



**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA
V BRATISLAVE
STAVEBNÁ FAKULTA**

Ing. Jakub Takács

Autoreferát dizertačnej práce:

VPLYV MOBILITY NA TVORBU VEREJNÝCH PRIESTOROV

na získanie akademického titulu: doktor (philosophiae doctor, PhD.)

v doktorandskom študijnom programe: Teória a konštrukcie inžinierskych stavieb

v študijnom odbore: Stavebníctvo

Forma štúdia: denná

Miesto a dátum: Bratislava, 30.10.2023



Dizertačná práca bola vypracovaná na: katedre dopravných stavieb, Stavebná fakulta STU v Bratislave

Predkladateľ: Ing. Jakub Takács
Katedra dopravných stavieb
Stavebná fakulta STU v Bratislave
Radlinského 11, 810 05 Bratislava

Školiteľ: doc. Ing. Tibor Schlosser, CSc.
Katedra dopravných stavieb
Stavebná fakulta STU v Bratislave
Radlinského 11, 810 05 Bratislava

Autoreferát bol rozoslaný:

Obhajoba dizertačnej práce sa bude konať dňa: 14.12.2023

o.....h na

.....
prof. Ing. Stanislav Unčík, PhD.
dekan SvF STU v Bratislave

Obsah

1. Úvod	4
2. Ciele dizertačnej práce	5
3. Témy dizertačnej práce	6
4. Problematika dostupnosť – mobilita	6
5. Analýza hybnosti v meste vykonaním anketového dopravného prieskumu	7
5.1 Analýza sociálno-demografickej časti	8
5.2 Analýza hybnosti.....	8
6. Analýza cyklickej dopravy v meste Bratislava	10
7. Vytvorenie modelu na kvantitatívne multikriteriálne hodnotenie verejného priestoru	12
8. Návrh matematického modelu dostupnosti so zohľadnením klimatických vplyvov v mestách	14
9. Návrh zmien v metodikách zaoberajúcich sa nemotoristickou dopravou.....	16
10. Poznatky a prínosy dizertačnej práce	20
11. Návrhy pre ďalší výskum	21
Zoznam použitej literatúry.....	23
Zoznam publikačnej činnosti a ohlasov.....	24

1. Úvod

V súčasnosti, keď automobilová doprava tvorí najväčšiu časť v delbe prepravnej práce, sa čoraz viac začína apelovať na jej znižovanie. Jednotlivé európske mestá začínajú presadzovať iné spôsoby dopravy ako je osobný automobil. Niektoré mestá sa uberajú smerom k väčšiemu využitiu verejnej hromadnej dopravy, predovšetkým autobusovej, trolejbusovej, električkovej alebo podzemnej dráhovej. Iné sa zase snažia presadiť využitie alternatívneho spôsobu dopravy, s hlavným dôrazom na cyklistiku. Keď sa potom mestá rozhodujú v preferenciách pri vytváraní udržateľných plánov mestskej mobility (SUMP – z anglického názvu Sustainable Urban Mobility Plan), dochádza ku konfliktom medzi jednotlivými skupinami. Z hľadiska tvorby verejných priestorov je spôsob prepravy dôležitý pri vytváraní a formovaní daného územia. Pri vznikajúcich štvrtiach a nových uliciach treba zdefinovať požiadavky na jednotlivé prvky verejného priestranstva. Rovnako aj pri rekonštrukciách existujúcich ulíc. Môže sa to zdať jednoduché, ale chybné rozhodnutie pocíti minimálne jedna generácia obyvateľov žijúcich na zasiahnutom území. Úzky chodník, absencia cyklistického pruhu, neorganizované parkovanie, slabé pokrytie verejnou hromadnou dopravou a ďalšie možnosti následne spôsobujú zníženú atraktivitu verejného priestoru pre obyvateľov.

2. Ciele dizertačnej práce

Cieľom dizertačnej práce je vyhotovenie podkladov na riešenie nemotoristickej dopravy vo verejných priestoroch – pre pešiu a cyklistickú dopravu. Návrh vyplýva zo zohľadnenia potrieb chodcov a cyklistov nielen z hľadiska šírkového usporiadania, ale aj dostupnosti k základným funkciám. Pri návrhu zohľadnenia dostupnosti k funkciám je dôležité identifikovať riešené územie (ulica, zóna,...) a k ním stanoviť „atraktivitu“ územia z hľadiska dostupnosti. K tomu poslúži vytvorenie matematického algoritmu, ktorý bude zohľadňovať základné požiadavky respondentov v danom území.

So zmenou klimatických podmienok treba začať zohľadňovať pri dostupnosti i klimatický vplyv na pohyb pre nemotoristickú dopravu. Zohľadnenie faktorov, ktoré negatívne ovplyvňujú zdravie obyvateľov a znečisťujú ovzdušie verejných priestorov, je dôležitým prvkom pri návrhu algoritmu, ktorý bude pomáhať s vytváraním „zdravších“ trás. Rovnako bude môcť algoritmus slúžiť pri návrhu bezpečnejších a ekologickejších zón v mestách.

Pre analýzu súčasného stavu vplyvu mobility na verejné priestory treba vykonať rozsiahlu analýzu nemotoristickej dopravy v meste. V tomto prípade na analýzu poslúžila cyklistická doprava v meste Bratislava, ktorá sa čoraz častejšie dostáva do popredia na úkor automobilovej dopravy. Takéto zásahy si vyžadujú zmeniť technické predpisy stanovujúce základné rozmery prvkov šírkového usporiadania.

