

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie



Zsolt Paraj

Analýza dostupnosti a optimalizace výjezdových stanovišť  
záchranné služby v ČR pomocí nástrojů GIS

Analysis and optimization of the accessibility of emergency  
services in the CR using GIS tools

*Bakalářská práce*

Praha 2012

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Přemysl Štych, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně a uvedl v ní veškerou literaturu a ostatní zdroje, které jsem použil.

v Praze, dne

.....

podpis studenta

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu bakalářské práce RNDr. Přemyslu Štychovi, Ph.D. za odbornou podporu při vypracování práce. Dále bych chtěl poděkovat kolegyni Romaně Jelinkové za gramatickou opravu českého jazyka.

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá modelováním aktuální situací zdravotnické záchranné služby v České republice z hlediska plošného překrytí území a dostupnosti pozemních záchranných jednotek. Předmětem je také navrhnout vylepšení rozložení stanovišť zdravotnické záchranné služby po změně zákona o zdravotnické záchranné službě, který nově stanoví dojezdovou dobu na 20 minut. Projekt byl vypracován v prostředí softwaru ArcGIS 10. Základní hypotéza o nižším počtu výjezdových stanovišť po optimalizaci byla dokázána, ale předpoklad, že zdravotnické záchranné služby mají rezervy při zhoršené dopravní situaci, byl částečně vyvrácen.

## **Klíčové slova**

síťová analýza, Zdravotnická záchranná služba, Network Analyst, dostupnost, optimalizace

## **Abstract**

The bachelor's thesis deals with modeling the current situation of Emergency medical services in the Czech Republic in terms of surface area coverage and accessibility of the ground rescue units. Also the subject of the project is to suggest improvements in distribution of outpost of Emergency medical services after the changes in act of emergency medical services, which newly declares the arriving time to 20 minutes. The project was developed in ArcGIS 10. The basic hypothesis of a lower number of ambulance outposts after optimization was confirmed, but the assumption, that emergency medical services have reserves for worse traffic situations, was partly refuted.

## **Key words**

network analysis, Emergency medical services, Network Analyst, accessibility, optimization

## Obsah

1.	Úvod a cíle .....	10
2.	Úvod do problematiky.....	12
2.1.	Síťové analýzy.....	12
2.1.1.	Geoinformační systémy (GIS).....	12
2.1.2.	Analytické funkce GIS.....	13
2.1.3.	Síťové funkce .....	14
2.2.	Dostupnost .....	15
2.3.	Topologie.....	16
2.4.	Odborné práce a projekty související s danou tematikou .....	16
2.5.	Typy posádek ZZS.....	18
2.6.	Zákon o dostupnosti zdravotnické záchranné služby 374/2011, §5.....	19
3.	Metodická část .....	21
3.1.	Datové zdroje a jejich úprava.....	22
3.2.	Vytváření network datasetu .....	25
3.3.	Modelování aktuálního stavu a zjištění průměrných rychlostí vozidel ZZS ...	27
3.3.1.	Nastavení extenzi Network Analyst pro danou problematiku.....	30
3.3.2.	Výpočet průměrné rychlosti vozidel ZZS.....	31
3.4.	Optimalizace výjezdových stanovišť .....	32
3.5.	Výpočet údajů pro výsledné území dle dostupností .....	33
3.5.1.	Rozloha území dle dostupností.....	33
3.5.2.	Počet obcí a počet obyvatel dle dostupností.....	33
3.5.3.	Počet adresných bodů dle dostupností .....	34
3.6.	Prezentace výsledků.....	34
4.	Výsledky práce.....	35
4.1.	Přítomnost ZZS dle provedených analýz .....	35
4.2.	Výsledky optimalizací výjezdových stanovišť .....	42
5.	Diskuse .....	48
6.	Závěr.....	50

7.	Seznam použité literatury .....	51
7.1.	Datové zdroje .....	53
8.	Seznam příloh .....	54
9.	Přílohy .....	56

## Seznam tabulek

Tabulka č. 1:	Klasifikace silničních úseků pro vrstvu roads.shp .....	23
Tabulka č. 2:	Přirazení rychlosti k jednotlivým typům silnic .....	25
Tabulka č. 3:	Popis rychlostních rozdělení použitých při získání vývoje dostupnosti .....	28
Tabulka č. 4:	Aktuální průměrné rychlosti vozidel záchranné služby v jednotlivých krajích a v ČR zjištěné analýzou .....	35
Tabulka č. 5:	Rozloha území dle dostupností při aktuálním stavu ZZS .....	37
Tabulka č. 6:	Počet obcí dle dostupností při aktuálním stavu ZZS .....	38
Tabulka č. 7:	Počet obyvatel dle dostupností při aktuálním stavu ZZS .....	38
Tabulka č. 8:	Počet adresných bodů dle dostupností při aktuálním stavu ZZS Hlavního města Prahy .....	39
Tabulka č. 9:	Porovnání počtu stanovišť při aktuálním stavu a po optimalizaci výjezdových stanovišť .....	43
Tabulka č. 10:	Rozloha území dle dostupností při optimalizovaném stavu ZZS .....	43
Tabulka č. 11:	Počet obcí dle dostupností při optimalizovaném stavu ZZS .....	44
Tabulka č. 12:	Počet obyvatel dle dostupností při optimalizovaném stavu ZZS .....	44
Tabulka č. 13:	Počet adresných bodů dle dostupností při optimalizovaném stavu ZZS Hlavního města Prahy .....	45

## Seznam obrázků

Obrázek č. 1:	Překrývání silnic ve vrstvě roads.shp a ve skutečnosti u Strahovského tunelu v Hlavním městě Praha .....	24
Obrázek č. 2:	Vývoj dostupnosti při zvýšení rychlosti vozidel ZZS v Jihomoravském kraji ....	29

## Seznam zkratk použitých v práci

ARCDATA	ARCDATA PRAHA, s.r.o.
CAD	Computer-aided design
CEDA	Central European Data Agency, a.s.
ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
Geofabrik	Geofabrik GmbH
GIS	geoinformační systémy
CHKO	Chráněná krajinná oblast
NA	Network Analyst
NP	Národní park
RLP	rychlá lékařská pomoc
RV	system „rendez-vous“
RZP	rychlá zdravotnická pomoc
S-JTSK	Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
ZZS	Zdravotnická záchranná služba

## 1. Úvod a cíle

Jedním ze základních prvků sociální bezpečnosti je poskytování zdravotnické péče na maximální úrovni. Sem můžeme přiřadit i kvalitu fungování zdravotnických záchranných služeb, vybavenost výjezdových skupin a všechny podmínky pro nejrychleji poskytnutou záchranu.

Cílem práce je pomocí nástrojů GIS namodelovat aktuální stav výjezdových stanovišť zdravotnické záchranné služby v České republice a optimalizovat její fungování po zavedení nového zákona o dostupnosti zdravotnické záchranné službě 374/2011, §5.

