

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Návrh metody hodnocení fyzické náročnosti trasy
pro vozíčkáře s využitím GIS ve zvolené lokalitě

Petr Verner

Diplomová práce

2019

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ing. Bc. Petr Verner**
Osobní číslo: **D16499**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy**
Název tématu: **Návrh metody hodnocení fyzické náročnosti trasy pro vozíčkáře s využitím GIS ve zvolené lokalitě.**
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

1. Analýza bariér pro pohyb kategorie osob s omezenou pohyblivostí v zastavěné oblasti obcí.
2. Návrh metody hodnocení fyzické náročnosti tras pro kategorii osob s omezenou pohyblivostí.
3. Ověření metody hodnocení tras podle zvolených kritérií ve vybrané oblasti

Závěr

Rozsah grafických prací: 4 - 5
Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50
Forma zpracování diplomové práce: tištěná
Seznam odborné literatury:

MATUŠKA, J. Bezbariérová doprava. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2009. ISBN 978-80-86530-62-8.
FILIPIOVÁ, D. Život bez bariér - Projekty a rekonstrukce . Praha: Grada, 1998, s. 104, ISBN 8071692336
VOLEK, J. a B. LINDA. Teorie grafů - aplikace v dopravě a veřejné správě. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2012. ISBN 978-80-7395-225-9.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. David Šourek, Ph.D.**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání diplomové práce: **6. února 2018**
Termín odevzdání diplomové práce: **18. ledna 2019**


doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

L.S.


doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 6. února 2018

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval (vypracovala) samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil (využila), jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byl (byla) jsem seznámen (seznámena) s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č.121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012 v úplném znění, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 18.12.2019

Petr Verner

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji panu. Ing. Davidu Šourkovi, Ph.D. za odborné vedení mé diplomové práce, za podnětné připomínky a věnovaný čas. Děkuji přítelkyni Nadine a synovi Jaroslavovi za podporu a trpělivost.

ANOTACE

Projekt k diplomové práci je zaměřen na definici překážek pohybu a jejich fyzickou náročnost zdolávání, pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace, se zaměřením na vozíčkáře, při využití pozemních komunikací pro chodce. V práci budou definovány atributy umožňující plánování tras s ohledem na sjízdnost vozíčkářů a jejich fyzickou náročnost. Závěrem práce bude mapový podklad zobrazující překážky osob s omezením pohybu v dopravní síti pozemních komunikací a ověření atributů sítě v plánování tras dané oblasti, s využitím GIS.

KLÍČOVÁ SLOVA

Osoby s omezenou schopností pohybu a orientace, překážka, fyzická náročnost, geografický informační systém.

TITLE

Elaboration of methods for assessing physical challenges of wheelchair routes using GIS in the chosen location.

ANOTATION

The diploma thesis project is focused on the definition of barriers to movement and their physical difficulty in fighting, for persons with limited mobility and orientation, focusing on wheelchair users, using pedestrian traffic. At work, the attributes for route planning will be defined with regard to wheelchair mobility and their physical difficulty. In the end, the maps will show the barriers of people with traffic restrictions on the road network and the verification of network attributes in the route planning of the given area, with using GIS.

KEYWORDS

Persons with reduced mobility and orientation, barrier, physical difficulty, geographic information system.

OBSAH

1	Úvod.....	11
2	Charakteristika osob s omezenou schopností pohybu a orientace.....	12
2.1	Kompenzační pomůcky pro překonávání bariér.....	13
2.2	Legislativní opatření bezbariérového užívání	14
2.3	Požadavky na bezbariérové řešení podle legislativy	14
2.4	Specifika pohybu osob se sníženou schopností pohybu.....	16
2.5	Charakteristika sledovaného území.....	17
3	Analýza současného stavu	19
3.1	Metodika kategorizace tras pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace v České republice.	19
3.2	Metodika kategorizace přístupnosti objektů.....	20
3.3	Stav mapování bezbariérových tras a objektů v obcích České republiky	21
3.4	Stav mapování tras v extravilánu	25
3.5	Stanovení kategorií bariér	27
3.6	Plánování tras	30
3.7	Teorie grafů v dopravních úlohách.....	30
4	Shrnutí analytických poznatků a nástin dalšího řešení	32
5	Metodika sběru a zpracování dat	33
5.1	Geografické informační systémy – GIS	33
5.2	Datové modely gis.....	34
5.3	Tvorba mapových podkladů chodníkové sítě v GIS	35
5.4	Stanovení fyzické náročnosti.....	36
5.5	Vyhodnocení dotazníku fyzické náročnosti	38
5.6	Návrh modelu chodníkové sítě.....	45
5.7	Import záznamu GPS dat.....	46
5.8	Získání výškového profilu trasy	47
5.9	Zpracování datového souboru	49
5.10	Popis atributů chodníkové sítě.....	52
6	Praktická ukázka navrhnuté metodiky	55
7	Závěr	65
	Použitá literatura a zdroje	66

Seznam příloh	68
---------------------	----

Seznam tabulek

Tab. 1 Statistické údaje vybraného území	17
Tab. 2 Statistické vyhodnocení souboru hodnot dotazníku vozičkářů	39
Tab. 3 Statistické vyhodnocení souboru hodnot dotazníku aktivního doprovodu.....	40
Tab. 4 Statistické vyhodnocení souboru hodnot kvality povrchu.....	42
Tab. 5 Statistické vyhodnocení souboru míst pro přecházení	44
Tab. 6 Atributová tabulka v prostředí ArcMap.....	53

Seznam obrázků

Obr. 1 Zkoumané území	18
Obr. 2 Ukázka značení komunikace dle metodiky POV	20
Obr. 3 Trasy pro vozičkáře města Plzeň.....	22
Obr. 4 Bezbariérová mapa města Olomouce	23
Obr. 5 Přístupnost objektů dle kategorií	24
Obr. 6 Značení tras vozičkářů KČT.....	26
Obr. 7 Příklad obtížně sjízdného chodníku.....	28
Obr. 8 Chodník se sklonem 7,5 %	29
Obr. 9 Dopravní infrastruktura v GIS	34
Obr. 10 Atributová tabulka GIS.....	35
Obr. 11 Zastoupení kategorií kompenzačních pomůcek	38

Obr. 12 Histogramy četností odpovědí pohybu do stoupání	41
Obr. 13 Histogram četností odpovědí pohybu v klesání.....	41
Obr. 14 Histogram četností odpovědí hodnocení kvality povrchu	42
Obr. 15 Hodnocení jakosti povrchu z pohledu fyzické namáhavosti	43
Obr. 16 Záznam z terénního mapování.....	46
Obr. 17 Záznam trasy při terénním mapování	47
Obr. 18 Určení výškových hodnot.....	48
Obr. 19 Rozhraní analýzy výškopisu na portálu www.cuzk.cz	49
Obr. 20 Export dat v txt souboru	50
Obr. 21 Zvýraznění směru sklonů a linií	51
Obr. 22 Změna orientace linií ve směru do svahu	52
Obr. 23 Soustava hran a bodů sítě	54
Obr. 24 Znázornění navrhnuté trasy č.1	57
Obr. 25 Úsek č.1 Francouzská ulice	58
Obr. 26 Úsek č.1 s přechodem Máchovy ulice	59
Obr. 27 Lokální bariéry úseku č. 1	60
Obr. 28 Křížení ulic Máchova a Varšavská.....	61
Obr. 29 Trasa č. 2.....	62
Obr. 30 Trasa č. 3.....	63
Obr. 31 Mapa bariér oblasti	64

Seznam použitých zkratk

POV	Pražská organizace vozíčkářů
ČVUT	České vysoké učení technické
KČT	Klub českých turistů
OOSPO	Osoby s omezenou schopností pohybu a orientace
ČSN	Česká státní norma
GIS	Geografický informační systém
ČÚZK	Český ústav zeměměřičský a katastrální

1 Úvod

Diplomová práce se zabývá definicí překážek při pohybu osob s omezenou schopností pohybu a orientace, zaměřenou na osoby s invalidním vozíkem. V současné době zachycuje platná legislativa technické požadavky přístupnosti pozemních komunikací a veřejného prostranství. Důvodů zařazení osob do kategorie snížené pohyblivosti a orientace je mnoho a je třeba nároky na pohyb po komunikacích kategorizovat. Na základě určité kategorizace se nabízí možná další řešení usnadňující zejména vozíčkářům, jejich integraci ve společnosti a možnost plnohodnotně využít nabízených služeb. Definicí překážek při pohybu vozíčkářů, fyzické a časové náročnosti při jejich zdolávání, se usnadní samostatný pohyb osob s pohybovým omezením po infrastruktuře města. Nabídne se tvorba mapových výstupů, využití online sdílení definovatelných informací v sociálních aplikacích a navigace vozíčkářů s ohledem na pohybové omezení.

Cílem práce je definovat překážky pohybu osob s omezenou schopností pohybu a orientace, zejména vozíčkářů a fyzickou náročnost jejich zdolání, na obecních pozemních komunikacích určených chodcům. Výstup práce bude tvořit mapový podklad s vyznačením bariér a definice atributů dopravní sítě umožňující plánování tras dle daných podmínek, s ohledem na osoby s omezenou schopností pohybu, ve zvolené oblasti.

2 Charakteristika osob s omezenou schopností pohybu a orientace

Osoby s omezenou schopností pohybu nebo orientace jsou definovány dle (1) jako osoby s pohybovým, zrakovým, sluchovým a mentálním postižením, osoby pokročilého věku, těhotné ženy, osoby doprovázející dítě v kočárku nebo dítě do tří let. Každá z uvedených skupin osob bude mít jiné nároky pro pohyb po infrastruktuře obcí. Přílohy č. 1 a č. 2 vyhlášky uvádějí obecné technické požadavky na řešení pozemních komunikací a veřejného prostranství.

Onemocnění, úrazů a postižení je mnoho a definice uvedená v (1) je dle autora příliš obecná a pro další zpracování této diplomové práce z hlediska bariér nevhodná, proto je třeba zavést kategorizaci omezení vystihující schopnost překonat bariéry v prostoru. Například v (2) je uvedeno dělení do čtyř kategorií.

- a) Kategorie lidí s lehčím postižením, avšak mobilních.
- b) Osoby používající při pohybu francouzské hole, chodítka.
- c) Vozíčkáři – osoby, které nemohou samostatně vstát a chodit.
- d) Osoby, které jsou upoutané na lůžko.

Filipiová shrnuje v (3) rozdělení tělesně postižených osob také do čtyř kategorií. První tři kategorie odpovídají dělení podle (2). Těmito kategoriemi jsou:

- a) Do první kategorie zahrnujeme osoby s lehčím postižením, pohybující se pomocí holí nebo berlí, případně starší osoby. Problémem pohybu jsou schody a kluzký terén.
- b) Druhou kategorií jsou osoby využívající francouzské hole a různé ortopedické a protetické pomůcky. Těmito jsou různé dlahy a chodítka. Charakteristikou je značná namáhavost při chůzi, velmi obtížná překonatelnost schodů a nebezpečí kluzkého povrchu. Autorka zmiňuje úplnou nepřístupnost dopravních prostředků, ale podle názoru autora je s ohledem na časový odstup od vydání knihy situace s dopravními prostředky mnohem lepší.

- c) Třetí kategorií jsou vozíčkáři obecně, zahrnující vozíčkáře zcela samostatné, poté vyžadující asistenci druhé osoby, vozíčkáře na elektrickém vozíku a vozíčkáře úplně odkázané na pomoc druhé osoby po celý den, tj. především ochrnuté na všechny čtyři končetiny – kvadruplegiky.
- d) Čtvrtou kategorií jsou osoby s progresivním vývojem pohybového postižení.

Pro další zpracování se jeví vhodné rozdělení uvedených kategorií jedna až tři podle zdrojů (3)a (2). Dle názoru autora lze pro potřeby této diplomové práce zachovat rozdělení na tři kategorie a klasifikovat náročnost překonávání překážek. Kategorie osob upoutané na lůžko lze zajistit pohyb s pomocí druhé osoby a vhodného invalidního vozíku. Taktéž pro potřebu klasifikace náročnosti pohybu a bariér lze progresivní vývoj zařadit do prvních tří kategorií.

2.1 Kompenzační pomůcky pro překonávání bariér

Rozdělení osob do tří kategorií omezení pohybu umožňuje snáze definovat pomůcky sloužící k překonávání překážek v infrastruktuře obce a mimo ní. Následně je možné podle parametrů pomůcek určit náročnost překážek pro jednotlivé kategorie tělesně postižených osob. S ohledem na zadání diplomové práce, bude další text zaměřen na osoby s pohybovým omezením.

- a) Kategorie osob s lehčím postižením.

V této kategorii jde o osoby pohybující se pomocí holí. Jedná se například o seniory, nemocné, zraněné. Berle slouží jako opora při poranění dolních končetin, k rozložení rovnováhy a vhodné jako opora při chůzi starších osob. Berle mohou být vybaveny protiskluzovými hroty a umožňují větší jistotu při pohybu po kluzkém povrchu. Plocha, kterou osoba při pohybu potřebuje je větší než u pohybově zdravé osoby a dle (3) je nutné uvažovat 120 cm v šíři a 60 cm v délce pohybu osoby.

- b) Osoby používající při pohybu různé typy chodítek.

Chodítka podle (4) je zařízení usnadňující přemístění osob při poruše motoriky. Používá se u osob s dysfunkcemi, pooperačních stavech, ale také pro seniory, jako opora při chůzi. Základní rozdělení chodítek je na vnitřní a venkovní použití. Na venkovní použití se užívají stabilnější a těžší chodítka na kolečkách, vybavené brzdami, nákupním košíkem a sedátkem. Manipulační plocha osoby s vozíkem je dle typu a vybavení

chodítka přibližně 130 cm a 60 cm v šířce. Problém kolového chodítka je především na kluzkém povrchu.

- c) Osoby, které nemohou samostatně vstát a chodit a dále starší osoby.

Do této kategorie spadají invalidní vozíky mechanické, invalidní vozíky elektrické a elektrické skútry. Rozměry plochy zabírající vozík s osobou jsou 120 cm x 120 cm. Manipulační prostor je kruh o průměru 150 cm. Pokud je uvažováno doprovodné pomáhající osoby, změní se nároky na plochu v délce 150 cm a manipulační prostor kruhu s průměrem 180 cm.

2.2 Legislativní opatření bezbariérového užívání

Podrobným popisem staveb z hlediska bezbariérovosti se zabývá zákon číslo 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu, tzv. stavební zákon. Do reálných opatření uvádějí stavební zákon prováděcí vyhlášky. Pro pozemní komunikace a veřejná prostranství jsou ošetřeny technické požadavky na provedení bezbariérového přístupu pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace především ve vyhlášce číslo 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb. Požadavky na technické řešení jsou uvedeny v přílohách č. 1 a 2 k této vyhlášce.

Vyhláška 398/2009 Sb. definuje osoby s omezenou schopností pohybu nebo orientace, jakými jsou osoby s pohybovým, zrakovým, sluchovým a mentálním postižením, osoby pokročilého věku, těhotné ženy a osoby doprovázejícími dítě v kočárku nebo dítě do tří let. Každá z uvedených skupin osob bude mít jiné nároky pro pohyb po infrastruktuře obcí.

2.3 Požadavky na bezbariérové řešení podle legislativy

Vyhláška se 398/2009 skládá z obecného znění a čtyř příloh. Zastřešuje stanovení požadavků a řešení pro osoby s omezenou schopností pohybu, se zrakovým postižením a sluchovým postižením. V níže uvedených podkapitolách jsou uvedeny základní body užití pohybu osob s omezenou schopností pohybu, které tvoří páteř nejen České legislativy, ale také realizace samotných opatření.

Bezbariérové užívání staveb vyjadřuje základní zásady pro pohyb osob s omezenou hybností, přesahující také do liniových staveb venkovní infrastruktury. Jsou zde zmíněné body souvise-

jící s pohybem osob s omezenou hybností, tvořící přílohy číslo jedna a tři vyhlášky 398/2009 Sb.

a) Mezi základní prvky bezbariérového užití staveb patří:

- výškové rozdíly pochozích ploch nesmí být více než 2 cm,
- povrch pochozích ploch musí být pevný, rovný a upravený proti skluzu dle definovaných parametrů uvedených v příloze,
- pochozí rošt ve směru chůze může mít mezery nejvýše 15 mm,
- otáčecí prostor vozíku na zpětné otočení musí mít minimální rozměr kruhu s průměrem 150 cm,
- ovládací prvky musí být v rozmezí výšky 60 až 120 cm, s odstupem od pevné překážky minimálně 50 cm.

b) Výtahy, zvedací plošiny, pohyblivé schody a pohyblivé chodníky mají parametry:

- volné nástupní plochy před výtahy musí odpovídat 150 cm x 150 cm,
- klec výtahu má minimální šířku 110 cm a délku 140 cm, vstup 90 cm.

Příloha číslo dvě, vyhlášky 398/2009 Sb., dále definuje komunikace pro chodce jako chodníky, stezky, prahy, pásy, včetně ostatních pochozích ploch, kterými jsou náměstí a obytné zóny. Přičemž tyto plochy musí mít minimální šířku, včetně bezpečnostních odstupů, nejméně 150 cm. Pro zaměření diplomové práce jsou stěžejní uvedené parametry:

- výškové rozdíly komunikací nesmí být vyšší než dva centimetry,
- podélný sklon nejvýše 1:12, příčný sklon nejvýše 1:50, u mostních objektů nejvýše 1:40,
- u podélného sklonu větším než 1:20 a delších než 200 m, musí být zřízena odpočívadla v délce 150 cm a se sklonem nejvýše 1:50,
- vyhrazená stání pro osoby těžce pohybově postižené a osoby doprovázející dítě v kočárku musí mít šířku nejméně 350 cm, se zajištěním bezbariérového přístupu na komunikaci pro chodce.

Přechody pro chodce, místa pro přecházení a koridory pro přecházení tramvajového pásu mají parametry:

- přechody, místa a koridory pro přecházení musí mít obrubník nejvýše 2 cm a šikmé navazující plochy v podélném sklonu nejvýše 1:8 a příčném sklonu nejvýše 1:50,
- výška tlačítka pro ovládání signalizace chodce nejvýše 120 cm od úrovně komunikace.

Nástupiště veřejné dopravy a zpevněné plochy na železnici musí splňovat:

- nástupiště musí umožňovat pohyb osobám se sníženou schopností pohybu a orientace, být přístupné po přechodu pro chodce,
- nástupiště trolejbusů a autobusů musí být ve výšce 20 cm, u změn dokončených staveb také 16 cm,
- nástupiště tramvají, metra, železnice, pozemních a visutých lanových drah musí odpovídat použitému vozovému parku.

2.4 Specifika pohybu osob se sníženou schopností pohybu

Osoby se sníženou schopností pohybu a orientace mají některé odlišnosti při pohybu, podle (5) jsou to především tyto body:

- nižší rychlost pohybu,
- snížená schopnost využití obou rukou,
- snížený horizont vidění,
- menší dosahová vzdálenost,
- větší prostorová náročnost,
- citlivější vnímání horší kvality povrchu v důsledku otřesů a nerovností s ohledem na zdravotní stav, případně vyšší věk.

2.5 Charakteristika sledovaného území

Území Prahy 2 je tvořeno částmi Nového Města, Vinohrad, Nuslí a celým obvodem Vyšehrad. Celého území se dotýká památková ochrana, vyhlášeny jsou v obvodu dvě památkové zóny

a Pražská památková rezervace. Statistické údaje jsou zachyceny v Tab. 1. Městská část Praha 2 má největší hustotu obyvatelstva ze všech městských částí. Na jejím území se rozkládají dva domovy pro seniory a jeden domov pro zdravotně postižené. Dále je v obvodu Městské části pět nemocnic, 18 základních a 13 mateřských škol.

V roce 2015 provedla Pražská organizace vozíčkářů se záštitou Městské části Praha 2 mapování přístupnosti sociálních objektů. Mapování se dotklo také domova pro seniory, ve kterém se pohybuje značný počet hůře pohyblivých lidí. Zkušenosti z provedení mapování přístupnosti objektů by podle autora mohly být využitelné pro hodnotící body fyzické náročnosti zdolávání tras, a proto bude v analytické části na zmapovaném domovu pro seniory, porovnán zanesený stav Pražské organizace vozíčkářů v mapování s každodenním provozem.

