

Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta

**Posuzování vlivu občanské vybavenosti – sportovních zařízení
na dopravní infrastrukturu**

bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.

Auto práce: Filip Sobolič

© 2019 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Filip Sobolič

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Posuzování vlivu občanské vybavenosti – sportovních zařízení na dopravní infrastrukturu.

Název anglicky

The impact assessment of civic amenities – sport facilities on a transport infrastructure

Cíle práce

Cílem práce je posoudit vliv sportovních zařízení na generování dopravy, vznik dopravních kongescí a nároků na dopravní infrastrukturu včetně dopravní infrastruktury dopravy v klidu.

Metodika

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Metodika práce – návrh postupů získávání dat
4. Rešeršní část: generování dopravy, dopravní prognózy, dopravní průzkumy
5. Výsledky a diskuse – informace a data o generované dopravě sportovních zařízení
6. Závěr
7. Seznam použitých zdrojů
8. Přílohy

Doporučený rozsah práce

30 stran

Klíčová slova

generování dopravy, dopravní prognózy, dopravní průzkumy

Doporučené zdroje informací

Martalos Jan a kol.: Metody prognózy intenzit generované dopravy, Technické podmínky. EDIP, 2011
Normy ČSN EN zabývající se danou problematikou např. ČSN 73 6056 (odstavné plochy)
Zákon č. 225/2017 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Elektronicky schváleno dne 5. 1. 2018

doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 1. 2018

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Posuzování vlivu občanské vybavenosti – sportovních zařízení na dopravní infrastrukturu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.03.2019

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Miroslavu Růžičkovi, Csc. z Katedry vozidel a pozemní dopravy na ČZU v Praze za jeho vedení, poskytnuté konzultace a trpělivost při psaní této práce.

Abstrakt

Bakalářská práce se zaměřuje na problematiku generované dopravy vyvolané výstavbou vysokokapacitního sportoviště s diváky. V teoretické části je proveden rozbor metody prognózy intenzit generované dopravy používané v České republice. V praktické části je uveden případ dopadu na dopravní obslužnost při výstavbě fotbalového stadionu v Brně, který je součástí areálu Ponava v městské části Brno-Královo Pole. Na základě studia informací z veřejně dostupných zdrojů je vytvořen popis možného fungování různých dopravních módů - individuální automobilové dopravy, veřejné hromadné dopravy, pěší a cyklistické dopravy a dopravy v klidu. V případě dopravy v klidu jsou zpracovány nároky na tuto dopravu a proveden návrh na úpravu pro zajištění dostatečné kapacity parkovišť.

Klíčová slova: generovaná doprava, dopravní průzkumy, dopravní prognózy

The impact assessment of civic amenities – sport facilities on a transport infrastructure

Abstract

The thesis is focused on the traffic generation induced by the construction of a high-capacity sports area on public transport. The theoretical part analyses methods of forecasting the intensity of generated traffic used in the Czech Republic. The empirical engages the case of impact the construction of a football stadium, which is the part of Ponava's area in Brno-Královo Pole, on transport service in Brno. Based on publicly available information, a description of possible operating of various means of transport (e.g. individual automobile traffic, public transport, pedestrian, cycling and parking places) is created. Requirements of parking places are processed and a proposal for ensuring the satisfactory parking capacity adjustments is provided.

Keywords: generate transport, traffic survey, transport forecasts

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl práce	2
3 Metodika	2
4 Rešeršní část	3
4.1 Intenzity generované dopravy	3
4.1.1 Výpočet generované dopravy	5
4.2 Dopravní prognózy.....	11
4.2.1 Význam a účel prognózy dopravy	11
4.2.2 Druhy simulačních modelů	13
4.2.3 Čtyřfázová dopravní prognóza.....	15
4.2.4 Metody prognózy v silniční dopravě	16
4.2.5 Prognostický dopravní model	17
4.3 Dopravní průzkumy	18
4.3.1 Způsoby průzkumu dopravních intenzit	21
4.3.2 Posouzení průzkumu intenzit dopravy.....	23
5 Výsledky a diskuse	24
5.1 Charakteristika města Brno	24
5.2 Struktura dopravy.....	25
5.2.1 Silniční síť.....	25
5.2.2 Železniční síť	27
5.3 Řešené území	28
5.3.1 Veřejná hromadná doprava.....	29
5.3.2 Individuální automobilová doprava	32
5.3.3 Pěší a cyklistická doprava.....	33
5.3.4 Doprava v klidu	35
Závěr	37
6 Seznam použitých zdrojů	39
7 Seznam příloh	1

Seznam obrázků

<i>Obr. 1</i>	<i>Postup výpočtu odhadu intenzity generované dopravy</i>	<i>5</i>
<i>Obr. 2</i>	<i>Hierarchie modelu dle záběru na detail</i>	<i>13</i>
<i>Obr. 3</i>	<i>Detailní simulace v prostředí VISSIMu</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 4</i>	<i>Jednotlivé fáze prognózy dopravy</i>	<i>16</i>
<i>Obr. 5</i>	<i>Rozdíl intenzit dopravy na vybraných úsecích dle sčítání dopravy 2010 a 2016....</i>	<i>19</i>
<i>Obr. 6</i>	<i>Schéma Železničního uzlu Brno</i>	<i>28</i>
<i>Obr. 7</i>	<i>Mapa řešeného území a jednotlivých linek VHD</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 8</i>	<i>Mapa hlavních pěších koridorů v areálu</i>	<i>34</i>

Seznam tabulek

<i>Tab. 1</i>	<i>Celkový počet cest</i>	<i>8</i>
<i>Tab. 2</i>	<i>Dělba přepravní práce.....</i>	<i>9</i>
<i>Tab. 3</i>	<i>Intenzita IAD – počet vozidel.....</i>	<i>10</i>
<i>Tab. 4</i>	<i>Přehled autobusových zastávek v docházkové vzdálenosti.....</i>	<i>30</i>
<i>Tab. 5</i>	<i>Přehled trolejbusových zastávek v docházkové vzdálenosti</i>	<i>31</i>
<i>Tab. 6</i>	<i>tramvajových zastávek v docházkové vzdálenosti</i>	<i>31</i>

Seznam použitých zkratek

D_i	objem předpokládané dopravy
D_{ij}	určení mezioblastních vztahů
DPMB	Dopravní podnik města Brna
I_{IAD}	intenzita individuální automobilové dopravy [voz/den]
I_{dm}	denní intenzita motorové dopravy [voz/den]
I_{hm}	hodinová intenzita motorové dopravy [voz/den]
IAD	individuální automobilová doprava
k_{DPP}	dělba přepravní práce
k_{IAD}	intenzita individuální automobilové dopravy pro jednotku U
k_{MHD}	koeficient závislosti obsluhy MHD na intenzitu IAD
k_{OBS}	průměrná obsazenost vozidla
$k_{PC/U}$	koeficient počtu generovaných cest na jednotku ukazatele U
MHD	městská hromadná doprava
MMO	malý městský okruh
MÚK	mimoúrovňová křižovatka
PC_{Celk}	celkový počet generovaných cest [cest/den]
PC_{DP}	počet cest jednotlivých druhů dopravy
PC_{IAD}	počet cest vykonaných individuální automobilovou dopravou
RP	regulační plán
RPDI	roční průměr denních intenzit
S_m	plocha území připadající na jedno místo pro diváky v hledišti [m ²]
S	celková plocha území pro řešený typ zástavby [m ²]
SŽDC	Správa železniční dopravní cesty
TEN-T	Trans-European transport Networks – Transevropská dopravní síť
U	výchozí ukazatel území
UAV	Unmanned Aerial Vehicle – autonomně létající stroj
ÚP	územní plán
ÚzS	územní studie
VHD	veřejná hromadná doprava
VMO	velký městský okruh
ZKS	základní komunikační systém
ŽUB	železniční uzel Brno

1 Úvod

Tato bakalářská práce je zaměřena na komplexní posouzení dopadů na dopravní infrastrukturu při výstavbě těchto sportovišť s vysokou diváckou kapacitou. Realizace výstavby sportoviště s diváky má zásadní vliv na nárůst nově generované dopravy, která je z velké části uskutečňována individuální automobilovou dopravou. Ta představuje výrazné dopravní zatížení daného území. V rešeršní části práce je charakterizována generovaná doprava a metoda výpočtu dle oficiálních technických podmínek, dále pak nastínění problematiky tvorby dopravních prognóz včetně základního rozdělení dopravních modelů, a nakonec je popsán dopravní průzkum a způsob jeho provedení. V kapitole „Výsledky a diskuze“ je pak uveden konkrétní příklad dopadů na dopravní infrastrukturu při výstavbě fotbalového stadionu v Brně Za Lužánkami s předpokládanou kapacitou 30 000 diváků, který bude moci plnit veškerá mezinárodní kritéria pro pořádání vrcholových mezinárodních utkání, včetně finále Evropské ligy a zároveň jakožto sportovní areál s nejvyšší kapacitou v České republice, má potenciál stát se zároveň národním fotbalovým stadionem na který sportovní veřejnost čeká dlouhé roky. Postupně jsou v této kapitole rozebrány jednotlivé druhy dopravy fungující pro dané území a následně je na základě studia informací z veřejně dostupných zdrojů vytvořen popis možného fungování včetně výstavby parkovacích ploch.

V České republice docházelo za posledních 30 let k výraznému zanedbávání výstavby nových a rekonstrukcí stávajících sportovních zařízení regionálního i celostátního významu. Je to způsobeno především dlouhodobým nezájmem o sportovní úsek ze strany dosavadních vládních partají České republiky. Sportovní úsek spadá do gesce resortu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, která dlouhodobě tento úsek dlouhodobě zanedbávala a docházelo tak ke značnému podfinancování. Výsledkem výše uvedených skutečností jsou areály nesplňující požadavky pro pořádání vrcholových akcí mezinárodního významu, které jsou obecně spojeny s propagací daného sportu v pořádající zemi a rozvojem sportovního odvětví jako celku. Momentální situace ekonomického růstu však nahrává výhledovému zvýšení množství investic do výstavby zařízení podobného typu. Dalším důležitým krokem je založení Národní sportovní agentury, která nyní v oblasti sportu poskytuje podporu ze státního rozpočtu a stará se o kontrolu využití, což výhledově vytváří potenciál k výstavbě většího množství vysokokapacitních sportovišť.

2 Cíl práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je posoudit vliv sportovních zařízení na generování dopravy, vznik dopravních kongescí a nároků na dopravní infrastrukturu včetně dopravní infrastruktury dopravy v klidu.

3 Metodika

Sběr dat a informací, jejich následná analýza a vyhodnocení sleduje cíl a tím je vytvoření kompaktního celku, dostatečně a výstižně popisujícího problematiku dopadů na dopravní infrastrukturu při výstavbě a následném provozu vysokokapacitního sportoviště pro diváky. Pro účely zpracování rešeršní části je primárně vycházeno z publikací předních českých odborníků na problematiku v oblasti generované dopravy, dopravních prognóz a dopravních průzkumů, doplněné o některé skutečnosti fungování této oblasti v zahraničí. V případě kapitoly „Výsledky a diskuze“ je uveden konkrétní příklad dopadů na dopravní infrastrukturu při výstavbě fotbalového stadionu Za Lužánkami v Brně, s předpokládanou kapacitou 30 000 diváků. Východiskem pro sběr relevantních dat jsou oficiální projekty zpracované pro statutární město Brno v uplynulých několika letech. Jedná o střednědobé plány mobility a dopravní politiky města Brno, územní studii areálu Ponava, nebo studii proveditelnosti železničního uzlu Brno. Studium výše uvedených zdrojů a dále i dalších informací z veřejně dostupných zdrojů bude vytvořen popis možného fungování různých dopravních módů – individuální automobilové dopravy, veřejné hromadné dopravy, pěší a cyklistické dopravy a dopravy v klidu. V případě dopravy v klidu budou v práci zpracovány nároky na tuto dopravu a případné řešení pro zajištění dostatečné kapacity parkovišť. Výsledkem práce bude přehled o komplexním řešení dopravní infrastruktury za účelem rozvoje potenciálu řešeného území.

4 Rešeršní část

V této kapitole bakalářské práce bude zpracována literatura, která se zabývá charakteristikou způsobu posuzujících generování dopravy, dopravní průzkumy a prognózy intenzit automobilové dopravy na tuzemských i zahraničních pozemních komunikacích.