Zákon vstoupil do platnosti 1. dubna 2012. Dvě hlavní složky z nového zákona z hlediska práce jsou změna výjezdové doby z 15 minut na 20 minut a vzájemné spolupráce krajů podle uzavřené smlouvy.

V dnešní době člověk denně vidí několik situací, kdy sanitky zkoušejí projet dopravní kolony a využívají možnosti tramvajových kolejí, aby se co nejdříve dostaly k pacientům. Osobně mně mnohokrát zaujalo, jak rychle musejí jezdit, aby jejich jízda zůstala bezpečná, ale zároveň dodržely i dojezdové doby. Změna zákona dala motivaci k tomu, aby určil aktuální stav tohoto fenoménu a zjistil, jaké změny mohou způsobit zvýšené dojezdové doby vozidel záchranné služby.

Během prvního úkolu bakalářské práce je potřeba zjistit pravděpodobnou průměrnou rychlost vozidel ZZS CR a jaké je plošné překrytí při této rychlosti. Základem výpočtů bude podrobná silniční síť České republiky. Analýzu je potřeba provádět na území krajů, pak postupně pro kontrolu i na území celé republiky. Dalším úkolem práce je optimalizovat rozložení výjezdových stanovišť pro nové podmínky zákona. V případě dané práce se pod pojmem optimalizace myslí redukce počtů výjezdových stanovišť. Úkolem je najít nejmenší počet a nejlepší rozložení aktuálně existujících výjezdových stanovišť, při kterém ještě záchrana může bezpečně fungovat. V této části budou využita stejná rychlostní rozložení pro jednotlivé typy silnic, která byla vypočítána pro aktuální stav. Posledním úkolem je výpočet charakteristických vlastností výsledných území dle dostupností (velikost území, počet obcí na území, počet obyvatel na území a pro Hlavní město Praha počet adresných bodů na území) a porovnání jednotlivých stavů před a po optimalizaci. Výsledky práce budou prezentované v mapové i v tabulkové podobě.

K práci bude využíván geoinformační software ArcGIS 10 od firmy ESRI. Všechny úpravy vstupních mapových podkladů i analýzy budou provedeny v prostředí tohoto



programu. Součástí práce bude i popis nastavení extenzi Network Analyst, který bude sloužit pro hlavní analýzy silničních sítí.

Jako výsledek práce v prvním řadě předpokládám, že nejdostupnější lokality pomocí ZZS jsou situovány v blízkosti největších měst. Pojem 'bezpečnost' v případě práce je vnímán na základě toho, jestli ZZS daného kraje má dostatek rychlostní rezervy pro případy zhoršení dopravních podmínek. S tím souvisí i předpoklad, že nejméně bezpečné části území budou oblasti bez silnic 1. třídy a s vyšším množstvím lesních a jiných obtížných cest.

Předpokládám, že aktuální počet výjezdových stanovišť je přiměřený k 15 minutovému limitu a má své rezervy pro zhoršení situací. Zvýšení časového limitu způsobí i snížení počtu těchto zařízení.

Podle získaných informací v roce 2012 všechny ZZS ČR musí vypracovat report na efektivitu fungování se zahrnutím všech aspektů, což se do této práce už nevešlo. Jedná se o socioekonomické aspekty, které danou problematiku determinují. Příkladem je počet lidí na území, počet výjezdových skupin, finanční možnosti rozšíření výjezdových stanovišť, atd.

Na začátku práce je potřeba připomenout, že pokud je v práci zmíněna terminologie 'aktuální', vztahuje se na dobu do prvního čtvrtletí roku 2012, tedy do té doby, kdy začal být nový zákon platný.

## 2. Úvod do problematiky

Bakalářská práce patří mezi problematiky síťových analýz. Mimo jiné je potřeba vymezit i pojmy topologie a topologická pravidla, která pevně souvisí s kvalitou dat. Na začátku práce je hlavním úkolem prozkoumání práce jiných autorů na téma záchranné služby a geoinformační systémy, síťové analýzy v záchraně a konkrétně na téma vymezení výjezdových stanovišť pomocí nástrojů GIS.

### 2.1. Síťové analýzy

Aby byl pojem ‚síťová analýza‘ jednoznačný, je potřeba vysvětlit i jiné pojmy s ním související.

#### 2.1.1. Geoinformační systémy (GIS)

Ačkoli neexistuje žádná univerzální definice pro počítačové systémy manipulující geografickými daty, ‚Geografické informační systémy‘ je kolektivní termín pro ně běžně přijímané (Bernhardsen, 1992, vlastní překlad). Tyto systémy jsou podle Bernhardsena (1992) implementované na následující úkoly:

- pořizování a ověření
- sestavení
- uložení
- aktualizování a nahrazení
- řízení a výměna
- manipulace
- nalezení a prezentace
- analyzování a kombinace geografických dat

Mnoho moderních geoinformačních systémů umí zpracovávat data z rozdílných zdrojů, včetně digitálních mapových podkladů, digitálních snímků, videí, data pro počítačově podporované projektování (CAD) a různých počítačových záznamů. V důsledku toho by se dal nazvat GIS jako "datový míchací systém" (Bernhardsen, 1992, vlastní překlad).

V dnešní moderní době velikou roli mají rychlé, snadno a často opakovatelné analýzy, které usnadní rozhodování odborníků.

Koncoví nebo primární uživatelé jsou podle Koláře (2003) například:

- provozní technici
- územní plánovači – charakteristickým úkolem je předložit městské nebo okresní radě plány rozvoje
- stavební technici
- dopravní inženýři – navrhují nové komunikace při minimálních stavebních nákladech
- podnikatelské služby
- místní úřady státní správy – potřebují např. aktuální přehledy o vlivu určitých faktorů na čistotu vody v koupališti nebo o vztahu spádovosti a kapacity škol
- hasičské sbory – požadují rychlou a správnou informaci o lokalitě požáru, přítomnosti nebezpečných látek, rozmístění okolních zdrojů vody

### 2.1.2. Analytické funkce GIS

Jsou to nástroje, které uživateli umožní získat požadovanou informaci o té části krajiny, která je modelově vyjádřena prostorovými daty v databázi (Kolář, 2003).

Podle typu prováděné operace rozdělíme analytické funkce na výběrové, výpočtové a modelovací funkce (Kolář, 2003). Vysvětlení pojmů dle Šmída (2012):

- *funkce výběrové* – slouží pro vyhledávání geometrických nebo popisných dat s určitou hodnotou atributu  
dotazem hledáme ty objekty, které vyhovují stanovené podmínce – odpovědi jsou jak v podobě tabulky, tak mapy
- *výpočtové funkce* – matematické, logické, geometrické nebo statistické operace s atributy nebo s polohovými daty
- *modelovací funkce* – tvorba a využití funkčních modelů krajiny  
možné využití pro popis zákonitostí jevů a chování krajiny na základě teoretických modelů

Dále analytické funkce můžeme rozdělit do následujících skupin dle Koláře (2003):

- klasifikační a měřící funkce (vyhledávací funkce, generalizace, měření)
- funkce překrytí
- funkce v okolí (vyhledávací funkce, topografické funkce, interpolační funkce)
- spojovací funkce (souvislost, síťové funkce, šíření, postupová funkce, pohledové funkce)

### 2.1.3. Síťové funkce

Pojmem síť rozumíme sestavu propojených objektů, která vymezuje přepravní možnosti pro transport určitého obsahu. Typickým příkladem sítí je městská uliční síť, v níž zdrojem je přepravovaný náklad automobily, síť leteckých linek s letadly, nebo říční síť s loděmi (Kolář, 2003).