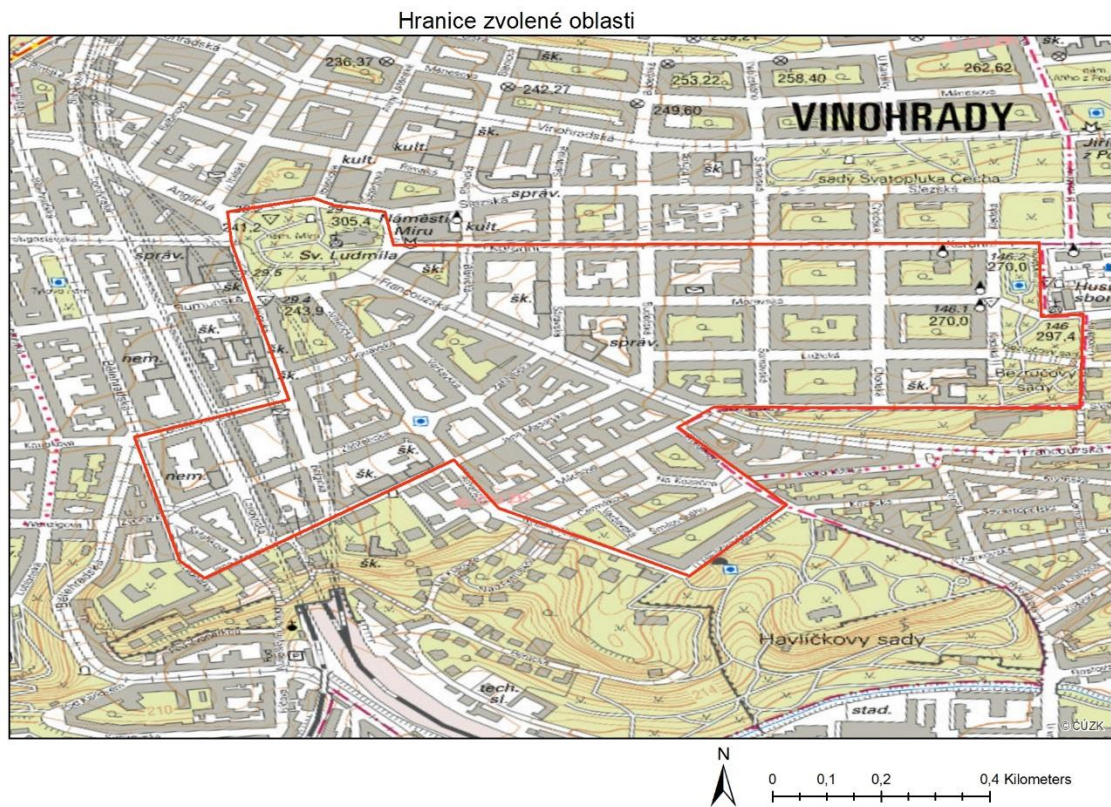
Tab. 1 Statistické údaje vybraného území

Vybrané údaje městské části Praha 2 k 31.12.2015	
Rozloha (ha)	419
Nadmořská výška maximální	265
Nadmořská výška minimální	190
Počet obyvatel	49 294
Hustota zalidnění (obyvatel/km ²)	11 778
Podíl obyvatel ve věku (%)	
0-14	12,5
15-64	71,3
65 a více	16,2

Zdroj: autor s využitím(6)

Zkoumané území, zachyceno na Obr. 2, je zvoleno s ohledem na důležitá místa pohybu osob s omezenou schopností pohybu a tvoří část území Vinohrad. Zahrnuje radnici Městské části Praha 2, ze sociální oblasti jsou to dva domovy pro seniory, jesle, ústav s paliativní péčí, nemocnice s geriatrickou péčí v Londýnské ulici, dále tři pošty, důležitý dopravní přestupní bod Náměstí Míru, kostel Svaté Ludmily. Neméně důležitou součástí každodenního života jsou

parky a dětská hřiště, nejjižněji umístěné Havlíčkovy sady, dále severně Bezručovy sady a sady Svatopluka Čecha. Vizualizace reliéfu krajiny je zachycena na Obr. 1.



Obr. 1 Zkoumané území

Zdroj: autor s pomocí dat ČUZK.

Zástavba je tvořena převážně činžovními domy z přelomu 19. a 20. století, nejnižším bodem je Náměstí Míru s nadmořskou výškou 241 m, nejvyšším bodem Bezručovy sady v úrovni Korunní ulice s nadmořskou výškou 270 m.

3 Analýza současného stavu

Analytická část vychází ze zadání návrhu metody hodnocení fyzické náročnosti tras pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace. Důraz práce bude kladen na osoby s postižením dolních končetin, seniory, pohybující se pomocí invalidních vozíků. Protože fyzické možnosti osob na vozíku jsou velmi individuální a nelze všechny obsáhnout, bude analytická část zaměřena na stanovení společných bodů při pohybu po infrastruktuře města. Tyto body, označené jako bariéry, budou na základě průzkumů kvantifikovány bodovou škálou náročnosti k jejich překonání. Ve vytvořeném síťovém grafu mohou být nasbíraná data škály náročnosti bariér zaneseny do hran a uzlů. Ke zpracování bude využit software společnosti ESRI geografického systému ArcGIS, s nábavbou Network Analyst..

3.1 Metodika kategorizace tras pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace v České republice.

Problematice mapování bariér osob se sníženou schopností pohybu a orientace se od roku 2011 věnuje pracovní skupina lidí z 23 organizací a institucí, s cílem ujasnění kritérií pro stanovení kategorizace přístupnosti objektů tak, aby vznikla jednotná metodika. Největší zkušenosti má Pražská organizace vozíčkářů (7), která organizuje projekt Přes bariéry, jež si klade za cíl podporovat osoby s hendikepem při naplňování potřeb nezávislého života. Pokud by se brala v potaz specifikace bariér dle vyhlášky 398/2009 Sb, byla by řada objektů a komunikací nepřístupná. Skupina vozíčkářů je rozdílná. Zkušený, fyzicky zdatný vozíčkář, nemá problém překonat většinu bariér uvedených ve vyhlášce. Případně ve skupině seniorů pohybujících se na invalidním vozíku v doprovodu, jsou překonatelné také překážky, jakými jsou schody a velký podélný sklon. Nejdříve vznikla kategorizace Pražské organizace vozíčkářů mapující přístupnost objektů, následně se připravila kategorizace komunikací.

Metodika Pražské organizace vozíčkářů rozděluje objekty na tři kategorie přístupnosti, podle sklonu, šířky a kvality komunikace, zachyceno na Obr. 2. Limity přístupnosti byly dle (8) odvozeny ze zkušenosti uživatelů, s ohledem na technické parametry kompenzačních pomůcek. Metodika Pražské organizace vozíčkářů, na rozdíl od vyhlášky 398/2009 Sb, definuje horizontální mezery v komunikacích, a tím další popis z pohledu vozíčkářů značně upřesňuje. Získaná trasa bude označena barevnou linií odpovídající danému stupni kategorie. Dále se

trasa označí bodovými prvky, které charakterizují problematické body, jakými jsou výškové rozdíly,

podélný a příčný sklon, zúžení, nekvalitní povrch. Posledním kategorizovaným místem jsou přechody a obecně místa pro přecházení. Důvodem rozdělení podle (8) je zabránit znehodnocení celé linie bodovým prvkem. Z pohledu autora je toto výhodné, neboť jsou vybranými piktogramy označeny problematické body na trase, navíc je lze topograficky určit. Ale při pohledu do mapy, není dle autora zřejmé, jakou směrovou orientaci v metodice POV piktogramy mají. Při hodnocení nejen fyzické náročnosti, ale také sjízdnosti trasy je dle autora podstatné určení směru výškových rozdílů.

Podle korespondence autora se zástupcem Pražské organizace vozíčkářů paní Mgr. Jaroslavou Frankovou, byla doporučena k užívání Ministerstvem pro místní rozvoj kategorizace komunikací, tak jak ji sestavila pracovní skupina pro jednotnou metodiku kategorizace přístupnosti prostředí v roce 2016. Metodika zatím nevyšla v tištěné podobě a k dispozici je pouze pracovní materiál pracovní skupiny. Podrobnému manuálu pro sběr dat se věnuje Ing. Jan Krčál, Ph.D., z fakulty dopravní ČVUT.



Obr. 2 Ukázka značení komunikace dle metodiky POV

Zdroj: (8).

3.2 Metodika kategorizace přístupnosti objektů

Kategorizace přístupnosti objektů definovaná podle (7) na základě 13 parametrů na výsledné dělení náročnosti rovněž pomocí barev na tři kategorie, zeleně objekty dosažitelné vlastními silami, případně s využitím pomoci běžně dostupné na místě. Žlutě se značí částečně přístupný objekt, přičemž v podrobném popisu objektu jsou zadané parametry, na základě kterých

lze dohledat podrobnější informace. Poslední kategorie, značená červeně, znamená objekt buď nepřístupný, nebo velmi obtížně přístupný.

3.3 Stav mapování bezbariérových tras a objektů v obcích České republiky

V České republice jsou města, která se věnují projektu mapování bezbariérovosti s ideou poskytnutí dostupnosti veřejného života také obyvatelům s omezenou schopností pohybu. Vzhledem k tomu, že mapování probíhala ještě před stanovením jednotné metodiky, používají vytvořené mapové podklady rozdílné atributy pro stanovení přístupnosti. Atributy nejsou ve velké většině součástí legendy mapy, ale náročnost je schematicky znázorněna v celé linii.

Město Třeboň

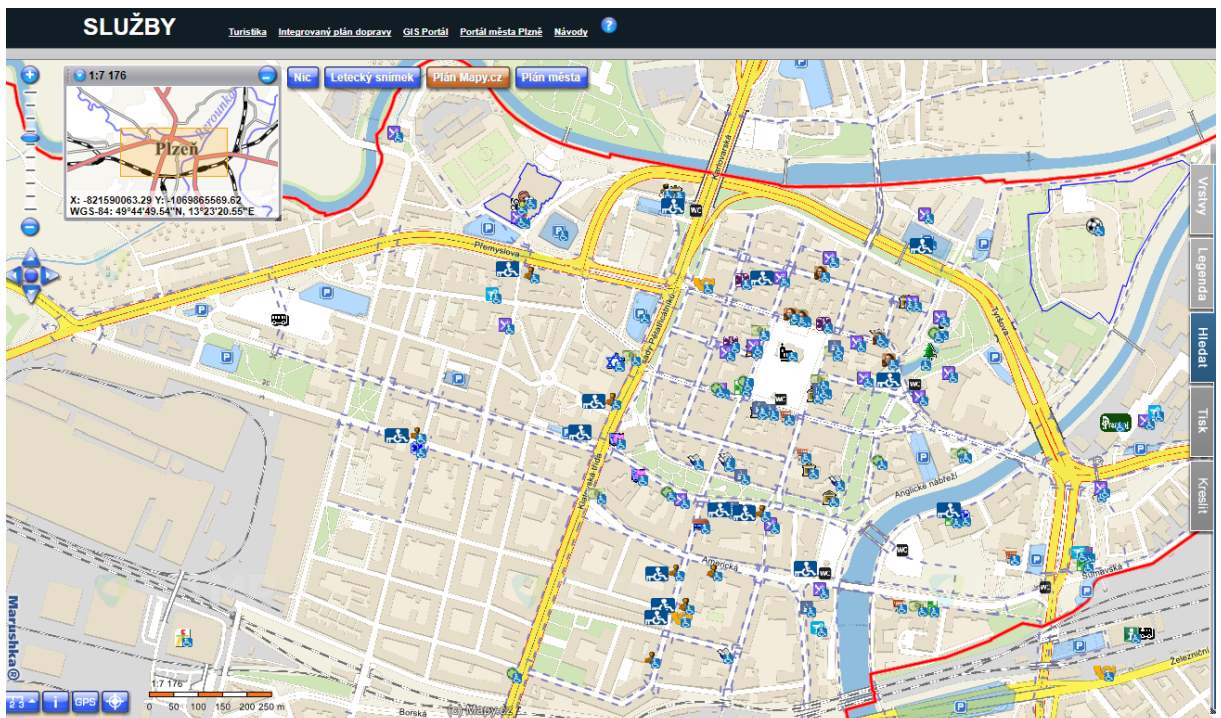
Město zveřejnilo na internetovém portálu města mapu bezbariérových tras v měřítku 1:6000. Přístupnost je dělena na tři obtížnosti v semaforovém zbarvení. Samotná mapa však zobrazuje pouze dvě krátké trasy. Jinak je věnována pozornost přístupnosti objektů.

Město Český Krumlov

Kulturní a historické město, zapsané na seznamu světového dědictví UNESCO má dostupné informace na internetových stránkách města jako velmi stručné hodnocení povrchu komunikací historického města, s podrobnějším popisem přístupu jednotlivých památek. Mapový podklad není.

Město Plzeň

Město Plzeň na svých internetových stránkách odkazuje na zpracovanou mapu města, ve které jsou zachyceny bezbariérové objekty a objekty přístupné na euroklíč, ukázka na Obr. 3. Euroklíč umožňuje přístup do veřejných prostor a technických kompenzačních zařízení jako jsou výtahy, svislé zvedací plošiny, umožňující cílové skupině osob s omezenou schopností pohybu a orientace okamžité použití. Zabrání se tak situacím, kdy například vozičkář narazí na zamčenou toaletu a musí se shánět po klíči.

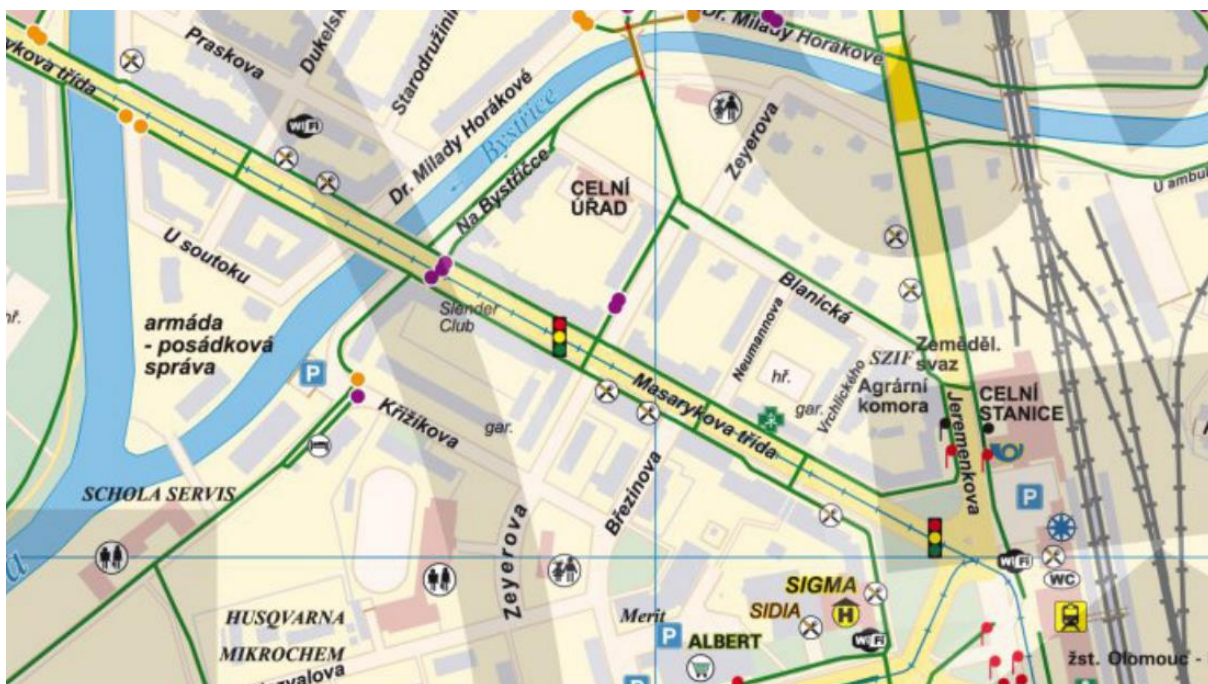


Obr. 3 Trasy pro vozíčkáře města Plzeň

Zdroj: (9) s úpravou autora.

Město Olomouc

Kulturní, historické a univerzitní město se věnuje problematice bezbariérovosti již od roku 2001 (10). Výsledkem je mapa ve formátu pdf, mapující trasy v historickém centru města a většině hlavních ulic mimo centrum, vedoucí na důležitá a navštěvovaná místa jako nádraží, výstaviště, sídliště, obchodní centra. Mapa je velmi obsáhlá a tvoří ji barevné linie a uzly odpovídající dostupnosti. Linie jsou hodnoceny z pohledu kvality povrchu na rovné, nerovné a nezpevněné. Body bariérovosti mají dvojitý hodnocení, a to překonatelné a nepřekonatelné. Z pohledu autora se na mapě ukazuje nevýhoda nejednotné metodiky. Mapa pokrývá velkou oblast města, ale neinformuje o náročnosti zvolených tras a ani o náročnosti pro jednotlivé kategorie osob s omezenou schopností pohybu. Na trase je obtížné určit sjízdnost po celé její délce. Například na Obr. 4. při trase z hlavního nádraží Masarykovou třídou jsou zobrazeny nepřekonatelné bariéry fialovou barvou a není jasné, o jaké bariéry se jedná.



Obr. 4 Bezbariérová mapa města Olomouce

Zdroj: (10) s úpravou autora.

Město Brno

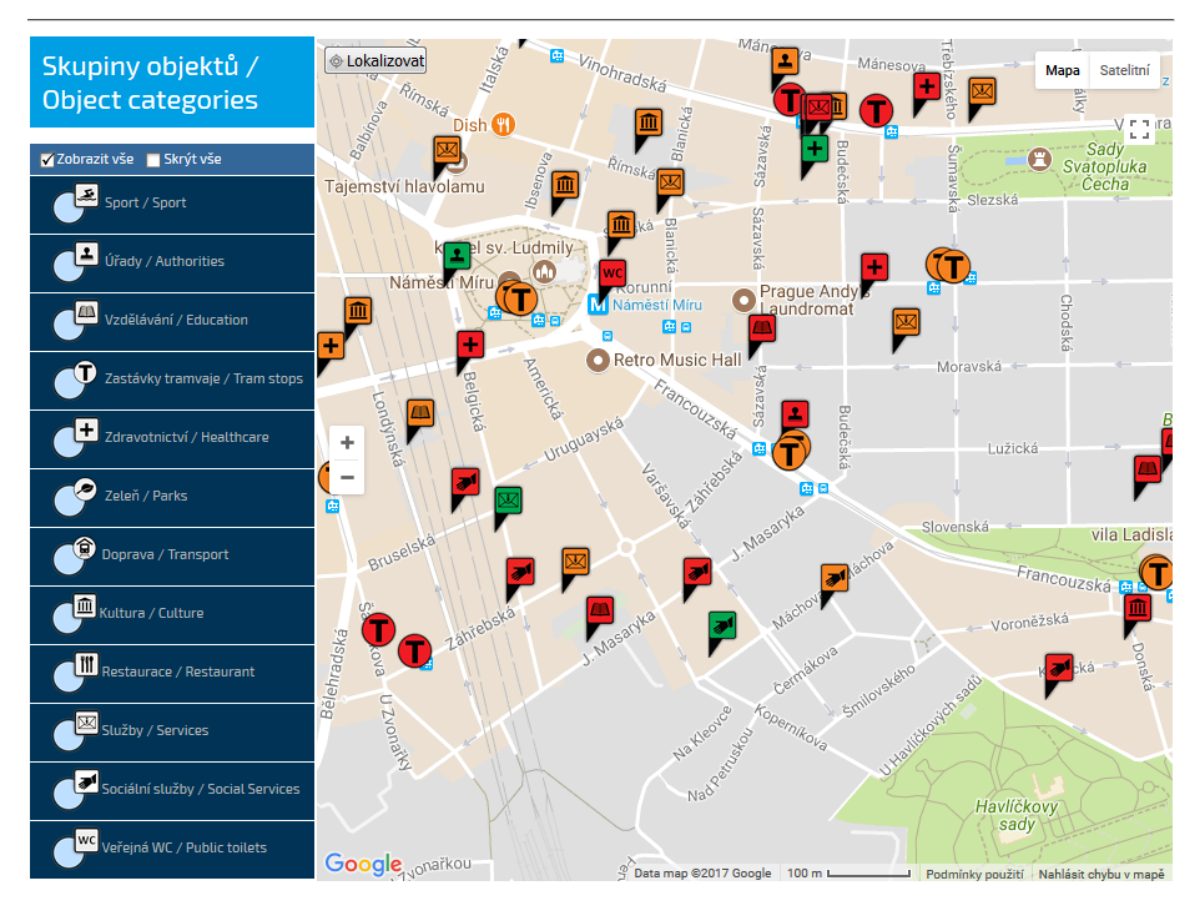
Město Brno vydalo v roce 2012 příručku pod názvem Atlas přístupnosti centra města pro osoby s omezenou schopností pohybu, jejíž součástí je klad 19 listů v měřítku 1:2 500, zobrazující centrum města a jeho blízké okolí. Listoklad mapuje přístupnost objektů se zaměřením na dopravní infrastrukturu, sociální objekty, úřady, obchodní a nákupní budovy, historické objekty. Vzhledem k velkému rozsahu pokrytí mapy, jsou zahrnuty všechny důležité body usnadňující vozíčkářům orientaci v bariérovém prostředí budov. Jednotlivé objekty zobrazené v mapě, jsou dále podrobněji popsány v legendě a je možné získat informace ohledně bariér.