4.1 Intenzity generované dopravy

Odhad intenzity generované dopravy patří mezi elementární úlohy dopravního inženýrství a zároveň je zásadní součástí územního plánování na všech úrovních, řešící především území občanského vybavení s vysokými nároky na dopravu, které lze po dostavění očekávat v dlouhodobém časovém horizontu. Lze jí definovat jako počet cest s určitým cílem za jednotku času. Na rozdíl od územně plánovacích dokumentů, které obsahují přesné stavy kapacit vybraných systémů technické infrastruktury a na jejímž základě lze vybrané soustavy dimenzovat, byla donedávna schopnost posuzovat infrastrukturu určenou k dopravní dostupnosti využívána pouze výjimečně. Nadměrné požadavky na dopravní obslužnost v individuální i hromadné dopravě vznikají u zástavby s vysokou hustotou zalidnění, sportovních areálů, velkých obchodních center, v průmyslových areálech, překladištích a logistických centrech, území dopravního zařízení apod. Cílem odhadu intenzit je co nejpresnější dimenzování pro řešené území, aby nedocházelo k přetížení dopravy a následném vzniku pravidelných dopravních kongescí z důvodů výrazně převyšující dopravní poptávky nad její nabídkou. [1, 2]

Při vylepšení dopravní infrastruktury v území je nezbytné počítat se všemi potenciálními druhy dopravy a zajistit mezi nimi optimální spolupráci. Způsoby řešení jednotlivých druhů lze v tomto případě popsat takto: [3]

- Výběr vhodného řešení k zajištění rozvoje území pro potřeby veřejné hromadné dopravy, která bude kapacitně schopna řešit nejen konání velkých nárazových akcí, ale bude také vhodným východiskem pro každodenní dopravní obsluhu a její návaznost na celoměstský systém hromadné dopravy.

- V případě individuální dopravy je potřebné vybrat takové řešení, které bude zajišťovat dostatečnou přístupnost do areálu a zároveň nebude výrazně zasahovat do běžného provozu městské dopravy. Jde tedy o hledání kompromisu, který bude vyhovující pro lokální i celoměstské účely.
- Zajištění odpovídající pěší dopravy, která bude mít návaznost na centrum města, vlakové a autobusové nádraží a další oblasti spojující přilehlé části města, jako je např. lesopark Planýrka. Je také potřebné počítat s každodenní vysokou intenzitou využití pěší a cyklistické dopravy, a proto je důležité najít řešení, které bude co nejméně zasahovat do v oblasti vytižené automobilové dopravy.
- Řešení kapacitních požadavků na statickou dopravu pro fotbalový stadion a další plánované sportovní aktivity v území. Při výstavbě parkovacích ploch je nutné zvážit každé řešení území individuálně a hledat následně optimální poměr mezi požadavky na parkovací plochy a její maximální možnou kapacitou. Není proto možné vždy striktně postupovat dle předepsaných norem.

Nyní budou popsány postupy řešení dle certifikovaných technických podmínek společnosti EDIP s.r.o., konkrétně řešené v publikaci „Metody prognózy intenzit generované dopravy“, vycházející pod záštitou Ministerstva dopravy.

Základním účelem při tvorbě této metodiky je následné využití při územním plánování, projektování staveb a řešení dopravní obslužnosti. Postup řešení lze rozdělit dle primárního použití na územní plán, regulační plán a územní studii. Každá z jednotlivých částí poskytuje jiné výstupní údaje o využitelnosti lokality. Tyto údaje slouží k následné specifikaci a charakteristice stavby a také jako podklady k výslednému odhadu intenzity generované dopravy. Z hlediska určení těchto intenzit je jedním z dalších základních stavebních kamenů také učení dopravní produktivity území. [1]

Základními požadavky na intenzity generované dopravy jsou uvedení předem definovaných vstupních hodnot v určitém intervalu a komplexní řešení většího množství druhů dopravy, kdy v prvním kroku dojde k určení kompletní intenzity dopravy v dané

oblasti a v druhém kroku je konkretizována přepravní práce dle vnějších okolností, jako je například vzdálenost veřejné hromadné dopravy (dále jen VHD) od objektu. [1]

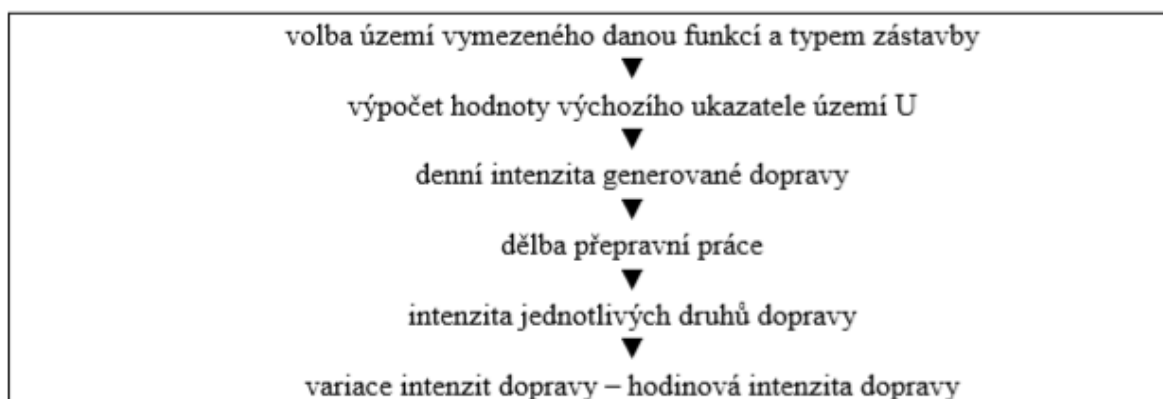
„Dopravně inženýrský posudek řešící intenzitu dopravy je realizován za pomoci těchto na sebe návazných kategorií: [1]

- *analýza současného stavu,*
- *prognóza intenzity nové (generované) dopravy*
- *prognóza intenzit celkové dopravy*
- *kapacitní posouzení,*
- *doporučení k dopravnímu řešení“.*

4.1.1 Výpočet generované dopravy

Základní rozdělení výpočtu intenzit generované dopravy dle technických podmínek EDIP je uvedeno v šesti na sebe návazných segmentů, jak je možné vidět na obrázku 1. [1]

Obr. 1 Postup výpočtu odhadu intenzity generované dopravy



Zdroj: Metody prognózy intenzit generované dopravy [1]

Volba území vymezeného danou funkcí a typem zástavby

Předpokladem pro zařazení území do kategorie území vymezeného danou funkcí a typem zástavby je většinový podíl ploch, které slouží k určité funkci a typu zástavby ke které byla

určena. Tyto vlastnosti jsou ve vybraném území zásadním faktorem k určení intenzit generované dopravy. Ostatní kategorie, jako jsou plochy dopravní a technické infrastruktury, veřejné prostranství, zeleně zastávají minoritní podíl funkcí řešících pouze potřeby uživatelů konkrétního území. Nespádají však do výpočtů intenzit generované dopravy a pokud vyjímečně ano, tak jen v zanedbatelném množství. [1]

Důsledkem těchto skutečností došlo k omezení označování území vymezených danou funkcí a typem zástavby a v této metodice jsou označovány pouze za monofunkční, přestože to ve skutečném prostředí není vždy pravidlem. Stavby kde výrazně převládají polyfunkční území, jako jsou např. smíšená obytná území, městská jádra a lokální centra, nepatří mezi předměty metodiky stanovující intenzity generované dopravy. Předětem této práce je dopravní zatížení sportoviště pro diváky, konkrétně stadion pro fotbal s diváckými ochozy a tribunami, jehož součástí mohou být tréninková hřiště a ostatní kryté i otevřené prostory určené k tréninku, který je v této metodice veden pod označením OVT-D1. [1]

Za základní rozdělení území vymezených danou funkcí a typem zástavby můžeme považovat:

- „*charakter prostorového uspořádání zástavby (kompaktní rozvolněná, otevřená, řadová, izolovaná, apod.),*
- *plošný rozsah zástavby,*
- *obvyklá poloha daného typu zástavby v rámci struktury osídlení*
- *okruh uživatelů území dominantně se podílejících na generované dopravě tímto územím – obyvatelé, zákazníci, zaměstnanci, zásobování*
- *obvyklá dělba přepravní práce*
- *další specifické vlastnosti“ [3]*

Určení výchozího ukazatele území – U

Výchozí ukazatel území U je jednotka údajující určitý typ území dle jeho účelu a typ zástavby sloužící k vytyčení dopravních objemů v určité oblasti vymezeným daným územím a typem zástavby. Stavby určené pro tělovýchovu a sport patří mezi individuálně koncipované stavby, kdy každá stavba má své specifické parametry a požadavky, závislé

na konkrétním druhu sportu, pro který je sportoviště vybudováno. Od toho se odvíjí i dispozice objektu, objem a nároky na vnější prostor. V případě fotbalového stadionu je jednotkou výchozího ukazatele počet míst pro diváky v hledišti. [1]

K potřebám výpočtu výchozího ukazatele území je nutné uvést následující rozdělení:

Úroveň 1: Územní plán [ÚP]

Položkou úrovně územního plánu určující hodnoty výchozího ukazatele území U jsou ve většině případů známé zásady prostorového uspořádání a regulativy intenzity využití území. V situacích, kdy v územním plánu nejsou obsaženy regulativy pro využití území, je nutné k výpočtu výchozího ukazatele území U využít postupů metodiky. [1]

Úroveň 2 : Územní studie / Regulační plán [ÚzS / RP]

Na úrovni územní studie / regulačního plánu jsou již povětšinou známé všechny podmínky prostorového uspořádání území (např. parcelace) i regulativy, nezbytné pro stanovení hodnoty výchozího ukazatele území U . Vztah k výpočtu ukazatele území U pro výpočet generované dopravy je v případě území občanského vybavení – Sportoviště pro diváky řešené právě na této úrovni.

Dle kapitoly 6.4. metodiky je vztah pro výpočet výchozího ukazatele území U :

$$U = \frac{S}{S_m} \quad (\text{počet míst pro diváky})$$

Kde: S – celková plocha (výměra) území pro řešený typ zástavby [m^2]

S_m – plocha (výměra) území připadající na jedno místo pro diváky v hledišti [m^2] [1]

Ohad intenzity generované dopravy [1]

Pro stanovení intenzity generované dopravy je možné použít tyto dva způsoby:

I. z celkové intenzity cest generovaných na daném území a dělbou přepravní práce

3.a) Celkový počet generovaných cest v území bez ohledu na druh přepravy –
 PC_{Celk}

Určuje celkový počet cest generovaných v daném území během běžného pracovního dne bez ohledu na druh dopravního prostředku. K výpočtu slouží tento vzorec:

$$PC_{Celk} = U * k_{PC/U}$$

PC_{Celk} – celkový počet cest [cest/den]

U – ukazatel území

$k_{PC/U}$ – koeficient počtu generovaných cest na jednotku ukazatele U

Tab. 1 Celkový počet cest

Kategorie zástavby	Koeficient počtu cest na 1 místo pro diváky - $K_{PC/U}$
OV-T-D (sportoviště s diváky)	0,7 - 1,2

Zdroj: *Metody prognózy intenzit generované dopravy*[1]

3.b) Dělbá přepravní práce – k_{DPP}

Metodika uvádí základní rozdělení dělby přepravní práce na individuální automobilovou dopravu, městskou hromadnou dopravu, pěší a cyklistickou dopravu. Pokud je k dopravní obsluze využíváno i jiných druhů dopravy (např. železniční, regionální autobusová), je potřebné individuální stanovení přepravní práce.

