé prvky. (Tab. 18)

Tab. 18: Porovnání naměřených a vypočtených časů pro skupinu osob CH v železniční stanici Olomouc hlavní nádraží

Dílčí prvky	čas potřebný pro překonání jednotlivých dílčích prvků u jednotlivých osob [MM:SS.s]					matematický vzorec [MM:SS.s]	
	CH	CH	CH	CH	CH	medián	MAX
$L_1/v_{o.CH}$	00:41.9	00:34.2	00:36.5	00:34.6	00:42.1	00:35.6	00:53.4
$L_2/v_{o.CH}$	00:44.6	00:44.1	00:42.8	00:42.0	00:45.4	00:43.5	01:05.3
$L_3/v_{o.CH}$	01:01.7	01:04.3	01:02.9	01:07.3	01:08.2	01:06.2	01:39.3
T_{sch}	00:36.4	00:32.7	00:29.5	00:28.1	00:31.4	00:29.1	00:49.6
$T_{p.CH}$	03:04.6	02:55.3	02:51.7	02:52.0	03:07.1	02:54.4	04:27.6

Z tabulky výše uvedené je patrné, že celkové časy měřených kontinuálních přesunů se velmi přibližují času (hodnota mediánu), který je vypočítán pomocí matematického vzorce, v mezi ± 10 %. Zároveň je z tabulky zřejmé, že maximální čas pro přesun vypočítaný pro tuto skupinu osob se výrazně odchyľuje od skutečnosti.

Tab. 19: Porovnání naměřených a vypočtených časů pro skupinu osob N v železniční stanici Olomouc hlavní nádraží

Dílčí prvky	čas potřebný pro překonání jednotlivých dílčích prvků u jednotlivých osob [MM:SS.s]			matematický vzorec [MM:SS.s]	
	N	N	N*	medián	MAX
$L_1/v_{o,N}$	00:51.4	00:52.2	00:47.8	00:49.2	01:25.4
$L_2/v_{o,N}$	01:02.6	01:05.9	00:57.6	01:00.3	01:44.5
$L_3/v_{o,N}$	01:32.2	01:35.4	01:30.5	01:31.6	02:38.9
T_{Sch}	00:38.6	00:41.0	00:38.7	00:40.3	01:24.9
$T_{p,N}$	04:04.8	04:14.5	03:54.6	04:01.4	07:13.7

* nevidomý s vodícím psem

Z tabulky výše je patrné, že celkové časy měřených kontinuálních přesunů se přibližují času (hodnota mediánu), který je vypočítán pomocí matematického vzorce, v mezi $\pm 10\%$. Je nutné podotknout, že všechny tři nevidomé osoby železniční stanici znají a pohybují se v ní.

Vstupní hodnoty, nutné pro dosazení do vzorce vzhledem ke skupině osob **MV**, jsem naměřil následovně:

- první dílčí úsek (délka pohybu po nástupišti 1A) $L_1 = 51,26$ m
- druhý dílčí úsek (délka pohybu v podchodu) $L_2 = 64,73$ m
- třetí dílčí úsek (délka pohybu po 5. nástupišti) $L_3 = 95,35$ m
- rychlost skupiny **MV** na rovném úseku (medián) $v_{o,MV} = 1,42$ m/s
- rychlost skupiny **MV** na rovném úseku (MIN) $v_{o,MV} = 1,19$ m/s
- maximální doba čekání na příjezd výtahu a nástup $t_{c1} = 44,38$ s
- doba samotné jízdy výtahu $t_{j1} = 15,02$ s
- doba výstupu z výtahu $t_{v1} = 3,00$ s
- maximální doba čekání na příjezd výtahu a nástup $t_{c2} = 51,01$ s
- doba samotné jízdy výtahu $t_{j2} = 17,06$ s
- doba výstupu z výtahu $t_{v2} = 3,00$ s

Na základě těchto hodnot jsem následně použil matematický vzorec, dosadil a porovnal s reálnými naměřenými časy u kontinuálních přesunů. U kontinuálních přesunů jsem si měřil i mezičasy pro jednotlivé prvky. (Tab. 20)

Tab. 20: Porovnání naměřených časů a vypočtených časů pro skupinu osob MV v železniční stanici Olomouc hlavní nádraží