3. Tézý dizertačnej práce

Postup analyzovania súčasného stavu, vytvárania matematických modelov a návrhu úprav v technických predpisoch možno rozdeliť do týchto téz:

1. Analýza dostupnosti a hybnosti v meste vykonaním anketového dopravného prieskumu.
2. Analýza cyklistickej dopravy v meste Bratislava a porovnanie výsledkov s prieskumom pred desiatimi rokmi.
3. Analýza kvality verejných priestorov vytvorením matematického modelu na báze multikriteriálneho hodnotenia so zohľadnením rôznych vplyvov
4. Vytvorenie matematického modelu dostupnosti so zohľadnením klimatických vplyvov v mestách.
5. Návrh zmien v metodikách zaoberajúcich sa nemotoristickou dopravou.

4. Problematika dostupnosť – mobilita

Z hierarchického hľadiska možno dostupnosť umiestniť pred mobilitu a dopravu. Dôležitým nástrojom na definovanie kvality územia je zohľadnenie dostupnosti pri určení funkčného využitia a priestorového usporiadania územia. Dostupnosť je merateľná veličina, na ktorú vplýva okrem mobility, funkčného využitia a priestorového usporiadania územia aj niekoľko ďalších faktorov. V hierarchii názvov je mobilita umiestnená za dostupnosťou, ale pred dopravou. To znamená, že mobilita je jeden z prvkov na vyjadrenie dostupnosti, ale zároveň na vyjadrenie mobility slúži doprava. Mobilita sa definuje ako pohybový potenciál a

schopnosť dostať sa z jedného miesta na druhé pomocou jedného alebo viacerých spôsobov dopravy (druhov dopravy), aby sa uspokojili každodenné potreby [1]. Dopravu možno definovať ako prostriedok alebo službu na zabezpečenie presunu zo zdroja do cieľa. Môže ísť o osobný automobil, chôdzu, bicykel, taxík, verejnú hromadnú dopravu a iné. . Doprava ako taká, by sa mala vyvíjať a prispôsobovať podmienkam prostredia v závislosti od faktorov, ktoré na ňu vplyvajú. Medzi základné faktory ovplyvňujúce vývoj dopravy na danom území patrí:

- ekonomický faktor;
- ekologický faktor;
- sociálny faktor;
- dopravno-inžiniersky faktor.

5. Analýza hybnosti v meste vykonaním anketového dopravného prieskumu

Hybnosť môžeme podľa [1] definovať ako: „priemerný počet ciest na jedného obyvateľa mesta, ktorý treba na uspokojenie jeho potrieb v bežnom dni. Celkový počet vykonaných ciest na území (v zóne) možno získať ako násobok hybnosti danej demografickej skupiny podľa účelu cesty (počet ciest za deň) zistenej z prieskumu prepravy osôb a počtu obyvateľov danej demografickej skupiny“. Na analýzu hybnosti v meste vykonaním anketového dopravného prieskumu som si vybral mesto Šaľa.

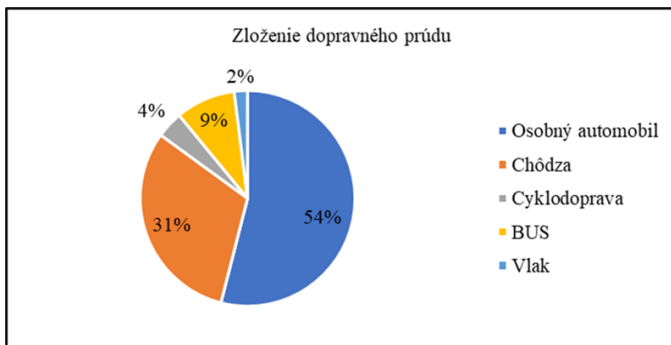
5.1 Analýza sociálno-demografickej časti

Takmer polovica opýtaných domácností dosahuje príjem do 2000 €. Keďže anketové hárky pochádzajú predovšetkým zo základných škôl, môžeme usúdiť, že polovica mladých rodín dosahuje adekvátny príjem charakteristický pre strednú vrstvu obyvateľstva. Základné školy ovplyvnili aj vekovú štruktúru respondentov. Najväčšie zastúpenie vekového zloženia je v rozmedzí 35 – 49 rokov a 5 – 14 rokov. Tieto dve vekové skupiny predstavujú žiakov základných škôl a ich rodičov. Absentujú predovšetkým mladí ľudia vo veku 15 – 30 rokov.

5.2 Analýza hybnosti

Dôležitým prvkom pri analýze jazd na území je zadefinovanie si časových kritérií pre jednotlivé jazdy. Aby boli čo najpresnejšie charakterizované aj jazdy na krátke vzdialenosti, treba brať do úvahy i nízke časové intervaly. V tejto štúdií sme použili desať časových intervalov. Časové intervaly musia zachytiť nielen krátke jazdy (medzi jednotlivými vnútornými zónami), ale aj jazdy na dlhšie vzdialenosti (vnútorná zóna – vzdialená vonkajšia zóna). Pri osobných automobiloch je zaujímavé, že najviac jazd sa vykoná v časovom intervale 5 až 10 minút (32,33 %). Ak uvážime aj časový interval do piatich minút (17,88 %), zistíme, že polovica jazd automobilom (50,21 %) netrvá viac ako 10 minút, čo jasne dokazuje veľký podiel automobilovej dopravy pri jazde na krátke vzdialenosti. Práve táto skupina by mala byť záujmovou oblasťou mesta, ak chce zmeniť delbu prepravnej práce v meste. Ďalšou zisťovanou charakteristikou je čas potrebný na vykonanie jazdy