Podle Šmídy (2012) musí síť splnit jisté podmínky: stanovení délky, stanovení směru a dodržení konektivity. Prvky sítě jsou hrany a uzly.

Síťová analýza je jakákoliv operace (množina operací) řešící problém v síti, jako je dostupnost, kapacita nebo cena průchodu, využívající propojení sítě (Sladký, 2007).

Popis kategorií síťových analýz byla vypracována podle Šmídy (2012) a na základě webových stran ARCDATA PRAHA, s.r.o. (cit. 2012-08-08)

- Modelování zatížení sítě
  - o modelujeme rychlost pohybu látky v síti (např. plynu, vody v potrubí)
  - o využití v inženýrských sítích např. pro určení obyvatel, kteří budou dotčeni výpadkem dodávek plynu nebo dopadů uzavření silnice z důvodu oprav
- Hledání optimálního spojení
  - o výběr optimální trasy pro pohyb sítí (např. cestu auta) mezi stanovenými uzly sítě
  - o hledáme nejkratší trasu nebo s nejmenším oceněním (nejlevnější, nejrychlejší, nejekologičtější)
  - o hledání optimální trasy pro okružní jízdu
- Alokace zdrojů
  - o pro stanovené centrum v síti vyhledáváme spádové oblasti sítě
  - o výsledkem jsou často plochy, které by mohly být obslouženy jedním centrem (školou, zubařem, zastávkou)
  - o lokační modely se zabývají definováním optimálního rozmístění center
  - o alokační modely se zabývají přiřazením spádových oblastí k daným centrům
- Geokódování
  - o přiřazování adres či jiných dat ke konkrétním místům v mapě

## 2.2. Dostupnost

Dostupnost, nebo též akcesibilita, je jedním z klíčových pojmů v geografii, zejména pak v geografii dopravy (Kučerová, 2011). Dle Častulíka (2011) můžeme dostupnosti rozdělit do čtyř kategorií:

- časová (součet jízdnicích dob z jednoho uzlu k ostatním)
- vzdálenostní (součet vzdálenosti)
- frekvenční (počet spojů)
- cenová dostupnost

Pojem dostupnosti geografických objektů byl rozpracován již v 50. a 60. letech. K popisu dostupnosti se používají různé míry dostupnosti (Horák a kol., 2004). Míry dle Horáka a kol. (2004) můžeme rozdělit následovně:

- Míra přímé dostupnosti euklidovské – U této míry dostupnosti není potřebná konstrukce grafu, využívají se pouze euklidovské (vzdušné) vzdálenosti.
- Míra cestní dostupnosti – Používá výpočet vzdálenosti po trase přesunu.
- Přímá topologická dostupnost – Vyjadřuje celkový počet sousedních uzlů v grafu. Uzel s nejvyšším počtem sousedů má nejlepší přímou topologickou dostupnost.
- Nepřímá topologická dostupnost – Vzdálenosti mezi uzly jsou vyjadřovány počtem hran na nejkratší cestě mezi nimi.
- Cenové míry dostupnosti – Jsou založeny na ceně dopravy, v případě individuální dopravy na nákladech dopravy.
- Vážené míry dostupnosti – Zahrnuje atraktivitu center, tedy cíle cestování.

Izochrony jsou čáry spojující místa na mapě či grafu se stejným časem výskytu daného jevu. V dopravě se často izochrony používají pro zobrazení míst dostupných z určitého místa v určitém čase (Pánek, 2011).

Běžnou nepřímou procedurou pro hodnocení dopravní vybavenosti určitého území je konstrukce izochronických a izochorických map. Konstruované linie stejných časových ztrát (u map izochronických) a stejných absolvovaných vzdáleností (u map izochorických) se vztahují buďto k určitému dopravnímu bodu (z praktických důvodů např. kolem určitého města) nebo k určité množině dopravních bodů (Maryáš a Vystoupil, 2004).

## 2.3. Topologie

Topologie reprezentuje v oblasti geoinformatiky způsob uspořádání, který definuje vzájemné vztahy mezi body, liniemi a polygony sdílejícími prostorové souřadnice (Kučera, 2011)

Základními topologickými vztahy jsou podle Schneidera (2008):

- **spojitost (connectivity)** - sídlo A je železnici spojeno se sídlem B
- **orientace (orientation)** - ze Žitné ulice do Spálené jde dojet Štěpánskou ulicí, zpět se musí jít jinudy, protože ulice Spálená je jednosměrná
- **sousednost (adjacency)** - les sousedí s polem
- **obsahování (containment)** kašna je obklopena náměstím

## 2.4. Odborné práce a projekty související s danou tematikou

Příklady na odbornou literaturu pro tematiku záchranných služeb a GIS najdeme i české i cizojazyčné. Bohužel se ve většině případů jedná o popsání konkrétních softwarů, které jsou pro daný účel vytvořené. Konkrétní analýzy a optimalizační plány jsou většinou státem financované a pro veřejnost méně dostupné.

Z tuzemské literatury by byla potřeba zmínit rozsáhlou studii pod názvem ‚Využití GIS pro optimalizaci sítě výjezdových míst Zdravotnické záchranné služby Zlínského kraje‘. Autoři Hala a kol. publikovali v časopise ARCREVUE své postupy a výsledky. Jedná se o projekt z roku 2009, proto již nejsou některé vstupní informace aktuální.

Projekt byl vypracován na zakázku pro Odbor sociálních věcí a zdravotnictví. K analýze a modelování bylo využito řešení GeOPT ([www.geopt.cz](http://www.geopt.cz)), nadstavba pro ArcGIS. GeOPT je zaměřen na optimalizaci sítě veřejných služeb v prostoru při vyvážení pohledu zákazníka (kvalita služeb) a pohledu poskytovatele služeb (náklady). Úkolem projektu bylo zhodnotit stávající stav zdravotnické záchranné služby ve Zlínském kraji a posoudit návrhy Ministerstva zdravotnictví ČR a Zdravotnické záchranné služby Zlínského kraje.

Autoři vymezili i klíčové faktory, které ovlivňují dojezdovou dobu:

- zvolená trasa – kvalita vozovky, profil, množství zákrut, serpentiny apod.
- dopravní situace – zácpy, kolony, omezení apod.