Dílčí prvky	čas potřebný pro překonání jednotlivých dílčích prvků u jednotlivých osob [MM:SS.s]			matematický vzorec [MM:SS.s]	
	MV	MV	MV	medián	MAX
$L_1/v_{o.MV}$	00:37.5	00:35.5	00:38.4	00:36.1	00:43.0
$L_2/v_{o.MV}$	00:47.4	00:43.9	00:49.6	00:45.5	00:54.3
$L_3/v_{o.MV}$	01:10.9	01:05.6	01:13.1	01:07.1	01:20.1
T_v	01:46.0	01:35.6	02:03.9	02:13.4	
$T_{p.MV}$	04:21.8	04:00.7	04:45.1	04:42.1	05:10.8

Z tabulky výše vyplývá, že doby naměřené u kontinuálních přesunů jsou blízké vypočtenému času (hodnota mediánu) podle matematického vzorce, v mezi $\pm 10\%$. Je zároveň evidentní, že v některých dílčích částech přesunu je vozíčkář mírně pomalejší, nicméně naopak výpočet celkového ztrátového času u výtahu je časově nadhodnocen, a to především z důvodu maximální doby čekání na výtah a nástup, takže časové ztráty v jiných dílčích částech následně vyrovná.

9.3 Návrhy na úpravu a korekci matematického vzorce

Při porovnání jsem došel k závěru, že pro skupinu osob **CH** a **MV** není nutné provádět korekci matematického vzorce. Časy kontinuálních přestupů u těchto skupin se pohybují v mezi $\pm 10\%$ vůči výpočtu dle vzorce.

U skupiny osob **N** jsem zjistil, že pokud se nevidomí pohybují v pro ně známém prostředí nebo mají zajištěný doprovod či se pohybují s pomocí vodícího psa, tak se kontinuální časy pohybují opět v mezi $\pm 10\%$. Jámile se však pohybují

ve zcela neznámém prostředí a sami, jejich doba na přesun se výrazně prodlužuje, především pak narůstá ztrátový čas na rovném úseku.

Zároveň lze předpokládat, že kromě zorientování se v prostoru u nevidomých se může celková ztrátová doba prodlužovat u všech osob i z hlediska dalších faktorů, např. vyhledáváním spojení, možným psychickým blokem ve stísněných prostorách či z davu lidí, aj. Z toho vyplývá, že je vždy nutné tyto faktory zohledňovat a připočítat k celkové ztrátové době. Zároveň je nutné podotknout, že taková veličina je celkem obtížně zjištělná nebo měřitelná.

Vzorec (1) výpočtu celkové doby přesunu k druhému vlaku proto navrhuji upravit následovně:

$$T_{p,i} = \frac{L_1 + L_2 + L_3}{\bar{v}_{o,i}} + T_{sch} + T_r + T_e + T_v + K \quad (6)$$

- kde: $T_{p,i}$ – celková doba přesunu k druhému vlaku pro určitou skupinu osob [s]
 $i = \{CH, S, Z, 3, K, H, N, MV, EV\}$
- L_1 – první dílčí úsek (pohyb po prvním nástupišti) [m]
 L_2 – druhý dílčí úsek (přechod mezi nástupišti – podchod / nadchod) [m]
 L_3 – třetí dílčí úsek¹⁴ (pohyb po druhém nástupišti) [m]
 $\bar{v}_{o,i}$ – medián rychlosti pohybu konkrétní skupiny osob na rovném úseku [m.s⁻¹]
- T_{sch} – celkový ztrátový čas na pevném schodišti [s]
 T_r – celkový ztrátový čas na šikmé rampě [s]
 T_e – celkový ztrátový čas na eskalátoru [s]
 T_v – celkový ztrátový čas při použití výtahu [s]
 K – ztrátový čas v závislosti na dalších faktorech [s]

¹⁴ Dílčí úseky L_1 , L_2 , L_3 jsou délky pouze prvků rovných úseků.

10 Zhodnocení použitelnosti naměřených dat a matematického vzorce

Matematický vzorec byl použit při výpočtu druhé fáze přestupní doby, tedy přesunu od prvního vlaku ke druhému vlaku. Byl použit při porovnání vůči kontinuálním přesunům fyzických osob konkrétních skupin, tj. skupiny osob **CH**, **N** a **MV**. Matematický vzorec byl aplikován ve dvou vybraných železničních stanicích, konkrétně Praha hlavní nádraží a Olomouc hlavní nádraží. Obě železniční stanice mají mimoúrovňové přístupy na ostrovní nástupiště. Vzorec jsem využil právě pro mimoúrovňové přístupy na nástupiště, abych mohl ověřit všechny měřené prvky, které jsem si v rámci analýzy stanovil a následně pro ně prováděl sběr dat.