Tab. 2 Dělbá přepravní práce

Kategorie zástavby	kvalita obsluhy MHD	k_{DPP}			
		IAD	MHD	pěší	cyklo
OV-T-D (sportoviště s diváky)	Dobrá	25 %	45 %	28 %	2 %
	Špatná	50 %	15 %	33 %	2 %

Zdroj: *Metody prognózy intenzit generované dopravy [1]*

3.c) Počet cest jednotlivých druhů dopravy – PC_{DP}

$$PC_{DP} = PC_{CELK} * k_{DPP} = U * k_{PC/U} * k_{DPP}$$

PC_{DP} – počet cest vykonaných určitým dopravním prostředkem v jednom směru za 24 hodin

k_{DPP} – koeficient přepočtu dělby přepravní práce

3.d) Výpočet intenzity automobilové dopravy

Intenzita automobilové dopravy je zvolena dle předpokládáné obsazenosti osobních vozidel a vypočtena vztahem: [1]

$$I_{IAD} = \frac{PC_{IAD}}{k_{OBS}}$$

Kde: I_{IAD} – intenzita individuální automobilové dopravy [voz/den]

PC_{IAD} – počet cest vykonaných individuální automobilovou dopravou

k_{OBS} – průměrná obsazenost vozidla (zhruba 1,4)

II. *přímým výpočtem intenzity I_{IAD} [voz/den] [1]*

Metoda přímého výpočtu intezity individuální automobilové dopravy (dále jen IAD) je využívána v případech, kdy je potřebné zjistit jen intenzitu automobilové dopravy, ale pouze za předpokladu, že je známý parametr k_{IAD} viz následující tabulka. Pakliže je dána hodnota parametru U, je možné určit výslednou hodnotu, bez potřeby provádění úvodních tří kroků, jako bylo nutné u postupného výpočtu intenzity jednotlivých druhů dopravy.

$$I_{IAD} = U * k_{IAD} * k_{MHD}$$

Kde: I_{IAD} – intenzita automobilové dopravy [voz/den]

k_{IAD} – intenzita individuální automobilové dopravy pro jednotku U

k_{MHD} – koeficient závislosti jakosti obsluhy MHD na intenzitu IAD

Tab. 3 *Intenzita IAD – počet vozidel*

Kategorie zástavby	k_{IAD} - koeficient intenzit dopravy (osobní vozidla) na jedno místo pro diváky	Nejčastější hodnota (vč. Vlivu) k_{MHD}	k_{MHD}	
			Dobrá	Špatná
OV-T-D (sportoviště s diváky)	0,1 - 0,2	0,15	0,80 - 1	1 - 1,40

Zdroj: Metody prognózy intenzit generované dopravy [1]

4.2 Dopravní prognózy

Prognózy dopravy jsou dalším fragmentem patřícím do základních úloh dopravního inženýrství a zároveň navazujícím tématem na předchozí kapitolu intenzit generované dopravy. Určuje výhledové objemy dopravy jako jeden z podkladů pro návrh a uspořádání komunikační sítě v souladu s rozvojem dopravy a území. Předpověď je též založena na stejnorodém chování určených socioekonomických skupin, kdy každá vykazuje svou specifickou mobilitu. Předpokladem pro následné určení budoucích cílů dopravy je především analýza aktuálních přemísťovacích vztahů a predikce změn, například v oblasti reprodukce obyvatelstva a vývoje automobilového průmyslu. [4, 5]

4.2.1 Význam a účel prognózy dopravy

Zpracování prognóz vývoje silniční dopravy patří mezi relativně náročné operace s ohledem na možnosti zjištění potřebných podkladů k vypracování kvalitní předpovědi. Mezi základní vědomost pro plánování a následnou přípravu projektů, stavbu a případné rekonstrukce spadá znalost aktuálního stavu dopravních potíží. Informace o nynějším stavu je možné řešit pomocí rozborů a dopravních průzkumů. Stav současných problémů však není jedinou informací potřebnou pro získání vypovídajícího řešení. Aby bylo možné tento model efektivně využívat v horizontu několika desítek let, je důležité mít mimo jiné přehled o budoucích nárocích a požadavcích na dopravu pro danou pozemní komunikaci. Výhledově může také docházet k situacím po zavedení určitého omezení, nastávající v případě stavby nové komunikace, nebo budoucí omezení oblasti pro určitou kategorii vozidel, proto v dnešní době vzniká předpoklad tvorby těchto modelů založených na relevantních podkladech a s vidinou reálných výsledků, a nikoliv idealizovaných. Obecně se dá hovořit o údržbě a vývoji silniční infrastruktury. [4, 6]

Hlavním účelem dopravních prognóz je stanovení perspektivních dopravních nároků, které jsou v určitém časovém úseku a vymezeném území závislé na předpokládaném nárůstu funkcí v daném území. Tyto požadavky jsou kladeny napříč spektrem celého dopravního systému – počínaje námětům k řešení jednotlivých vozovek, odhadům kapacitního množství křižovatek, přes městské a krajské koncepce dopravní sítě až k té celostátní. [6]

Neméně důležitým a v dnešní době aktuálním tématem je také otázka posuzování vlivu dopravy na životní prostředí, které je významným zdrojem emisí, skleníkových plynů a dalších škodlivin.

Předpokládá se taktéž vyváženost mezi poskytovanou dopravní infrastrukturou (dopravní síť, pokrytí VHD, parkoviště a jejich umístění) a s tím spojenými službami a dopravní poptávkou (např. obyvatelstvo a stav automobilizace). Nabídka a poptávka patří mezi základní prvky každého dopravního modelu. Za dopravní nabídku je považována dopravní síť, kde jsou hlavními činiteli charakteristiky dílčích úseků a křižovatek včetně jejich pohybů. Dopravní poptávka je vyjádřena pomocí matic přepravních vztahů, kdy jsou předmětem výpočtů cesty z určitého zdroje do cíle. Matice jsou v dopravním modelu zastoupeny většinou ve větším množství, kdy je uvažováno nad účelem jednotlivých cest (cesta do školy, do zaměstnání apod.). Mezi obecně nejvyužívanější způsoby modelování dopravní poptávky patří čtyřfázová dopravní prognóza. Generalizované náklady můžeme definovat jako náklad na cestu a čas, které jsou převedeny na společnou jednotku. Využitelnost nákladů pokrývá všechny fáze modelu – určení cílové destinace, ideální trasy a dopravního módu. Jednotlivé prvky dopravní matice na sebe vzájemně působí. [7, 8]

Dopravní modely fungují na principu simulačních technik a jejich výhodou je především schopnost vytvořit reálnou situaci silničního provozu bez jakéhokoliv zásahu do stávajícího provozu, na rozdíl od vybraných metod průzkumu dopravy. Vytvořený model je také možné libovolně upravovat a doplňovat dle potřeby. Výsledný produkt patří mezi uživatelsky přívětivé, takže i přes relevantní údaje a schopnost obsáhnout velké oblasti je snadno pochopitelný pro širokou veřejnost. Nevýhody se odrážejí především od schopnosti sběru kvalitních vstupních dat, bez kterých je nemožné vytvořit precizní dopravní model. Pokud je jakost dat nedostatečná, dochází k následné nepřesnosti dat výstupních. Nelze tedy tvrdit, že s přibírajícím počtem dat dochází v každém případě ke zpřesnění modelu. [9]

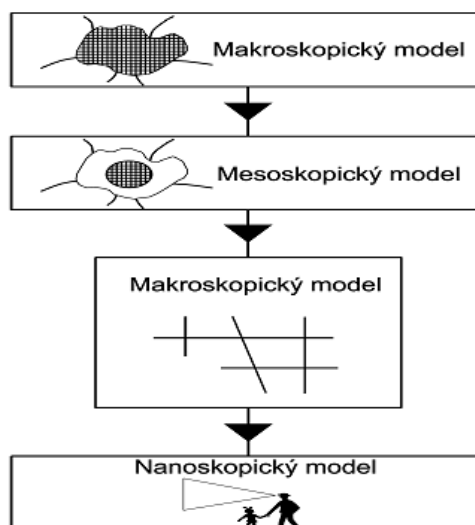
Mezi klíčové směry tvorby dopravních prognóz pak patří osobní doprava, kde je nezbytně nutné pochopení chování obyvatelstva v této oblasti a jejich následná analýza na vybraném modelu. Existuje hned několik způsobů modelování, představující nenahraditelný nástroj pro vyhodnocení zamýšlené dopravní infrastruktury. Výsledkem správně provedeného modelu je zjištění optimální varianty dopravního rozvoje v dané oblasti, jejíž dopady

působí nejen na dopravní toky v řešeném území, ale také na ekonomickém a environmentálním. [4]

4.2.2 Druhy simulačních modelů

Druhy dopravních modelů rozlišujeme několika základních parametrů – rozsah cílové oblasti, čas, množství vytvářených dopravních módů a účel. Ve skutečnosti se modely prolínají ve výslednou kombinaci vhodnou pro předem navržený dopravní model. V této práci bude uvedeno pouze rozdělení dle rozsahu cílové oblasti s omezením na dva hlavní a nejpoužívanější modely, při kombinaci pak dochází ke vzniku dalších okrajových modelů, jako jsou mezoskopické či nanoskopické viz obrázek 2. Existují také ještě simulace hybridní. [7]

Obr. 2 Hierarchie modelu dle záběru na detail



Zdroj: <http://projekt150.ha-vel.cz/node/94> [9]

Makroskopické modely

Makroskopické modely slouží k vytváření rozsáhlých dopravních sítí na úrovni metropolitních oblastí, nebo státních dopravních projektů. Jedná se o způsob modelování dopravní poptávky, který je velmi náročný z hlediska požadavků na vysoký objem vstupních dat, tudíž se jedná o časově náročnou operaci. Data jsou získány z dopravních průzkumů a zatížení jednotlivých úseků dopravní sítě a záznamů informujících o dopravní nabídce a poptávce v řešeném území. Získaná data jsou zpracována s konečným výstupem v podobě makroskopické situace, schopné nalézt například ohnisko dopravních kongescí. Konečným výstupem je analýza dopravních toků v individuální dopravě či vytváření modelů dopravních sítí, nebo možné určení výsledné intenzity dopravy, přepravních vztahů a dělby přepravní práce. Nespornou výhodou makroskopického modelu oproti běžným kapacitním výpočtům je především automatizace jednotlivých procesů. Za přední software pro makroskopické modelování lze označit například VISUM od firmy PTV Group, spojující všechny podstatné typy dopravy do jednoho soudržného dopravního modelu. [7, 10]

Mikroskopické modely

Mikroskopické simulační modely slouží k modelování konkrétních dopravních situací individuální i veřejné hromadné dopravy v reálném čase, zohledňující přítomnost vozidel silničního provozu, cyklistů, chodců a dalších uživatelů řešené lokality, proto každý řešený objekt nacházející se v modelované simulaci je výjimečný a má své specifické vlastnosti. Tímto způsobem lze širokou škálu situací od konkrétních křižovatek až po rozsáhlé dopravní sítě s vysokým důrazem na detail. Dále mohou být modelovány sofistikované systémy dopravních signalizačních zařízení pro chodce i vozidla. Mikroskopická simulace je obzvláště vhodná pro posouzení alternativních strategií řízení provozu, protože interakce mezi různými dopravními proudy jsou ihned patrné z obrázku 3. Mezi nejpoužívanější software pro mikroskopické simulace patří VISSIM či PARAMICS. [7, 8]

Obr. 3 Detailní simulace v prostředí VISSIMu



Zdroj: www.ptvag.com [11]

4.2.3 Čtyřfázová dopravní prognóza

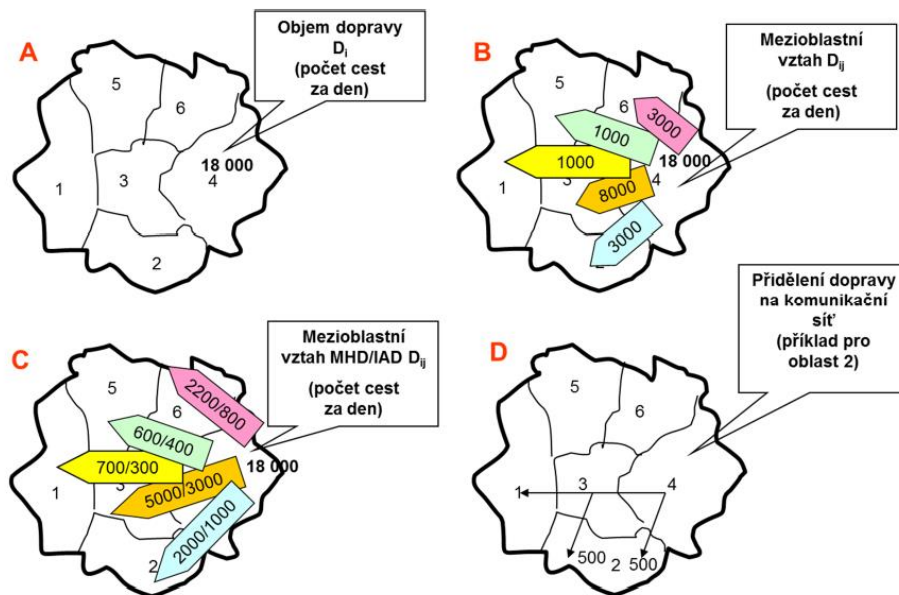
Jedná se o obecně nejvyužívanější způsob modelování. Mezi elementární znalosti potřebné pro tento způsob realizace se řadí údaje o procesu reprodukce lidské populace, pod které spadá například počet obyvatelstva a jejich požadavky na dopravu. Druhou vědomostí nutnou pro modelování je znalost aktuálního stavu dopravní sítě, množství používaných automobilů a stav poskytovaných služeb hromadné dopravy v dané oblasti. [4]

Jednotlivé fáze, znázorněné také na obrázku 3, tedy můžeme rozdělit takto:

- Objem předpokládané dopravy – D_i
 - Cílem první fáze je předpovězení počtu cest a tím i celkového množství generované dopravy v určitém časovém úseku, například dne či hodiny, nezávisle na smyslu cesty.
- Určení mezioblastních vztahů – D_{ij}
 - Určuje množství cest v určitém časovém intervalu, počátky a cíle cest.