- počasí a roční období – mlha, déšť, sníh, mráz, led, vítr, ...
- denní doba – rozdílná viditelnost ve dne a v noci

Hlavními vstupy pro analýzu byla data ČSÚ (definiční body základních sídelních jednotek Zlínského kraje, včetně počtu obyvatel), ČÚZK (vrstvy ZABAGED, konkrétně sítě silnic, ulic a cest) a data Zlínského kraje (body stávajících výjezdových základen ZZS a varianty jejich rozšíření, spádové oblasti, vzorek dob výjezdů).

Po úpravě a kontrole silniční sítě byly podle tříd komunikací přiřazeny jednotlivým úsekům, na základě jejich parametrů, adekvátní rychlosti jednak pro standardní počasí, jednak pro nepříznivé počasí (výrazně nižší rychlost). Na takto připraveném a ověřeném modelu byla v extenzi GeOPT provedena analýza dostupností a problémových oblastí pro několik scénářů:

- scénář podle návrhu Ministerstva zdravotnictví ČR
- scénář podle návrhu ZZS Zlínského kraje
- optimální scénář podle GeOPT

Podle očekávání autorů identifikovaly první dva scénáře několik míst, kde není požadavek na maximální dojezdovou dobu splnitelný. Potvrdilo se, že vhodnějším řešením je pro obtížná místa spolupráce s partnery (ZZS Jihomoravského kraje a ZZS z přilehlé oblasti Slovenské republiky).

Na závěr bylo konstatováno, že všechny simulační scénáře, včetně optimálního, vycházely ze stávajícího stavu silniční sítě. Při otevření nových úseků rychlostních silnic a dálnic budou další výsledky, spočítané pomocí GeOPT nad modelem nové silniční sítě, poskytovat jediný smysluplný model reality.

Podle zdrojů ([www.geopt.cz](http://www.geopt.cz)) prováděli zmínění autoři v rámci projektů GeOPT stejnou analýzu i pro ZZS Plzeňského kraje.

Ve světě, který stále více trápí přírodních a člověkem způsobených katastrof, je těžké si představit výraznější využití GIS, než v záležitostech veřejné bezpečnosti. (Dangermond, 2001, vlastní překlad). Publikace autora Amdabl (2001) je věnována různým situacím veřejné bezpečnosti a katastrof ve Spojených státech Amerických. Od různých konkrétních případů hasičských a zdravotnických záchranných služeb, až k možnostem ArcGISu pro analýzu katastrof.

Nejvyšší podíl nalezených cizojazyčných literatur na danou tematiku vychází z vydavatelství firmy ESRI. Většinou rozebírají GIS technologie pro řízení záchrany a reakci na katastrofy.

## 2.5. Typy posádek ZZS

Počet výjezdů každoročně je na krajní úrovni kolem 50 000, na celém území ČR je to zhruba 500 000 výjezdů. V roce 2011 podle statistik Asociace zdravotnických záchranných služeb bylo toto číslo pro celou republiku 851 289.

Pozemní výjezdové skupiny ZZS v České republice můžeme rozdělit do 2 hlavních typů. Jejich charakteristiku zadává webová stránka Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity následovně (cit. 2012-17-30):

- *rychlá zdravotnická pomoc (RZP)* - Její posádka tvoří kvalifikovaný zdravotnický záchranář (diplomovaný specialista záchranář nebo zdravotní sestra specializovaná pro stavy akutního ohrožení života) a řidič záchranář. Tyto posádky vyjíždějí ke stavům, kdy došlo k úrazu či zhoršení zdravotního stavu postiženého, ale stav přímo neohrožuje jeho život. Posádka na místě poskytne vysoce odbornou neodkladnou péči a transportuje postiženého do zdravotnického zařízení.
- *rychlá lékařská pomoc (RLP)* - Její posádka vždy tvoří lékař, zdravotnický záchranář a řidič záchranář. Tyto posádky vyjíždějí ke stavům bezprostředního ohrožení života, k těžkým úrazům a závažným dopravním nehodám, v případech hrozícího selhání základních životních funkcí a výrazného zhoršení zdravotního stavu postiženého.

RLP je organizována dvěma rozdílnými způsoby:

- „Klasická“ RLP posádka, která pro výkon své práce využívá sanitního vozidla RLP (zasahující tým pacienta ošetří na místě události a následně jej transportuje do zdravotnického zařízení).

Druhým způsobem zajištění RLP je systém „rendez-vous“ využívající speciálně upravené osobní vozidlo, které však není uzpůsobeno pro převoz nemocných. Lékař v systému rendez-vous po příjezdu na místo pacienta ošetří a je-li potřeba převoz nemocného do zdravotnického zařízení, dojíždí na místo tým RZP, který jej do nemocnice dopraví. Tento model umožňuje efektivnější využití lékaře a je používán převážně v



aglomeracích s vysokou hustotou obyvatelstva nebo v lokalitách, kde je potřeba zajistit rychlejší mobilní prostředek vzhledem k vysokým dojezdovým vzdálenostem.

## **2.6. Zákon o dostupnosti zdravotnické záchranné služby 374/2011, §5**

(1) Dostupnost zdravotnické záchranné služby je dána zejména plánem pokrytí území kraje výjezdovými základnami zdravotnické záchranné služby (dále jen „výjezdová základna“).

(2) Plán pokrytí území kraje výjezdovými základnami stanoví počet a rozmístění výjezdových základen v závislosti na demografických, topografických a rizikových parametrech území jednotlivých obcí a městských částí hlavního města Prahy tak, aby místo události na území jednotlivých obcí a městských částí bylo dosažitelné z nejbližší výjezdové základny v dojezdové době do 20 minut. Při stanovení počtu a rozmístění výjezdových základen se zohlední případné poskytování zdravotnické záchranné služby na území kraje také poskytovatelem zdravotnické záchranné služby zřízeným jiným krajem podle odstavce 5.

(3) Dojezdová doba se počítá od okamžiku převzetí pokynu k výjezdu výjezdovou skupinou od operátora zdravotnického operačního střediska nebo pomocného operačního střediska. Dojezdová doba musí být dodržena s výjimkou případů nenadálých nepříznivých dopravních nebo povětrnostních podmínek nebo jiných případů hodných zvláštního zřetele; v těchto případech si poskytovatel zdravotnické záchranné služby vyžádá pomoc od ostatních složek integrovaného záchranného systému podle § 11 odst. 4, je-li podle okolností tato pomoc možná a účelná.

(4) Výjezdovou základnu leteckých výjezdových skupin lze zřídit, jsou-li pro tuto základnu zajištěna letadla podle § 21.

(5) Na poskytování zdravotnické záchranné služby na území kraje se může podílet také poskytovatel zdravotnické záchranné služby zřízený jiným krajem, a to na základě písemné smlouvy uzavřené kraji.

(6) Plán pokrytí území kraje výjezdovými základnami vydává kraj; plán musí být krajem aktualizován nejméně jednou za 2 roky. Před vydáním plánu pokrytí území kraje výjezdovými základnami a před jeho aktualizací kraj projedná návrh plánu a návrh jeho

aktualizace s bezpečnostní radou kraje a vyžádá si k návrhu stanovisko Ministerstva zdravotnictví (dále jen „ministerstvo“). Podklady pro plán pokrytí území kraje výjezdovými základnami a pro jeho aktualizaci zpracovává poskytovatel zdravotnické záchranné služby.