Při výsledcích porovnání naměřených časů pro jednotlivé skupiny osob s časy kontinuálních přesunů určitých osob na stanovené přestupní trase se domnívám, že naměřená data jsou použitelná. S ohledem na počet osob, se kterými jsem prováděl testování kontinuálního přesunu na přestupní trase, je však nutno podotknout, že porovnání by mělo být rozšířeno o vyšší počet osob a pak také, toto porovnání by se mělo provést pro všechny skupiny. Toto však již nebylo z důvodu rozsahu této práce možné, nicméně jsem si vědom této skutečnosti.

Zároveň se domnívám, že matematický vzorec, který jsem převzal a rozšířil o celkové ztrátové časy na šikmé rampě, na eskalátoru a při použití výtahu, je použitelný, variabilní vzhledem k přestupní trase a prvkům nacházejících se na ní a zároveň vykazuje vysokou míru spolehlivosti. Stanovený matematický vzorec lze však využít pouze v ideálním prostředí, kde rychlost pohybujících se osob neovlivňují ostatní osoby, či se netvoří fronty před vstupy do úzkých hrdel, jako jsou eskalátory, pevná schodiště, ale také fronty tvořící se při čekání na výtah.

V reálném prostředí jsou osoby při přestupu často ovlivňovány ostatními osobami a jejich rychlost při přestupu se následně snižuje. Z hlediska rozsahu práce však nebylo možné více zkoumat peší proudy osob

a ovlivňování rychlosti na základě hustoty, dále také nebylo možné zkoumat ztrátové časy při čekání ve frontě na obsluhu eskalátorem, schodištěm či výtahem. U pohybu na pevném schodišti jsem sice na základě pozorování určil dvě hodnoty hustoty a následně ověřil předpoklad, že se rychlost snižuje, nicméně jsem již neanalyzoval ztrátový čas ve frontě před schodištěm, který se samozřejmě generoval. Zároveň jsem tento jev nikterak nezkoumal pomocí mikrosimulačních modelů.

S ohledem na teorii pěších proudů osob je dále tedy možné pokračovat a rozvíjet tuto práci o zkoumání pomocí mikrosimulačních modelů. Zároveň je tuto práci možné rozvíjet i v ohledu zdržení ve frontě před obsluhou eskalátoru, schodiště či výtahu. Problematika obsluhy eskalátorů byla již několika autory řešená a bylo konstatováno, že k ní nelze přistupovat jako k čistě deterministickému systému. V závislosti na skladbě cestujících, jejich pohybových schopnostech, resp. rychlostech, a i chování, dále také na dalších ovlivňujících parametrech propustnosti (kapacitě), lze usuzovat předpoklad, že se jedná o stochastický proces. (34)

Závěr

V dnešní době, kdy stále roste poptávka po železniční osobní přepravě a obecně je stále vyšší zájem o veřejnou dopravu, je důležité věnovat se přestupní problematice, resp. přestupní době mezi vlaky v přestupních uzlech pro všechny skupiny osob. V této práci jsem se proto zaměřil na podrobnou analýzu významné dílčí části přestupní doby, konkrétně na přesun cestujících od prvního vlaku ke druhému vlaku, a s ohledem na jednotlivé kategorie cestujících.

Jelikož skladba cestujících využívajících železniční přepravu je poměrně široká, vytvořil jsem si v rámci analýzy celkem devět skupin osob, pro které byl následně proveden sběr dat. Kategorizace skupin vychází z definice osob s omezenou schopností pohybu a orientace. Skupiny osob jsou: běžný cestující, senior, osoba s objemným zavazadlem, osoba doprovázející dítě do 3 let, osoba doprovázející kočárek, osoba pohybující se pomocí kompenzační pomůcky, nevidomý a slabozraký, osoba na mechanickém vozíku a osoba na elektrickém vozíku.