Podle autora jde o komplexní, ucelené dílo, s jasným konceptem. Při vytváření publikace je zřejmá spolupráce s metodickými podklady Pražské organizace vozíčkářů, využívají se definované piktogramy a trojbodová škála přístupnosti objektů, včetně popisu definovaných omezujících bodů. Toto se týká přístupnosti objektů, v popisu tras je značení omezeno pouze na bezbariérové linky tramvajové sítě, komunikace s podélným sklonem a označení schodů v mapě. Podle názoru autora jsou takto popsané trasy nedostačující. Jednak bezbariérové tramvajové linky mohou znamenat jen nasazení bezbariérových souprav v jednotlivých spo-

jích, které z hlediska aktuálnosti dat nejsou dobře charakterizující dopravní síť. Zaznačení sklonu, bez bližšího popisu hodnoty a směru rovněž nedovolují konkrétní plánování vhodnosti trasy.

Město Praha

Pražská organizace vozičkářů vytváří s podporou Městských částí Prahy, ministerstev, firem, mapu přístupnosti objektů podle metodiky, stanovené pracovní skupinou z řad odborníků a vozičkářů. Podle autora jsou vytvořené mapové podklady velmi podrobné, včetně dalšího popisu případných bariér a omezení, a proto tyto podklady ulehčují osobám s omezenou hybností život v hlavním městě. S odkazem na (11) je v mapě zachycena řada mapovaných kategorií od sportu, přes kulturu, dopravu, zdravotnictví po sociální služby.



Obr. 5 Přístupnost objektů dle kategorií

Zdroj: (11) s úpravou autora.

Na Obr. 5 je znázorněná mapa přístupnosti objektů s rozdělením do jednotlivých kategorií, výřez mapy je zaměřen na sledovanou oblast části Prahy 2. Opět se jedná o zobrazení objektů,

bez tras. U každého objektu je po rozevření ikony bližší popis s přístupností, omezením a napojením na veřejnou infrastrukturu komunikací.

Při analýze mapovaných objektů dle Obr. 5 se autor zaměřil na ověření přístupnosti sociálního objektu v ulici Jana Masaryka 34. Objekt je znázorněn červenou ikonou bariéry charakterizující velmi špatnou přístupnost vozíčkářům. Dle podrobného popisu je zařazením do nepřístupné kategorie pravděpodobně dáno vstupními dvoudílnými dveřmi, jejichž hlavní křídlo nesplňuje rozměr dostupnější kategorie. Autor se domnívá, že rozměr jednoho křídla vstupních dveří by neměl striktně znamenat zařazení objektu do nepřístupné kategorie, ale posuzovat širší souvislosti bariér. Například u hlavních dveří do objektu je v dosažitelné vzdálenosti zařízení umožňující obousměrnou komunikaci na nonstop službu recepce v objektu, která může otevřít obě křídla dveří a vznikne průchod 128 cm široký s bezbariérovým přístupem do všech kanceláří a pokojů. Protože se jedná o domov důchodců s čilým pohybem všech skupin osob s omezenou schopností pohybu, může tato informace o nepřístupnosti na mapě působit spíše matoucím dojmem.

3.4 Stav mapování tras v extravilánu

V současné době na zpracování dostupnosti tras pro vozíčkáře pracuje Klub českých turistů. Vzhledem k tomu, že jsou zástupci Klubu českých turistů rovněž členy skupiny založené Pražskou organizací vozíčkářů, lze předpokládat používání jednotné metodiky. Klub českých turistů založil v roce 2008 sbírku k podpoře turistiky pohybově postižených občanů. Od té doby bylo zmapováno dvanáct bezbariérových tras.

V rozporu s předpokladem je však pro mapování turistických tras používána jiná metodika než definovala pracovní skupina. Trasy jsou rovněž děleny do tří kategorií obtížnosti na přístupné, částečně přístupné a obtížně přístupné, s odlišným barevným značením, modrá, červená a černá. Hlavní rozdíl vůči sjednocované metodice je především ve vypuštění značení a zohledňování bodových bariér. Celá trasa je komplexně posouzena v celé linii. Metodika dále nerozlišuje horizontální rozestupy nerovností, spár. Úplně rozdílné jsou hodnoty podélného, příčného sklonu, minimálních šířek a vertikálních schodů. Kvalita povrchu je ve dvou kategoriích na technicky zpevněné, sjízdné také za deštivého počasí a přírodní, při dešti s možností rozbahnění. Značení tras je rozdílné na značkách a mapách. Na značce je zaveden symbol vozíčkáře v barvě obtížnosti trasy. Na mapě je trasa pro vozíčkáře značena červenou čerchovanou čarou, uvedeno na Obr. 6, s upřesněním náročnosti v textové části mapy.



Obr. 6 Značení tras vozíčkářů KČT

Zdroj: (12)

Dle názoru autora je dvojí metodika se značně odlišnými hodnotami posuzování náročnosti pro vozíčkáře matoucí. Je dobré, že Klub českých turistů v rámci charitativní podpory vstřícně zpřístupňuje informovanost také pohybově hendikepovaným občanům, ale jako člen pracovní skupiny vytvářející jednotnou metodiku (8), zavedl dvojí značení s odlišnými parametry hodnocení. Autor bude dále v této diplomové práci používat pro značení tras sjízdnosti vozíčkářů v extravilánu kategorizaci dle metodiky sjednané pracovní skupinou Pražské organizace vozíčkářů. To je především zachování dělení na liniové a bodové hodnocení,

s využitím zavedených symbolů bariér a použitím definovaných hodnot hodnocených parametrů tras jakými jsou sklony, vertikální stupně, horizontální rozestupy a kvality povrchu.

Zhodnocení mapování bariérových tras

Podle názoru autora je zřejmá nejednoznačnost přístupu k hodnocení bariér a značení tras pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace. Nedostatek začíná legislativní podporou vyhlášky 398/2009 Sb, která je v souladu se směrnicí Evropského parlamentu a Rady 98/34/ES

a podle které by některé bariéry byly značeny jako nepřekonatelné, přičemž podle Pražské organizace vozíčkářů jsou překonatelné a dělí je proto na tři stupně podle obtížnosti. Technické požadavky na bezbariérové užití pozemních komunikací by měly být v souladu s možnostmi vozíčkářů. Podle autora je problematické nezahrnutí povolených horizontálních mezer v komunikacích, a tím i kvalitu povrchu.

3.5 Stanovení kategorií bariér

Autor bude pro účely práce na stanovení fyzické náročnosti tras vozíčkářů vycházet z metodiky definované kategorie přístupnosti komunikací a tras pracovní skupiny Pražské organizace vozíčkářů. K dodržení této kategorizace vede autora snaha o pokračování sjednocené metodiky a její další navazující použití při napojení mapování tras na mapování objektů.

Trasy z hlediska bariér budou rozděleny v dopravní síti na liniové bariéry podle parametrů podélného a příčného sklonu, horizontálních rozestupů, šířky průjezdu a materiálu povrchu. Zařazení do kategorie liniových bariér bude rozděleno na tři barvy. Zelená bude značit přístupnou, žlutá částečně přístupnou a červená nepřístupnou trasu pro osoby s pohybovým omezením. Přičemž žlutá a červená liniová bariéra bude označena v mapě symbolem identifikující důvody zařazení právě k této kategorii, včetně směrového vyjádření. Tento popis linií podle názoru autora umožní lepší orientaci určeným osobám a naváže na definovanou metodiku Pražské organizace vozíčkářů, aniž by ji autor změnil.

Stanovení kategorií bariér bude pro další vyhodnocení fyzické náročnosti bodově ohodnoceno, přičemž toto bodové hodnocení se projeví jako atribut v síťovém grafu, při vyhodnocení celkové náročnosti trasy.

Červená kategorie.

Značí nesjízdný, či velmi obtížně sjízdný chodník z hlediska liniové bariéry. Parametry jsou sklon větší než 8 % v neomezené délce a sklon větší než 12,5 % v délce nejvíce 9 m. Ve srovnání s vyhláškou 398/2009 Sb., která definuje největší přípustný sklon 8,33 % , je metodika v jejím souladu. Příčný sklon může být až 7 %, v podélném sklonu do 4 %, příčný sklon větší než 4 % při sklonu 4-12,5 %, naopak v tomto případě připouští vyhláška menší příčný sklon, a to nejvíce 2 %, u mostních objektů 2,5 %.

Na Obr. 7 je zachycen obtížně sjízdný chodník z důvodu povrchových bariér v délce přesahující tři metry. Hraniční vzdálenost rozlišující bodovou a liniovou bariéru je definována u sklonů a tvoří ji právě 3 m. U kvality povrchů hraniční vzdálenost dána není, přestože se kvalita povrchu rozlišuje odděleně u liniových i bodových bariér. Podle názoru autora, by hraniční délková vzdálenost 3 m měla být dána také u kvality povrchu. Jednak z důvodu lepší prostorové lokalizace a dále kvůli nezhodnocení celkové trasy. Vyhláška 398/2009 Sb. neuvádí pro pozemní komunikace a veřejná prostranství kvalitu povrchu, ani horizontální vzdálenost mezer.



Obr. 7 Příklad obtížně sjízdného chodníku

Zdroj autor

Žlutá kategorie

Podle (8) je žlutá kategorie sjízdná pro fyzicky zdatné vozíčkáře, vozíčkáře s doprovodem nebo osoby pohybující se na elektrickém vozíku. Je definována kvalita povrchu s ohledem na klimatické podmínky, se spárami nejvýše 2 cm. Spáry od 2 do 6 cm se vyznačí žlutým pikto-gramem bodové překážky. Větší spáry budou značeny červeným pikto-gramem. Podélný sklon je možný do 8 % v neomezené délce, sklony do 12,5 % do délky 9 m. Příčné sklony 7 % při největším podélném sklonu 4 %, případně 4 % při sklonu do 12,5 %. Šířka komunikace nejméně 120 cm, u bodové překážky nejméně 100 cm. Výškový rozdíl nad 2 cm opět musí být vyznačen bodovou překážkou. Příkladem zařazení komunikace do střední kategorie obtížnosti z hlediska sjízdnosti může být podélný sklon, uvedeno na Obr. 8.

Podle názoru autora je uveden zavádějící popis znamenající podmíněnost za běžných klimatických podmínek. Běžné klimatické podmínky jsou neurčitý pojem, a potom také sjízdnost komunikace je těžko určitelná. Autor by volil značení podmíněné sjízdnosti bodovým pikto-gramem v rámečku, znamenající bližší popis celkové linie.



Obr. 8 Chodník se sklonem 7,5 %

Zdroj: autor

Zelená kategorie

Označována jako dostupná trasa pro méně fyzicky zdatné, vozičkáře bez doprovodu a elektrické vozíky (8). Šířka cesty musí být minimálně 150 cm, bodově omezené na 120 cm. Podélný sklon 6 % v neomezené délce, nejvíce 8 % v délce do 9 m. Příčný sklon do 4 %. Horizontální mezery do šířky nejvíce 2 cm. Samostatně se vyskytující spáry musejí být označeny bodovou značkou. Při šířce do 6 cm žlutým trojúhelníkem, nad 6 cm červeným.

Opět je dle názoru autora uveden zavádějící popis podmíněné sjízdnosti za běžných klimatických podmínek.

3.6 Plánování tras

Současný stav plánování tras s ohledem na osoby s omezenou schopností pohybu je v České republice zatím omezený. Podporu zajišťuje Dopravní podnik hlavního města Prahy, který na svých internetových stránkách umožňuje vyhledávat spojení dopravními prostředky vhodných pro vozičkáře. Další aplikací navrženou pro usnadnění plánování pohybu vozičkářů je projekt WheelGo, který vznikl v rámci diplomové práce fakulty elektrotechnické ČVUT (13). Aplikaci je možné nahrát z portálu Google Play do zařízení pracujících na platformě Android. Po zkušební instalaci se však autorovi nepodařilo spustit ve funkční podobě.

V rámci programu „Route4all“ vzniká navigační aplikace Naviterier pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace, na kterém spolupracují společnosti CEDA, a.s. a ČVUT, s finanční podporou Technologické agentury ČR. Navigační aplikace zatím funguje ve zkušebním režimu, přičemž je zmapováno přibližně 150 km chodníkové sítě v centru Prahy (14).

3.7 Teorie grafů v dopravních úlohách

Podle (15) je možné reálné systémy dopravní praxe interpretovat pomocí schematické sítě bodů a jejich spojníc, čímž vznikne graf. Body, uzly, tvoří centra vyznačující v reálném světě například sklady, křižovatky, odběratele, dodavatele. Naproti tomu spojnice bodů, hrany, představují v reálném světě chodníky, dopravní cesty. Hrany jsou charakteristické svým ohodnocením, představující například časovou náročnost, případně kilometrovou vzdálenost mezi uzly.

Využití metod teorie grafů v této diplomové práci bude spjata s interpretací dopravní infrastruktury, chodníkové sítě, jako hrany a uzly. Hrany budou významné ohodnocením podle náročnosti pohybu po nich pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace. Uzly budou představovat místa změn hodnot hran vyjadřující například změnu stoupání, struktury, kvality povrchu, rozhraním chodníku a místa pro přecházení, vstupem do budov.

Ve schematicky znázorněné komunikační síti se pomocí teorie grafů řeší úlohy o významných cestách na grafech. Jsou jimi úlohy nalezení nejkratší cesty, nejspolehlivější cesty a cesty s maximální kapacitou (15). Pro aplikaci teorie grafů v diplomové práci je zásadní řešení úlohy.

Minimální cesta na grafu mezi zadanou dvojicí vrcholů v hranově ohodnoceném grafu představuje nalezení cesty s minimálním součtem hodnot hran (15). Hranové ohodnocení vyjadřuje v případě diplomové práce hodnotu vyjadřující fyzickou náročnost pohybu po těchto hranách.

$$\sum_{h \in m^*(u,v)} o(h) = \min_{m(u,v) \in M} \left\{ \sum_{h \in m(u,v)} o(h) \right\} \quad (1)$$

kde: h hrana,

$o(h)$...ohodnocení hrany.

Rovnice (1) vyjadřuje nejkratší cestu mezi vrcholy u a v v grafu $G=(V,X,p)$, pro níž je cesta $m^*(u,v) \in M$

K algoritmům vyhledávajícím nejkratší cesty na ohodnocených neorientovaných grafech patří Dijkstrův algoritmus. Algoritmus sestává ze dvou fází. Nejdříve je proběhne nalezení nejmenší hodnoty cesty, následně se dohledávají vrcholy a hrany splňující nejmenší hodnotu cesty. Podmínkou je použití kladných ohodnocených hran, což v případě fyzické námáhavosti je splněno.

4 Shrnutí analytických poznatků a nástin dalšího řešení

Úkolem analytické části projektu bylo stanovení a zhodnocení překážek při pohybu osob s omezenou schopností pohybu a orientace dopravních komunikacích určeným chodcům v obcích a mimo obce v rámci České republiky. Výstupem z analytické části se jednak ukázala dosavadní nejednotnost popisu bariér. V roce 2016 však vznikl základní dokument pracovní skupiny Pražské organizace vozíčkářů, snažící se sjednotit a zavést jednotnou metodiku, zabývající se pohybem především vozíčkářů. Na metodice se podílela pracovní skupina z řad odborníků a vozíčkářů.

Současný stav tras s dostupností vozíčkářům je především v rukou obecních zastupitelů, kteří prosadili mapování svých městských částí. Výstupem jsou informace o přístupnosti objektů a v ojedinělých případech též základní popis tras pro přístup vozíčkářům. Jednotnost informací byla dána přístupem jednotlivých měst k postupu zpracování. Z pohledu plánovacích aplikací, které umožňují orientaci vozíčkářům v dopravní síti, vznikl v rámci diplomové práce aplikace WheelGo, kterou se zabýval Martin Nuc a dále projekt Route4all, zatím však fungující v omezeném rozsahu.

Autor na základě analytické části zachycující současný stav mapování překážek v komunálních síti chodců se zaměří na využití těchto informací k popisu jejich překonávání a fyzické náročnosti. Důležité je zachovat jednotnou metodiku, kterou definovala pracovní skupina Pražské organizace vozíčkářů. Cílem práce bude definovat atributy komunální sítě umožňující plánování tras vozíčkářům a obecně osobám s omezenou schopností pohybu, v této síti. Plánování bude zohledňovat fyzickou náročnost trasy. Autor demonstruje výstup práce na zvolené oblasti s využitím geografického informačního systému ArcView, s nástavbou Network Analyst.

5 Metodika sběru a zpracování dat

Metodika zpracování spočívá ve vytvoření modelu chodníkové sítě v geografickém informačním systému Arcview s nástavbou network analyst. Vstupní data budou získána pomocí dotazníkového šetření s uživateli kompenzačních pomůcek, a to jak přímo osobami s omezenou schopností pohybu, zároveň také s jejich doprovodem. Tímto se autor domnívá, že získaná vstupní data budou mít větší odpovídající hodnotu nejen v získání přehledu o fyzické náročnosti, ale také vlastního pohodlí při přejezdu různých povrchů a preferenci uživatelů, které by při využití jiné metody šlo obtížně získat. Jinou metodou by mohlo být například sledování fyzikálních veličin jako spotřeby elektromotoru při jízdě do kopce.

5.1 Geografické informační systémy – GIS

Geoinformační technologie popisují vztah prostorových informací Země ve spojení informačních technologií a slouží k získávání, zpracování, analýze, distribuci a vizualizaci dat. Jednou podskupinou geoinformačních technologií jsou geografické informační systémy. Tyto používají geografická data k získání a prezentaci informací pro další rozhodování. Pod touto definicí si lze představit například část dopravní infrastruktury reálného světa, převedené do dopravní sítě a pomocí informačních technologií zajišťující vizualizaci optimálního toku v síti.



Obr. 9 Dopravní infrastruktura v GIS

Zdroj: autor

Na Obr. 9 je zachycena situace zpracovaných geografických dat pomocí geografických informačních systémů a jejich prezentaci pomocí programového řešení firmy ESRI.

5.2 Datové modely gis

Datové modely geografických systémů musí popsat reálný svět, především svou prostorovou polohu a vlastnosti nepřímo související s geometrickým vyjádřením, atributy, jakými mohou být materiál modelu, jméno, typ. Atributy lze k jednotlivým prvkům modelu přiřadit pomocí atributové tabulky tvořící řádky a sloupce, které umožňují pomocí základních matematických operací, případně s využitím programovacího jazyka basic a python vytváří vzájemné vztahy. Tohoto lze velmi dobře využít při převodu bodového hodnocení fyzické závislosti pohybu s kompenzačními pomůckami v závislosti na jakosti a prostorové vazbě prostředí na vizuální výstup, odlišující vhodné bezbariérové trasy. Ukázka atributové tabulky je na Obr. 10

FID	Shape	Id	Sklon	Povrch	Prechod	Prechaze	Sklon To F	Namaha	Bariera Hr	Bariera B	Komentar	H	delka
0	Polyline	0	0	0	0	0	0	5,793843	0	0		0	5,793843
1	Polyline	0	0	0	0	0	0	13,964414	0	0		0	13,964414
2	Polyline	0	0,037656	0	0	0	0	55,112098	0	0		2	53,112098
3	Polyline	0	0	0	0	0	0	30,580584	0	0		0	30,580584
4	Polyline	0	0	0	0	0	0	2,583726	0	0		0	2,583726
5	Polyline	0	0,048276	0	0	0	0	21,714196	0	0		1	20,714196
6	Polyline	0	0,066377	0	0	0	0	224,915289	0	0		14	210,915289
7	Polyline	0	0	0	1	0	0	44,08083	1	0		0	19,165578
8	Polyline	0	0	0	0	0	0	4,855673	0	0		0	4,855673
9	Polyline	0	0	0	1	0	0	25,868832	1	0		0	11,247318
10	Polyline	0	0	0	1	0	0	29,843555	1	0		0	12,975459
11	Polyline	0	0,022212	0	0	0	0	92,04171	0	2		2	90,04171
12	Polyline	0	0,058317	0	0	0	0	92,484837	0	0		7	87,388563
13	Polyline	0	0,022692	1	0	0	0	178,272306	1	0		2	88,136153
14	Polyline	0	0,038813	0	0	0	0	160,587853	0	0		6	154,587853
15	Polyline	0	0,047373	0	0	0	0	66,327826	0	0		3	63,327826
16	Polyline	0	0,058407	0	0	0	0	72,484986	0	0		4	68,484986
17	Polyline	0	0,076548	0	0	0	0	56,254904	0	0		4	52,254904
18	Polyline	0	0,057705	0	0	0	0	73,317922	0	0		4	69,317922
19	Polyline	0	0,038817	0	0	0	0	53,523833	0	0		2	51,523833
20	Polyline	0	0,035654	0	0	0	0	58,094275	0	0		2	56,094275
21	Polyline	0	0	0	0	0	0	42,206838	0	0		0	42,206838
22	Polyline	0	0	0	0	0	0	22,608009	0	0		0	22,608009
23	Polyline	0	0,047035	0	0	0	0	22,260956	0	0		1	21,260956
24	Polyline	0	0,081744	0	0	0	0	92,633138	0	0		7	85,633138
25	Polyline	0	0,07168	0	0	0	0	119,606579	0	0		8	111,606579
26	Polyline	0	0,048994	1	0	0	0	418,210286	1	0		10	204,105143

Obr. 10 Atributová tabulka GIS

Zdroj: autor

Mezi dva podporované datové formáty patří rastrová a vektorová data. Rastrová data jsou rozdělena na jednotlivé základní body, pixely. Pixely mají jeden atribut. Využití rastrových dat je v popisu vlastností celého prostoru jednotlivými buňkami, vytvářející tak spojitý přehled o ploše. Například výškový model terénu.