### 3. Metodická část

Během zpracování práce bylo zjištěno, že dohledání lokací výjezdových stanovišť je možné na základě webových stránek zdravotnických záchranných služeb. Ale na druhé straně zjištění a přiřazení přesných rychlostí ke všem úsekům silnic ČR nebylo jednoduché.

Původním plánem projektu byla spolupráce s jednotlivými zdravotnickými záchrannými službami pro zpracování statistických údajů, které popisují všechny výjezdy v roce 2011. K přesné analýze by bylo potřeba získat od zmíněných organizací konkrétní rychlosti přiřazené k úsekům silnic ČR nebo informace sloužící pro výpočet těchto rychlostí. Základní údaje o výjezdech zdravotnických skupin, které by pro jejich výpočet stačily, jsou např. dojezdové doby, adresy stanovišť a cílové adresy.

Bohužel se nepovedlo vytvořit spolupráci se Zdravotnickými záchrannými službami České republiky. V době sběru dat bylo odesláno více než 30 elektronických dopisů, protože po telefonickém domlouvání osobní schůzky mi bylo sděleno, že veškeré dotazy ohledně mé práce zodpoví z časového důvodu pouze elektronicky. Adresátem byly složky ZZS: sekretariáty ředitelství, tiskové mluvčí a manažeři. Vzhledem k množství poptávek od jiných studentů byla většina žádostí zamítnuta z časových důvodů. Pouze tři mé žádosti byly úspěšné. Konkrétně se jednalo o dopisy ze ZZS Pardubického kraje, ZZS Kraje Vysočina a od MUDr. Ondřeje Fraňka, který je autorem webové stránky zachrannaslužba.cz.

Ani vyhledávání informací na webových stránkách ZZS nepřineslo kýžený výsledek. Stránky obsahují pouze souhrnné údaje, které jsou příliš obecné pro touto práci. Po dlouhodobém hledání reálného rychlostního rozložení a důsledném uvažování, byl ze zmíněného důvodu změněn postup práce pro získání rychlosti vozidel zdravotnické záchranné služby České republiky. Je možné odhadnout průměrné rychlosti vozidel při různých podmínkách, ale rozhodl jsem rychlosti vypočítat.

Metodický postup bakalářské práce se skládá z těchto hlavních částí:

- provádění výpočtů pro aktuální stav pokrytí výjezdových stanovišť
- výpočet průměrných rychlostí vozidel zdravotnické záchranné služby
- vytvoření funkčního network datasetu
- optimalizace rozložení výjezdových stanovišť po změně limitu dojezdové doby
- výpočet údajů pro výsledné území
- vytvoření a vyexportování mapových výstupů

### 3.1. Datové zdroje a jejich úprava

K vypracování projektu bylo využito pět hlavních datových zdrojů:

- silniční síť, která obsahuje všechny silnice až na úroveň ulic
- síť, která obsahuje hranice obcí pro úpravu rychlosti silnic v obcích a mimo obec
- bodová vrstva obcí České republiky
- vrstva adresných bodů Hlavního města Prahy
- vrstva, která obsahuje hranice krajů

Hlavní podmínkou při výběru využitých vrstev bylo, aby se daly volně použít nebo byly k dispozici Katedře aplikované geoinformatiky a kartografie Univerzity Karlovy v Praze. Proto byly vybrány podklady od firmy Geofabrik GmbH, Central European Data Agency, a.s. a ARCDATA PRAHA, s.r.o.

Pro projekt byla využita volně dostupná data od firmy Geofabrik, stáhnuta 5. března 2012 pro Českou republiku. Balík dat obsahuje různé vrstvy, pro práci byla využita vrstva silnic roads.shp. Roads.shp obsahuje celkem 429 630 úseků silnic. Vrstva pokryje celé území státu až na úroveň ulic.

Pro vytvoření funkční silniční sítě je potřeba provádět několik kontrol a úprav. Jedná se o odstranění nevhodných silničních úseků pro vozidla záchranných služeb, o odstranění nespojitých silničních úseků a o kontrolu topologických pravidel, jako je propojenost a správné překrývání silnic.

- *Odstranění nevhodných silničních úseků* - pro snadnější úpravu je možné stáhnout ze serveru Geofabriku klasifikaci silničních úseků (Tabulka č. 1).
- *Odstranění nespojitých silničních úseků* – po rychlou analýzu typu Service Area byly zjištěny nespojené úseky, které po důkladném uvážení byly odstraněny z databáze. Důvodem bylo, že většinu jich tvořily lesní cesty a soukromé cesty jednotlivých firem, které pro náš projekt nebyly podstatné. Nespojené úseky tvořily zhruba 1,2 % všech úseků.
- Posledním aspektem, kterým určíme správnost dat, je, zda jsou jednotlivé silniční úseky topologicky správně spojené a zda jsou všechna *topologická pravidla* dodržena. V ArcCatalogu existují možnosti pro vytvoření, kontroly a úpravy topologických pravidel. Pro kontrolu silniční sítě byly postupně nastaveny topologická pravidla ‚Nesmí mít volné konce – Must not have dangles‘ a ‚Nesmí se překrývat – Must not overlap‘. Výsledkem kontroly se stala tzv. chybná místa, která byla potřeba

kontrolovat a porovnávat s uznanou mapou, a poté všechny chyby ručně editovat. Kontroly byly provedeny především u všech dálnic, rychlostních komunikací, silnic I. a II. třídy, mostů a tunelů. Obrázek č. 1 se zabývá problematikou překrývání Strahovského tunelu s ulicemi Strahova na uznané mapě a ve vrstvě roads.shp.

**Tabulka č. 1: Klasifikace silničních úseků pro vrstvu roads.shp**

Atributy vrstvy roads.shp:

Atribut	Typ PostGIS	Popis
ref	VARCHAR(20)	Referenční číslo silnice ('A 5', 'L 605',...)
oneway	BOOLEAN	Je silnice jednosměrná?
maxspeed	SMALLINT	Maximálně povolená rychlost v km/h
layer	SMALLINT	Relativní vrstvení silnice (-5, ..., 0, ..., 5)
bridge	BOOLEAN	Silnice je mostem?
tunnel	BOOLEAN	Silnice je v tunelu?