Dále jsem si v rámci analýzy definoval prvky přestupní trasy pro železniční stanice s mimoúrovňovým přístupem k nástupištím. Definované prvky jsou: rovný úsek, šikmá rampa, pevné schodiště, pohyblivé schodiště – eskalátor a výtah. Pro každý definovaný prvek jsem si následně stanovil metodiku měření, resp. sběru dat.

Sběr dat, resp. časů, pro jednotlivé prvky a jednotlivé skupiny osob probíhal v železniční stanici Praha hlavní nádraží, kde se jednak nachází všechny definované prvky a také se v této stanici pohybuje velké množství cestujících. V rámci samotného sběru dat jsem měřil ke každé skupině osob v rámci jednoho prvku celkem 100 hodnot. U pevného schodiště a šikmé rampy jsem také musel zohlednit směr pohybu. U pevného schodiště jsem pozorováním zjistil, že hustota osob ovlivňuje rychlost osob a proto jsem u tohoto prvku měřil časy ve směru dolů pro dvě různé hustoty. Zároveň skupiny osob nevidomých a slabozrakých, osob na mechanickém vozíku a osob na elektrickém vozíku byly obtížně měřitelné ve stanoveném počtu.

Celkem jsem nakonec naměřil 3757 časů, z toho na rovném úseku 755 časů, na šikmé rampě 1405 časů a na pevném schodišti 1597 časů.

Po provedeném sběru všech potřebných časů jsem data statisticky zpracoval v rámci vyhodnocení časových ztrát. U rovného úseku a šikmé rampy jsem vypočítal medián jednotkového času pro překonání jednoho metru, rychlosti [m/s] a rychlosti [km/h] a dále jsem určil pro tyto parametry maximální a minimální naměřenou hodnotu. U pevného schodiště jsem vypočítal medián jednotkového času pro překonání jednoho stupně schodiště a opět jsem určil pro tento parametr maximální a minimální naměřenou hodnotu.

Na základě vyhodnocení jsem došel k závěru, že na rovném úseku a šikmé rampě v obou směrech se běžný chodci pohybují přibližně rychlostí 5 km/h. Ostatní skupiny osob se pohybují nižší rychlostí, např. osoby s kompenzačními pomůckami jsou až o 56 % pomalejší než běžný chodci. U pevného schodiště jsem zjistil, že nejrychleji se pohybují běžný chodci, přičemž ve směru nahoru se pohybují přibližně 0,50 s/schod a ve směru dolů 0,40 s/schod (nízká hustota proudu). Ostatní skupiny osob se pohybují po schodišti pomaleji, např. osoby s kompenzačními pomůckami se pohybují až o 50 % pomaleji než běžný chodci. Zároveň jsem na základě průzkumu a vyhodnocení zjistil, že ve směru dolů (v případě vstupu do podchodu) při vysoké hustotě proudu dochází ke zpomalení osob a např. běžní chodci se poté pohybují rychlostí 0,58 s/schod, což je rozdíl 31 % oproti nízké hustotě proudu. Rychlost výtahu a eskalátoru závisí na jejich technických parametrech a z těchto parametrů následně plynou ztrátové časy, které jsou pro všechny skupiny osob téměř stejné.

Po vyhodnocení jednotlivých časových ztrát jsem vytvořil vzorec pro výpočet druhé dílčí fáze přestupní doby, který jsem následně validoval pro jeho použitelnost pomocí kontinuálních přesunů vybraných skupin osob ve dvou železničních stanicích (Praha hlavní nádraží a Olomouc hlavní nádraží). Následně jsem provedl úpravu vzorce a zhodnotil jeho použitelnost.