- Rozdělení přepravní práce
 - Zjištění a podílové procentuální rozřazení dle způsobu použití dopravního prostředku
- Přidělování na síť
 - Určení jednotlivých segmentů, kudy povede cesta a zda je dostatečně propustná. Volba závisí na dopravci a přepravci. [12]

Obr. 4 Jednotlivé fáze prognózy dopravy



Zdroj: Prezentace přednášky předmětu – Dopravní inženýrství I. [12]

4.2.4 Metody prognózy v silniční dopravě

Metody prognózy v případě automobilové dopravy mohou být rozděleny následujícím způsobem:[6]

Metoda analogická

- Vychází z předpokladu schopnosti odvození současného vývoje pomocí nejprimitivnějšího způsobu předpovědi – tzv. extrapolaci již známých údajů, sloužící například pro výhledový vývoj automobilizace.

Metoda syntetická

- Uplatňuje pro způsob perspektivního řešení analýzu chování účastníku dopravního provozu. Použití těchto zákonitostí je následně potřebné ověřit v praxi.

Dalším způsobem náhledu metody prognóz, je přístup k aktuálně řešenému území. V takovém případě rozpoznáváme: [13]

- Prognostický dopravní model
- Metodu jednotného součinitele vývoje

Metodu jednotného součinitele vývoje však lze využít pouze případů s přílišnou náročností na zpracování matematického modelu a zároveň za předpokladu postupného rozvoje posuzovaného území a stabilizované dopravní sítě. Naopak není vhodné aplikovat v případech, kdy jsou v určité oblasti očekávané výrazné změny v dopravní infrastruktuře. [12]

4.2.5 Prognostický dopravní model

Primární a v tomto případě také jedinou možnou variantou k určení intenzit automobilové dopravy na pozemních komunikacích je prognosticky dopravní model. Tento způsob předpovědi vychází z matematického modelu, který zahrnuje jednotlivé vlivy působící na tvorbu nerovnoměrně se rozvíjejících vztahů v území. Předpokladem správného

provedení je dostatečné množství pozemních komunikací. Jedná se o zásadní požadavek pro splnění všech podmínek, které jsou na vytváření modelu kladeny. [13]

Vzhledem k náročnosti na výpočetní techniku při zpracování velkého objemu dat pro navržení dopravní sítě, bylo možné využívat matematické modely až od konce 60. let 20. století. První případy zavedení této metody do obecných postupů se nejdříve objevily v Německu a zanedlouho poté následovala i snaha o uplatnění v ČSSR. Právě výpočetní technika, která byla v počátcích velkou překážkou, prošla od začátku užívání této metody do současné doby značnou evolucí. Aktuální stav vývoje počítačových technologií pokročil do takového stadia, kdy je možné řešit i velká území fakticky bez omezení. Pro účely zhotovení prognostického modelu se tak ve velké míře využívají specifické software, vycházející z již známého čtyřstupňového dopravního modelu. [14]

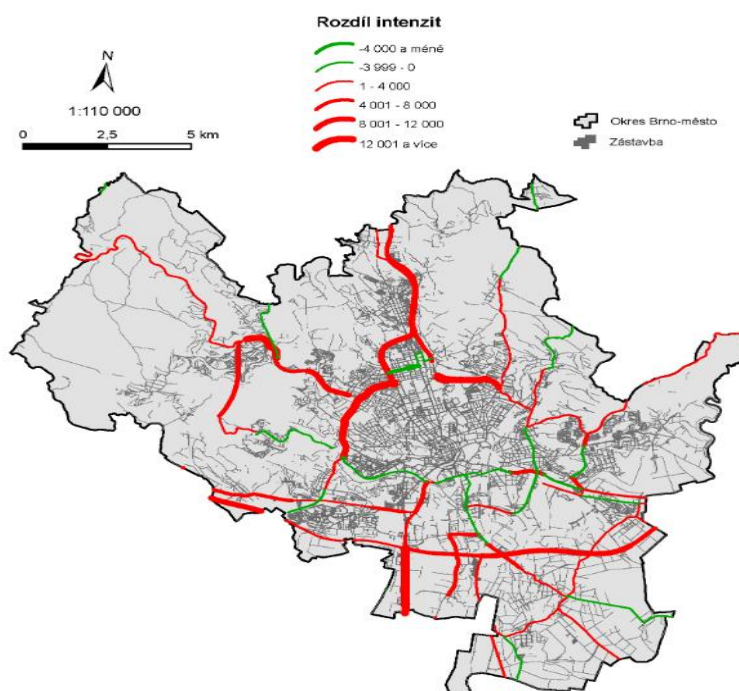
Výhodou pro zavedení matematického modelu je především schopnost zohlednit velké množství proměnných, což má za důsledek kvalitnější prognostické údaje při řešení dané komunikace v porovnání metodou jednotného koeficientu růstu. Přínosem se ovšem stává pouze v případě, kdy je k dispozici dostatečné množství relevantních a důvěryhodných údajů. Použití prognostického modelu je širokospektrální, tudíž není možné definovat celou škálu jejího využití, avšak dochází k použití této metody především v případech, kdy již řešená oblast byla podrobena modelování, a tak lze vycházet určitých údajů, případně při posuzování oblasti s vysokou mírou zalidnění a s tím souvisejícím množstvím pozemních komunikací, nebo při posudku eventualit rozložení dopravní sítě. [13]

4.3 Dopravní průzkumy

Dopravní průzkumy patří mezi jeden z nejvyužívanějších způsobů pro zjištění aktuálního stavu dopravního vytížení, dopravních proudů a dopravních poměrů na stávajících dopravních zařízeních. V České republice jsou k dispozici především tyto zdroje informací pro výpočet intenzity dopravy: [15]

Celostátní sčítání dopravy – slouží jako základní zdroj informací o intenzitách automobilové dopravy v České republice. Provádí se na předem určené dopravní síti, zahrnující veškeré dálnice a silnice I. třídy, dále konkrétní silnice II. a III. třídy a některé místní komunikace. Aktualizace dat z Celostátního sčítání probíhá vždy v pětiletém cyklu. V závislosti na této skutečnosti je pro mezilehlá období nezbytné provádět extrapolaci, nebo intrapolaci dat pomocí přepočtových koeficientů růstu dopravy. To je však možné pouze v případech, kdy během sledovaného období nedošlo k výrazné změně dopravního chování (nová komunikace, nové zařízení občanského vybavení apod.). Změny intenzit v intervalu jednoho cyklu jsou znázorněny na obrázku 5. Výstupní údaje intenzit dopravy jsou určeny z výsledků krátkodobých průzkumů daných úseků v průběhu roku. Průzkumy probíhají 10 dní v roce, kdy jsou vybírány průměrné dny v týdnu (úterý, středa a čtvrtek) a jsou prezentovány jako odhad ročního průměru denních intenzit (RPDI) pro 14 druhů vozidel a jejich skupin. [15, 16]

Obr. 5 Rozdíl intenzit dopravy na vybraných úsecích dle sčítání dopravy 2010 a 2016



Zdroj: <https://www.brno.cz/strategie/indikatorova-soustava/scitani-dopravy-2016/>

Dlouhodobé automatické sčítání dopravy – je stanovení hodnoty intenzit dopravy na určitém úseku pozemní komunikace pomocí mikrovlnných a magnetických detektorů. Funkcí detektorů je zaznamenávat intenzitu dopravy a rozlišit o jaký druh vozidla se jedná. Existují však také detektory evidující rychlost jízdy, případně takto lze dynamicky řídit světelné signalizace apod. Provádí se zejména u frekventovanějších komunikací, jako jsou dálnice a silnice I. třídy. [4]

Často však nastávají situace, kdy nejsou dostupné údaje dostatečné pro řešení dané problematiky. Dochází k tomu především v případech hledání východisek ke zlepšení provozu na obecních komunikacích. Za těchto předpokladů je nutné provést vlastní dopravní průzkum, kdy jsou získány informace o konkrétní lokalitě. [16]

Výsledné hodnoty, naměřené během dopravního průzkumu, jsou poté základním stavebním kamenem při tvorbě dopravní analýzy, která určuje požadavek na budoucí dopravní infrastrukturu dané lokality (např. výstavba nové komunikace, volba typu křižovatky). Ačkoliv se jedná o poměrně spolehlivou cestu k získání relevantních dat, nelze brát výsledky dopravního průzkumu za naprosto přesné, a to především z důvodu, že při jeho provádění dochází pouze k počítání intenzity dopravy během určitého časového intervalu, tudíž je odebrán pouze vzorek, který je sice dostatečně významný pro následnou analýzu, ale nevytváří naprosto přesný obraz řešené lokality (prakticky nelze realizovat). [4]

Úvodní fází při řešení dopravního průzkumu, která je zároveň považována za naprosto nezbytnou, je kvalitně provedené plánování průběhu průzkumu. Pokud není průzkum dostatečně naplánován, hrozí nebezpečí, že budou shromážděny nesprávné údaje a problematika dopravní v situace v řešeném území nebude dostatečně pochopena. Při výběru dopravního průzkumu je nutné zvolit konkrétní typ dle následujícího rozdělení: [4, 17]

- počtu vozidel IAD, MHD, chodců, cyklistů, ...,
- směru cesty vozidel i proudu z počáteční do cílové destinace,
- smyslu vykonávané cesty (práce, škola, kultura...),

- druhu dopravního prostředku (osobní vozidla, nákladní vozidla, MHD...),
- kvality provedení (tudíž v jakém časovém intervalu, jakou rychlostí...). [4, 17]

4.3.1 Způsoby průzkumu dopravních intenzit

Způsob, metoda provedení a doba, po kterou dopravní průzkum trvá, záleží na:[16]

- smyslu dalšího využití, pro které jsou data získávány
- očekávané kvalitě a přesnosti výsledků průzkumu.

Možné způsoby provádění průzkumu:

Ruční – v tomto případě provádí průzkum sčítač, neboli náležitě proškolená osoba pověřená provedením dopravního průzkumu. Úkolem sčítače je zaznamenávání předem definovaných údajů o počtu a složení vozidel na pozemní komunikaci a případně i množství chodců do technického zařízení, nebo připraveného formuláře, jehož podoba závisí na délce průzkumu a jeho dalším členění na druhy vozidel apod. Hlavní předností ručního průzkumu je možnost operativního využití, naopak do průzkumu může negativně vstoupit lidský faktor. Složitě je také tímto způsobem provádět dlouhodobé průzkumy. [4, 16]

Pomocí automatických prostředků – hodnoty intenzity dopravního vytížení zaznamenávají přístroje, které můžeme v zásadě rozdělit na detektory intrusivní, detektory neinrusivní. Detektory intrusivní zasahují přímo do vozovky. Zpravidla jsou připevněné, nebo přímo zabudované ve vozovce (např. indukční smyčky, magnetometry, pneumatické trubkové detektory). Naopak neinrusivní detektory jsou umístěné mimo vozovku. Jde o přístroje umístěné nedaleko pozemní komunikace schopné kromě vozidel

zaznamenávat i intenzitu pěší a cyklistické dopravy (např. mikrovlnné detektory, lasery, ultrazvukové detektory apod.). [16]

Speciálním prostředkem dopravního průzkumu je videodetekce, sloužící k pořízení, analýze a vyhodnocení obrazu a tím i provozu. Dopravní tok v oblasti křižovatek a dalších dopravně vytížených úseku bývá velmi dynamický a pro následnou analýzu vzniká požadavek na precizní monitorovací systémy poskytující kontinuální informaci. Strategicky umístěná kamera s kvalitním vybavením může být použita ke sledování dopravních i parkovacích aktivit a je schopna pokrýt až 400 metrů dlouhý úsek silnice, proto jsou kamery většinou montovány na vyvýšené pozice. Klíčovou výhodou videodetekce je, že kamera zaznamenává vše, co se po dobu měření stane. Lze tak zpětně počítat dopravní hodnoty, které přístroj nezachytil, kvůli vysokému dopravnímu toku. Videodetekce je schopna současně zaznamenávat množství informací, které následně slouží jako výstupní údaje (např. tok dopravy, rychlost, parkování). [8, 18]