za danou funkciou. Respondenti pri svojej jazde uvádzali nielen spôsob prepravy, ale aj jej účel. Pri dochádzaní za prácou respondenti najčastejšie uviedli, že dochádzajú do 10 minút (25 %). Ak budeme uvažovať nad dochádzaním na krátke vzdialenosti, čo v prípade mesta Šaľa môže byť do 15 minút, tak zistíme, že viac ako polovica respondentov (54,13 %) pracuje v meste alebo v jej aglomerácii. Tretou charakteristikou je spôsob zvolenej dopravy pri ceste k danej funkcii. Až 67 % respondentov dochádza za prácou osobným automobilom, buď ako vodič (59 %), alebo ako spolujazdec (8 %). Autobus využíva 12 % a chôdzu 14 % respondentov. Čo sa týka celkovej deľby prepravnej práce v meste Šaľa na základe anketového dopravného prieskumu, tak môže byť ovplyvnený distribúciou na základných školách. Takto získané hodnoty vyplňali predovšetkým mladé rodiny s deťmi. Chýbajú tam dopravné návyky starších ľudí a ľudí vo veku od 20 do 35 rokov. No aj napriek tomu viac ako polovicu jász tvorí osobný automobil (54 %). Druhou najväčšou skupinou je chôdza (31 %). Nasleduje autobus (9 %), bicykel (4 %) a vlak (2 %).



Obr. 5.2 Deľba prepravnej práce

6. Analýza cyklistickej dopravy v meste Bratislava

V decembri 2021 sme so študentkami vytvorili dotazník, ktorý z dôvodu pretrvávajúcej pandemickej situácie bol v elektronickej podobe. Bol vytvorený na webovej stránke my.surveio.com, kde zber odpovedí prebiehal do konca januára roku 2022. Prieskumu sa celkovo zúčastnilo 280 osôb. Jeden z väčších prieskumov o cyklistickej doprave v Bratislave, ktorý sa vykonal v roku 2011, poslúžil na porovnanie s vykonaným prieskumom, aby sa dalo relevantne porovnať ako ovplyvnila tvorba projektov mesta Bratislava postoj ľudí k danej veci. Okrem nových projektov, ktoré vznikli v meste, tak postoj mohol ovplyvniť i pokus o zmenu delby prepravnej práce, keď sa mestá snažia zredukovať automobilovú dopravu a začína sa presadzovať cyklistická doprava. Výsledky prieskumov a ich porovnanie sú vyobrazené v tabuľkách 6.1 až 6.5.

Tab. 6.1 Porovnanie otázky pýtajúcej sa na vek

Aké je Váš vek?			
19-25	23,9%	19-25	21%
26-40	50,7%	26-40	66%
41+	23,5%	41+	13%

Tab. 6.2 Porovnanie otázky pýtajúcej sa na využívanie cyklistickej dopravy

Ako často využívate cyklistickú dopravu?			
Denne	18,2 %	Denne	16 %
Aspoň trikrát za týždeň	29,6 %	Aspoň trikrát za týždeň	38 %

Aspoň raz za týždeň	18,6 %	Aspoň raz za týždeň	38 %
----------------------------	--------	----------------------------	------

Tab. 6.3 Porovnanie otázky pýtajúcej sa na možnosti parkovania

Máte kde parkovať Váš bicykel mimo domova?			
Áno , kryté parkovanie (pod strieškou/strechou, v garáži , špeciálna miestnosť atď.)	24,6 %	Áno, kryté parkovanie (pod strieškou/strechou, v garáži, špeciálna miestnosť atď.)	16 %
Áno vonku pri stojane	22,5 %	Áno, vonku pri stojane	5 %
Nie, nosím si bicykel so sebou	40,7 %	Nie, nosím si bicykel so sebou	61 %

Tab. 6.4 Porovnanie otázky pýtajúcej sa na účel použitia

Na aký účel bicykel prevažne používate?			
Práca/ Vzdelanie	59,6 %	Práca/ Vzdelanie	53 %
Na využitie bežných vecí (pošta, banka, iné)	40,00 %	Na využitie bežných vecí (pošta, banka, iné)	33 %
Za nákupmi	30,7 %	Za nákupmi	20 %
Rekreácia	71,4 %	Rekreácia	83 %

Tab. 6.5 Porovnanie otázky pýtajúcej sa na nedostatky v infraštruktúre

Čo podľa Vás chýba v infraštruktúre pre cyklistov?			
Cyklotrasy	82,5 %	Cyklotrasy	94 %
Stojany na parkovanie	32,5 %	Stojany na parkovanie	57 %
Lepšie značenie existujúcich trás	16,8 %	Lepšie značenie existujúcich trás	51 %

Informácie o možnostiach využívania bicykla (mapy, tipy a pod.)	11,1 %	Informácie o možnostiach využívania bicykla (mapy, tipy a pod.)	52 %
--	--------	--	------

7. Vytvorenie modelu na kvantitatívne multikriteriálne hodnotenie verejného priestoru

Pre posúdenie verejného priestranstva som si subjektívne určil 20 kritérií f_{ij} , ktoré som rozdelil do troch faktorov. Každý faktor obsahuje minimálne 4 kritériá f_{ij} (kvantitatívne). Hodnoty váh faktorov u jednotlivých kritérií sú určené pomocou Fullerovej metódy (metóda párového porovnania).