Seznam použité literatury

1. *Stavební zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu.*
2. Matuška, Jaroslav. *Bezbariérová doprava.* Pardubice : Institut Jana Pernera, 2009. ISBN 978-8086530-62-8.
3. Vyhláška č. 398/2009 Sb., o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb.
4. Monatová, Lili. *Pedagogika speciální.* Brno : Masarykova univerzita v Brně, 1994. ISBN 80-210-1009-6.
5. Opatřilová Dagmar, Zámečnicková Dana. *Somatopedie - texty k distančnímu vzdělávání.* Brno : Masarykova univerzita v Brně, 2007. ISBN 978-80-7315-137-9.
6. Renotírová, Marie. *Somatopedické minimum.* 1. vydání. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2002. ISBN 80-244-0532-6.
7. Filipiová, Daniela. *Život bez bariér.* Praha : Grada Publishing, 1998. ISBN 80-7169-233-6.
8. Klasifikace zrakového postižení | NICM. *Národní Informační Centrum pro Mládě.* [Online] [Citace: 14. březen 2017.] <http://www.nicm.cz/klasifikace-zrakoveho-postizeni>.
9. Rozsival, P. et al. *Oční lékařství.* 1. vydání. Praha : GALÉN - KAROLINUM, 2006. ISBN 80-246-1213-5.
10. SONS - Informační servis pro zdravotně postižené - Osvěta - Zrakové vady. *BrailNet.* [Online] Sjednocená organizace nevidomých a slabozrakých ČR. [Citace: 14. březen 2017.] <http://www.brailnet.cz/sons/docs/zrak/>.
11. Kolářová, B. *Kompenzační pomůcka jako prostředek zvýšení.* Bakalářská práce. Zlín : UTB ve Zlíně, 2008.
12. Bubeníčková, H., Karásek, P., Pavlíček, R. Kompenzační pomůcky pro uživatele se zrakovým postižením. *BLINDFRIENDLY.* [Online] TyfloCentrum Brno, o.p.s., SONS ČR. [Citace: 15. březen 2017.] <http://pomucky.blindfriendly.cz/>.
13. Kompenzační pomůcky. *LB Bohemia, s.r.o.* [Online] [Citace: 15. březen 2017.] <http://www.kompenzacni-pomucky.cz/>.
14. Mechanické invalidní vozíky. *DMA Praha - kompenzační pomůcky.* [Online] DMA Praha s.r.o. [Citace: 15. březen 2017.] <https://www.dmapraha.cz/katalog/mechanicke-invalidni-voziky/>.
15. Elektrické invalidní vozíky. *DMA Praha - kompenzační pomůcky.* [Online] DMA Praha s.r.o. [Citace: 16. březen 2017.] <http://www.dmapraha.cz/katalog/elektricke-invalidni-voziky/>.

16. APEX sro - Tyfloset, Povelový vysílač VPN 01. *APEX*. [Online] APEX s.r.o. [Citace: 18. březen 2017.] <http://www.apex-jesenice.cz/tyfloset1.php?lang=cz>.
17. APEX sro - Tyfloset, Povelový vysílač VPN 03. *APEX*. [Online] APEX s.r.o. [Citace: 18. březen 2017.] <http://www.apex-jesenice.cz/tyfloset2.php?lang=cz>.
18. *Národní plán pro vyrovnání příležitostí pro občany se zdravotním postižením na léta 2010 - 2014*. [Online] Národní rada osob se zdravotním postižením ČR. [Citace: 25. březen 2017.] <http://www.nrzp.cz/dokumenty/np-ozp.pdf>.
19. *Národní plán podpory rovných příležitostí pro osoby se zdravotním postižením na období 2015 – 2020*. [Online] Národní rada osob se zdravotním postižením ČR. [Citace: 25. březen 2017.] http://www.nrzp.cz/images/docs/Narodni_plan_OZP_2015-2020.doc.
20. Heindl, M. *Pohyb osob s omezenou schopností pohybu v Mostě*. Praha : ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, 2014.
21. *Listina základních práv a svobod*. [Online] Poslanecká sněmovna Parlamentu České republiky. [Citace: 25. březen 2017.] <https://www.psp.cz/docs/laws/listina.html>.
22. *Charta o přístupu k dopravním službám a k dopravní infrastruktuře - Dokumenty / Deklarace práv - Helpnet*. [Online] helpnet.cz - Informační portál pro osoby se specifickými potřebami. [Citace: 25. březen 2017.] <http://www.helpnet.cz/dokumenty/deklarace-prav/286-3..>
23. Jacura, M. et al. *Optimální podoba přestupních uzlů veřejné hromadné dopravy*. Praha : ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, 2012. ISBN 978-80-01-05053-8.
24. Široký, J., Kolomazník, P. *Dílčí časové prvky přestupní doby*. Perner's Contacts : Univerzita Pardubice, 2007. ISSN 1801-674X.
25. Kubát, B., Týfa, L. *Železniční tratě a stanice*. Vydání 2. přepracované - dotisk. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-02782-1.
26. ČSN 73 4959. *Nástupiště a nástupištní přístřešky na drahách celostátních, regionálních a vlečkách*. Praha : ÚNMZ, 2009. str. 24.
27. Vyhláška č. 177/1995 Sb., kterou se vydává stavební a technický řád drah, ve znění pozdějších předpisů.
28. Rozhodnutí Komise EU č. 2008/146/ES o technické specifikaci pro interoperabilitu týkající se "osob s omezenou schopností pohybu a orientace" v transevropském konvenčním a vysokorychlostním železničním systému ze dne 21. prosince 2007. In : Úřední věstník Evropské unie, 2007. L 64/72.
29. Vzorové listy Ž 8.7 - Bezpečnostní a orientační pásy na nástupištích, změna č. 1, účinnost od 1.11.2003.