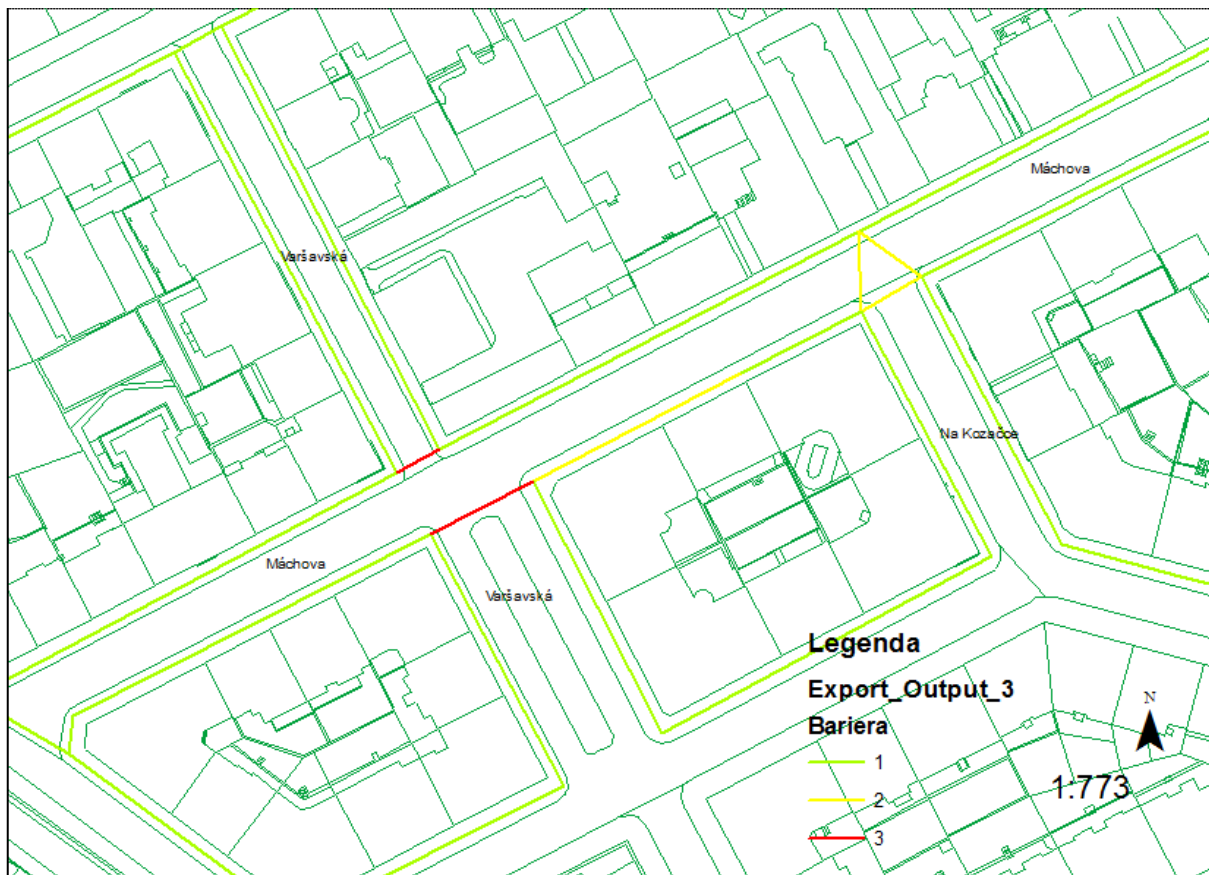
Vektorová data jsou reprezentována vektory. Modely sestávající z vektorů jsou bod, linie a plocha. Popisné informace reprezentuje atributová tabulka využívající možnosti popisu s množstvím sloupců. Neomezuje se tedy pouze na jeden atribut. Vektorový model má stejné vlastnosti v celém svém ohraničeném rozsahu. Využití vektorových modelů je například v popisu dopravní liniové infrastruktury.

5.3 Tvorba mapových podkladů chodníkové sítě v GIS

Ke zpracování byl využit podklad Základní mapy České republiky v souřadnicovém systému S-JTSK v Křovákově zobrazení, dostupný z webové služby ČÚZK.

Základním prvkem pro další zpracování v rozšíření network analyst je vytvoření chodníkové sítě, ke které se pomocí atributové tabulky přiřadí potřebná data pro analýzy a výpočty. Tato

chodníková síť je reprezentována středovou linií, znázorňující střed chodníku, jako základní trajektorii pohybu osob.



Obr. 19 Ukázka vyznačení bariér

Zdroj: autor

5.4 Stanovení fyzické náročnosti

Po stanovení překážek pohybu v kapitole 3.5 bylo pro další zpracování nutné bodově kvantifikovat náročnost jejich překonávání. Jako rozhodující atributy stanovení fyzické náročnosti pohybu infrastruktury chodců v intravilánu byly určeny hodnoty podélného sklonu, jakosti povrchů a míst pro přecházení. Cílem dotazníku je bodově určit fyzickou náročnost pohybu po komunikacích pro chodce pro jednotlivé kategorie osob, dělených pro účely práce na vozíčkáře pohybující se vlastní silou, pomocí elektrického vozíku, aktivní doprovod vozíčkářů a hendikepované využívající k pohybu hole. Pro vyhodnocení fyzické náročnosti proběhlo formou dotazníku. Dotazník byl vytvořen a zveřejněn pomocí aplikace Forms společnosti Google. Autor vybral dotazníkovou formu k získání potřebných podkladů z hlediska subjektivního pohledu fyzické náročnosti.

Hodnocení podélného sklonu

Podélný sklon navazuje hodnoty intervalů určené Pražskou organizací vozíčkářů pro neomezenou délku komunikací v hodnotách 6 %, 8 % a více. Tyto intervaly jsou pro podrobnější specifikaci fyzické náročnosti dále rozčleněny na intervaly sklonů body 2 %, 4 %, 12 % a 16 %. Bylo stanoveno celkem 6 intervalů. Bodově je fyzická náročnost těchto intervalů ohodnocena škálou 1 až 4.

Hodnocení příčného sklonu

Příčný sklon byl hodnocen kvůli obtížnému posouzení rozlišení sklonů mezní hodnotou 6 %. Sklony nižší než tato hodnota jsou akceptovatelné, vyšší náročné. Obecně příčný sklon zatěžuje vozíčkáře při pohybu stáčením invalidního vozíku ve směru sklonu, vozíčkář tak musí více zatěžovat stranu těla po svahu, aby sjíždění vyrovnal.

Hodnocení jakosti povrchu

Jakost povrchu komunikací s ohledem na fyzickou náročnost byla zaměřena na horizontální rozestupy mezer. Mezery byly vybrány jednak pravidelné, často používané dlažební kostky různých velikostí, panelová cesta s vertikální nepravidelností, dále nepravidelné horizontální mezery dané především povrchovými vadami komunikace. Mimo horizontální rozestupy byl zohledněn také druh povrchu na hladký, utužený s kamínky drobné frakce, hlinito- kamenitý povrch a také neudržovaný povrch pokrytý tlejícím listím. Bodové hodnocení je bodovou škálou 1 až 4.

Hodnocení míst pro přecházení

Místa pro přecházení z pohledu fyzické namáhavosti zohledňují napojení komunikace pro chodce na silniční komunikaci, kvalitu povrchu, překážky jakými jsou tramvajové koleje a příčný sklon. Bodové hodnocení je ve škále 1 až 3.

Hodnocení bodových překážek

Tento atribut vychází z metodiky hodnocení bariér Pražské organizace vozíčkářů zohledňující překážky v délce 3 m. Metodika hodnocení bariér je v souladu s fyzickým hodnocení náročnosti pohybu po komunikacích, proto je charakteristika bodových překážek stanovena jednak lokální vady komunikací a dále na doplnění předchozího hodnocení míst pro nájezdy a sjezdy míst pro přecházení. Bodové hodnocení je škálou 1 až 3.

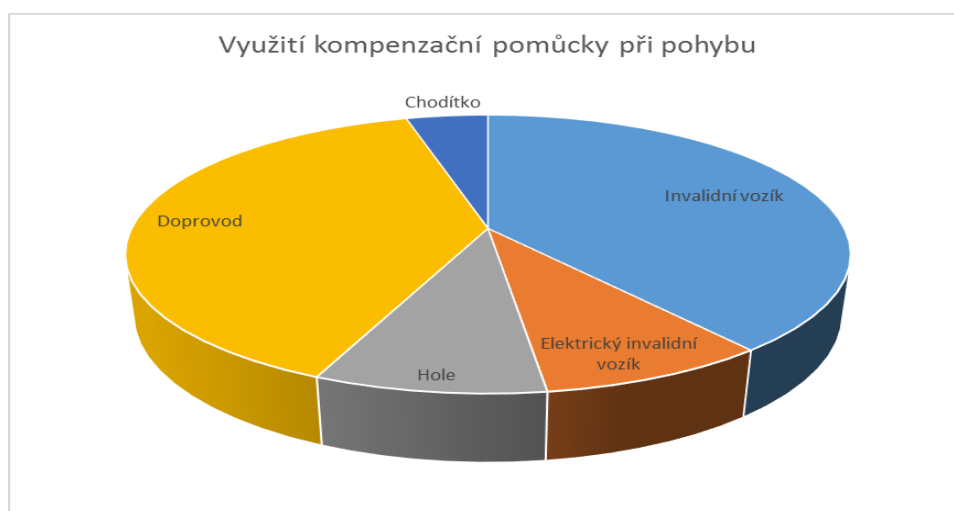
5.5 Vyhodnocení dotazníku fyzické náročnosti

Dotazník byl vytvořen pomocí internetové aplikace Google forms a následně zveřejněn v průběhu měsíce ledna 2018 a data byla sbírána po dobu dvou měsíců. Odkazy na dotazník byly rozeslány organizacím podporující zájmy vozíčkářů. Rovněž proběhla konzultace s výrobcem kompenzačních pomůcek firmou Meyra.

Celkem bylo zaznamenáno 22 odpovědí. Odpovědi byly statisticky zpracovány a následně vyhodnoceny a shrnuty ve formě tabulek. Zastoupení jednotlivých kategorií osob s omezením pohybu a orientace udává Obr. 10.

Ve vyhodnocení dat byly hodnoty rozptylu u skupiny vozíčkářů značně rozptýlené, což ukazuje na obtížnou zobecňující definici hodnot námahy. Pro jedny vozíčkáře neznámá ani členitý povrch a vysoký obrubník větší problém a pro jiné je obtížně zdolatelná kratší vzdálenost na kvalitním asfaltovém povrchu v rovině. Vzhledem k tomuto rozptylu bylo nutné doplnění statistického souboru dalšími hodnotami, proto byl pro zpřesnění výsledků proveden pohovor s dotazníkem s pracovníky Centra sociálních služeb Praha 2. Výsledky bodů z těchto interview vykazovaly menší variační koeficient hodnot výsledků. Pracovníci Centra sociálních služeb Praha 2 jsou primárně zaměřeny na skupinu vozíčkářů seniorů, proto jde o aktivní doprovod vozíčkáře a fyzická náročnost spadá především na tento doprovod.

Pro další vyhodnocení fyzické náročnosti bude práce zaměřena na skupinu vozíčkářů, pro které představují bariéry a fyzická námaha zásadní problém.



Obr. 11 Zastoupení kategorií kompenzačních pomůcek

Zdroj: autor

Hodnocení podélného sklonu

Výsledky hodnot bodů dotazníku, uvedeného v příloze PŘÍLOHA A, byly vyhodnoceny pro dvě nejvíce zastoupené kategorie osob s omezením pohybu a orientace odděleně. Byly vybrány kategorie doprovodu vozíčkářů a vozíčkářů bez elektrických vozíku. Tyto kategorie spolu souvisejí a budou tak mít odpovídající hodnotu hodnocení náročnosti pohybu, včetně vzájemně odpovídajících bariér. Při zahrnutí osob využívajících elektrický invalidní vozík, by došlo ke zkrácení vyhodnocení fyzické náročnosti ve zkoumaném souboru. Zastoupení jednotlivých kategorií osob s omezenou pohyblivostí je znázorněn na Obr. 11. Při odděleném zpracování bylo možné porovnat rozdílné pohledy na fyzickou náročnost pohybu vozíčkářů a aktivního doprovodu.

V tabulce Tab. 2 je znázorněno vyhodnocení fyzické namáhavosti zdolávání jednotlivých sklonů jako bezrozměrná veličina, daná průměrem hodnot odpovědí známkou 1 (nejmenší námaha) až 4 (samostatně nesjízdné). Dále je v uvedena odpověď na otázku, jak velkou zájždku by vozíčkář byl ochotný podniknout v trase o menším sklonu.

Tab. 2 Statistické vyhodnocení souboru hodnot dotazníku vozíčkářů

Sklon		Průměr	Průměrná odchylna	Modus	Medián	Rozptyl
stoupání	2%	1,44	0,59	1,00	1,00	0,53
klesání	2%	1,44	0,69	1,00	1,00	1,03
objížďka v metrech	2%	66,67	22,22	50,00	50,00	625,00
stoupání	4%	1,78	0,69	2,00	2,00	0,94
klesání	4%	1,56	0,74	1,00	1,00	1,03
objížďka v metrech	4%	105,56	41,98	100,00	100,00	3402,78
stoupání	6%	2,00	0,44	2,00	2,00	0,75
klesání	6%	2,11	0,81	2,00	2,00	1,11
objížďka v metrech	6%	150,00	100,00	50,00	100,00	20625,00
stoupání	8%	2,44	0,72	2,00	2,00	0,78
klesání	8%	2,44	1,04	2,00	2,00	1,53
objížďka v metrech	8%	138,89	54,32	100,00	100,00	3611,11
stoupání	12%	3,11	0,59	3,00	3,00	0,86
klesání	12%	2,56	0,81	3,00	3,00	1,03
objížďka v metrech	12%	216,67	125,93	200,00	200,00	28750,00
stoupání	16%	3,11	0,59	3,00	3,00	0,86
klesání	16%	2,67	0,67	3,00	3,00	0,75
stoupání	16%	261,11	159,26	500,00	200,00	34861,11

Zdroj: autor

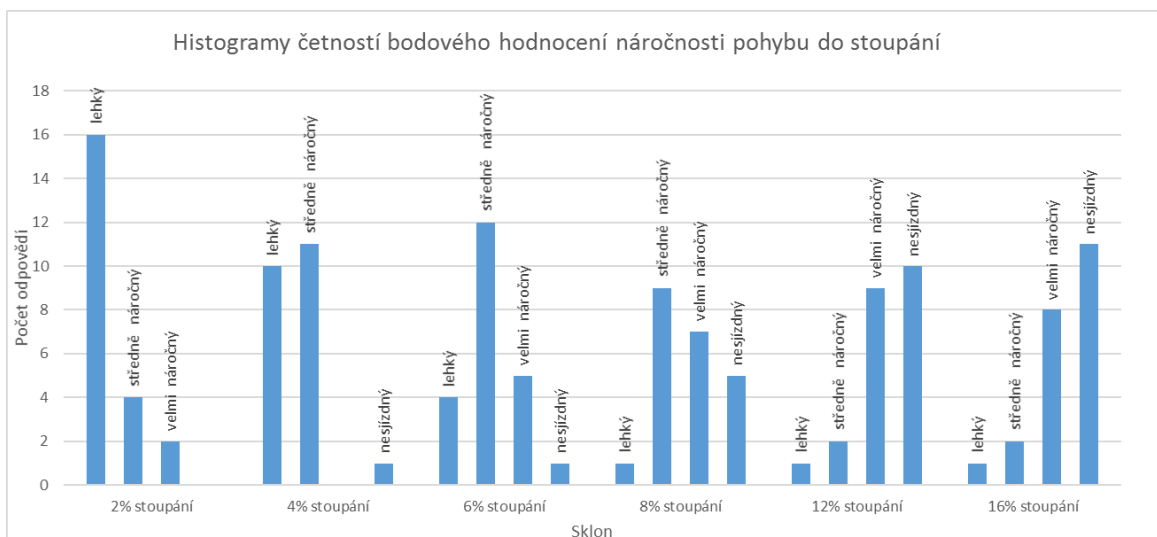
Druhá skupina osob s omezením pohybu je doprovod vozíčkářů. Aktivní doprovod, především v doprovázení kategorie osob seniorů, je odkázán pouze na vlastní fyzické schopnosti. Variační rozptyl uvedený v Tab. 3 vykazuje menší hodnoty než v případě skupiny vozíčkářů. Toto ukazuje na menší míru subjektivního zatížení. Rozdílná fyzická kondice ovlivňuje stále hodnoty uvedené ve vyhodnocení, ale menší mírou než omezená pohyblivost dána zdravotním omezením.

Tab. 3 Statistické vyhodnocení souboru hodnot dotazníku aktivního doprovodu

Sklon		Průměr	Průměrná odchylka	Modus	Medián	Rozptyl
stoupání	2%	1,31	0,47	1,00	1,00	0,40
klesání	2%	1,08	0,14	1,00	1,00	0,08
objížďka v metrech	2%	69,23	23,67	50,00	50,00	641,03
stoupání	4%	1,54	0,50	2,00	2,00	0,27
klesání	4%	1,31	0,43	1,00	1,00	0,23
objížďka v metrech	4%	92,31	52,07	50,00	50,00	4102,56
stoupání	6%	2,23	0,59	2,00	2,00	0,53
klesání	6%	1,69	0,75	1,00	1,00	0,73
objížďka v metrech	6%	69,23	23,67	50,00	50,00	641,03
stoupání	8%	2,92	0,71	2,00	3,00	0,74
klesání	8%	2,54	0,89	2,00	2,00	1,10
objížďka v metrech	8%	219,23	129,59	100,00	200,00	28141,03
stoupání	12%	3,38	0,66	4,00	4,00	0,59
klesání	12%	3,15	0,65	3,00	3,00	0,64
objížďka v metrech	12%	257,69	149,11	200,00	200,00	32019,23
stoupání	16%	3,46	0,66	4,00	4,00	0,60
klesání	16%	3,31	0,85	4,00	4,00	0,90
objížďka v metrech	16%	342,31	169,82	500,00	500,00	33269,23

Zdroj: autor

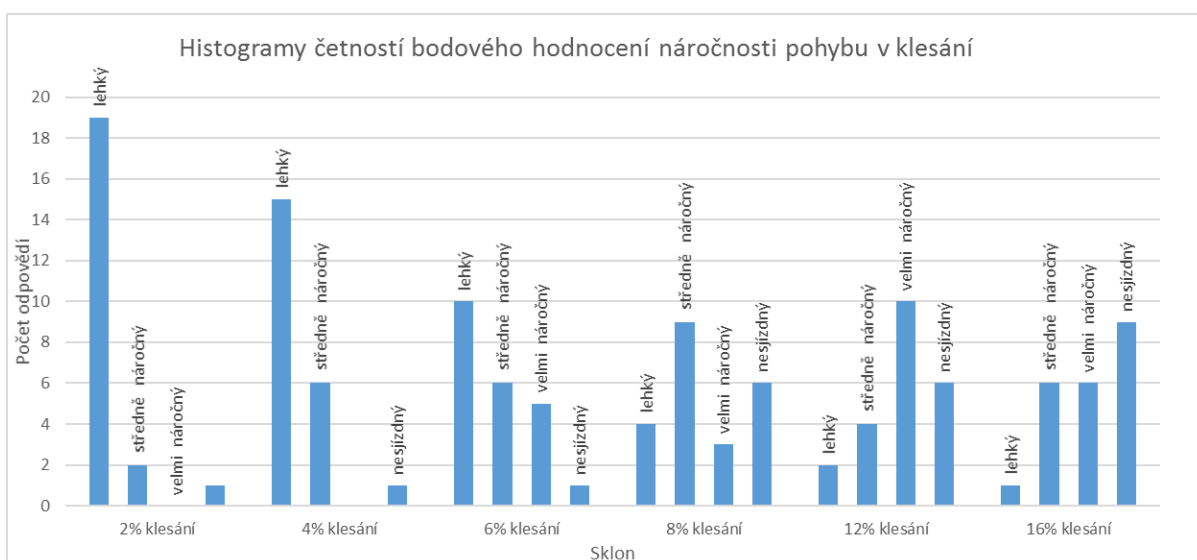
Výsledná hodnota atributu podélného sklonu pro zpracování v geografickém informačním systému byla stanovena jako násobek sklonu a délky úseku s tímto sklonem. Histogramy četností odpovědí náročnosti zdolávání sklonu ve stoupání, pro kategorii osob pohybujících se na invalidním vozíku, zachycuje Obr. 12.