Tab. 7.1 Hodnotiace faktory

Hodnotiaci faktor	Váha [%]	Hodnota váhy
A – Dostupnosť z hľadiska dopravnej obsluhy	33	0,33
B – Priestorové prvky	50	0,50
C – Dostupnosť z hľadiska funkčného využitia	17	0,17

Tab. 7.2 Kritériá faktoru A

Kritérium	Váha [%]	Hodnota váhy
f_{A1} – Vzdialenosť od zastávky MHD	42	0,42
f_{A2} – Vzdialenosť od priechodu pre peších	42	0,42
f_{A3} – Vzdialenosť stanice bikesharingu	8	0,08

f_{A4} – Vzdialenosť od regulovaného parkoviska	8	0,08
---	---	------

Tab. 7.3 Kritériá faktoru B

Kritérium	Váha [%]	Hodnota váhy
f_{B1} – Koefficient zelene v okruhu 150 m	13	0,13
f_{B2} – Počet prvkov mobiliáru v okruhu 150 m	8	0,08
f_{B3} – Vzdialenosť od verejného osvetlenia	16	0,16
f_{B4} – Vzdialenosť prístupu na cyklistický chodník	4	0,04
f_{B5} – Počet neregulovaných stojísk v okruhu 150 m	13	0,13
f_{B6} – Šírka chodníka v mieste merania	18	0,18
f_{B7} – Počet absentujúcich prvkov pre ZŤP v okruhu 150 m	20	0,20
f_{B8} – Vzdialenosť od stojísk separovaného odpadu	8	0,08

Tab. 7.4 Kritériá faktoru C

Kritérium	Váha [%]	Hodnota váhy
f_{C1} – Vzdialenosť od najbližšej ZŠ	14	0,14
f_{C2} – Vzdialenosť od najbližších potravín	16	0,16
f_{C3} – Vzdialenosť od parku / oddychovej zóny	20	0,20
f_{C4} – Vzdialenosť od najbližšej pošty	5	0,05
f_{C5} – Vzdialenosť od najbližšej	2	0,02

reštaurácie		
f_{c6} – Počet služieb v okruhu 150 m	21	0,21
f_{c7} – Vzdialenosť od kultúrnej inštitúcií	4	0,04
f_{c8} – Vzdialenosť od športového areálu	18	0,18

Multikriteriálne hodnotenie poskytuje iný pohľad na verejné priestory. Pomocou faktorov a kritérií a ním priradených váh môžeme percentuálne vyjadriť kvalitu verejného priestoru. Pre dosiahnutie presnejšieho a rýchlejšieho hodnotenia treba prejsť na automatizáciu výpočtu v programovacom jazyku. Ďalším dôležitým krokom by bolo prepojenie výpočtového programu s GISovým softvérom, ktorý umožní automatické meranie a zisťovanie väčšiny vstupných údajov. Po týchto stupňoch digitalizácie celej metódy bude možné vyhotovovať analýzy nielen ulice, ale aj celej zóny, prípadne mesta.

8. Návrh matematického modelu dostupnosti so zohľadnením klimatických vplyvov v mestách

Keď sa na dostupnosť začneme pozeráť nielen z časového hľadiska, ale aj z environmentálneho, môžeme rozlišovať dostupnosť pre motorové a nemotorové prostriedky. V mestách na celom svete sa s pribúdajúcou dopravou, priemyslom a ďalšími prostriedkami znečisťujúcimi prostredie zhoršuje stav, ktorý umožňuje bezpečný život občanov v ich meste. Dôležitým poznatkom je, že každý jeden vplyv je merateľný, čo znamená, že máme číselný údaj a na základe vopred stanovených podmienok

STU

ho vieme posúdiť a kategorizovať. Keď si vytvoríme súbor takýchto podmienok, ktoré merajú rôzne negatívne faktory, vieme si k nim priradiť váhu, to znamená dôležitosť posudzovania. Pre názorný príklad použijeme cyklistu, ktorý sa chce z bydliska presunúť na pracovisko. Uvažujme, že cestou do práce je továreň mierne znečisťujúca ovzdušie, intenzita dopravy je vyššia ako počas špičkovej hodiny a cestou sa nachádza stavenisko (dočasný parameter). Pri súčasných riešeniach časovej dostupnosti by si vybral najkratšiu cestu bez ohľadu na environmentálne faktory. No po zohľadnení vyššie uvedených faktorov by si vedel vybrať cestu, ktorá by síce trvala o niečo dlhšie, ale bola by pre neho a jeho zdravie prijateľnejšia. Takáto myšlienka sa dá aplikovať ako v malom, tak aj vo väčšom meradle. Ak chceme zohľadniť environmentálny vplyv pri výbere cesty, potrebujeme si určiť faktory vplývajúce na zdravie obyvateľov. V súčasnosti sa na meranie kvality ovzdušia používa tzv. Index kvality ovzdušia [2]. Ten meria kvalitu v konkrétnom čase na konkrétnom mieste. Index kvality ovzdušia meria päť základných veličín – častice PM_{2,5} a PM₁₀, NO₂, O₃ a SO₂. Každá z veličín sa meria v rámci monitorovacej siete.

Spôsob merania veličín by spočíval v rozšírení meracích staníc a vytvorení dostatočnej siete. Meracia sieť by bola vytvorená v rámci cestnej siete mesta. Vzdialenosť senzorov by závisela od typu ulice a triedy mestskej komunikácie. Napríklad v centre mesta a pri mestských zberných komunikáciách by bola hustejšia ako pri obslužných mestských komunikáciách alebo obytných zónach s rodinnými domami, prípadne na okrajových, dopravou málo zaťažených častiach. Vzdialenosť medzi jednotlivými

STU

senzormi by sa pohybovala od 50 do 100 metrov. Tým by sa nielenže vytvorila hustá sieť, ktorá by poskytovala aktuálne údaje pre úpravu algoritmu, ale zároveň by namerané dáta poslúžili na presnejšiu analýzu znečistenia ovzdušia v meste.