V posledních letech se za tímto účelem často nasazují autonomně létající stroje (UAV), které mohou být řízeny na dálku, nebo mohou létat pomocí předem naprogramovaných letových plánů, případně komplikovanějších dynamických automatických systémů, mají tak schopnost monitorovat rozsáhlé oblasti. Průměrná letová výška stroje se pak pohybuje kolem 80 metrů. Výhodou oproti pevným drátovým kamerovým systémům a dalším zařízením pro počítání vozidel a jejich sledování je především finanční stránka, kdy požadavky na náklady při mapování rozsáhlých oblastí pomocí pevných kamerových systémů představují značnou položku rozpočtu, avšak monitorování pomocí autonomně létajícího stroje, který lze snadno přestavět na mobilní a spolehlivou senzorickou platformu poskytující data v potřebném množství a kvalitě, je považováno za efektivní a cenově dostupné řešení pro sběr potřebných dat k následné analýze. [18]

Automatické technické prostředky jsou vhodné pro dlouhodobější průzkumy v rozsahu několika dnů. Kvalita provedeného průzkumu se odvíjí od funkčnosti a jakosti technického prostředku. Za nevýhodu lze považovat nutnost instalace a montáž zařízení před jejím použitím. [4]

Průzkum intenzity dopravy je obvykle sledován odděleně po směrech dopravy a v časovém rozlišení minimálně jedné hodiny. Zjišťování intenzit dopravy není jediným způsobem k charakteristice dopravy. Další běžně používané způsoby v dopravně inženýrské praxi

lze kupříkladu považovat určení trasy jízdy vozidel, rychlost dopravního proudu, nebo odstupy mezi vozidly. [16]

4.3.2 Posouzení průzkumu intenzit dopravy

Podrobný popis posouzení průzkumu intenzit dopravy je nad rámec této bakalářské práce a bude uvedeno pouze základní rozdělení způsobu vyhodnocování výsledných údajů v případě vozidlové dopravy. K posouzení průzkumu intenzit vozidlové dopravy slouží dva nejvyužívanější způsoby pro zpracování údajů o intenzitě dopravy. Prvním je průměr denních intenzit [vozidlo/den], který se dále rozděluje na průměr denních intenzit v běžném pracovním dni (I_{dm}) a také na roční průměr denních intenzit dopravy (RPDI). Druhým nejčastěji využívaným způsobem je stanovení hodinové intenzity dopravy (I_h) [vozidlo/hodina], které je možné řešit buď pomocí špičkové hodinové intenzity dopravy využívaného padesátirázové intenzity dopravy. [19]

5 Výsledky a diskuse

Předmětem této kapitoly je ukázka dopadu na dopravní infrastrukturu při výstavbě nového fotbalového stadionu Za Lužánkami, který se bude nacházet na místě stávajícího, již řadu let chátrajícího stadionu. Ten patřil s maximální kapacitou 50 000 diváků (z toho 6 500 k sezení) k největším sportovním zařízením a zároveň byl vůbec největším fotbalovým stadionem v tehdejší Československé socialistické republice. Vybudován byl v letech 1949 až 1953 v katastrálním území areálu Ponava na jihu brněnské městské části Brno-Královo Pole a sloužil nepřetržitě až do roku 2001, kdy vinou nedostatečné údržby, zanedbání technických podmínek a potřebné rekonstrukce, přestal splňovat mezinárodní standardy a tím pádem i požadavky na 1. českou fotbalovou ligu a v roce 2002 byl definitivně opuštěn. [20]

O dva roky později odkoupilo stadion od stávajícího vlastníka statutární město Brno, které uvažovalo o kompletní rekonstrukci areálu, avšak i přes pompézní plány tehdejšího vedení města stále nedošlo k její realizaci. Vzhledem k aktuálnímu technickému stavu areálu je v posledních letech uvažována demolice stávajících konstrukcí a vybudování nového víceúčelového zařízení s kapacitou až 30 000 míst k sezení, které bude primárně učeno pro fotbalová utkání, kdy bude opětovným domovem fotbalového klubu FC Zbrojovka Brno a zároveň, jakožto největší zařízení svého druhu v České republice, bude plnit i funkci národního fotbalového stadionu. Za zhotovitele byla vybrána společnost Architekti Hruša & spol., Ateliér Brno, s.r.o., která v roce 2016 vytvořila dokumentaci stavby k rozhodnutí o umístění stavby, což bylo zatím posledním výraznějším posunem směrem k realizaci stavby. [20]

5.1 Charakteristika města Brno

Statutární město Brno je krajské město Jihomoravského kraje, které je s přibližně 380 tisíci obyvateli a téměř 600 tis. obyvateli metropolitní oblasti po Praze druhým největším městem České republiky a je zároveň považováno za centrum jižní Moravy. Město leží na soutoku řek Svratky a Svitavy. Dosahuje rozlohy 230,22 km² a skládá se celkem z 29 městských částí. Brno je centrem soudní moc České republiky a zároveň významným střediskem, protože zde sídlí státní orgány s celostátní působností, je také centrem

moderních technologií, průmyslu, výzkumu, sportu a dalších důležitých institucí. Z dopravního hlediska se zde nachází hned několik dopravních sítí. Jde o naprosto zásadní křižovátku rychlostních komunikací (D1, D2, R52) spojující tři hlavní města (Praha, Vídeň, Bratislava). Zároveň je v Brně i důležitý železniční uzel nadregionálního významu, denně obsluhující přibližně 50 tisíc pasažérů, které má vazbu na též značně využívané mezinárodní letiště Tuřany. [21, 22]

Na území města Brna je hlavním provozovatelem MHD Dopravní podnik města Brna, a.s. (dále jen DPMB) provozující tramvajovou, autobusovou, trolejbusovou a lodní dopravu. Dopravní síť linek DPMB je zároveň součástí Integrovaného dopravního systému Jihomoravského kraje. Tramvajová doprava provozovaná na území města Brna je s délkou tratí 70,2 km a délkou denních linek 124,4 km druhou největší v České republice. Na konci roku 2017 disponovala počtem 327 vozů obsluhujících celkem 147 zastávek. V případě městské autobusové dopravy se jedná celkem o 54 linek, na kterých bylo na konci roku 2018 pod záštitou DPMB provozováno 337 vozů. Trolejbusová doprava je pro dané území, ale i celé město neméně důležitou součástí k zajištění požadované obslužnosti. Koneckonců jedná se o největší trolejbusovou síť na území České republiky dosahující na 13 denních linkách délky 97,7 km, která měla na konci roku 2017 v pravidelném provozu 147 vozidel a přepravila 44,7 milionů cestujících. Doprava lodní je v Brně považována jen za doplňkovou, kdy je provozováno 6 lodí na 11 zastávkách. [23]

5.2 Struktura dopravy

V této podkapitole bude nastíněna struktura a význam silniční a železniční dopravní sítě na území statutárního města Brna.

5.2.1 Silniční síť

System komunikací statutárního města Brna je Územním plánem definován jako radiálně-okružní. Tím je myšlena ochrana města před tranzitní dopravou pomocí tangenciální komunikace, která tvoří první stupeň zabezpečení. Můžeme za ní považovat dálnici D1 v jižní části města. Do komunikačního systému města Brna patří dálnice, silnice I. Třídy vlastněné státem, silnice II. a III. třídy vlastněné Jihomoravským krajem a místní a účelové komunikace, jejíž vlastníkem je město. Specifikum města Brno je způsob rozdělení

místních pozemních komunikací. Jsou totiž děleny na ZKS – základní komunikační systém, což jsou místní komunikace na kterých je provozována MHD a ostatní místní komunikace. Tím dochází k rozdělení kompetencí a výkonu státní správy. Magistrát města Brna má na starosti ZKS a ostatní místní komunikace jsou přiděleny pod správu příslušných městských částí. Územím města Brna aktuálně prochází na 15 km dálnic a 47 km silnic I. třídy, které zajišťuje státní orgán. Jihomoravský kraj spravuje celkem 122 km silnic II. a III. třídy a Brno má v kompetenci správu přibližně 900 km místních komunikací a přes 800 km účelových komunikací. Aktuálně pověřeným správcem pozemních komunikací na území města Brno je akciová společnost Brněnské komunikace. [24]

Mezi hlavní dopravní tahy procházející Brnem jsou řazeny 4 mezinárodní silnice – E50, E65, E461 a E462, dále dálnice D1 a D2 a těchto 6 silnic I. třídy:

- I/23 (Silnice spojující Brno-Náměšť nad Oslavou-Třebíč-Telč-Jindřichův Hradec-Soběslav je významnou komunikací spojující Brno a s tím spojenou Západní Moravu a Jižní Čechy. Ve dvacátých letech 20. století byla pro své strategické vedení uvažována jako jedna z potenciálních variant pro výstavbu v té době plánované dálnice D1.), [25]
- I/41 (Pozemní komunikace spojující silnici I/42 s dálnicemi D1 a D2. Nachází se na území města Brna v celé své délce a je převážně čtyřproudá.),
- I/42 (Tvoří velký městský okruh),
- I/43 (Silnice vedoucí po trase Brno-Svitavy-Lanškroun-Králíky do Polska směr Vratislav. Výhledově je naplánované částečné nahrazení dálnicí D43, která má vést v místech, kde byla v předválečném období rozestavěna dálnice po trase Vídeň – Vratislav. Aktuální představou je spojení dálničního tahu D1 nedaleko Brna s dálnicí D35 mezi Hradcem Králové a Olomoucí), [26]
- I/50 (Páteřní komunikace jejíž počátek je na městském okruhu v Brně a vede přes Uherské Hradiště až na Slovensko směr Zvolen. Slouží jako důležitá spojka mezi Jihomoravským a Zlínským krajem.) [25]

- a I/52 (Silnice vedoucí z Brna směrem k česko-rakouské hranici u Mikulova, kde se napojuje na rakouskou dálnici A5. V současnosti je snaha o přetváření na dálnici D52, která je momentálně v provozu pouze v úseku Brno – Pohořelice.). [27]

Městem také prochází 9 silnic II. třídy a dva dopravní okruhy – Malý městský okruh (dále jen MMO) ochraňující historické centrum města a Velký městský okruh (dále jen VMO) propojující dálniční úseky a rychlostní silnice v okolí města. Oba tyto okruhy slouží ke snížení dopravního zatížení. [25]

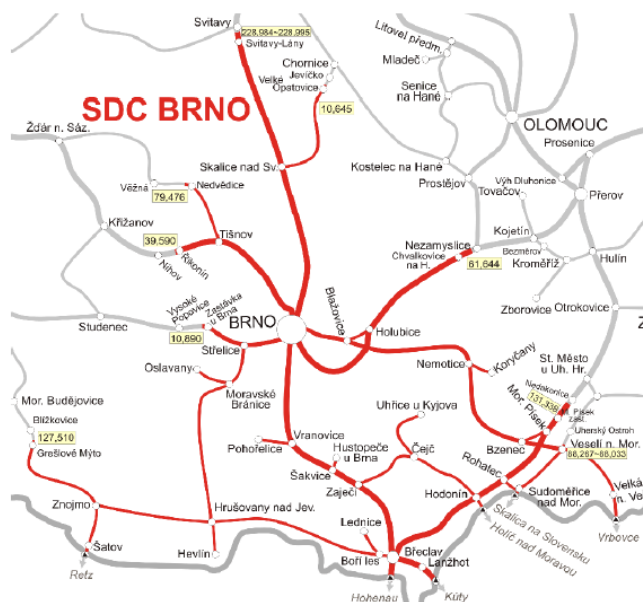
5.2.2 Železniční síť

Železniční uzel Brno (ŽUB) jako ostatní uzly na území České republiky patří do sítě Správy železniční dopravní cesty (SŽDC) a je jedním z nejvýznamnějších a nejvytíženějších dopravních uzlů na našem území (obr. 6). Slouží jako křižovatka pro celostátní tratě i multimodální hlavní transevropská dopravní síť TEN-T (koridor Hamburk-Lefkosia a Baltsko-jaderský koridor). ŽUB se skládá z železničních tratí, stanic, zastávek, vleček a dalších objektů dráhy. Z provozního hlediska jsou zde provozovány dálkové spoje na celostátní i mezinárodní úrovni, dále spoje regionální železniční dopravy, spoje vnitrostátní nákladní dopravy a tranzitní spoje. V případě Brna se jedná o tyto klíčové části železničního uzlu: [28]

- osobní nádraží a zastávky (hlavní nádraží, Brno – Královo Pole, Brno – Židenice, Brno – Horní Heršpice, Brno – Slatina);
- přípojné tratě ze 7 směrů, konkrétně od Havlíčkova Brodu, České Třebové, Veselí nad Moravou, Přerova, Břeclavi, Znojma a Jihlavy;
- nákladová nádraží (Brno – dolní nádraží, Brno – Maloměřice, kontejnerový terminál aj.);
- vozová a lokomotivní depa v Brně – Maloměřicích a Brně – Horních Heršpicích.