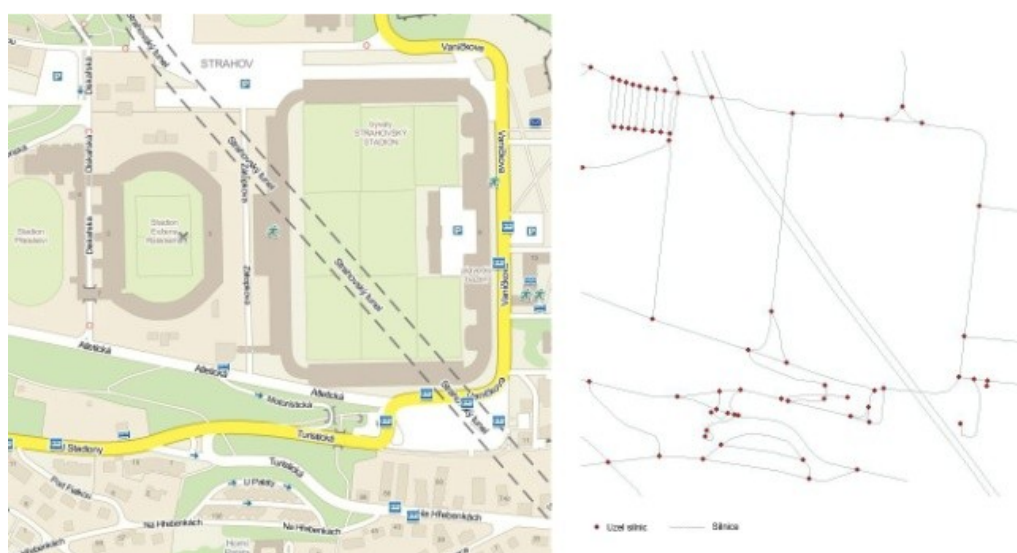
Typy silnic:

Kód	Vrstva	Třída	Popis
<b>511x</b>	<b>roads</b>		<b>Hlavní silnice</b>
5111	roads	motorway	Dálnice
5112	roads	trunk	Důležitá silnice, obvykle rozdělená
5113	roads	primary	Primární silnice, typicky národní
5114	roads	secondary	Sekundární silnice, typicky regionální
5115	roads	tertiary	Terciární silnice, typicky lokální
<b>512x</b>	<b>roads</b>		<b>Vedlejší silnice</b>
5121	roads	unclassified	Menší lokální silnice
5122	roads	residential	Silnice v obytných oblastech
5123	roads	living_street	Ulice, kde chodci mají přednost před automobily
5124	roads	pedestrian	Pěší ulice
<b>513x</b>	<b>roads</b>		<b>Dálniční spojení</b>
5131	roads	motorway_link	Silnice, které se propojují z jedné cesty na druhou
5132	roads	trunk_link	cestu nižší kategorie
5133	roads	primary_link	
5134	roads	secondary_link	
<b>514x</b>	<b>roads</b>		<b>Velmi malé cesty</b>
5141	roads	service	Servisní cesty k budovám, parkovištím, atd.
5142	roads	track	Pro použití v zemědělství, v lesích, atd. Často šterkové silnice
5143	roads	track_grade1	Cesty rozdělené do kategorie: od 1 (asfalt) - do 5 (těžko viditelný)
5144	roads	track_grade2	
5145	roads	track_grade3	

5146	roads	track_grade4	
5147	roads	track_grade5	
<b>515x</b>	<b>roads</b>		<b>Cesty nevhodné pro automobily</b>
5151	roads	bridleway	Cesty pro jízdy na koni
5152	roads	cycleway	Cesty pro cyklistiku
5153	roads	footway	Pěší cesty
5154	roads	path	Nezařazené cesty
5155	roads	steps	Schody na pěších cestách
<b>Neznámé</b>			
5199	roads	unknown	Neznámý typ cesty

zdroj: geofabrik.de

Obrázek č. 1: Překrývání silnic ve vrstvě roads.shp a ve skutečnosti u Strahovského tunelu v Hlavním městě Praha



Zdroj: Mapy.cz

## 3.2. Vytváření network datasetu

Pro vytvoření Network datasetu v ArcCatalogu, kromě kontroly správnosti silniční sítě, je potřeba přidat rychlosti a dojezdovou dobu k jednotlivým úsekům silnic. Do atributové tabulky vrstvy roads.shp byly přidány dva nové sloupce: Rychlost (typu short) a Minutes (typu float).

- *Rychlost* – Po zvážení jednotlivých typů silnic a možností jejich využití, byla vytvořena klasifikace (Tabulka č. 2), podle které byly k úsekům přiřazeny průjezdové rychlosti vozidel ZZS.

Pro vyšší přesnost a reálnost výsledků byly silnice rozděleny na extravilán a intravilán. K tomu byl využit mapový podklad ČR 150, konkrétně vrstva settl\_area.shp.

- *Minutes* – Doba jízdy na daném úseku se dá snadno vypočítat z délky úseků a rychlosti dle následujícího vzorce:

$$\begin{aligned} \text{doba jízdy} &= \text{délka úseku} / \text{rychlost vozidla} = \\ &= ([\text{Shape\_Length}] / 1000) / [\text{Rychlost}] * 60 \end{aligned}$$

Označení dojezdových dob s anglickým výrazem 'Minutes' je praktické, protože během vybudování samotného network datasetu, program automaticky rozezná, že se jedná o časové dostupnosti.

**Tabulka č. 2: Přiřazení rychlosti k jednotlivým typům silnic**

Typy silnic	Přiřazené rychlosti/Odstranit z databáze
abandoned	Odstranit
almost_path	Odstranit
bridleway	Odstranit
bus_guideway	90/50 (extravilán/intravilán)
bus_stop	90/50 (extravilán/intravilán)
Cesta	90/50 (extravilán/intravilán)
construction	Odstranit
crossing	90/50 (extravilán/intravilán)
cycleway	Odstranit
emergency_access	90/50 (extravilán/intravilán)
Foot	Odstranit
footway	Odstranit
footway;path	Odstranit

ford	Odstranit
hiking	Odstranit
incline_steep	Odstranit
living_street	90/50 (extravilán/intravilán)
minor	Odstranit
motorway	130/80 (extravilán/intravilán)
motorway_link	130/80 (extravilán/intravilán)
no	Odstranit
none	Odstranit
path	Odstranit
path; bridleway	Odstranit
path;path;track	Odstranit
path;track	Odstranit
pedestrian	Odstranit
Perštýnská	90/50 (extravilán/intravilán)
planned	Odstranit
platform	Odstranit
primary	90/50 (extravilán/intravilán)
primary_link	90/50 (extravilán/intravilán)
proposed	Odstranit
proposed;residen	Odstranit
raceway	Odstranit
res]	Odstranit
reserved	Odstranit
residential	50
residential;serv	50
rest_area	Odstranit
road	30
rtr	Odstranit
secondary	90/50 (extravilán/intravilán)
secondary_link	90/50 (extravilán/intravilán)
service	30
service;track	30
services	30
silnice v podnik	30
steps	Odstranit
survey	Odstranit
tertiary	90/50 (extravilán/intravilán)
tertiary_link	90/50 (extravilán/intravilán)
tiny-path	Odstranit
track	30
track;residential	30
trunk	130/80 (extravilán/intravilán)
trunk_link	130/80 (extravilán/intravilán)
turning_circle	90/50 (extravilán/intravilán)
unclassified	90/50 (extravilán/intravilán)



unknown	Odstranit
unsurfaced	Odstranit
V Olšíně	90/50 (extravilán/intravilán)

Po vytvoření funkčního network datasetu pro celé území republiky byly silnice rozdělené podle krajů. Postupně byly vybudovány network datasety stejným způsobem i pro všechny kraje zvlášť. Pro rozdělení úseků silnic byla využita vrstva kraje.shp. Bohužel při využití nástroje softwaru ArcGIS 'Clip', vrstva roads.shp ztratila svoji topologickou propojenost, které byly předem kontrolované a upravené. Proto bylo rozdělení provedeno pomocí výběru 'Select by location'. U hranic krajů byla využívána metoda 'Have their center in', podle které se v kraji určovalo, zda se zkoumaná silnice přiřadí k danému kraji. Pokud úsek silnice zasahuje vyšší délkou do území kraje, pak je jeho součástí celá.