Spôsob výpočtu spočíva v spracovaní nameraných dát, ktoré prejdú procesom multikriteriálneho hodnotenia a následne pomocou djikstrovho algoritmu sa stanoví optimálna cesta. Djikstrov algoritmus v tomto prípade nebude pracovať len s časovými údajmi medzi jednotlivými uzlami. Každý uzol bude upravený pomocou hodnoty váhy. Tieto údaje v teréne nie sú stále a menia sa v závislosti od vlastností prostredia v čase a v priestore. To znamená, že optimálna cesta z bodu A do bodu B môže byť ráno cez bod C, ale večer cez bod D. Tak ako sa menia hodnoty meraných faktorov, tak sa mení aj možný scenár optimálnej trasy.

9. Návrh zmien v metodikách zaoberajúcich sa nemotoristickou dopravou

Medzi dva základné nedostatky technických predpisov (a noriem) patrí stanovenie funkčnej úrovne pre pešiu dopravu a šírkové usporiadanie pridruženého dopravného priestoru.

Jedinou platnou metodikou na Slovensku, ktorá sa venuje výpočtu funkčných úrovní pešej dopravy, je slovenská technická norma STN 73 6110 Projektovanie miestnych komunikácií. Samotný výpočet ovplyvňuje niekoľko parametrov. Ide o fyzikálne alebo geometrické charakteristiky. Problémom je, že tieto charakteristiky sa v samotnom výpočte zohľadňujú cez

STU

koeficienty, čo spôsobuje len nepatrný vplyv na samotný výpočet. Prvým parametrom je rýchlosť chodcov pri rôznych druhoch pohybu. Nevýhodou je nízky výber možností na určenie druhu pohybu chodca. Samotná rýchlosť je v metodike ešte ovplyvňovaná pozdĺžnym sklonom. Ten je upravený len či chodník zostáva v rovine (od -5 do +5 %), alebo stúpa (od +5 do +10 %), alebo klesá (od -5 do -10 %). Koeficienty sú upravené tak, že pri stúpaní sa hodnota rýchlosti redukuje o 10 % a pri klesaní sa hodnota rýchlosti navyšuje o 5 %. Do výpočtu ešte vstupujú ďalšie koeficienty, zohľadňujúce smer pohybu (jednosmerný alebo obojsmerný) a bočný odstup od prekážky. Pri bočnom odstupe hodnoty uvádzané v norme [3] v Prílohe D nekorešpondujú s hodnotami uvádzanými v samotnej norme v kapitole 12.3.4 Chodníky. Pri vozovke uvažujú s rozmerom 0,35 m, čo nekorešponduje s hodnotou 0,50 m z priečného usporiadania. Od záhradných úprav, kvetov hodnotu 0,60 m, ale norma túto hodnotu nedefinuje a tento odstup sa nepoužíva. Pri stene s výkladom hodnotu 1,0 m, kým norma uvádza hodnotu 0,6 m. Pri stene bez výčnelkov (možno definovať ako pevnú – pozdĺžnu prekážku) hodnotu 0,5 m, kým norma definuje hodnotu 0,25 m.

Hlavným nedostatkom je skreslenie vstupných údajov, ktoré definujú funkčnú úroveň. Ide o rýchlosť, ktorá sa mení v závislosti od rôznych parametrov a zároveň hustotou, ktorú určuje šírka chodníka upravená o bezpečnostné odstupy, ktoré nekorešpondujú s návrhovými prvkami. Skreslenie hustoty je podstatné, pretože určenie svetlej šírky chodníka môže byť nepresné rádovo v desiatkach centimetroch. To vo výsledku

STU

znamená, že chodníku môže byť priradená nižšia hodnota funkčnej úrovne, kým v skutočnosti sa chodník zaraduje do vyššej funkčnej úrovne.

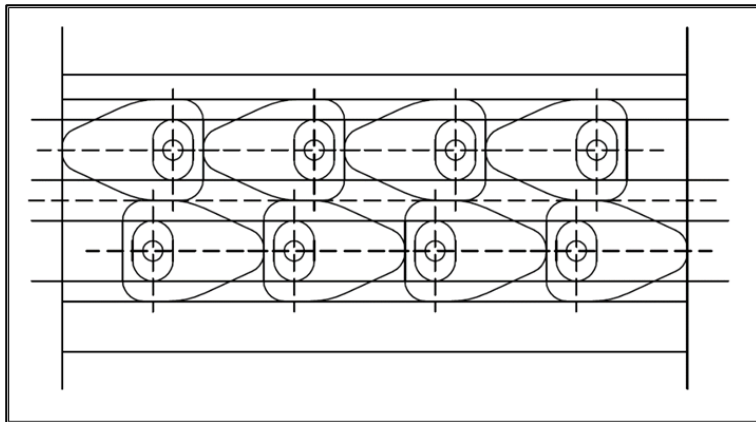
Počet pruhov pre peších sa navrhuje podľa intenzity. Tento návrh automaticky dovoľuje vytvoriť len funkčnú úroveň A alebo B. Ak by sa posudzovala funkčná úroveň D, požiadavky normy na maximálnu intenzitu chodcov na jeden pruh to nedovolia. Napríklad, pri návrhu chodníka na funkčnú úroveň D pri intenzite 1800 chodcov za hodinu, čo činí 30 chodcov za minútu, tak treba podľa normy navrhnuť tri pruhy. Prvý sa navrhuje pre intenzitu 900 chodcov za hodinu a každý ďalší pre 800 chodcov za hodinu. Môžeme odhadnúť, že chodci sa rozložia po pruhoch rovnomerne, to znamená, že na jeden pruh pripadne intenzita 600 chodcov za hodinu. Čiže, ak by sa takýto chodník posúdil, udelila by sa funkčná úroveň A. Z tohto dôvodu treba zdefinovať vzťah medzi funkčnou úrovňou a efektívnou šírkou chodníka.