Obr. 12 Histogramy četností odpovědí pohybu do stoupání

Zdroj: autor

Na Obr. 13 je zachycen histogram četností pohybu pro jednotlivé sklony. Pohyb po svahu je pro vozíčkáře, případně jejich doprovod méně náročný. Přesto u velkých hodnot sklonů je zapotřebí značné námahy pro intenzivní brzdění.

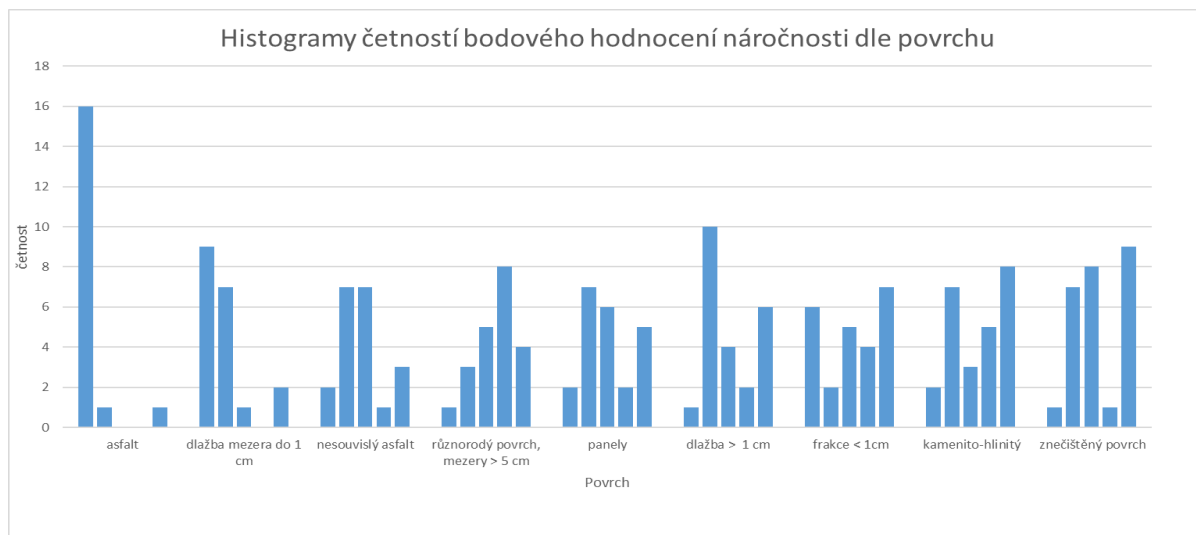


Obr. 13 Histogram četností odpovědí pohybu v klesání

Zdroj: autor

Hodnocení kvality povrchu

Kvalita povrchu se na fyzické námaze vozíčkářů projevuje značnou mírou. Na Obr. 14 je zachycen histogram četností odpovědí fyzické namáhavosti pohybu po různém druhu povrchů.



Obr. 14 Histogram četností odpovědí hodnocení kvality povrchu

Zdroj: autor

Kvalita povrchu je stejně jako podélný sklon hodnocený čtyřbodovou klasifikací, kde 1 znamená nejvíce kvalitní povrch a 4 nejhůře.









Tab. 4 Statistické vyhodnocení souboru hodnot kvality povrchu

Povrch	Průměr	Průměrná odchylka	Modus	Medián	Rozptyl
hladký asfalt	1,06	0,11	1,00	1,00	0,06
dlažební kostky s mezerou <1 cm	1,53	0,56	1,00	1,00	0,39
různé asfaltové povrchy, 2/3 souvislý	2,41	0,67	3,00	2,00	0,63
různorodý nesouvislý povrch, mezery nad 5 cm	3,18	0,78	4,00	3,00	0,90
betonové panely, horizontální a vertikální mezery 2 cm	2,47	0,73	2,00	2,00	0,76
dlažební kostky s mezerou >1 cm	2,41	0,65	2,00	2,00	0,63
kamenitá frakce do 1cm	2,41	1,09	1,00	3,00	1,51
nesouvislý kamenito-hlinitý povrch	2,65	0,92	2,00	2,00	1,12
souvislý, neudržovaný znečištěný povrch	2,53	0,62	3,00	3,00	0,51

Zdroj: autor

Překvapením bylo stanovení namáhavosti, dané zanedbáním pravidelné údržby komunikací, konkrétně úklidem. Směs zbytků posypového materiálu, tlejícího listí a větviček stromů dokáže přivodit vozíčkářům problémy v každodenním pohybu. Výsledná hodnota náročnosti pohybu po různém druhu povrchů je stanoven jako násobek aritmetického průměru k délce úseku s tímto povrchem. Statistické vyhodnocení kvality povrchu je uvedeno v Tab. 4 a vyhodnocení míst pro přecházení v Tab. 5.

Hodnocení jakosti povrchu

Povrch	popis	hodnocení	Povrch	popis	hodnocení
	hladký povrch, asfalt	1,06		dlažební kostky s vertikálními a horizontálními mezerami většími než 1 cm.	2,41
	dlažební kostky s horizontálními mezerami do 1cm	1,53		betonové panely, horizontální a vertikální rozestupy větší než 1 cm	2,47
	různorodý nesouvislý povrch	2,41		nesouvislý kamenito-hlinitý povrch	2,65
	kamenitý nepevněný povrch, drobná frakce	2,41		různorodý nesouvislý povrch s horizontálními mezerami přesahujícími 5 cm	3,18

Obr. 15 Hodnocení jakosti povrchu z pohledu fyzické namáhavosti

Zdroj: autor

Na Obr. 15 je v přehledové tabulce uvedeno přiřazení koeficientů fyzické namáhavosti při zdolávání zobrazených povrchů.

Hodnocení míst pro přecházení

Místa pro přecházení jsou specifická složením ze dvou částí, a to vozovkou a místem sjezdu/výjezdu na komunikaci pro chodce. Proto hodnocení probíhalo v rámci jednotlivých míst pro přecházení odděleně pro přechod vozovky a nájezdovou část. Samotné místo pro přecházení bylo hodnoceno trojbodovou škálou. Dle názoru autora, byly obrubníky nad 5 cm sjízdné s doprovodem a nesjízdné pro vozíčkáře. Proto bude zvolena 3 stupňová škála fyzické náročnosti, dána součinem přechodu komunikace a sjezdu na chodník. Samostatně bude brána v úvahu bodová překážka nesjízdná pro vozíčkáře. Tímto bude odstraněn nesjízdný bod vozíčkářů, ale akceptována namáhavost sjízdných přechodů. V rámci hodnocení přechodů bylo také zahrnuto ohodnocení příčného sklonu hodnotou 6%.

Tab. 5 Statistické vyhodnocení souboru míst pro přecházení

Místo pro přecházení	Průměr	Průměrná odchylka	Modus	Medián	Rozptyl
příčné nerovnosti	2,00	0,57	2,00	2,00	0,62
obrubník <2 cm	1,43	0,49	1,00	1,00	0,26
příčný sklon	1,14	0,27	1,00	1,00	0,29
sklon < 1:8	1,07	0,13	1,00	1,00	0,07
nekvalitní povrch	1,57	0,49	2,00	2,00	0,26
sklon > 1:8	1,43	0,49	1,00	1,00	0,26
hladký povrch	1,21	0,34	1,00	1,00	0,18
obrubník > 5cm	2,29	0,61	2,00	2,00	0,53

Zdroj: autor

Celkový koeficient fyzické námahy

Pro další zpracování pomocí síťové analýzy programů GIS, je nutné doplnit ohodnocení síťového grafu sítě komunikací pro chodce ohodnocením pomocí atributů. Hlavním atributem pro rozlišení fyzické namáhavosti každé hrany bude brána suma součinu průměrů ohodnocení podélného sklonu, kvality povrchu a místa pro přecházení, s délkou hrany. Výsledné číslo

bude udávat hodnotu atributu fyzické namáhavosti, čímž bude možné rozlišit méně a více namáhavé cesty po grafu chodníkové sítě.

Výstupní hodnoty dotazníků ukazují svým značným rozptylem na skutečnost, že definovat fyzickou namáhavost zdolávání překážek je velmi individuální. Pro někoho je problém zdolat 2% sklon na hladkém povrchu, kdežto zdatný vozičkář nemá problém vyjet i vyšší obrubníky. Proto je pro ohodnocení hrany brána v potaz průměrná hodnota výsledků ohodnocení. Na tabulku se lze dívat také z pohledu nepohodlí, které například rozdílné povrchy představují při pohybu na vozíku a které uživatelé invalidních vozíků preferují. Například jízda na invalidním vozíku po nekvalitní dlažbě je pro vozičkáře velmi nepříjemná z důvodů neustálých otřesů.

Výsledný vzorec pro hodnocení namáhavosti povrchu je dán součiny délky úseků s koeficienty získanými z dotazníků pro sklon, místa přecházení a jakost povrchu.

5.6 Návrh modelu chodníkové sítě

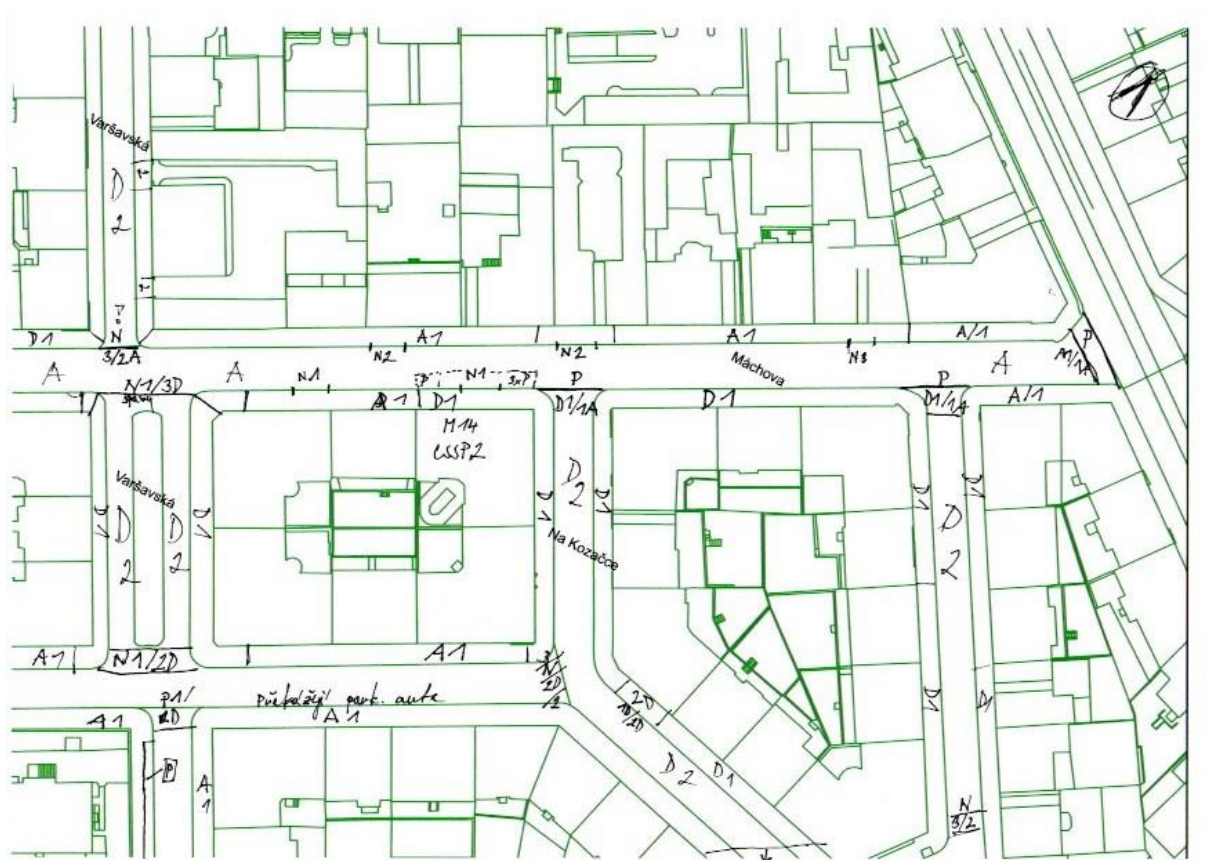
Pro určení fyzické namáhavosti pohybu osob s omezenou schopností pohybu a orientace je nutné získaná data přiřadit k chodníkové síti, po které se budou osoby pohybovat. Tato síť je odlišná od silniční sítě a má svá specifika v rozdílných šířkách, doprovodné vegetaci, různorodém materiálu povrchu, údržbě, zimním ošetření, místech pro přecházení. Chodníkovou sítí je nutné s tímto ohledem vytvořit a specifika do ní zanést jako součást bariér, sloužící následně v geografickém informačním software k určení fyzické náročnosti pohybu po této infrastrukturu.

Terénní měření

Terénní měření slouží ke sběru informací o stavu chodníkové sítě ve zkoumané oblasti a bylo provedeno zákresem atributů do předem vytvořené sítě. Kategorizace byla v mapě zachycena pomocí symbolů, které se zapisovaly pro jednotlivé homogenní úseky. Kategorie jakosti povrchů podle namáhavosti jsou označeny počátečním písmenem materiálu povrchu a číslicí, v závislosti na horizontálních spárách a homogenity povrchu, číslicemi 1 až 3. Stejnou kategorizací jsou označena místa pro přecházení, kde navíc je rozlišeno písmeny P místo, označené dopravním značením a písmeny N, bez dopravního značení. Dále je přidána číslice podle sklonu sjezdu mezi chodníkem a místem pro přecházení. Hodnota číslice vychází definice bodových bariér. Ukázka listu záznamu je na Obr. 16.

Pro účely práce je přesnost dostatečná a především mnohem méně časově náročná než přesné měření s nivelačním přístrojem.

Z terénního měření je pro každou stranu ulice stanoven úsek chodníku s homogenními parametry kvality povrchu a sklonu. Do protokolu z měření je tento úsek vyznačen příčnými čarami v chodníkové síti a odpovídající sklon doplněn zakreslených objektů a čísel popisných. Do protokolu měření jsou zapisovány také bariéry omezující pohyb vozíčkářů, dle hodnot stanovených v kapitole 3.5. Z těchto překážek bude sestavena mapa bariér zkoumané oblasti.



Obr. 16 Záznam z terénního mapování

Zdroj: autor

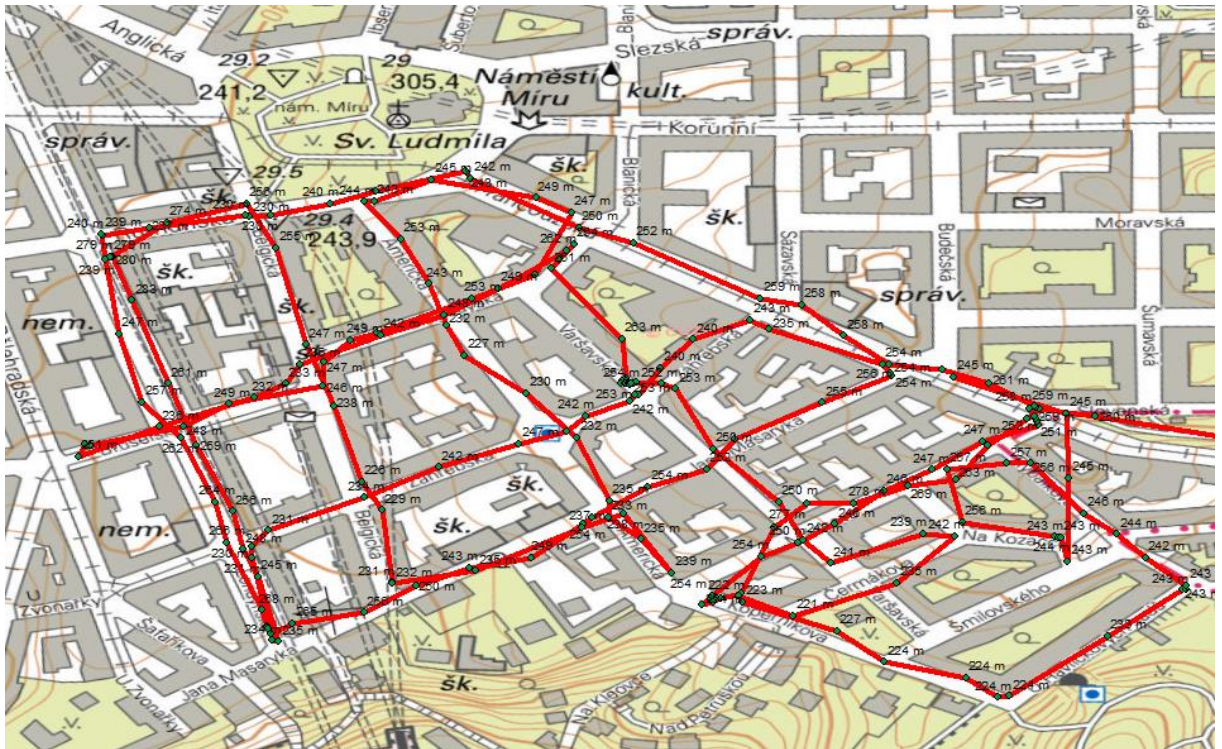
5.7 Import záznamu GPS dat

Při zákresu stavu chodníkové sítě v terénu byla zkoušena možnost využití automatického logovacího zařízení Olympus Tough Tracker, zaznamenávající trasu pomocí GPS souřadnic. Toto zařízení rovněž obsahuje barometrický výškoměr pro zachycení výškových dat. Pokud by se potvrdil předpoklad dobré přesnosti, bylo by možné procházet trasy se zařízením a ná-

sledně s využitím geografického informačního systému proces překreslení dat k dalšímu zpracování automatizovat. Zařízení, bylo před spuštěním logování kalibrováno, k přesnějšímu určení polohy satelitů a výškového záznamu.

Měření pomocí GPS loggeru probíhalo v měsíci březnu, kdy stromy co nejméně stínily signál GPS z družic. Po prvotní kalibraci přístroje nastavením známé nadmořské výšky.

Záznam trasy z mapování je zachycen na Obr. 17. Po importu záznamu trasy do geografického informačního systému Arcmap, byla provedena polohová kontrola s mapovým podkladem a zjištěna polohová odchylka v desítkách metrů. Takto velká nepřesnost znamenala, že data běžného záznamového zařízení nelze v husté městské zástavbě použít. Rovněž, pro velkou nepřesnost, nelze použít ani data barometrického výškoměru pro výpočet podélných sklonů chodníků a je nutné použít jinou metodu.