### **3.3. Modelování aktuálního stavu a zjištění průměrných rychlostí vozidel ZZS**

Jedním z největších úkolů práce bylo zjištění rychlosti vozidel Zdravotnické záchranné služby a poté modelace dostupnosti při této rychlosti. Z kladné odpovědi zaslaného dopisu pro získání informací vyplývá, že rychlosti vozidel ZZS jsou omezené stejným způsobem, jako platí pro ostatní účastníky pozemní dopravy. Je logické, že kvůli efektivnosti nemusejí čekat, pokud je červené značení na semaforu, ale mohou předjet kolony, v nutnosti můžou využít jízdu v protisměru, či po kolejkách. Z bezpečnostního hlediska musejí dodržet maximální rychlosti, které jsou platné pro silnice České republiky (jsou stanoveny na základě zákona č. 361/2000 Sb.) a nesmí ohrozit sebe ani jiné účastníky dopravy.

Z tohoto důvodu byly pro silniční síť nastaveny jako maximální hodnoty rozdělení rychlosti 130/80/90/50. To znamená, že byla přiřazena rychlost 130 km/h pro dálnice a silnice I. třídy mimo obec, 80 km/h pro dálnice a silnice I. třídy na území obce, 90 km/h pro silnice nižší třídy mimo obec a 50 km/h pro silnice nižší třídy na území obce. Napsané hodnoty byly pro analýzu brány jako 100% rychlosti.

Protože se jedná o síťovou problematiku, celá práce byla založena na extenzi Network Analyst v prostředí softwaru ArcGIS, který umí provádět různé síťové analýzy.

K práci s extenzí Network Analyst je potřeba mít správně vybudovanou silniční síť a místa, pro která chceme analýzu provést (popř. bariéry, které dopravu omezují nebo celkem neumožní). Postup vytvoření silniční sítě již bylo napsáno v předcházejících kapitolách. Lokace v případě práce jsou výjezdová stanoviště Zdravotnické záchranné služby České republiky. Počet bodů je 270 pro celou Českou republiku. Bylo potřeba vytvořit samostatnou bodovou vrstvu, která obsahuje co možná nejpřesnější lokalitu výjezdových stanovišť. Zhruba v polovině případů se dá zjistit přesná adresa na webových stránkách ZZS. U ostatních případů v obcích, které mají výjezdové stanoviště, bylo označeno místo u lékařských institucí (nemocnice, polikliniky, pohotovosti, atd.) nebo u hasičských stanic. Zjištěné informace o výjezdových stanovištích prezentuje tabulka na přiloženém digitálním mediu. Stanoviště jsou seskupené podle krajů v České republice. Tabulka se skládá z názvů základů, z přesné adresy (jestli se dala zjistit) a z vozidlového vybavení.

Po vytvoření všech potřebných vstupných dat byla provedena analýza pro časovou dostupnost 15, 20 a více než 20 minut. A to z důvodu, aby bylo dobře vidět, které části území jsou nejlépe organizovány a které jsou obtížnější.

Nejdřív byla provedena analýza pro 100%, pak postupně i pro 90%, 80%, 70%, 60% a 50% rychlostního rozdělení. Pro vysvětlení jednotlivých rychlostních rozdělení byla vytvořena Tabulka č. 3.

**Tabulka č. 3: Popis rychlostních rozdělení použitých při získání vývoje dostupnosti**

Rychlostní rozdělení	Přirazené rychlosti [km/h]			
	dálnice a silnice I. třídy		silnice II. a III. třídy, místní komunikace	
	extravilán	intravilán	extravilán	intravilán
100%	130	80	90	50
90%	117	72	81	45
80%	104	64	72	40
70%	91	56	63	35
60%	78	48	54	30
50%	65	40	45	25
40%	52	32	36	20
30%	39	24	27	15

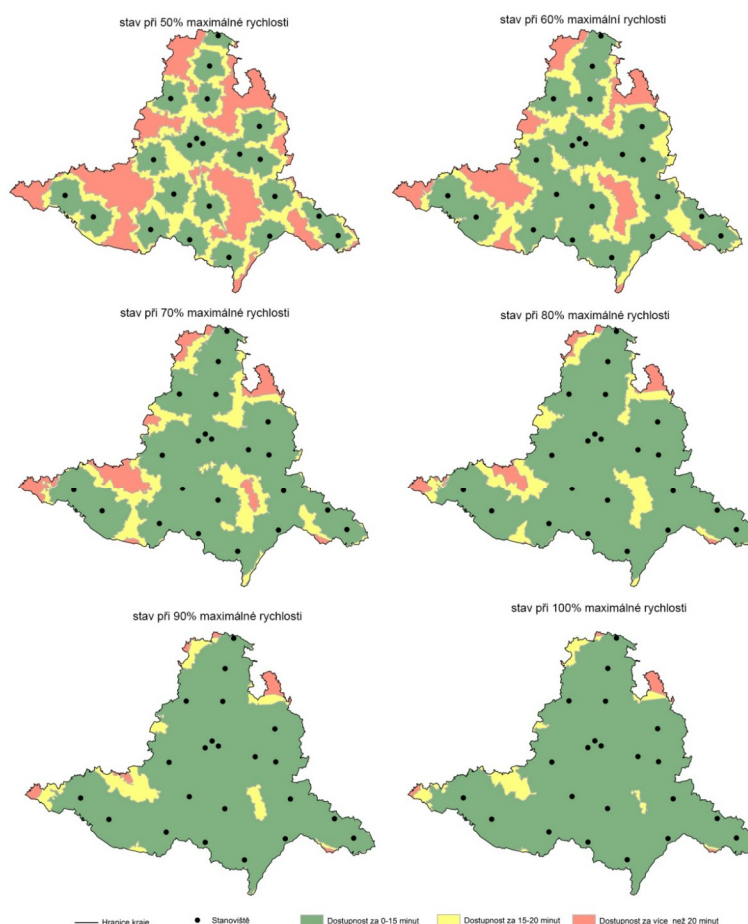
Z důvodu hustoty silniční sítě Hlavního města Prahy a předpokládané menší průměrné rychlosti vozidel, byla analýza pro Prahu uvedena i pro 40%, a 30% rozdělení. Z výsledků všech analýz bylo možné zjistit vývoj dostupnosti při zvýšení průměrných rychlostí

vozidel ZZS. Příkladem takové změny je i Obrázek č. 2, která představí situaci pro Jihomoravský kraj.