Vzťah vychádza z dvoch predpokladov – návrhový stav a súčasný stav. Pri súčasnom stave sa vychádza z predpokladu, že sa pozná efektívna plocha a intenzita (aj šírka chodníka), dopočíta sa hustota a určí funkčná úroveň. Pri návrhovom stave sa vychádza z požiadaviek na funkčnú úroveň, tá zase definuje hustotu, ktorá zas definuje intenzitu a efektívnu plochu. Z týchto fyzikálno-geometrických parametrov si odvodíme vzťah pre šírku chodníka. Teória vychádza z minimálnych požiadaviek na priestor, ktoré sú určené požadovaným priestorom chodcov a minimálnym priestorom chodcov.

Požadovaný priestor chodca udáva aj metodika [4], avšak tvar plochy sa stále uvažuje základný geometrický tvar – štvorec

STU

alebo kruh. Pre presnejšie zadefinovanie plochy je lepšie využiť komplikovanejší tvar, ktorý je daný priestorovo-psychologickými požiadavkami jedinca na zabezpečenie dostatočného pohodlia pri chôdzi na chodníku. Chodec kráčajúci po chodníku potrebuje najviac priestoru pred sebou. Jednak kvôli psychologickému pohodliu, aby necítil pocit diskomfortu, ak by bol kráčal hneď za cudzím človekom, zároveň z hľadiska bezpečnosti, ak by chodec pred ním zastavil alebo zmenil smer, tak nech dokáže včas zaznamenať zmenu, a zároveň z hľadiska zmeny smeru, aby mohol chodec bez problémov manévrovať. V priestore vedľa osoby chodec nepotrebuje až taký veľký priestor ako pred sebou. Najmenší priestor chodec vníma za sebou. Tento tvar potrebného priestoru sa podobá na kvapku a podobný priestor navrhli aj v štúdiu [5], kde sa venovali matematickému modelovaniu potrebného priestoru. Ak treba zistiť efektívnu plochu, urobí sa výrez chodníka, kde sa umiestnia chodci, pridá sa im požadovaný priestor a z chodníka sa odrátajú bezpečnostné odstupy (Obr. 9.1). Efektívna plocha chodníka slúži na výpočet hustoty a keď sa vloží do výpočtu časová jednotka, dostane sa hodnota intenzity chodcov.



Obr. 9.1 Základný rez chodníkom a vyobrazenie potrebných plôch

10. Poznatky a prínosy dizertačnej práce

Pri vytváraní verejných priestorov treba poznať mobilitu obyvateľstva – prepravné prúdy po ploche zastavaného územia. Tá sa stanovuje najpresnejšie vykonaním anketového dopravného prieskumu. Takýto prieskum pomôže stanoviť jednotlivé jazdy, ich dĺžky, spôsob a účel. Z vykonaných prieskumov vyplýva nárast nemotoristickej dopravy (pešej a cyklistickej). Pre zohľadnenie cyklistickej dopravy je dôležité vykonať doplnkový prieskum zisťujúci záujem o cyklistickú dopravu v mestách. Prieskum cyklistickej dopravy v Bratislave ukázal nárast záujmu o takýto druh dopravy. Respondenti boli viac spokojní s budovaním cyklistickej infraštruktúry, avšak stále poukazovali na nedostatky v jej budovaní. Okrem samotných prieskumov sa matematickými modelmi preukázala potreba

stanovovať kvalitu verejných priestorov, čím sa môže prepojiť aj samotný návrh jednotlivých prvkov širkového usporiadania. Kvalita verejného priestoru výrazne ovplyvňuje mobilitu v danom území, preto treba preniesť poznatky a zohľadniť jej hodnotenie pri samotnom návrhu. Klimatické zmeny ovplyvňujú voľbu dopravného prostriedku, čo vplýva na deľbu prepravnej práce a následne na samotnú mobilitu v riešenom území. Pomocou vytvoreného matematického modelu možno zohľadniť rôzne vplyvy znečistenia prostredia, čo umožní respondentom využívajúcim nemotoristickú dopravu vybrať si kvalitnejšiu cestu a využiť lepší verejný priestor. V posudzovaní metodík zaoberajúcich sa nemotoristickou dopravou, ako je STN 73 6110, TP 085 a podobne, sa preukázal nesúlad pri návrhovej a posudzovacej časti funkčnej úrovne. Spomínané metodiky sú vypracované v stručnej podobe, čo vytvára nesúlad pri projektovaní. Samotné prieskumy, matematické modely a posúdenia existujúcich metodík poukazujú na dôležitosť zohľadňovania mobility pri tvorbe verejných priestorov a nevychádzanie len z minimálnych hodnôt stanovených metodikami. Existujúce normy a technické predpisy by preto mali začať zohľadňovať mobilitu ako dôležitý aspekt pri stanovovaní jednotlivých prvkov dopravného priestoru, či už hlavného dopravného priestoru alebo pridruženého dopravného priestoru.