30. Kolomazník, P., Široký, J. *Stanovení přestupní doby*. Perner's Contacts : Univerzita Pardubice, 2007. ISSN 1801-674X.
31. Přestupní doby a přípoje | České dráhy. *České dráhy - národní dopravce*. [Online] České dráhy, a.s. [Citace: 21. 05 2017.] <https://www.cd.cz/jizdni-rad/-25830/>.
32. KRČÁLOVÁ, L., HEINDL, M., a SODOMKOVÁ, A. The loss time of persons with reduced mobility and orientation when moving on stairs. *Indian Journal of Applied Research*. 2016, stránky 14-15.
33. Pöschl, D., Týfa, L. *Simulační modely pěších proudů*. Perner's Contacts : Univerzita Pardubice, 2011. ISSN 1801-674X.
34. Hannah, B., Maximilian, O., Armin. S., Stefan, H. *Field Studies on the Capacity of Escalators*. ScienceDirect : Elsevier, 2014.

Seznam obrázků

Obr. 1: Dělení bariér pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace (zdroj: autor).....	22
Obr. 2: Časová návaznost jednotlivých fází přestupu (30).....	43

Seznam tabulek

Tab. 1: Klasifikace zrakového postižení podle WHO (8).....	16
Tab. 2: Propustnost dveří železničního vozidla (23)	40
Tab. 3: Parametry měřeného rovného úseku.....	54
Tab. 4: Statistika naměřených dat na rovném úseku	55
Tab. 5: Počet naměřených dat pro rovný úsek	56
Tab. 6: Parametry měřené šikmé rampy	57
Tab. 7: Statistika naměřených dat na šikmé rampě ve směru nahoru	57
Tab. 8: Statistika naměřených dat na šikmé rampě ve směru dolů.....	58
Tab. 9: Počet naměřených dat pro šikmou rampu	59
Tab. 10: Parametry měřeného pevného schodiště	60
Tab. 11: Statistika naměřených dat na schodišti v obou směrech	61
Tab. 12: Počet naměřených dat pro pevné schodiště	62
Tab. 13: Parametry měřeného pohyblivého schodiště - eskalátoru	62

Tab. 14: Parametry měřeného výtahu.....	63
Tab. 15: Porovnání naměřených a vypočtených časů pro skupinu osob CH v železniční stanici Praha hlavní nádraží	69
Tab. 16: Porovnání naměřených časů a vypočtených časů pro skupinu osob N v železniční stanici Praha hlavní nádraží	69
Tab. 17: Porovnání naměřených časů a vypočtených časů pro skupinu osob MV v železniční stanici Praha hlavní nádraží.....	71
Tab. 18: Porovnání naměřených a vypočtených časů pro skupinu osob CH v železniční stanici Olomouc hlavní nádraží	73
Tab. 19: Porovnání naměřených a vypočtených časů pro skupinu osob N v železniční stanici Olomouc hlavní nádraží	74
Tab. 20: Porovnání naměřených časů a vypočtených časů pro skupinu osob MV v železniční stanici Olomouc hlavní nádraží	75

Seznam zkratk

ČD	České dráhy, a.s.
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
IDS	Integrovaný dopravní systém
JŘ	Jízdní řád
MHD	Městská hromadná doprava
OOSPO	Osoby s omezenou schopností pohybu a orientace
SONS	Sjednocená organizace nevidomých a slabozrakých
TK	Temeno kolejnice
VB	Výpravní budova
VHD	Veřejná hromadná doprava
WHO	World Health Organization

Přílohy

Příloha č. 1: Schéma nástupišť v železniční stanici Praha hlavní nádraží