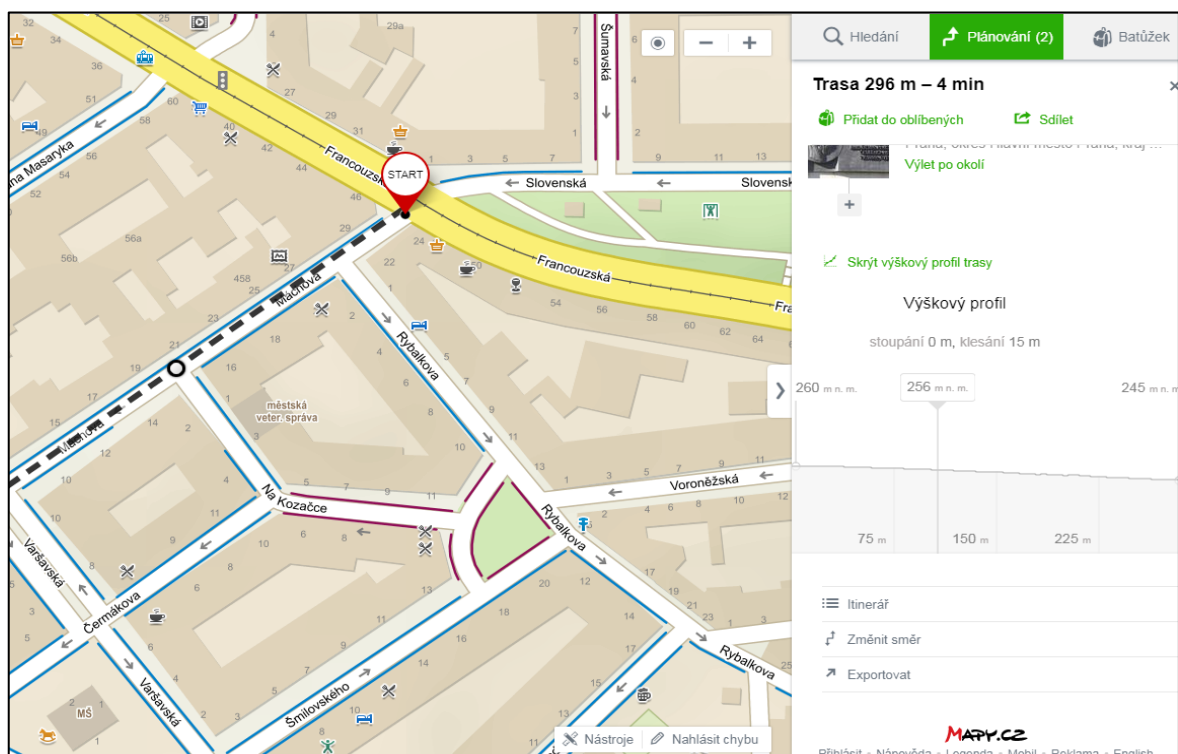
Obr. 17 Záznam trasy při terénním mapování

Zdroj: autor

5.8 Získání výškového profilu trasy

Protože výškové hodnoty nelze s dostatečnou přesností určit s pomocí zařízení s automatickým záznamem polohových souřadnic, je nutné zvolené výškové hodnoty doplnit.

Pro zpracování výškového profilu trasy lze využít mapový portál ze serveru mapy.cz, který zobrazuje výškový profil naplánované trasy. Sběr výškového profilu z tohoto portálu lze brát pouze jako orientační, neboť plán trasy je vedený středem komunikace a export dat pro následné zpracování v GIS je ve formátech vhodných pro navigační přístroje, kterými jsou soubory typu gpx a kml, bez informace o výškové hodnotě. Výšková data lze manuálně převádět odečítáním výškového profilu přímo z internetového prohlížeče a zadáváním do GIS podle předem připravených bodů z terénního měření. Jednotlivé body je nutné zadávat v GIS každý samostatně ve vytvořené vrstvě chodníků a zapisovat do tabulky hodnot výškopisné údaje. Pro dosažení použitelné sítě je nutné zadávat body se změnou parametrů chodníku. Intervaly bodů je rovněž potřebné uvažovat s ohledem na místa přecházení. Z uvedeného vyplývá velká časová náročnost při získání výškových profilů pro větší oblasti, výsledek je navíc ovlivněn nepřesnostmi při samotném odečítání i zadávání dat. Na Obr. 18 je zachyceno odečítání výškového profilu trasy.

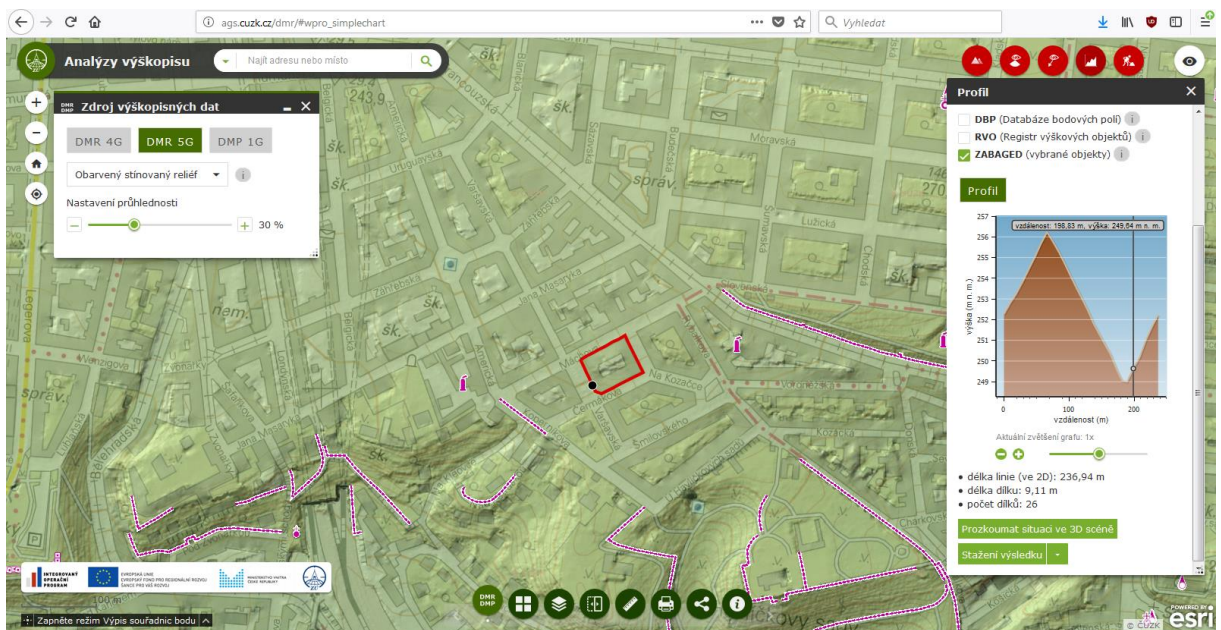


Obr. 18 Určení výškových hodnot

Zdroj: autor s využitím portálu mapy.cz

Pro potřeby této práce a dosažení větší přesnosti je výhodné pro získání výškopisných dat použít zdarma dostupný nástroj analýzy výškopisu Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního. Na internetovém portálu je k dispozici digitální model reliéfu České republiky

z digitálního modelu 5. generace, rozhraní modelu je uvedeno na Obr. 19. Tento model dle ČUZK vznikl z dat získaných pomocí laserového skenování a pro potřeby této práce je přesnost výškopisu dostačující. Zpracování pomocí internetového nástroje je v přesnosti a exportu zadaných dat ve formě tabulky, kterou lze upravit pro načtení pomocí ArcMap. Export požadovaných výškopisných dat lze získat zadáváním tras přímo v místech chodníků, narozdíl od portálu mapy.cz zohledňující trasy pouze ve středech komunikací.



Obr. 19 Rozhraní analýzy výškopisu na portálu www.cuzk.cz

Zdroj: www.cuzk.cz

Výhodou při exportu dat je možnost nastavit délku dílků zakreslené úsečky, ve kterých se budou zapisovat výškopisné údaje. Využití této funkce přinese výhodu automatizovaného zpracování velmi rozsáhlých oblastí s pevně nastavenou délkou úseků. Autor použil délku 10 m, čímž lze získat dostatečné množství zapsaných výškopisných dat na komunikacích. Úsek 10 m je zvolen s ohledem na členitost zkoumaného území a množství zpracovávaných dat. Při zpracování je možné označit chodník kolem celého bloku domů a vytvořit tak uzavřený polygon.

5.9 Zpracování datového souboru

Polohová data jsou exportována v souřadnicovém systému SJTSK do textového souboru s příponou txt. Do souboru jsou data zapsána pro každý bod pomocí souřadnic x,y,z a vzdáleností od počátečního bodu. Ukázka textového souboru je na Obr. 20. Textový soubor lze im-

portovat pomocí tabulkového procesoru Excel do programu ArcMap a pomocí funkce xy to line zadat původní textová data do viditelné liniové chodníkové vrstvy GIS . Takto budou importována data pro všechny bloky chodníkové sítě. Tento postup lze jednoduše aplikovat pro celou zvolenou městskou oblast.

vystupniLinieTXT.txt – Poznámkový blok

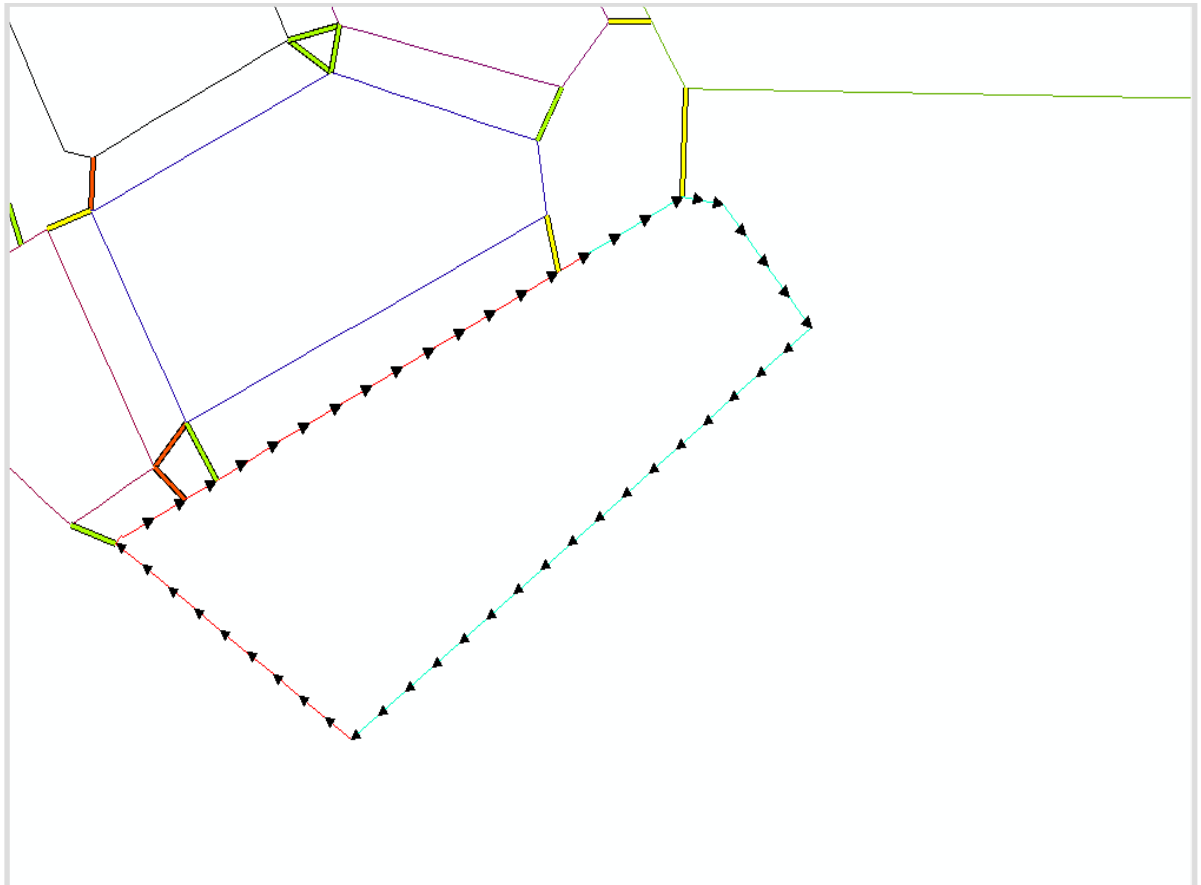
Soubor Úpravy Formát Zobrazení Nápověda				
Feature 0:				
Part 0:				
X,	Y,	Z,	Délka	od začátku
-741658.03,		-1044963.03,	252.24,	0.00
-741649.46,		-1044958.53,	252.81,	9.68
-741640.89,		-1044954.03,	253.28,	19.37
-741632.32,		-1044949.53,	253.86,	29.05
-741623.74,		-1044945.03,	254.49,	38.73
-741615.17,		-1044940.53,	255.10,	48.42
-741606.60,		-1044936.03,	255.70,	58.10
-741598.03,		-1044931.53,	256.23,	67.78
-741594.28,		-1044939.44,	255.72,	76.54
-741590.52,		-1044947.36,	255.20,	85.30
-741586.77,		-1044955.28,	254.68,	94.07
-741583.02,		-1044963.20,	254.13,	102.83
-741579.27,		-1044971.12,	253.58,	111.59
-741575.52,		-1044979.03,	253.06,	120.35
-741583.38,		-1044983.18,	252.52,	129.24
-741591.24,		-1044987.32,	251.87,	138.12
-741599.10,		-1044991.46,	251.33,	147.01
-741606.96,		-1044995.61,	250.82,	155.89
-741614.81,		-1044999.75,	250.31,	164.77
-741622.67,		-1045003.89,	249.62,	173.66
-741630.53,		-1045008.04,	249.02,	182.54
-741638.53,		-1045006.54,	248.92,	190.68
-741642.73,		-1044997.94,	249.54,	200.26
-741646.93,		-1044989.33,	250.08,	209.83
-741651.13,		-1044980.73,	250.81,	219.40
-741655.33,		-1044972.13,	251.45,	228.98
-741659.53,		-1044963.53,	252.12,	238.55

Obr. 20 Export dat v txt souboru

Zdroj: Autor

Vrstvy chodníků je důležité doplnit o místa pro přecházení. Tato místa se zakreslí do vrstvy označené jako “přechody” a pokrývají místa určená pro přecházení komunikací označená vodorovným, popřípadě doplněná svislým dopravním značením. Jak ale situace při terénním mapování ukázala, míst pro přecházení je nedostatek a pokud by měla být zakreslena do modelu jen tato místa, nebylo by možné komunikaci mezi některými bloky vůbec zahrnout do analýzy. Proto jsou místa přecházení doplněna také v každém zalomení linie bloků o místa neoznačená dopravním. Přechody v datové síti zahrnují tři úseky přecházení komunikace, a to vlastní úsek přes silniční komunikaci a dále navazují postraní úseky spojující silnici s chodníkem. Přechod tak bude sestávat z atributů zahrnující v hodnocení hrany nájezdy a sjezdy na chodník, sklony a kvalitu povrchu.

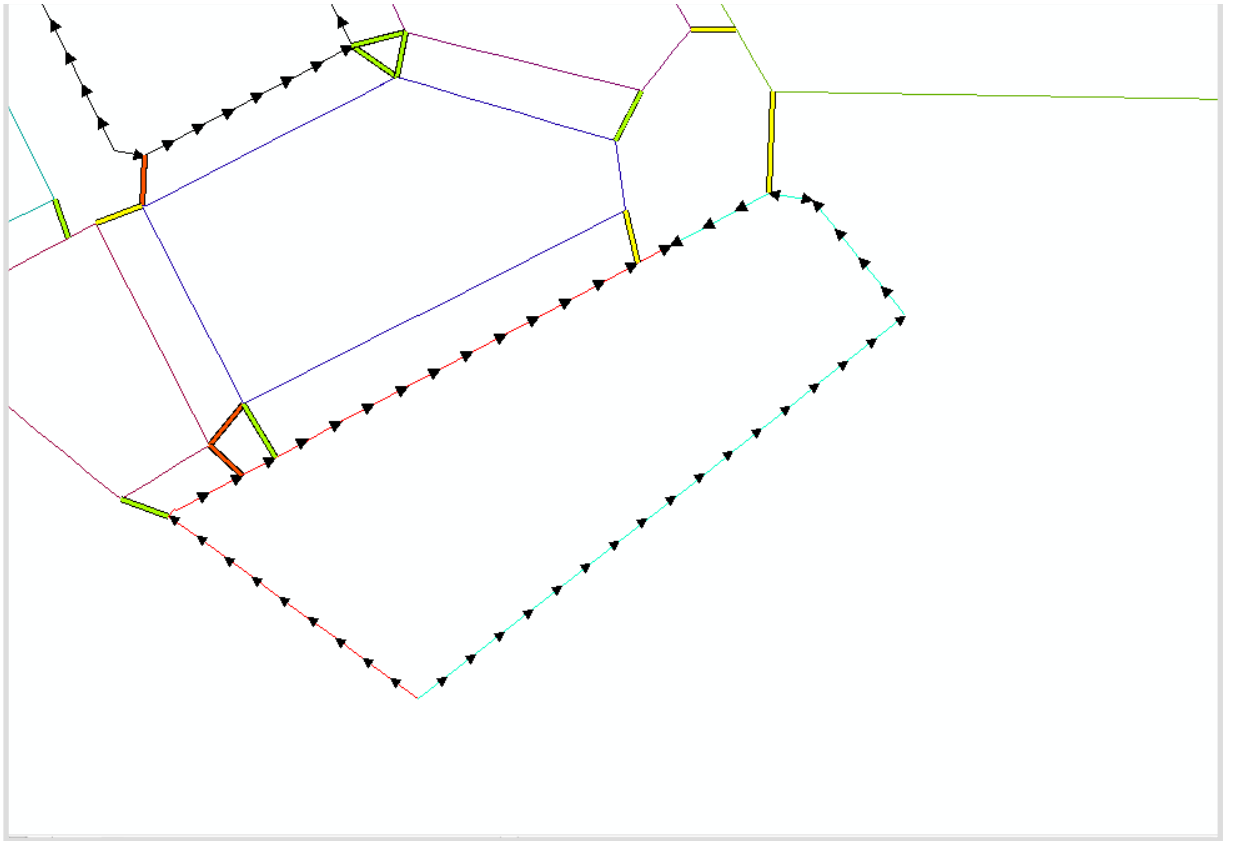
Po importu jednotlivých bloků chodníkové sítě je dalším krokem sloučit všechny bloky do společné vrstvy. Ve sloučené vrstvě budou vloženy do atributové tabulky potřebné vzorce k přiřazení hodnot hran pro další zpracování nástavbou programu GIS Network analyst. Network analyst vytvoří ze sloučené chodníkové sítě soustavu hran a bodů, na kterých je možné provádět požadované výpočty.



Obr. 21 Zvýraznění směru sklonů a linií

Zdroj: Autor s využitím ArcMap

Při výpočtech je nutné zohlednit hodnoty směry sklonů, proto hrany výsledné vrstvy budou orientovány ve směru stoupání. Tímto je zajištěno v modelu hodnocení hran podle skutečné orientace sklonu. Na Obr. 21 je naznačena úprava pomocí zvýraznění orientace sklonů v programu Arcmap.



Obr. 22 Změna orientace linií ve směru do svahu

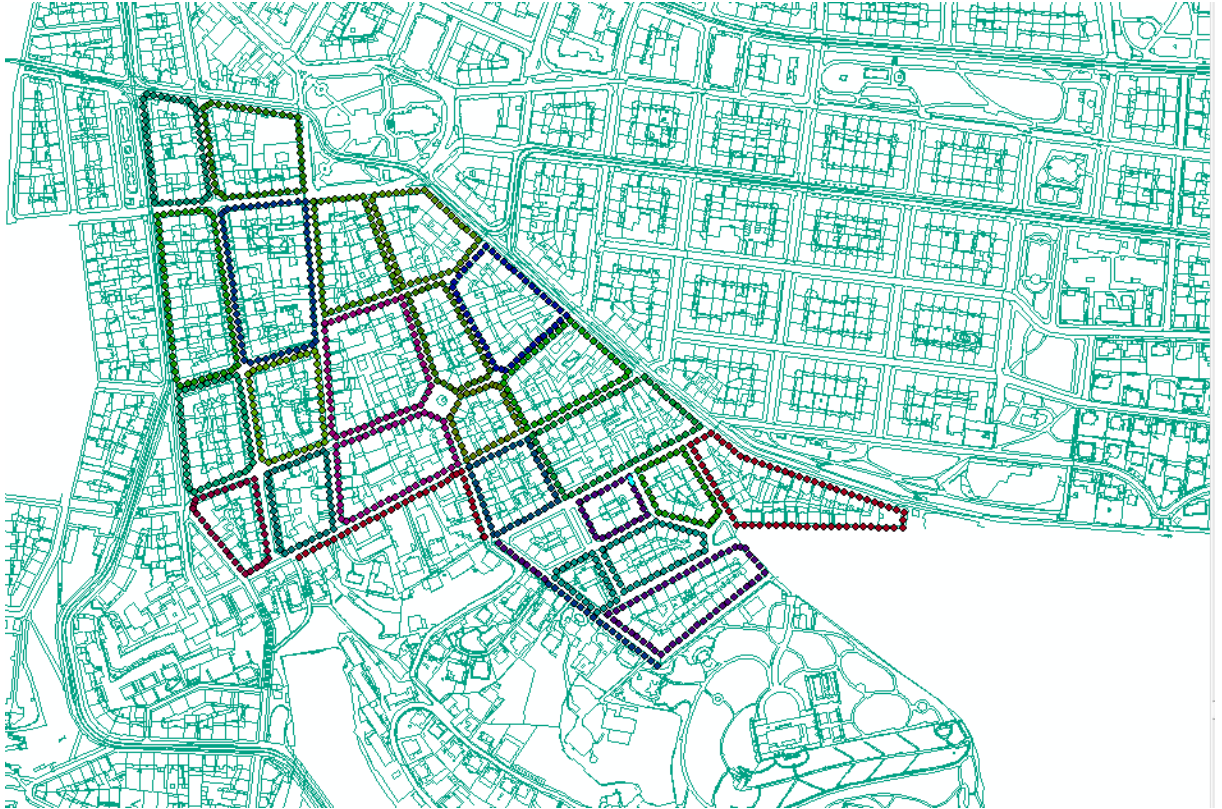
Zdroj: Autor s využitím ArcMap

Červeně podbarvené linie jsou sklony ve stoupání a modře v klesání. Jednoduchou editační úpravou vrstvy budou hrany zadané po směru klesání pomocí funkce flip otočeny do stoupání. Výsledek úpravy je zachycen na Obr. 22.