V současnosti probíhá zásadní rekonstrukce ŽUB a je uvažováno i přemístění brněnského Hlavního nádraží, které je již nyní přetížené a je nutné výrazné rozšíření. To je ovšem otázkou příštích několika desítek let. [28]

Obr. 6 Schéma Železničního uzlu Brno



Zdroj: CITY Logistika města Brno [25]

5.3 Řešené území

Způsob řešení dopravního hlediska je pro rozvoj areálu Ponava naprosto klíčové téma. Výhledově se zde totiž kromě výstavby fotbalového stadionu Za Lužánkami počítá i s vybudováním multifunkční haly, plaveckého stadionu a aquaparku. Všechny tyto stavby mají výrazný potenciál zvýšené generované dopravy a to především z důvodu, že se jedná o volnočasové aktivity regionálního významu. Aktuální systém IAD a VHD je na hranici své kapacity, tudíž není možné uvažovat nad revitalizací území bez souběžného zásadního zlepšení dopravní obslužnosti. Ačkoliv je nutné přistupovat k vylepšení všech na území využívaných druhů dopravy, je zájem na co nejlepší kvalitě obslužnosti VHD, jelikož čím lépe bude tato doprava vyřešena, tím menší bude podíl IAD, což je z výhledového hlediska prioritou. VHD tedy musí být schopna reagovat na velké nárazové akce dostatečným posílením stávajících spojů a případně i doplněním o expresní linky s cílovou stanicí na Hlavním nádraží. Mapa všech zastávek VHD nacházejících se v blízkosti území

je uvedena na obrázku 7. Zastávky jsou odděleny barvami dle jednotlivých druhů VHD. Oranžové jsou zastávky tramvajové, zelené trolejbusové a modré autobusové. [3]

Obr. 7 Mapa řešeného území a jednotlivých linek VHD



Zdroj: <http://idsjmk.jrbrno.cz/> (vlastní úprava)

5.3.1 Veřejná hromadná doprava

Na území města Brna je hlavním provozovatelem městské hromadné dopravy Dopravní podnik města Brna, a.s. (DPMB) provozující tramvajové, autobusové a trolejbusové linky procházející, nebo úzce související s řešeným územím. Posílení veřejná hromadné dopravy je strategicky nejdůležitějším úsekem ke zkvalitnění dopravy v dané oblasti.

Vzhledem k bohaté historii areálu Za Lužánkami, který v průběhu celého 20. století sloužil ke sportovním aktivitám regionálních rozměrů, zde byla pro účely uspokojení krátkodobé dopravní poptávky při fotbalových utkáních zřízena tramvajová přípojka „Rybníček“. Jednalo se o kolejový trojúhelník sloužící k možnému otočení jednosměrných souprav a dostatečnou kapacitou pro odstavení tramvajových souprav. Byla to pouze odstavná kolej, prodloužená z ulice Rybníček směrem k fotbalovému stadionu. Prospěšná byla

především při výrazném vytížení poslední hodinu před začátkem konání akcí a následně přibližně hodinu od konce utkání. Trojúhelník byl využíván mezi lety 1948 a 1982 a tedy i v nejúspěšnějším období místního fotbalového klubu FC Zbrojovka Brno, který koncem 70. let minulého století získal dosavadní jediný mistrovský titul a v kterém území zažívalo nejvyšší vytíženost při návštěvnosti až 50 000 diváků. Následkem zavření fotbalového stadionu a demolici hokejové arény však došlo k výraznému úpadku dopravního využití. V současné době je nutné hledat jiné alternativy komplexního řešení obslužnosti hromadné dopravy, jelikož není možné uvažovat o revitalizaci úseku. [29]

Stávající linky všech druhů VHD procházející řešeným územím zde momentálně pouze projíždí. Jedná se o páteřní linky města, které jsou značně vytížené nezávisle na momentální intenzitě využití řešeného území, tudíž linky nemají kapacitu na případnou budoucí potřebu dopravní obsluhy. Z hlediska prostorového uspořádání uličních profilů není možné jednotlivé zastávky přemístit či doplnit. Na základě těchto skutečností je potřebné doplnění systému linek. [3]

Aktuálně využívaný systém zasahující do dané oblasti je složen z tangenciální trolejbusové dopravy (linky 25 a 26), radiální tramvajové (linky 1 a 6) a autobusové dopravy (linka 67). Umístění zastávek městské hromadné dopravy v docházkové vzdálenosti od stadionu Za Lužánkami a současná charakteristika těchto stanovišť a výpočet hodinové přepravní kapacity je prezentována v tabulkách 4 až 6.[3]

Autobus

Tab. 4 Přehled autobusových zastávek v docházkové vzdálenosti

Autobusová obslužnost				
<i>Zastávka</i>	<i>Linka</i>	<i>Interval</i>	<i>Vzdálenost</i>	<i>Kapacita/hodina</i>
Zimní stadion	67	10 minut	250 m	1002 osob
Sportovní	67	10 minut	350 m	

Zdroj: vlastní zpracování

Autobusová doprava je v kontextu zajištění dopravní obslužnosti považována za doplňkovou možnost. Její vytížení je možné korigovat dle aktuálních požadavků a v případě vrcholové intenzity lze využít i alternativní odstavné plochy pro krátkodobé čekání v ulicích Drobného a Sportovní. V tabulce 4 bylo pro účely výpočtu hodinové přepravní kapacity počítáno s nasazením autobusů Karosa B 961 s kapacitou 167 osob. [3]

Trolejbus

Tab. 5 Přehled trolejbusových zastávek v docházkové vzdálenosti

Trolejbusová obsluha				
<i>Zastávka</i>	<i>Linka</i>	<i>Interval</i>	<i>Vzdálenost</i>	<i>Kapacita/hodina</i>
Zimní stadion	25	5 minut	250 m	3180 osob
	26	5 minut	350 m	3180 osob

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce 5 bylo pro účely výpočtu hodinové přepravní kapacity počítáno s nasazením trolejbusů Škoda 25Tr Irisbus s maximální kapacitou 159 přepravených osob. Hlavní výhodou vyžití trolejbusové dopravy pro dané území je fakt, že její tratě zajišťují dostupnost z blízkosti areálu až na okraje města, kde se nachází velká sídliště. Zároveň troleje navazují na tramvajové zastávky. Podobně jako u autobusové dopravy, bude možné linky „25 a 26“ doplňovat a využívat ulice Pionýrská a Drobného jako odstavné (čekací) plochy, kdy dojde po určité krátkou dobu k omezení na jeden jízdní pruh, který bude využíván pro IAD a VHD projíždějící dle běžného časového harmonogramu. [3]

Tramvaj

Tab. 6 tramvajových zastávek v docházkové vzdálenosti

Tramvajová obsluha				
<i>Zastávka</i>	<i>Linka</i>	<i>Interval</i>	<i>Vzdálenost</i>	<i>Kapacita/hodina</i>
Pionýrská	1	5 minut	500 m	4080 osob
Hrnčířská			500 m	4080 osob
Lesnická	6		700 m	4080 osob
Šumavská			900 m	4080 osob

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce 6 bylo pro účely výpočtu hodinové přepravní kapacity počítáno s primárním nasazením tramvají Škoda T13 s maximální kapacitou 203 přepravovaných osob. Tramvajová doprava je naprosto zásadní pro zajištění dostatečné dopravní poptávky pro území v těsné blízkosti budoucího fotbalového stadionu. Aktuálně je v docházkové vzdálenosti vedena tramvajová linka „1 a 6“, které jsou ovšem na hranici časové i prostorové kapacity, tudíž nelze uvažovat o doplnění spojů bez vybudování potřebné smyčky. Za takových okolností by bylo možné kapacitu zvýšit a využívat v případě potřeb

sportovního utkání i odstavných ploch. Linka 9 a 11 dává určitý prostor ke zvýšení kapacity při využití smyčky „Zemědělská“, avšak nejsou v ohledu směřování linek a docházkové vzdálenosti příliš zajímavé. [3]

Jako řešení pro zlepšení dopravní obslužnosti se nabízí vybudování nového úseku tramvajové trati, začínající na stávající trati ve Štefánikově ulici, kde by na křižovatce s ulicí Šumavská odbočila přes momentálně chátrající území bývalých Jaselských kasáren, dále křížením ulice Střední a pokračovala do Dělostřelecké ulice, kde by přibližně 300 metrů dlouhá propojka o jedné zastávce končila. Otočení by bylo možné díky nově vybudované dvoukolejné tramvajové smyčce. Ta je předpokládána součástí nově vzniklého polyfunkčního objektu. Společně se smyčkou tak vznikne i nová, v docházkové vzdálenosti největší parkovací plocha s kapacitou 940 míst ke stání, dále vzniknou nové bytové a komerční prostory. V případě smyčky by jedna kolej vykonávala funkci nácestné koleje, která by řešila dopravu lidí po utkání od stadionu. Druhá by pak sloužila k čekání tramvajových souprav. Maximální přepravní kapacita čekajících vozů dosahovala až 4000 osob. Společně se smyčkou by byla délka kolejí přibližně 500 metrů. Umístění smyčky lze uvažovat buď u parkoviště budovy záchranné služby, nebo supermarketu Kaufland, případně vybudování smyčky v blízkosti nedalekého hotelu Avanti. To vše ve vzdálenosti do 500 metrů od fotbalového stadionu. [3, 29]

5.3.2 Individuální automobilová doprava

V případě individuální automobilové dopravy (dále jen IAD) je důležité rozdělit řešení do dvou úrovní:

- lokální
- celoměstská

Z hlediska celoměstského je zcela zásadní napojení na VMO, které je již zajištěno pomocí mimoúrovňové křižovatky (dále jen MÚK) Svitavská radiála (silnice I/43), která přímo sousedí s územím pro výstavbu fotbalového stadionu v městské čtvrti Ponava. MÚK Svitavská radiála je jednou z nejvýznamnějších křižovatek Brna. Spojuje dopravu v celé severní části města a zároveň navazuje na Královopolský tunel. Především ale navazuje na ulici Sportovní, která přivádí dopravu do centrální oblasti až k území Za Lužánkami.

Je tak jedním z hlavních východisek pro obsluhu nadměrného dopravního toku IAD, vznikajícího v areálu během sportovních utkání. [30]

Aby bylo možné dostatečně využít potenciálu nedaleké MÚK, je důležité provést rekonstrukci některých stávajících komunikací jak z kapacitního, tak i bezpečnostního hlediska. V tomto směru nejdůležitějším úkolem je rekonstrukce rozšíření dvoupruhé komunikace II. třídy v ulici Sportovní na čtyři dělené jízdní pruhy v úseku mezi křižovatkou s ulicí Cimburkova/Reissigova a křižovatkou s ulicí Drobného/Pionýrská v celkové délce 880m. S tím je spojena řada úkonů, jako jsou terénní úpravy, odvodnění, osvětlení, úprava chodníků, přeložky inženýrských sítí apod. [31]

Napojení nové části komunikace na tyto křižovatky bude řešeno odbočovacím pruhem pro odbočení doleva. Dalším podstatným úkolem je zajištění návaznosti účelové komunikace sousedící s ulicí Sportovní na ulici Dělostřelecká. Naopak křížení komunikací Sportovní a Drobného lze považovat za dostatečně kapacitní a není nutné její rozšíření. Dalším dílčím cílem je pak zrušení návaznosti nově vybudované komunikace na obslužnou komunikaci vedoucí za hotelem Bobycentrum podél celého sportovního areálu (v délce cca 430m) a zrušení napojení u křižovatky ulice Pionýrská ve směru z centrální části města a ulice Rybníček (v délce cca 70m). Zachovány budou dvě napojení na modernizovaný úsek komunikace v ulici Sportovní z ulice Střední (v délce 430m a 520m). Dále je potřebné rozšíření průsečné tříramenné křižovatky Sportovní a Dělostřelecká o jeden odbočovací jízdní pruh pro odbočení doleva. Tím se stane křižovatka čtyřramennou a bude opět zajištěna přístupnost obslužné komunikace vedené za hotelem Bobycentrum ke sportovnímu areálu. [31]