11. Návrhy pre ďalší výskum

Na základe výstupov dizertačnej práce uvádzame ďalšie možnosti pre výskum:

- Vytvoriť metodiku pre stanovovanie del'by prepravnej práce zohľadňujúcej čo najširší záber respondentov,
- Stanoviť hybnosť obyvateľstva pre jednotlivé veľkostné typy sídiel,
- Analyzovať možnosť posudzovania kvality verejného priestoru pomocou technológie dronov a umelej inteligencie,
- Prepojiť matematický model zohľadňujúci klimatický vplyv na dostupnosť so softvérom na stanovovanie dostupnosti v území a aplikáciou, ktorá umožňuje respondentom prepočítavať dostupnosť požadovaných trás,
- Vytvoriť technický predpis, ktorý zjednotí všetky návrhové prvky zaoberajúce sa pridruženým dopravným priestorom, to znamená návrh pešej, cyklickej a alternatívnej dopravy, návrh zelene a mobiliáru (TP018, TP048, TP085),
- Vytvoriť metodiku stanovujúcu podmienky na vykonávanie dopravných prieskumov pre nemotoristickú dopravu.

Zoznam použitej literatúry

- [1] SCHLOSSER T., SCHLOSSER P., a kol.: Doprava a urbanizmus – Dostupnosť v meste. 2020, ISBN 978-80-227-5049-3
- [2] <https://www.shmu.sk/sk/?page=229>
- [3] STN 736110 Projektovanie miestnych komunikácií, 2004
- [4] TRANSPORTATION RESEARCH BOARD: Highway capacity manual, National Research Council, 2010

[5] CEPOLINA E., MENICHINI F., ROJAS P.G.: Level of service of pedestrian facilities: Modelling human comfort perception in the evaluation of pedestrian behaviour patterns. Elsevier, 2018

Zoznam publikačnej činnosti a ohlasov

ADN Vedecké práce v domácich časopisoch registrovaných v databázach Web of Science alebo SCOPUS

BRANIŠ, Marek; ŠULÍK, Matej; **TAKÁCS, Jakub**; SCHLOSSER, Tibor. Analysis of Public Transport Services with Various Criteria. Slovak Journal of Civil Engineering, 28. s. 23--28.

AFC Publikované príspevky na zahraničných vedeckých konferenciách

TAKÁCS, Jakub. Analýza mobility v meste z hľadiska vyhodnotenia multimodálnych kritérií. In: ŠUHAJDOVÁ, Eva; NOVÁKOVÁ, Jana; VELIKOVSKÁ, Kristýna; MORAVČÍKOVÁ, Světlana; KURUC, Michal; NOSEK, Jakub. Juniorstav 2021. Brno: ECON publishing, 2021, s. 175--180. ISBN 978-80-86433-75-2.

TAKÁCS, Jakub; CÁPAYOVÁ, Silvia; ZUZULOVÁ, Andrea; GLASNÁKOVÁ, Dominika; BÁLINT, Gabriel. Dependence of The Placement of Public Transport Stops at Junctions from The Functional Class of Urban Communication and Traffic Noise. In: SGEM 2022. 22nd International Multidisciplinary Scientific GeoConference. Volume 22. Sofia: STEF 92 Technology, 2022, s. 225--232. ISBN 978-619-7603-48-4.

TAKÁCS, Jakub; CÁPAYOVÁ, Silvia. Quantitative multicriterial evaluation of public space. In: SGEM 2021. 21th International Multidisciplinary Scientific Geoconference. Volume 21. Nano, Bio

and Green – Technologies for a Sustainable Future. Sofia: STEF 92 Technology, 2021, s. 459--465. ISBN 978-619-7603-30-9.

BRANIŠ, Marek; BÁLINT, Gabriel; **TAKÁCS, Jakub**; ŠULÍK, Matej; GALKIN, Andrii. Shared electric scooters like a tool of a micro-mobility in cities. In: SGEM 2020. 20th International Multidisciplinary Scientific Geoconference. Volume 20. Nano, Bio and Green – Technologies for a Sustainable Future. Sofia: STEF 92 Technology, 2020, s. 631--638. ISBN 978-619-7603-12-5.

Ohlasy:

1. MAKAROVA, Irina - FATIKHOVA, Larisa - POLINA, Buyvol - PARSIN, Gleb. Impact Analysis of Changing Education Forms on the Future Engineers' Motivation in Connection with COVID-19. In Artificial Intelligence and Online Engineering [Proceedings of the 19th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation]. Cham : Springer, 2022, S. ISBN 978-3-031-17091-1

2. CAMPISI, Tiziana - NIKITAS, Alexandros - AL-RASHID, Muhammad Ahmad - NIKIFORIADIS, Andreas - TESORIERE, Giovanni - BASBAS, Socrates. The Rise of E-scooters in Palermo: A SWOT Analysis and Travel Time Study. In: COMPUTATIONAL SCIENCE AND ITS APPLICATIONS ICCSA 2022 WORKSHOPS, PART IV, 2022, vol. 13380, no., pp. 469-483. ISSN 0302-9743

CÁPAYOVÁ, Silvia; HODÁKOVÁ, Dominika; **TAKÁCS, Jakub**; ZUZULOVÁ, Andrea. The impact of transport on the air quality in Slovakia. In: SGEM 2021. 21th International Multidisciplinary Scientific Geoconference. Volume 21. Energy and Clean Technologies. Sofia: STEF 92 Technology, 2021, s. 493--500. ISBN 978-619-7603-26-2.