5.10 Popis atributů chodníkové sítě

Aby bylo možné provádět síťové analýzy nad vytvořenou chodníkovou vrstvou budou definovány jednotlivé atributy popisující chodníkovou síť. Tyto atributy vycházejí z definice v kapitolách 2 a 3.

Poslední částí atributů jsou dopočítávané atributy. Dopočítávané atributy již slouží přímo k analýzám pomocí network analyst. Jde o atributy náročnosti pohybu ve stoupání a klesání, dále výpočet výsledné námahy pohybu po hraně. Opět s ohledem na stoupání a klesání.



Obr. 23 Soustava hran a bodů sítě

Zdroj: Autor s využitím ArcMap

Na Obr. 23 je znázorněná síť hran a bodů zájmové oblasti v konečné fázi importu. Nad touto sítí budou v nástavbě network analyst probíhat, pomocí definovaných atributů, výpočty tras podle předem zadaných podmínek.

6 Praktická ukázka navrhnuté metodiky

K prezentaci a praktické ukázce nasbíraných dat z terénního měření a dotazníkové části je využit geografický informační systém GIS. Podle (15) umožňuje geografický informační systém sběr, organizaci, správu dat a jejich následnou analýzu a grafické zpracování. Stěžejním programem pro správu prostorových dat, geodat, je informační systém ArcGIS společnosti ESRI. Základní prohlížeč geodat ArcView je možné pomocí rozšíření dále zaměřit na konkrétní zpracování dat. Pro síťovou analýzu slouží rozšíření network analyst. K ověření metody je možné využít libovolný software pro správu geodat, který umožňuje síťové analýzy.

Základní body postupu

Souhrnem metodiky podrobně rozepsané v kapitole 5, je po sběru dat v dalším zpracování kladen důraz na tyto body vytvoření chodníkové sítě ve vybrané oblasti:

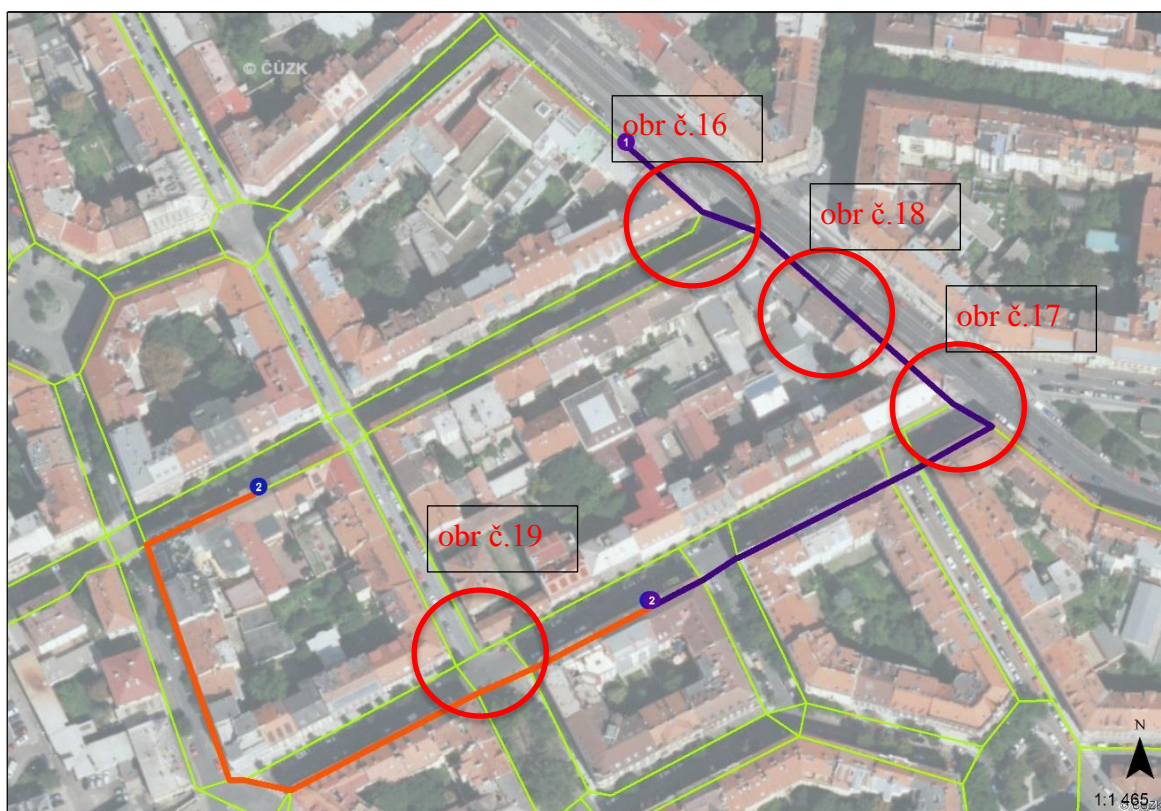
- export bloků a linií výškopisných profilů geodat z volně dostupných dat ČÚZK. Při zpracování bloků je výhodné dělení v úsecích 10 metrů.
- Převod textové tabulky souřadnic do formátu pro import do GIS. Bodová data bloků chodníkové sítě jsou v GIS převedeny příkazem XY to line na linie spojující tyto body. K využití této funkce je potřebné definovat počáteční a koncové souřadnice sousedních bodů. Liniová neuzavřená data chodníků, která tvoří uzavřený blok se převádí příkazem points to line, následně se linie rozdělí v bodech pomocí příkazu split line at point. Pro tyto linie není nutné zadávat vztahy sousedních bodů.
- Import do GIS a vytvoření bloku, linií chodníkové sítě. Příprava atributů pro další zpracování pomocí nástavby GIS network analyst. Atributy zahrnují ohodnocení hran pomocí dat definovaných v kapitole 5.10. Tyto atributy doplňují geometrii chodníkové sítě o potřebné údaje, jakými jsou podélný a příčný sklon, kvalita povrchu, bodové překážky.
- Zvláštní pozornost je věnována místům pro přecházení, která autor importoval podle výše uvedeného postupu, ale jako samostatnou vrstvu. Místa pro přecházení jsou rozdělena na část vedoucí přes komunikaci a části navazující na chodník.

V části komunikace se zohledňuje kvalita a sklony přechodu, v částech připojující k chodníkům je důraz kladen na plynulost připojení, obecně bodovou překážku.

- Spojení jednotlivých vrstev pomocí příkazu merge do společné vrstvy. Kontrola sklonů a směru zadaných úseků tak, aby úseky směřovaly vždy do stoupání. To znamená, aby počáteční bod měl nižší souřadnici Z než koncový bod, tak lze rozlišit směr sklonů v síťové analýze.
- Vytvoření finální vrstvy pro zpracování pomocí nástavby GIS network analyst. Finální vrstva vytvoří síť uzlů a ohodnocených hran pomocí dříve zadaných atributů, nad kterými lze provádět síťové analýzy.

Ukázka navrhnuté trasy pro vozičkáře

K ukázce výpočtu v nástavbě GIS network analyst podle navrhnuté metodiky, poslouží modelový případ klienta navštěvujícího Centrum sociálních služeb Praha 2. Trasa bude tvořena třemi body, které by vozičkář podniknul, kdyby chtěl navštívit sociální pracovnice v administrativní budově, sídlící v ulici Máchova a následně navštívit pobytovou část v ulici Jana Masaryka. Předpokladem je výstup na tramvajové zastávce Jana Masaryka.



Obr. 24 Znáznornění navrhnuté trasy č.1

Zdroj: Autor s využitím ArcMap

Na .Obr. 24 je trasa rozdělena na dva úseky, prvním je úsek od tramvajové zastávky k budově Máchova 14. Druhý úsek vede k budově Jana Masaryka 34. Podmínky pro výpočet trasy jsou nastaveny na nejnižší stupeň bariéry. Oba úseky mají nastavenou podmínku vyhledání trasy podle nejmenší námahy s ohledem na bodové překážky prvního stupně, definované v předchozích kapitolách. Námaha mezi body 1 a 2 je hodnocena 848 body, délka trasy činí 301 m.



Obr. 25 Úsek č.1 Francouzská ulice

Zdroj: Autor

Na fotografiích Obr. 25 a Obr. 26 je zachycena trasa č. 1 od tramvajové zastávky s povrchy č.1, č.2 a č. 3 podle škálového hodnocení fyzické náročnosti.

Na Obr. 27. jsou zobrazeny dvě po sobě následující omezení, daná zúžením pochozí komunikace kvůli instalaci sloupku svíslého dopravního značení a rozvodné elektrické skříně. Jde o bodovou překážku druhé, žluté kategorie, zúžením šířky komunikace na rozměr 120 cm v délce menší než tři metry.

Druhý úsek z ulice Máchova 14 do pobytového zařízení Jana Masaryka 34 je stejně jako první úsek podmíněn maximální hodnotou bodové překážky prvního stupně. Toto se projeví v úseku především v místech pro přecházení komunikací Máchova a Varšavská, na Obr. 24 vyznačeno červeným kruhem a na obr. Obr. 28 zachyceno fotografií místa. Jde o bodovou překážku vyšší než 5 cm. Podle definice bariér v kapitole 2 je pro vozíčkáře překážka neprůjezdná a je nutné najít alternativní trasu.

Na obr. Obr. 26 je zachycena situace místa pro přecházení Máchovy ulice v části napojení na ulici Francouzskou. Přejchod má kvalitní povrch i napojení na oba chodníky. Součástí jsou

umělé vodící linie, na jejichž osu navazuje kontrastním pásem z umělého kamene signální a vodící pás.



Obr. 26 Úsek č.1 s přechodem Máchovy ulice

Zdroj: Autor



Obr. 27 Lokální bariéry úseku č. 1

Zdroj: Autor



Obr. 28 Křížení ulic Máchova a Varšavská

Zdroj: Autor

Dalším krokem ukázky výpočtu trasy je vložení podmínky zohlednění bariér druhého stupně. V případě této ukázky půjde opět o problematické místo křížení ulic Máchova a Varšavská, kde je bodová překážka třetího stupně. Program zohlední možnost přejít ulice v blízkosti administrativní budovy Centra sociálních služeb, Máchova 14, kde je možné ulici přejít pomocí nájezdů na oba chodníky. Následně trasa vede do ulice Varšavská, kterou trasa křížuje v místě pro přecházení přiléhajícím k ulici Jana Masaryka. Situace zachycena na Obr. 29.



Obr. 29 Trasa č. 2

Zdroj: Autor s využitím ArcMap

Pro zahrnutí bodových překážek třetího stupně bude v dalším kroku do výpočtu tras zadána podmínka povolení těchto bariér, průběh trasy je znázorněn na Obr. 30. Druhá část trasy bude vedena nejkratší možnou cestou z pohledu námahy a bude akceptovat bariéry, které by samotný vozičkář nepřešel. Jde opět o problematické křížení Varšavské a Máchovy ulice, ve které jsou vysoké obrubníky chodníků. Trasa vede od budovy Máchova 14 ke křížení s Varšavskou ulicí. Následuje plynulý sjezd na vozovku a výjezd přes obrubník do Varšavské ulice. Vyjíždí se tak pouze jeden vysoký obrubník chodníku.



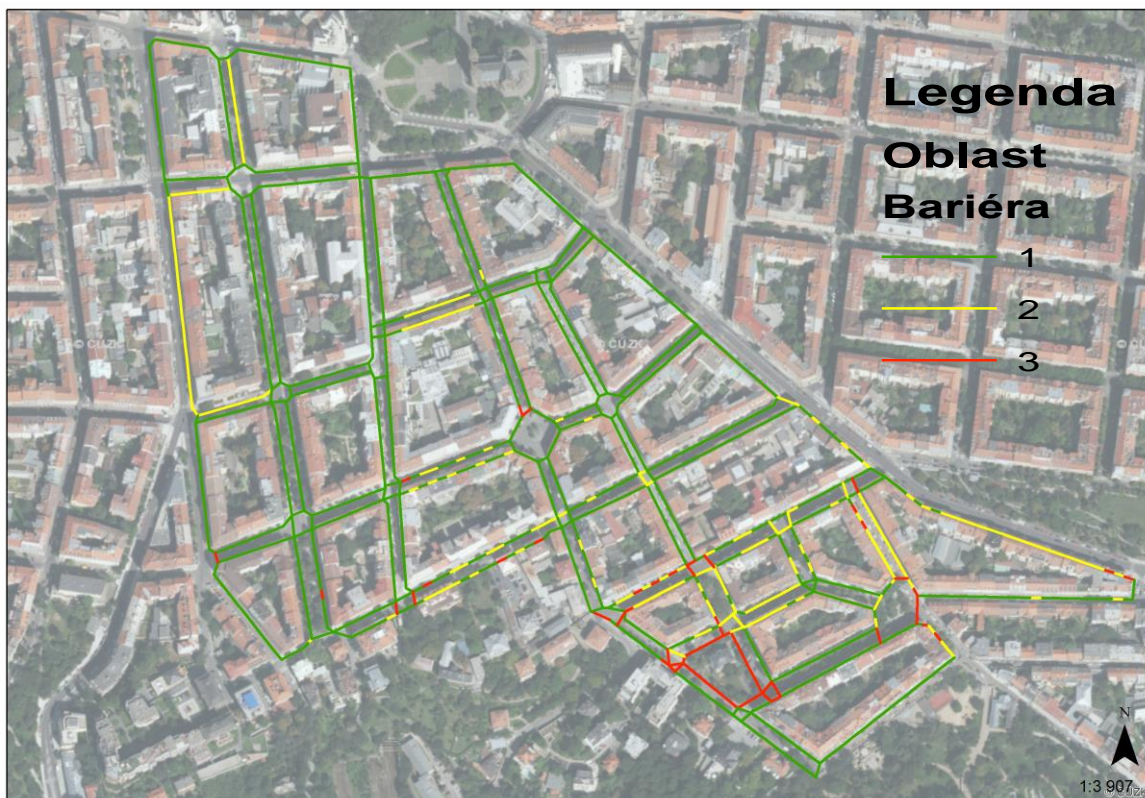
Obr. 30 Trasa č. 3

Zdroj: Autor s využitím ArcMap

Mapa oblasti

V návaznosti na použitou metodiku je možné zobrazit atributová data nejen při výpočtu pomocí GIS network analyst, ale také vygenerovat mapový podklad s přehledem získaných atributů, znázorněno na Obr. 31. Takto lze zobrazit například přehledovou mapu zájmové oblasti se zvýrazněním bariér definovaných v kapitole 3.5.

Mapu bariér tvoří 1239 úseků o celkové délce 12491,36 m, počet míst pro přecházení je 52, počet míst pro přecházení, neoznačených dopravním značením, je 57. Střední hodnota sklonu všech úseků oblasti je 3,08 %, maximum 10,48 %.



Obr. 31 Mapa bariér oblasti

Zdroj: Autor s využitím ArcMap

7 Závěr

Úkolem diplomové práce bylo definovat překážky pohybu osob s omezenou schopností pohybu a orientace, především vozíčkářů a definovat parametry těchto překážek pro zjištění fyzické náročnosti jejich zdolávání. Prvotním úkolem bylo stanovení fyzické náročnosti bariér. Protože definovat fyzickou náročnost je velmi individuální byl za tímto účelem vypracován dotazník, jehož cílem bylo jednak stanovit škálu fyzické síly při pohybu po různých površích, sklonech a bodových omezení podle statistického vyhodnocení, ale zároveň tímto najít také míru pohodlí a preference, kterou pro vozíčkáře tyto parametry představují. Terénní částí diplomové práce bylo mapování bariér, povrchů a získání parametrů pro sestavení chodníkové sítě, která sloužila jako základní podklad pro zpracování a analýzy v programu geografického informačního systému Arcview s nástavbou network analyst.

Výstup práce tvoří mapový podklad zájmové oblasti v měřítku 1:4000, proto pro jasnou vizualizaci bylo zvoleno zakreslení bodových bariér zvýrazněním celého 10 metrového úseku, na které byla chodníková síť rozdělena. Při tvorbě tištěných mapových podkladů z této sítě je možné tisknout zároveň také textový atribut k jednotlivým úsekům a specifikovat tak konkrétní překážku v úseku, ale zároveň v mapě menšího měřítka mít přehled bariér celé oblasti s ještě dostatečným vizuálním rozlišením. Výhodou tohoto postupu je možnost využití dostatečně přesných a zdarma dostupných digitálních podkladů modelu reliéfu pro automatizované digitální zpracování a vytvořit tak zmapovanou chodníkovou síť v délce přes 12 kilometrů. Dalším krokem automatizace a následného využití metody by mohlo být v serverových službách, umožňující síťové využití například uživatelům v zobrazení, plánování a především v editaci a zároveň sdílení uživatelských dat. Tímto by vozíčkáři mohli vzájemně sdílet aktuální dat v dočasných bariérách, jaké představují například výkopové a stavební práce, případně uzavírky.

Mapový podklad chodníkové sítě s předem definovanými atributy, umožnil plánování tras podle zvolených kritérií. Kritéria lze vzájemně kombinovat podle definovaných atributů metody a získat trasy podle nejkratší vzdálenosti, nejmenší námahy, trasy s výskytem daných bariér podle individuálních požadavků, protože již definovat fyzickou náročnost pohybu je stejně tak individuální.

Použitá literatura a zdroje

1. Česko, Ministerstvo pro místní rozvoj. VYHLÁŠKA č. 398 z listopadu 2009 o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb. [Online] 2009. [Citace: 20. 11 2017.] Dostupné také z http://mmr.cz/getmedia/f015224c-ff91-4cad-a37b-dc0dc1072946/Vyhlasaka-MMR-398_2009.
2. Šindlar, Jiljí. Vysoké učení technické v Brně. *Nakladatelství Vutium*. [Online] 2002. [Citace: 31. 10 2017.] Dostupné z <http://www.vutium.vutbr.cz/tituly/pdf/ukazka/80-214-2262-9.pdf>. ISBN 80-214-2262-9.
3. Liga vozíčkářů. Bydlení bez bariér. *Ligavozic.cz*. [Online] 2011. [Citace: 20. 11 2017.] Dostupné z http://www.ligavozic.cz/UserFiles/file/Bydleni_bez_barier.pdf.
4. Meyra ČR s.r.o. Slovník pojmů. *Meyra.cz*. [Online] 2015-2018. [Citace: 12. 11 2017.] Dostupné z <https://www.meyra.cz/slovník-pojmu.html>.
5. Matuška, Jaroslav. Přednáška II - Základní principy pohybu, orientace a komunikace OOSPO. [Online] 2015. [Citace: 24. 1 2016.] Dostupné z <https://portal.upce.cz/portal/studium/moje-studium/studijni-materialy.html>.
6. Český statistický úřad. Statistická ročenka Hl. m. Prahy - 2016. *Czso.cz*. [Online] [Citace: 17. 11 2017.] Dostupné z <https://www.czso.cz/documents-/10180/32989369/33012016.pdf/fec95632-3c69-4a10-a20d-f5015ce16df3?version=1.5>.
7. Česko. Ministerství pro místní rozvoj. *Mapování přístupnosti prostředí*. [Online] [Citace: 15. 11 2017.] <http://www.mmr.cz/getmedia/8cbe5e7c-94bd-433c-99dc-e80cb222af66/Mapovani-pristupnosti-prostredi.pdf>.
8. Pražská organizace vozíčkářů. Metodika bariérovosti. *Pov.cz*. [Online] [Citace: 18. 11 2017.] Dostupné z <http://www.presbariery.cz/cz/mapovani-barierovosti/metodika>.
9. Město Plzeň. Turistika. *Gis.plzen.eu*. [Online] [Citace: 15. 12 2017.] Dostupné z <https://gis.plzen.eu/turistika/default.aspx?MarExtent=-821566000%20-1067539000%20-819118000%20->

1064904000&MarUId=9A569D63%203152772A%2091B4B190&MarUIdi=3152772A%2091B4B190.

10. Magistrát města Olomouce. Projekt bezbariérová Olomouc. *Olomouc.eu*. [Online] [Citace: 20. 10 2017.] Dostupné z <http://www.olomouc.eu/obcan/socialni-sluzby/projekt-bezbarierova-olomouc>.

11. Pražská organizace vozíčkářů. Mapa. *Presbariery.cz*. [Online] [Citace: 18. 11 2017.] Dostupné z <http://www.presbariery.cz/cz/mapa?view=zhgooglemap&id=1&externalmarkerlink=0>.