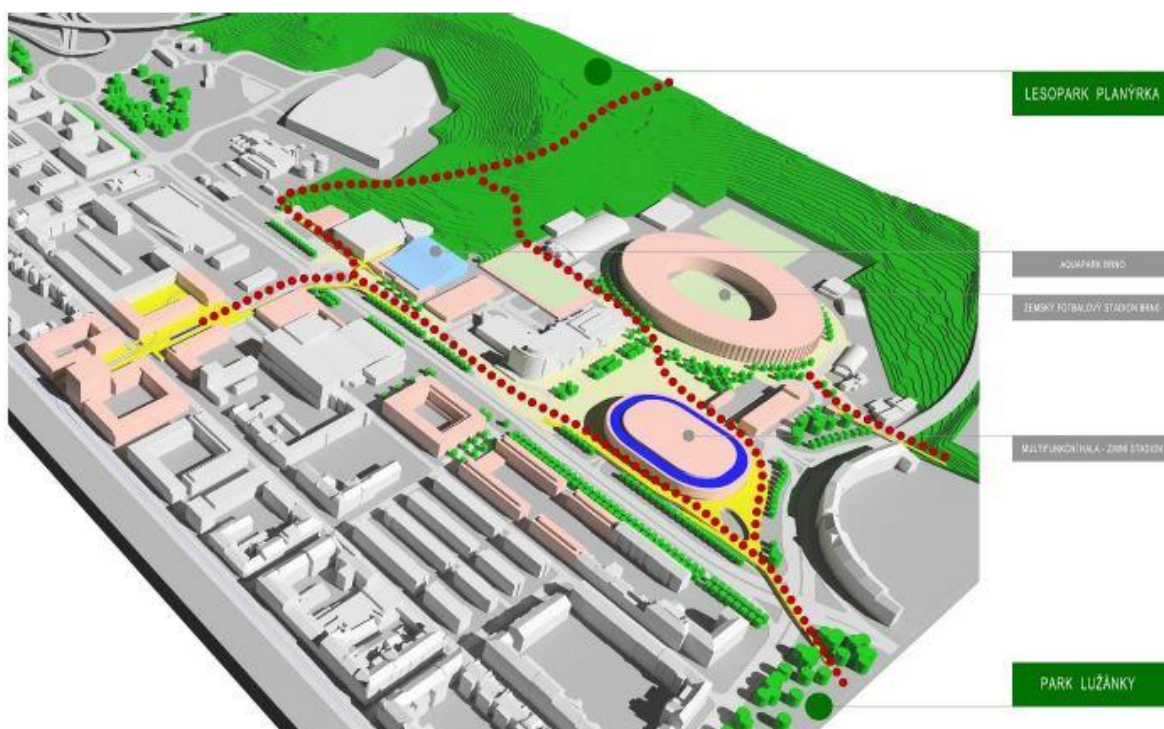
5.3.3 Pěší a cyklistická doprava

Aktuální (ale i výhledové) řešení komunikační sítě v areálu je dostačující pro momentální dopravní požadavky. Vznikající dopravní intenzity jsou však přirozenou překážkou pro pěší a cyklistickou dopravu, proto je důležité vytvoření podmínek pro plynulý a bezpečný chod pěší a cyklistické dopravy. To může být zajištěno opatřením pro lepší pohyb osob pomocí lávek, či kapacitních přechodů pro chodce. V současnosti je také uvažováno vytvoření plochy pro bezpečné odkládání jízdních kol v těsné blízkosti stadionu, které může zvýšit podíl uživatelů cyklistické dopravy mezi návštěvníky arény.

Dále je také nezbytné její svedení do vhodných koridorů. Nejvýznamnější koridory a jejich směry od stadionu jsou: [3]

- do ulice Rybníček spojující ulice Sportovní a Štefánikova k tramvajové zastávce Hrnčířská (linka 1 a 6),
- podél ulice Sportovní směrem k ulici Dělostřelecká k budoucí tramvajové smyčce napojující se na tramvajovou trať v ulici Štefánikova,
- k parku Lužánky a dále do centrální části města,
- do lesoparku Planýrka a dále k tramvajové zastávce Bieblova (linka 9 a 11).

Obr. 8 Mapa hlavních pěších koridorů v areálu



Zdroj: Územní studie areál Ponava [3]

Z výše zmíněných tras budou vyžadovat nejzásadnější úpravy trasy od fotbalového stadionu směrem k parku Lužánky, která vede přes křižovatku ulice Sportovní a Pionýrská a dále trasa k tramvajové smyčce v ulici Dělostřelecká. V obou případech, vzhledem k dopravnímu vytížení komunikace při běžném provozu, není možné běžné řešení formou přechodů pro chodce a je tedy nutné řešení mimoúrovňovým křížením.

Ideálním východiskem je tedy umístění lávek pro bezpečný a plynulý přechod osob, který zároveň nebude zasahovat do plynulosti dopravy jak je patrné z obrázku 7. [3]

Je třeba brát v úvahu i další méně vytižené trasy do ulic Rybníček a Černopolní. Obě ulice se kříží s ulicí Sportovní. V případě ulice Rybníček jde nyní o jednu z hlavních přístupových tras pro pěší dopravu, avšak do budoucna bude vzhledem k vybudování lávek sloužit jen jako doplňková trasa menšího významu. Trasa směrem k ulici Černopolní je pak vedena již fungující lávkou přes ulici Drobného. [3]

5.3.4 Doprava v klidu

V současnosti nelze předpokládat, že by kapacita parkovacích míst v areálu byla dostatečná pro účely konání fotbalových utkání či hudebních koncertů dosahujících maximální kapacity arény. Nejedná se však o jediné zatížení vyžadující vysokou kapacitu parkovacích míst v dané oblasti. Dalším aspektem, který je nutné zohlednit, je především přítomnost multifunkční haly pro 12 000 diváků, primárně určené hokejovému klubu Kometa Brno, která má být výhledově vybudována v těsné blízkosti budoucího fotbalového stadionu. Může tak docházet k souběhu událostí, kterými se ovšem nelze řídit, protože v takovém případě budou kapacity dopravy v klidu vždy krátkodobě přetíženy. Pro takový případ se jeví vybudování dostatečného počtu parkovacích míst, které by byli využívány jen příležitostně, jako finančně neefektivní řešení. Řešením dopravy v klidu se zabývala územní studie (viz příloha 2 až 5) na základě ČSN 73 6110 uvedené v příloze 1. [3]

Je tedy nutné zajistit kvalitní a kapacitně vyhovující VHD a tím dojde ke snížení potřeby využití IAD. V tom případě bude možné snížit požadovanou kapacitu parkovacích míst danou dle legislativních požadavků. V případě požadavků fotbalové arény je navržena parkovací plocha s kapacitou 435 míst na stání osobních automobilů a cca 10 míst pro autobusy. Tato plocha se nachází v těsné blízkosti stadionu (viz příloha 6). Hlavní výhodou tohoto parkoviště je možnost koordinovat pohyb většiny příznivců hostujícího celku, kteří přijedou na zápas individuální automobilovou a autobusovou dopravou. Autobusy s fanoušky hostí budou vždy směřovány na toto parkoviště, ze kterého povede podzemní trasa ke stadionu. Tím se minimalizuje kontakt domácích a hostujících diváku, který s sebou přirozeně nese zvýšené riziko konfliktů. V útrokách fotbalového stadionu budou parkovací plochy k dispozici pouze pro privátní účely pořádajícího celku.

Využívány budou hráči, VIP hosty, novináři a zaměstnanci klubu. Parkovací plochy u stadionu jsou tedy veřejnosti nepřístupné a to především z hlediska kapacitního a bezpečnostního. Výjezd z parkoviště bude situován do ulice Sportovní.[3]

Vzhledem k využití stadionu i blízké haly pro mezinárodní utkání, je nutné zabezpečit přibližně 200 parkovacích stání pro zaměstnance fotbalových (FAČR, FIFA, UEFA,...) a hokejových asociací (FIH, ČSLH), kteří jsou vždy na akcích mezinárodního významu přítomni ve velkém počtu. Očekává se pro tyto návštěvníky samostatná parkovací plocha. Řešením je vybudování víceúčelového objektu v blízkosti ulice Drobného. Výjezd z parkoviště je situován též do ulice Drobného, který jinak není otevřen veřejnosti pro běžnou dopravní obsluhu. [3]

Další parkovací plocha s kapacitou 443 míst (viz příloha 7) se bude nacházet po přeměně území v místech současného tréninkového hřiště za hotelem Bobycentrum. Lze předpokládat částečné omezení parkoviště pro veřejnost, které bude v rámci benefitů dostupné pouze držitelům sezonních vstupenek. Omezí se tak i riziko přeplnění parkovací plochy. Výjezd z parkoviště bude do ulice Sportovní.

Vzhledem k výslednému požadavku na kapacitu parkovacích stání je reálný návrh velkého parkovacího stání v novém polyfunkčním objektu, který bude součástí nově vybudované tramvajové smyčky v ulici Dělostřelecká s kapacitou přibližně 940 míst k parkování (viz příloha 8).

Závěr

V České republice docházelo za posledních několik desítek let k podprůměrným investicím v oblasti sportu, především pak v případech výstavby nových a rekonstrukcí stávajících sportovních zařízení regionálního i celostátního přínosu. To má za následek nedostatečný počet moderních hal a stadionů splňujících ty nejvyšší standardy, které jsou potřebné pro pořádání akcí mezinárodního významu. Realizace sportoviště s diváky má zásadní vliv na nárůst dopravy a konkrétně individuální automobilové dopravy, která vždy představuje výrazné dopravní zatížení daného území. Objem dopravy při výstavbě vysokokapacitních sportovišť ovlivňuje celá řada faktorů.

Cílem této bakalářské práce bylo posoudit vliv realizace výstavby sportovních zařízení s diváky na generování dopravy, vznik dopravních kongescí a nároků na jednotlivé druhy dopravní infrastruktury včetně dopravní infrastruktury v klidu. Kvalitní dimenzování generované dopravy je zásadním předpokladem pro adekvátní dimenzování dopravy v daném území.

V teoretické části byl rozebrán popis a způsob řešení generované dopravy, dále byla nastíněna problematika dopravních prognóz, včetně tvorby simulačních modelů. V poslední podkapitole byly popsány zásady, které provází proces dopravních průzkumů, způsob jejich provedení a zpracování výsledných dat.

Pro účely praktické části této bakalářské práce byl představen případ dopadů na dopravní infrastrukturu při výstavbě fotbalového stadionu Za Lužánkami v Brně. Z hlediska individuální dopravy bylo nastíněno jako nezbytné provedení rekonstrukce některých pozemních komunikací, především pak rozšíření stávající dvoupruhé komunikace v ulici Sportovní na čtyři dělené jízdní pruhy v úseku mezi křižovatkou s ulicí Drobného/Pionýrská a křižovatkou s ulicí Cimburkova/Reissigova, která spojuje sportovní areál s nedalekou mimoúrovňovou křižovatkou Svitavská radiála, napojující se na Velký městský okruh. V případě VHD byl za zásadní považován návrh vybudování nové tramvajové smyčky v ulici Dělostřelecká, která se bude nacházet v docházkové vzdálenosti od stadionu jako součást polyfunkčního objektu a jejíž kapacita odstavených vozů připravených na přepravu osob od stadionu může dosahovat až 4000 osob. Smyčka v Dělostřelecké ulici bude napojena na již fungující tramvajovou trať skrze nevyužívané území bývalých Jaselských kasáren. Kromě vybudování tramvajové smyčky je nutné

počítat s komplexním posílením VHD během dopravní špičky ve dnech konání sportovních událostí s očekávanou návštěvou dosahující maximální kapacity arény. Výsledkem studia informací o cyklistické a pěší dopravě v dané území byla u tras s nejvyšším zatížením navržena výstavba dvou mimoúrovňových křížení formou lávek. Konkrétně se jedná o křížení ulice Sportovní směrem k budoucí tramvajové smyčce a křižovatka ulic Sportovní a Pionýrská směrem k parku Lužánky. Tento způsoblepší komfort i bezpečnost cyklistické a pěší dopravy a zároveň nebude výrazně zasahovat do provozu na silniční komunikaci. V případě dopravy v klidu byla uvedena možná kapacita potřebných stání na 1500 parkovacích míst a uveden způsob rozmístění parkovacích ploch s dostatečnou kapacitou a její návaznost na stávající pozemní komunikace.

Prognóza generované dopravy je obtížný úkol, který vychází ze zkušeností, dopravních průzkumů a prognostických metod. Projektování všech módů dopravy musí reagovat na výsledky této prognózy a zohledňovat i další požadavky společnosti například na ochranu zdraví lidí a životního prostředí.