AFD Publikované príspevky na domácich vedeckých konferenciách

GALKIN, Andrii; SCHLOSSER, Tibor; CÁPAYOVÁ, Silvia; **TAKÁCS, Jakub**; KOPYTKOV, Denis. Attitudes of Bratislava citizens to be a crowd-shipping non-professional courier. In: BUJŇÁK, Ján; GUAGLIANO, Mario. 14th International scientific conference on sustainable, modern and safe transport - TRANSCOM 2021. Amsterdam: Elsevier, 2021, s. 152--158.

Ohlasy:

1. TAPIA, Rodrigo J. - KOUROUNIOTI, Ioanna - THOEN, Sebastian - DE BOK, Michiel - TAVASSZY, Lori. A disaggregate model of passenger-freight matching in crowdshipping services. In NEW SZP GEN: TRANSPORTATION RESEARCH PART A-POLICY AND PRACTICE. No. 169 (2023), art. no. 103587. ISSN 0965-8564 (6.400 - 2022)

ŠULÍK, Matej; **TAKÁCS, Jakub**; SCHLOSSER, Tibor. Dostupnosť nosného systému MHD v Petržalke pešou a cyklistickou dopravou. In: Verejná osobná doprava - VOD 2021. Bratislava: Kongres STUDIO, 2021, s. 31--39. ISBN 978-80-89565-49-8.

TAKÁCS, Jakub. Prepojenie návrhu minimálnej šírky chodníka s funkčnými úrovňami. In: BISTÁK, Andrej. Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering. Bratislava: Spektrum STU, 2022, s. 538--543. ISBN 978-80-227-5251-0.

ANTOŠOVÁ, Nad'a; BELÁNIOVÁ, Barbora; CHAMULOVÁ, Barbara; JANUŠOVÁ, Katarína; **TAKÁCS, Jakub**. The protection of environment during cleaning ETICS with biocides. In: AL ALI, Mohamad; PLATKO, Peter. Advances and Trends in Engineering

Sciences and Technologies III. London: CRC PressTaylor & Francis Group, 2019, s. 281--

286. ISBN 978-0-367-07509-5.

Ohlasy:

1. ŠVAJLENKA, Jozef - KOZLOVSKÁ, Mária. Analysis of the energy balance of constructions based on wood during their use in connection with CO₂ emissions. In *Energies*, 2020, Vol. 13, no. 18, pp.
2. ŠVAJLENKA, Jozef - KOZLOVSKA, Maria. Elements of the Fourth Industrial Revolution in the Production of Wood Buildings. In *TEHNICKI GLASNIK-TECHNICAL JOURNAL*, 2020, vol. 14, no. 3, pp. 365-368. ISSN 1846-6168
3. ŠVAJLENKA, Jozef - KOZLOVSKÁ, Mária - BADIDA, Miroslav - MORAVEC, Marek - DZURO, Tibor - VRANAY, František. Analysis of the characteristics of external walls of wooden prefabricated cross laminated timber. In *Energies*, 2020, Vol. 13, no. 22, pp
4. ŠVAJLENKA, Jozef - KOZLOVSKA, Maria - VRANAY, Frantisek - POSIVAKOVA, Terezia - JAMBOROVA, Miroslava. Comparison of Laboratory and Computational Models of Selected Thermal-Technical Properties of Constructions Systems Based on Wood. In *ENERGIES*, 2020, vol. 13, no. 12, pp.
5. ŠVAJLENKA, Jozef - KOZLOVSKA, Maria. Construction-technical specifics of a prefabricated wood construction system. In *ad alta-journal of interdisciplinary research*, 2020, vol. 10, no. 2, pp. 373-376. ISSN 1804-7890.
6. ŠVAJLENKA, Jozef - KOZLOVSKÁ, Mária - MOKRENKO, Daria. Mgo-based board materials for dry construction are a tool for more sustainable constructions—literature study and thermal

analysis of different wall compositions. In Sustainability (Switzerland), 2021, Vol. 13, no. 21, pp.

7. HERMAWAN, Hermawan - ŠVAJLENKA, Jozef. The connection between architectural elements and adaptive thermal comfort of tropical vernacular houses in mountain and beach locations. In Energies, 2021, Vol. 14, no. 21, pp.

SCHLOSSER, Tibor; SCHLOSSER, Peter; KORFANT, Matúš; BÁLINT, Gabriel; **TAKÁCS, Jakub**. Transit smart solution for Bratislava – example of tramway network development. In: MÉŠÁROŠ, Peter; JOTHIPRAKASH, Vinayakam; KOTRASOVÁ, Kamila; NEGM, Abdelazim; ZELENÁKOVÁ, Martina. Civil Engineering Conference (CEC 2022). Bristol: IOP Publishing, 2022.

AFG Abstrakty príspevkov zo zahraničných vedeckých konferencií

TAKÁCS, Jakub; ČERVENKA, Roman; BEUTELHAUSER, Daniel. Multimodal analyse of mobility in small town through the household inquiry survey. In: HORVÁTH, Balázs; HORVÁTH, Gábor. X. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia Győr 2020. Győr: Széchenyi István Egyetem Közlekedési Tanszék, 2020, s. 41. ISBN 978-963-8121-88-2.

BEE Odborné práce v zahraničných zborníkoch (konferenčných aj nekonferenčných)

BÁLINT, Gabriel; SCHLOSSER, Tibor; ZUZULOVÁ, Andrea; GLASNÁKOVÁ, Dominika; **TAKÁCS, Jakub**. The Time Accessibility To The Destination From The Transit Node. In: SGEM 2022. 22nd International Multidisciplinary Scientific GeoConference. Volume 22. Sofia: STEF 92 Technology, 2022, s. 271--276. ISBN 978-619-7603-48-4.