12. Labská stezka. Vozíčkářské trasy KČT. *Labskastezka.cz*. [Online] [Citace: 15. 12 2017.] Dostupné z http://www.labskastezka.cz/ladmin/soubory/labskastezka/File/konference_LIT/03_Vozickarske_trasy_KCT.pdf.

13. NUC, Martin. WHEELGO: PLÁNOVAČ TRAS PRO VOZÍČKÁŘE. *Dspace.cvut.cz*. [Online] [Citace: 27. 11 2017.] Dostupné z <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/21085>.

14. Naviterier. O nás. *Naviterier.cz*. [Online] [Citace: 16. 12 2017.] Dostupné z <https://naviterier.cz/about.php>.

15. Volek, Josef a Linda, Bohdan. *Teorie grafů - aplikace v dopravě a veřejné správě*. místo neznámé : Univerzita Pardubice. ISBN 978-80-7395-225-9.

Seznam příloh

PŘÍLOHA A	1
-----------------	---

PŘÍLOHA A

Dotazník

<https://docs.google.com/forms/d/1wUSDGU3HvCylJ9VThLKzDj6...>

Dotazník

Vážená paní, vážený pane,

obracím se na vás s prosbou o vyplnění dotazníku za účelem vyhodnocení náročnosti překonávání překážek při pohybu po komunikacích pro chodce.

Výsledky dotazníku budou použity při zpracování diplomové práce „Návrh metody hodnocení fyzické náročnosti trasy pro vozíčkáře s využitím GIS ve zvolené lokalitě“ na dopravní fakultě Jana Pernera Univerzity Pardubice.

Dotazník je rozdělen na čtyři oblasti, sklon, kvalitu povrchu, místa pro přecházení a bodové překážky. Doplněním jsou dvě otevřené otázky.

Za Vaši ochotu a čas věnovaný dotazníku děkuji.

Petr Verner

* Required

Základní údaje

Základní údaje slouží pro kategorizaci fyzické náročnosti pohybu po komunikacích pro chodce. Dotazník je anonymní a data slouží pouze pro potřeby této diplomové práce. Emailové adresy nejsou archivovány. Prosím o vyplnění všech odpovědí.

1. Prosím nejdříve o vyplnění základních osobních údajů *

Dotazník je anonymní a slouží pouze pro potřeby této diplomové práce

Mark only one oval per row.

	Muž	Žena
Jsem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Věk (vyberte prosím z rozbalovací nabídky) *

Mark only one oval.

- do 15 let
- 15 až 40 let
- 40 až 55 let
- 55 až 65 let
- nad 65 let

3. Při pohybu používám *

Mark only one oval.

- Invalidní vozík *After the last question in this section, skip to question 5.*
- Elektrický invalidní vozík *After the last question in this section, skip to question 5.*
- Hole *After the last question in this section, skip to question 5.*
- Chodítko *After the last question in this section, skip to question 5.*
- Jsem doprovod

4. Cestu do cílového místa **Check all that apply.*

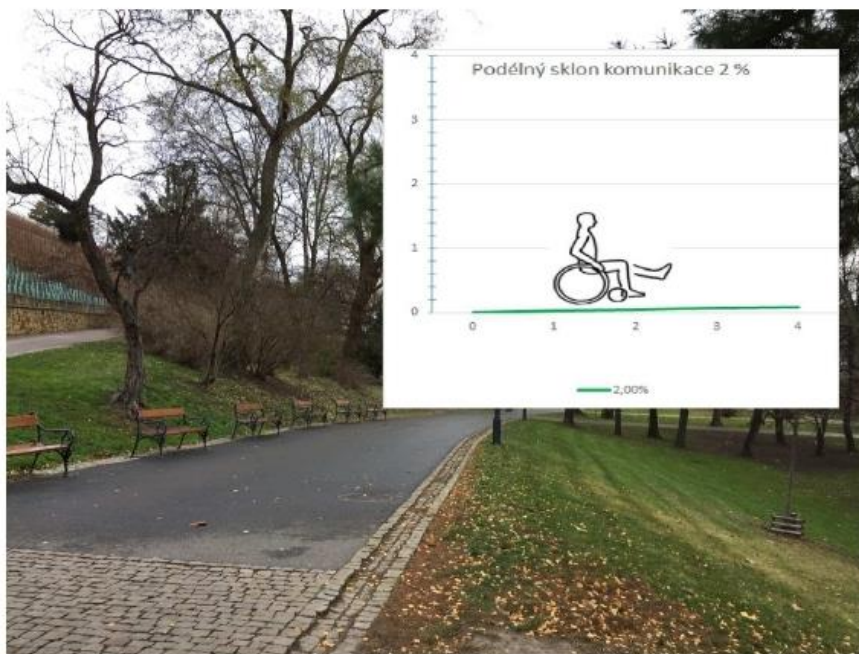
- plánuji v papírové, případně elektronické mapě.
- plánuji s využitím veřejné bezbariérové přepravy, včetně ověření přístupnosti objektů vozíčkářům z internetových zdrojů
- v mé zájmové oblasti nejsou dostupná odpovídající data
- cestu neplánuji

Hodnocení fyzické náročnosti - podélný sklon

Ke stanovení náročnosti pohybu po komunikacích prosím zadejte bodové hodnocení.

bodové hodnocení

- 1 - sjízdný, nedělají mně problémy delší úseky
- 2 - sjízdný samostatně, avšak výjezd je pro mě fyzicky náročný
- 3 - obtížně sjízdný, výjezd je samostatně možný jen v krátkém úseku
- 4 - samostatně nesjízdný, možné pouze s doprovodem

Podélný sklon 2 %

5. Podélný sklon 2 % je pro mě **Mark only one oval per row.*

	1 - sjízdný, nedělají mně problémy delší úseky	2 - sjízdný samostatně, avšak výjezd je pro mě fyzicky náročný	3 - obtížně sjízdný, výjezd je samostatně možný jen v krátkém úseku	4 - samostatně nesjízdný, možné pouze s doprovodem
Pro výjezd do kopce	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pro sjezd z kopce	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Abych se rozhodl/a pro objížďku v menším sklonu, tak by mohla být delší o **Mark only one oval per row.*

	nejvíce 50 m	100 m	200 m	500 m a více
Zajižďka v menším sklonu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Podélný sklon 4 %**7. Podélný sklon 4 % je pro mě ****Mark only one oval per row.*

	1 - sjízdný, nedělají mně problémy delší úseky	2 - sjízdný samostatně, avšak výjezd je pro mě fyzicky náročný	3 - obtížně sjízdný, výjezd je samostatně možný jen v krátkém úseku	4 - samostatně nesjízdný, možné pouze s doprovodem
Pro výjezd do kopce	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pro sjezd z kopce	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Abych se rozhodl/a pro objížd'ku v menším sklonu, tak by mohla být delší o *

Mark only one oval per row.

	nejvíce 50 m	100 m	200 m	500 m a více
Zajižd'ka v menším sklonu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Podélný sklon 6 %



9. Podélný sklon 6 % je pro mě *

Mark only one oval per row.

	1 - sjízdný, nedělají mně problémy delší úseky	2 - sjízdný samostatně, avšak výjezd je pro mě fyzicky náročný	3 - obtížně sjízdný, výjezd je samostatně možný jen v krátkém úseku	4 - samostatně nesjízdný, možné pouze s doprovodem
Pro výjezd do kopce	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pro sjezd z kopce	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Abych se rozhodl/a pro objížd'ku v menším sklonu, tak by mohla být delší o *

Mark only one oval per row.

	nejvíce 50 m	100 m	200 m	500 m a více
Zajižd'ka v menším sklonu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Podélný sklon 8 %



11. Podélný sklon 8 % je pro mě *

Mark only one oval per row.

	1 - sjízdný, nedělají mně problémy delší úseky	2 - sjízdný samostatně, avšak výjezd je pro mě fyzicky náročný	3 - obtížně sjízdný, výjezd je samostatně možný jen v krátkém úseku	4 - samostatně nesjízdný, možné pouze s doprovodem
Pro výjezd do kopce	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pro sjezd z kopce	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Abych se rozhodl/a pro objížďku v menším sklonu, tak by mohla být delší o *

Mark only one oval per row.

	nejvíce 50 m	100 m	200 m	500 m a více
Zajížďka v menším sklonu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Podélný sklon 12 %



13. Podélný sklon 12 % je pro mě *

Mark only one oval per row.

	1 - sjízdný, nedělají mně problémy delší úseky	2 - sjízdný samostatně, avšak výjezd je pro mě fyzicky náročný	3 - obtížně sjízdný, výjezd je samostatně možný jen v krátkém úseku	4 - samostatně nesjízdný, možné pouze s doprovodem
Pro výjezd do kopce	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pro sjezd z kopce	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Abych se rozhodl/a pro objížďku v menším sklonu, tak by mohla být delší o *

Mark only one oval per row.

	nejvíce 50 m	100 m	200 m	500 m a více
Zajížďka v menším sklonu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Podélný sklon 16 % a více



15. Podélný sklon 16 % je pro mě *

Mark only one oval per row.

	1 - sjízdný, nedělají mně problémy delší úseky	2 - sjízdný samostatně, avšak výjezd je pro mě fyzicky náročný	3 - obtížně sjízdný, výjezd je samostatně možný jen v krátkém úseku	4 - samostatně nesjízdný, možné pouze s doprovodem
Pro výjezd do kopce	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pro sjezd z kopce	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. A bych se rozhodl/a pro objížďku v menším sklonu, tak by mohla být delší o **Mark only one oval per row.*

	nejvíce 50 m 100 m 200 m 500 m a více
Zajížďka v menším sklonu	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>

Kvalita povrchu

Ke stanovení náročnosti pohybu po komunikacích prosím zadejte bodové hodnocení

hodnocení

bodové hodnocení:

- 1 - sjízdný, nedělají mně problémy delší úseky
- 2 - sjízdný samostatně, avšak přejezd fyzicky náročný
- 3 - obtížně sjízdný, přejezd možný jen v krátkém úseku
- 4 - samostatně nesjízdný, přejezd možný pouze s doprovodem

Kvalita povrchu č. 1**17. Kvalita povrchu č. 1 ****Mark only one oval per row.*

1 - sjízdný, nedělají mně problémy delší úseky	2 - sjízdný samostatně, avšak přejezd fyzicky náročný	3 - obtížně sjízdný, přejezd možný jen v krátkém úseku	4 - samostatně nesjízdný, přejezd možný pouze s doprovodem
Povrch je pro mě	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kvalita povrchu č. 2



18. Kvalita povrchu č. 2 *

Mark only one oval per row.

1 - sjízdný,
nedělají
mně
problémy
delší úseky

2 - sjízdný
samostatně,
avšak přejezd
fyzicky náročný

3 - obtížně
sjízdný, přejezd
možný jen v
krátkém úseku

4 - samostatně
nesjízdný,
přejezd možný
pouze s
doprovodem

Povrch je pro mě

Kvalita povrchu č. 3



19. Kvalita povrchu č. 3 **Mark only one oval per row.*1 - sjízdný,
nedělají
mně
problémy
delší úseky2 - sjízdný
samostatně,
avšak přejezd
fyzicky náročný3 - obtížně
sjízdný, přejezd
možný jen v
krátkém úseku4 - samostatně
nesjízdný,
přejezd možný
pouze s
doprovodem

Povrch je pro mě

Kvalita povrchu č. 4**20. Kvalita povrchu č. 4 ****Mark only one oval per row.*1 - sjízdný,
nedělají
mně
problémy
delší úseky2 - sjízdný
samostatně,
avšak přejezd
fyzicky náročný3 - obtížně
sjízdný, přejezd
možný jen v
krátkém úseku4 - samostatně
nesjízdný,
přejezd možný
pouze s
doprovodem

Povrch je pro mě

Kvalita povrchu č. 5



21. Kvalita povrchu č. 5 *

Mark only one oval per row.

1 - sjízdný,
nedělají
mně
problémy
delší úseky

2 - sjízdný
samostatně,
avšak přejezd
fyzicky náročný

3 - obtížně
sjízdný, přejezd
možný jen v
krátkém úseku

4 - samostatně
nesjízdný,
přejezd možný
pouze s
doprovodem

Povrch je pro mě

Kvalita povrchu č. 6



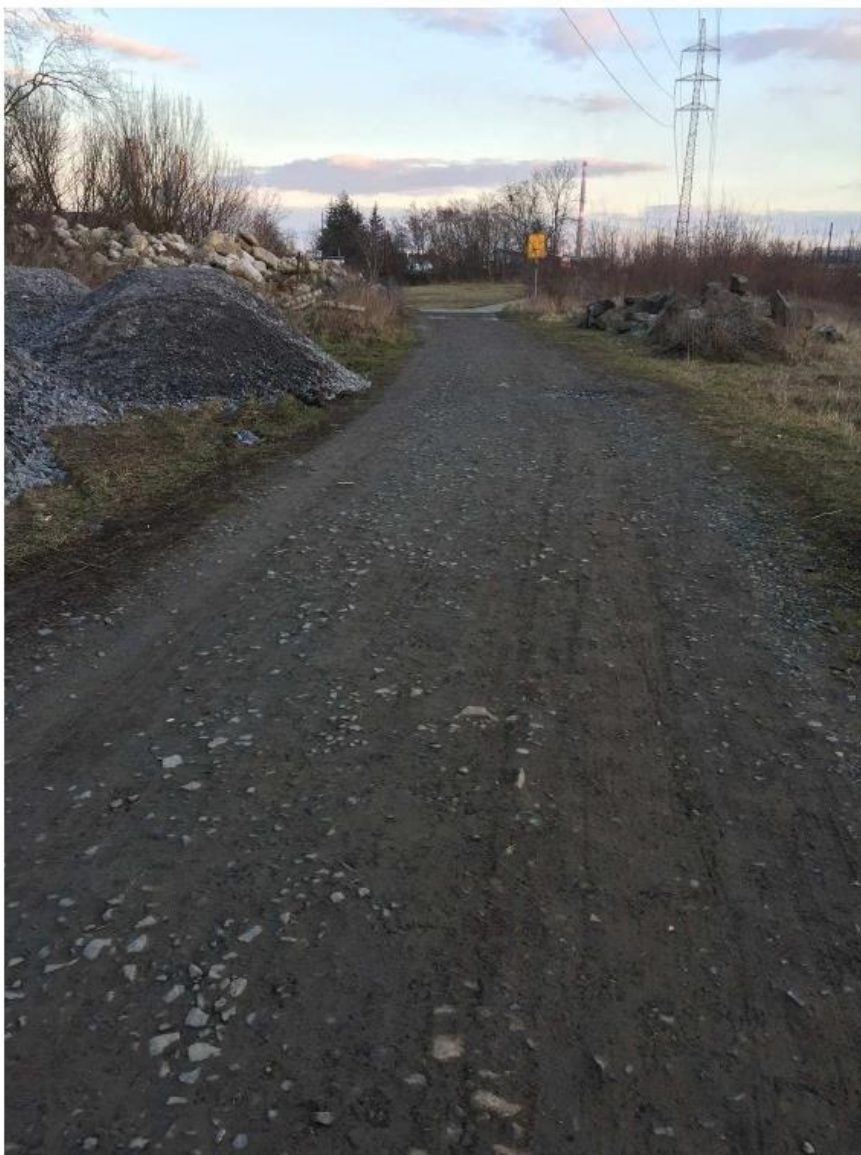
22. Kvalita povrchu č. 6*Mark only one oval per row.*

1 - sjízdný, nedělají mně problémy delší úseky	2 - sjízdný samostatně, avšak přejezd fyzicky náročný	3 - obtížně sjízdný, přejezd možný jen v krátkém úseku	4 - samostatně nesjízdný, přejezd možný pouze s doprovodem
Povrch je pro mě	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kvalita povrchu č. 7**23. Kvalita povrchu č. 7***Mark only one oval per row.*

1 - sjízdný, nedělají mně problémy delší úseky	2 - sjízdný samostatně, avšak přejezd fyzicky náročný	3 - obtížně sjízdný, přejezd možný jen v krátkém úseku	4 - samostatně nesjízdný, přejezd možný pouze s doprovodem
Povrch je pro mě	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kvalita povrchu č. 8



24. **Kvalita povrchu č. 8 ***

Mark only one oval per row.

1 - sjízdný,
nedělají
mně
problémy
delší úseky

2 - sjízdný
samostatně,
avšak přejezd
fyzicky náročný

3 - obtížně
sjízdný, přejezd
možný jen v
krátkém úseku

4 - samostatně
nesjízdný,
přejezd možný
pouze s
doprovodem

Povrch je pro mě

Kvalita povrchu č. 9

**25. Kvalita povrchu č. 9 ***

Mark only one oval per row.

1 - sjízdný,
nedělají
mně
problémy
delší úseky

2 - sjízdný
samostatně,
avšak přejezd
fyzicky náročný

3 - obtížně
sjízdný, přejezd
možný jen v
krátkém úseku

4 - samostatně
nesjízdný,
přejezd možný
pouze s
doprovodem

Povrch je pro mě

Otevřená otázka č. 1

Prosím o krátkou odpověď

26. Jaký povrch je pro Vás z pohledu fyzické námahy nejméně a jaký nejvíce náročný.

Místa pro přecházení

Místa pro přecházení komunikace, prosím ohodnoťte zvlášť samotné překonání komunikace a sjezd/výjezd z/na chodník

Bodové hodnocení

bodové hodnocení:

- 1 - přechod je použitelný
- 2 - přechod je použitelný, překonání je fyzicky náročné
- 3 - přechod je samostatně nesjídný, překonání pouze s doprovodem

Místo pro přecházení č. 1



27. Místo pro přecházení č. 1*Mark only one oval per row.*

	1 - přechod je použitelný	2 - přechod je použitelný, překonání je fyzicky náročné	3 - přechod je samostatně nesjízdňý, překonání pouze s doprovodem
Náročnost přejezdu přes přechod	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Náročnost výjezdu/sjezdu na chodník	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Místo pro přecházení č. 2**28. Místo pro přecházení č. 2***Mark only one oval per row.*

	1 - přechod je použitelný	2 - přechod je použitelný, překonání je fyzicky náročné	3 - přechod je samostatně nesjízdňý, překonání pouze s doprovodem
Náročnost přejezdu přes přechod	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Náročnost výjezdu/sjezdu na chodník	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Místo pro přecházení č. 3



29. Místo pro přecházení č. 3

Mark only one oval per row.

	1 - přechod je použitelný	2 - přechod je použitelný, překonání je fyzicky náročné	3 - přechod je samostatně nesjízdny, překonání pouze s doprovodem
Náročnost přejezdu přes přechod	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Náročnost výjezdu/sjezdu na chodník	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Místo pro přecházení č. 4



30. Místo pro přecházení č. 4

Mark only one oval per row.

	1 - přechod je použitelný	2 - přechod je použitelný, překonání je fyzicky náročné	3 - přechod je samostatně nesjízdný, překonání pouze s doprovodem
Náročnost přejezdu přes přechod	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Náročnost výjezdu/sjezdu na chodník	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Lokální - bodové překážky

Překážky vyskytující se v malé vzdálenosti několika metrů

Bodové hodnocení

bodové hodnocení:

- 1 - překonání je málo namáhavé
- 2 - překonání je možné, ale fyzicky náročné
- 3 - samostatně nesjízdné, překonání pouze s doprovodem

Lokální překážka č. 1

**31. Lokální překážka č. 1 (prosím zadejte bodové hodnocení)**

Mark only one oval per row.

1 - překonání je
málo namáhavé

2 - překonání je
možné, ale fyzicky
náročné

3 - samostatně nesjízdné,
překonání pouze s
doprovodem

hodnocení

Lokální překážka č. 2

32. Lokální překážka č. 2 (prosím zadejte bodové hodnocení)*Mark only one oval per row.*

1 - překonání je málo namáhavé

2 - překonání je možné, ale fyzicky náročné

3 - samostatně nesjízdné, překonání pouze s doprovodem

hodnocení **Lokální překážka č. 3 (sklony kvůli vjezdu)****33. Lokální překážka č. 3 (prosím zadejte bodové hodnocení)***Mark only one oval per row.*

1 - překonání je málo namáhavé

2 - překonání je možné, ale fyzicky náročné

3 - samostatně nesjízdné, překonání pouze s doprovodem

hodnocení **Lokální překážka č. 4**

**34. Lokální překážka č. 4 (prosím zadejte bodové hodnocení)**

Mark only one oval per row.

1 - překonání je
málo namáhavé

2 - překonání je
možné, ale fyzicky
náročné

3 - samostatně nesjízdné,
překonání pouze s
doprovodem

hodnocení

Otevřená otázka č. 2

Prosím o krátkou odpověď

35. Jak velkou vzdálenost samostatně překonáváte za ideálních podmínek. (Prosím uveďte odhadnutou vzdálenost v kilometrech, případně doplňte související podmínky).