6 Seznam použitých zdrojů

- [1] ING; MARTOLOS, Jan. *Metody prognózy intenzit generované dopravy*. 1. vyd. Plzeň: EDIP, 2013. ISBN 978-80-87394-08-3.
- [2] ING., arch.; Šindlerová Veronika a Jan ING. MARTOLOS. Řešení dopravy jako klíčová součást urbanismu a procesu územního plánování. 2018, 264–274.
- [3] ATELIER ERA, sdružení architektů Fixel & Pech a PK OSSENDORF S.R.O. Územní studie areál Ponava [online]. 2018. Dostupné z: https://www.brno.cz/fileadmin/user_upload/sprava_mesta/magistrat_mesta_brna/OUPR/UPP/US_Areal_Ponava/Text_US_Ponava__Redigovano.pdf
- [4] KOČÁRKOVÁ, Dagmar, Josef KOCOUREK a Martin JACURA. *Základy dopravního inženýrství*. V Praze: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 978-80-01-04233-5.
- [5] ING. MACEJKA, Petr. Převážná prognóza ve veřejné dopravě [online]. 2013. Dostupné z: http://m.kr-vysocina.cz/assets/File.ashx?id_org=450008&id_dokumenty=4056011
- [6] ING. BARTOŠ, Luděk a Aleš ING. RICHTER. Aktualizace prognózy vývoje automobilové dopravy v ČR metodou jednotného součinitele růstu - 1 . část. 2013.
- [7] ONDRÁČKOVÁ, Jitka, Petr HOFHANSL, Zdeněk MELZER, Jiří DUFEK, Jan VOLEK, Jakub VALTA, Roman ČAMPULA a Marek TÖGEL. *Metodika pro tvorbu a hodnocení makroskopických dopravních modelů*. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., 2017. ISBN 978-80-88074-52-6.
- [8] SLINN, Mike, Peter GUEST a Paul MATTHEWS. *Traffic Engineering design*. Second ed. Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005. ISBN 0 7506 5865 7.
- [9] *Kapitola IV. Modelování dopravy na pozemních komunikacích (ČÁST 1) | Zvýšení vědeckovýzkumného potenciálu pracovníků a studentů technických vysokých škol v oblasti dopravy* [online]. [vid. 2019-03-18]. Dostupné z: <http://projekt150.havvel.cz/node/94>
- [10] *Kapitola IV. Modelování dopravy na pozemních komunikacích (ČÁST 3) | Zvýšení*

vědeckovýzkumného potenciálu pracovníků a studentů technických vysokých škol v oblasti dopravy [online]. [vid. 2019-03-18]. Dostupné z: <http://projekt150.havetel.cz/node/96>

- [11] *Traffic and Logistics Software & Technology / PTV Group* [online]. [vid. 2019-03-28]. Dostupné z: <https://www.ptvgroup.com/en/>
- [12] DOC. ING. MIROSLAV RŮŽIČKA, CSc. Přednáška z předmětu Dopravní inženýrství I. - Dopravní Prognózy. 2019.
- [13] Prognóza intenzit automobilové dopravy - TP 225 [online]. 2018. Dostupné z: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_225_2018.pdf
- [14] *TP 184 - Systém hospodaření s pozemními komunikacemi*. Brno: Centrum dopravního výzkumu. ISBN 978-80-86502-39-7
- [15] BC, Ing, Petr KUMPOŠT a D PH. Jak analyzovat svoji situaci dopravním průzkumem Obecné. nedatováno.
- [16] Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích - TP 189 [online]. 2018. Dostupné z: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_189_2018_final.pdf
- [17] DOC. ING. MIROSLAV RŮŽIČKA, CSc. Přednáška z předmětu Dopravní inženýrství I. - Dopravní Průzkumy. 2019.
- [18] *Traffic monitoring from an UAV* [online]. [vid. 2019-03-24]. Dostupné z: <http://www.rcesystems.cz/cs/articles/traffic-monitoring-unmanned-aerial-vehicle/>
- [19] NA, Dopravy. *Tp 189*. 2018.
- [20] *Fotbalový stadion Za Lužánkami* [online]. [vid. 2019-03-18]. Dostupné z: http://druhebrno.smerem.cz/tema/Fotbalový_stadion_Za_Lužánkami
- [21] ING, Zpracoval, Robert KOTZIAN a D PH. Shrnutí požadavků statutárního města Brna vůči návrhům nových směrů rozvoje transevropské dopravní sítě. 2012.
- [22] Charakteristika města Brno [online]. 2019. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Brno>
- [23] DOPRAVNÍ PODNIK MĚSTA BRNA, A.s. Výroční Zpráva 2017 [online]. 2017. Dostupné z: www.pla.cz
- [24] *Velký městský okruh výrazně uleví centru Brna* [online]. [vid. 2019-03-18].

- Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/velky-mestsky-okruh-vyrazne-ulevi-centru-brna/>
- [25] LOGISTIKA, City. CITY Logistika města Brna [online]. 2013. Dostupné z: https://civitas.brno.cz/upload/upload/CITYLogistika města Brna_FINAL.pdf
- [26] *R43 - výstavba rychlostní silnice - oficiální stránky* [online]. [vid. 2019-03-18]. Dostupné z: <http://www.rychlostni-silnice-r43.cz/>
- [27] *České dálnice | Dálnice D52* [online]. [vid. 2019-03-18]. Dostupné z: <http://www.ceskedalnice.cz/dalnice/d52/>
- [28] SUDOP BRNO SPOL. S.R.O., MORAVIA CONSULT Olomouc a.s. a AF CITYPLAN. *Studie proveditelnosti železničního uzlu Brno* [online]. 2010. ISBN 1111111111. Dostupné z: <https://www.szdc.cz/pro-media/tiskove-zpravy/studie-proveditel.zub/studie-proved-zub.pdf>
- [29] *Tramvajovou trať v Brně prodlouží. Cestující přiblíží k bazénu - Deník.cz* [online]. [vid. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://www.denik.cz/jihomoravsky-kraj/tramvajovou-trat-prodlouzi-o-300-metru-povede-pres-jaselska-kasarna-k-bazenu-20161011.html>
- [30] *Velký městský okruh Brno (VMO Brno) – Křižovatka Svitavská radiála* [online]. [vid. 2019-03-23]. Dostupné z: <http://www.mestsky-okruh-brno.cz/usek-kralovo-pole/krizovatka-svitavska-radiala/>
- [31] Závěr zjišťovacího řízení „Území Ponava - ulice Sportovní" - Krajský úřad Jihomoravského kraje, Odbor životního prostředí [online]. 2017, 1–9. Dostupné z: <https://www.brno.cz/dokumenty/soubor.php?cislo=24846&typ=14>
- [32] Projektování místních komunikací ČSN 73 6110 [online]. 2006. Dostupné z: <http://www.unmz.cz/files/normalizace/ČSN 73 6110/74506.pdf>

7 Seznam příloh

<i>Příloha 1: Výpočet kapacity parkovacích stání</i>	1
<i>Příloha 2: Výpočet kapacity parkovacích stání</i>	2
<i>Příloha 3: Potřeba parkovacích míst – Zemský fotbalový stadion</i>	3
<i>Příloha 4: Potřeba parkovacích stání – Multifunkční hala pro hokej</i>	3
<i>Příloha 5: Potřeba parkovacích stání – Tréninková hřiště</i>	3
<i>Příloha 6: Parkovací plocha s kapacitou 435 míst</i>	4
<i>Příloha 7: Parkovací plocha s kapacitou 443 míst</i>	4
<i>Příloha 8: Polyfunkční objekt</i>	5

Příloha 1: Výpočet kapacity parkovacích stání

$$N = O_0 * k_a + P_0 * k_a * k_p$$

Kde: N – celkový počet stání pro posuzované území,

O_0 – základní počet odstavných stání při stupni automobilizace (dle tabulky 34)

k_a – součinitel vlivu stupně automobilizace (vybrán 1,25 – 450 vozidel/1000 osob)

P_0 – základní počet parkovacích stání (dle tabulky 34)

k_p – součinitel redukce počtu stání (vybráno 0,6 – pro stavby celoměstského a zastavěného význam uvnitř zastavěného území obce, mimo centrum města s dobrou kvalitou obsluhy VHD.

Zdroj: ČSN 73 6110 (vlastní úprava) [32]

Příloha 2: Výpočet kapacity parkovacích stání

Využití	Popis	Zařazení dle ČSN			Jednotek	Součinitel	Počet stání	
		Druh stavby	Účelová jednotka	Jed./1 st.			Výpočet	Návrh
Zemská fotbalový stadion	30 000 diváků	Sportoviště s diváky	Návštěvníci	15	30 000	1,25 x 0,6	1 500	500
	100 ubytovaných	Hotel ***	Lůžko	3	100	1,25 x 0,6	25	
Multifunkční hala – hokejový stadion	12 000 diváků	Sportoviště s diváky – hala	Návštěvníci	12	12 000	1,25 x 0,6	750	200
Stadiony – servisní budova	Velikost plochy 4520m ²	Administrativa s malou návštěvností	Kancelářská plocha m ²	35	4520	1,25 x 0,6	97	200
Tréninková hala	1 hřiště, zázemí	Sportoviště tréninkové, rekreační – stadion	Návštěvníci	2	100	1,25 x 0,6	38	0
Fotbalový stadion – tréninkové hřiště	Tréninkové hřiště + tribuny	Sportoviště s diváky – stadion	Návštěvníci	15	600	1,25 x 0,6	30	0
	Hala – mini fotbal + zázemí	Sportoviště tréninkové, rekreační – tělocvična, hala	Návštěvníci	2	75	1,25 x 0,6	29	
Fotbalový stadion – parkování	Tréninkové umělé hřiště	Sportoviště tréninkové, rekreační – stadion	Návštěvníci	2	100	1,25 x 0,6	38	410

Zdroj: Územní studie – areál Ponava (vlastní úprava) [3]

Příloha 3: Potřeba parkovacích míst – Zemský fotbalový stadion

Využité objekty	Celkem k dispozici	K dispozici při zachování funkce objektu
Zemský fotbalový stadion	495	495
Stadiony – servisní budova	200	103
Fotbalový stadion – parkování	415	415
Polyfunkční objekt	940	506
Celkem		1 545

Zdroj: Územní studie – areál Ponava [3]

Příloha 4: Potřeba parkovacích stání – Multifunkční hala pro hokej

Využité objekty	Celkem k dispozici	K dispozici při zachování funkce objektu
Multifunkční hala - zimní stadion	200	200
Stadiony – servisní budova	200	103
Polyfunkční objekt	940	506
Celkem		809

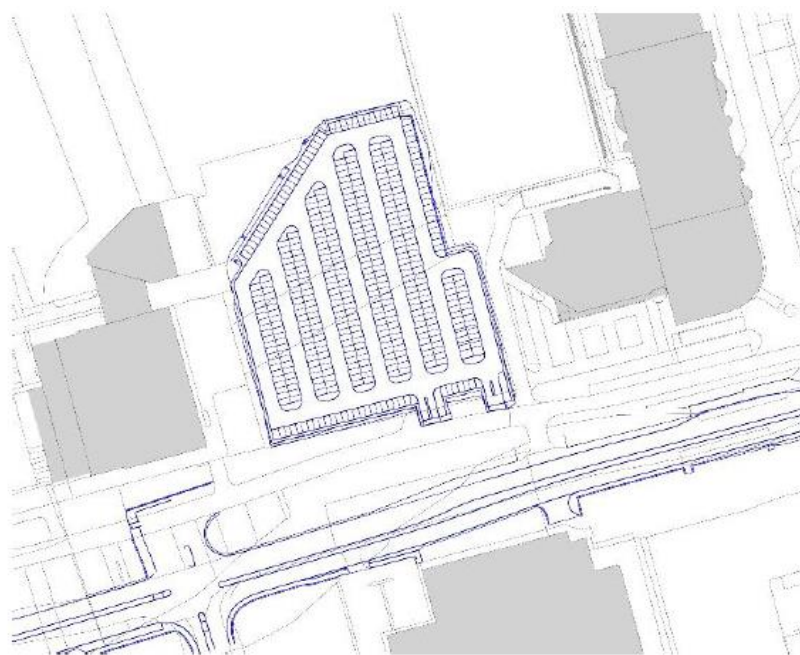
Zdroj: Územní studie – areál Ponava

Příloha 5: Potřeba parkovacích stání – Tréninková hřiště

Využité objekty	Celkem k dispozici	K dispozici pro návštěvníky
Zemský fotbalový stadion	495	0
Stadiony – servisní budova	200	0
Fotbalový stadion - parkování	415	415
Celkem		415

Zdroj: Územní studie – areál Ponava [3]

Příloha 6: Parkovací plocha s kapacitou 435 míst



Zdroj: Územní studie – areál Ponava [3]

Příloha 7: Parkovací plocha s kapacitou 443 míst



Zdroj: Územní studie – areál Ponava [3]

Příloha 8: Polyfunkční objekt



Zdroj: Územní studie – areál Ponava [3]