Po získání výsledků všech rychlostních rozložení bylo dalším úkolem zjistit *minimální rychlost vozidel ZZS*, při které zvládnou bezpečně pokrýt území podle 15 minutového kritéria. Výběr nejrealnějšího stavu byl proveden podle některých stanovených pravidel:

- ve vnitřní části území může existovat jenom 15 minutová dostupnost
- vyšší limit (20 minut nebo víc) se může vyskytnout jenom u hraničních částí, a to podle zákona 374/2011, §5, který dovolí na základě předem podepsané smlouvy vzájemnou spolupráci mezi kraji
- jiné vyšší dostupnosti musí odůvodnit nějaká zvláštní událost (např. řeka bez blízkého mostu, která nedovoluje stejnoměrnou dostupnost na oba břehy řeky)

**Obrázek č. 2: Vývoj dostupnosti při zvýšení rychlosti vozidel ZZS v Jihomoravském kraji**



Výsledky výpočtů jsou prezentovány na přiložených mapách.

### 3.3.1. Nastavení extenzi Network Analyst pro danou problematiku

Z možností extenzi Network Analyst bylo pro práci využito hledání řešení typu Service area. Výsledkem výpočtu Service area je oblast působnosti pro nějaké zařízení. Podmínkou může být časové omezení, finanční omezení, atd., které je vázané k síti, na které je analýza provedena. V případě dané práce bylo kritériem časové omezení.

Ve výpočtu Service area existuje spousta možností nastavení podle požadovaných výsledků.

- Prvním krokem je importování předem důsledně vybudovaného network datasetu, na kterém chceme výpočty provádět.
- Dalším krokem je importování všech bodů, pro které budou dostupnosti vypočteny. Nahrání bodů bylo provedeno způsobem ‚Location Position = Use Geometry‘. Byla vybrána bodová vrstva výjezdových stanišť pro daný kraj.
- Během nastavení je možno zadat bariéry, které omezují výpočty. V případě práce nebyly nastaveny žádné takové body.
- Je potřeba nastavit zdroj výpočtu, většinou se jedná o stejné silniční sítě, kterou jsme importovali v prvním kroku.
- Program automaticky rozezná, zda se jedná o výpočet časové dostupnosti, proto impedanci nastaví na Minutes. Je tady ale potřeba nastavit hraniční hodnoty výpočtu. V případě práce se jednalo o 15ti, 20ti a 60ti minutové hranice.
- Můžeme si vybrat, jestli za výsledek chceme linie nebo polygony překrytí. Dají se zvolit generalizované nebo detailní polygony, ale i míru trimování polygonů. Pro práci byly zvoleny generalizované polygony s trimováním pro kraje 10 km a pro celou republiku 25 km.

Samotné fungování funkce Service area lze popsat následujícími kroky:

- funkce začíná hledat řešení v počátečním uzlu (Location)
- funkce vybírá jeden spoj vycházející ze začátečního uzlu a ten určí směr základního hledání. Spoj se přidá, když sledovaný atribut nepřekročí předem stanovený limit
- další spoj odcházející z vyhledaného uzlu se přidá vždy, když součet hlídaného atributu všech spojů v řadě nepřekročí limit
- hledání ve vybraném směru pokračuje do té doby, dokud přidání dalšího spoje do řady působí překročení limitu

- v tomto případě se hledající funkce vrátí o krok zpět k předcházejícímu vyhledanému uzlu a pokračuje v kontrole ostatních odcházejících spojů
- celé hledání pokračuje do té doby, dokud existuje spoj, který se dá přidat do sítě bez překročení limitu
- poté je funkce úspěšně dokončena

Problém s výpočtem Service area pro takovým nadměrným počtem lokací je velická časová náročnost průběhu výpočtu. Např. zjištění Service area pro 270 bodů na středně výkonném počítači trvá zhruba 1-2 hodiny.

### 3.3.2. Výpočet průměrné rychlosti vozidel ZZS

Po výběru nejpravděpodobnějšího stavu z vývoje dostupnosti je potřeba ještě zjistit průměrnou rychlost vozidel při daném rychlostním rozložení. Úkol se dá vyřešit s váhovým průměrem následovně:

$$v = \frac{\sum_{i=1}^n v_i \cdot d_i}{\sum_{i=1}^n d_i}$$

,kde  $v$  – průměrná rychlost pro celé území

$d_i$  – délka úseku silnice

$v_i$  – rychlost přiřazená k úseku silnic  $d_i$

Do atributové tabulky silnic je potřeba zadat další sloupec RychLenght (typu float). Jedná se o součin sloupců Rychlost a Shape\_Lenght. Hodnoty se dají vypočítat pomocí Field Calculatoru.

Postupně pomocí funkce Statistics a využití předem popsaného vzorce se průměrné rychlosti pro jednotlivé silniční sítě dají vypočítat následovně:

$$v = \frac{\sum RychLenght}{\sum Shape\_Lenght}$$

### 3.4. Optimalizace výjezdových stanovišť

Po zjištění rychlosti vozidel a aktuální dostupnosti Zdravotnické záchranné služby České republiky pomocí předem popsaného postupu, bylo dalším krokem práce zjistit změny a optimalizovat výjezdové stanoviště po úpravě časového limitu z 15 minut na 20 minut dojezdové doby.

Dle předpokladu se rychlosti vozidel po změně zákona nemění, proto byly platné i pro druhou část analýzy. Z tohoto důvodu pro nové výpočty bylo možné využít i již předem vybudovanou síť silnic.

Analýza byla provedena z praktického důvodu jenom na úrovni krajů (postupně byl ale proveden částečný kontrolní výpočet i pro celou republiku). Analýzu provádět na krajní úrovni má své kladné stránky. Výsledky jsou srozumitelnější a jednotlivé regiony jsou lépe prozkoumatelné. Hlavní město silně spolupracuje se Středočeským krajem, z tohoto důvodu analýza pro Středočeský kraj byla provedena spolu s Prahou.

V případě dané práce se pod pojmem optimalizace myslí redukce počtů výjezdových stanovišť. Optimalizace výjezdových stanovišť ZZS zahrnuje odstranění některých stanovišť i sloučení více center do jednoho celku. Úkolem bylo najít nejmenší počet a nejlepší rozložení aktuálně existujících výjezdových stanovišť, při kterém může být dodrženo pokrytí péče při dojezdnosti 20 minut.

Postupně byla všechna stanoviště prozkoumána, zda se s jejich odstraněním nezpůsobí obtížný region s dostupností nad 20 minut. Výpočty se začali zkoumat vždy od stanovišť krajských měst.

- Pokud odstranění stanoviště z optimalizovaného modelu nezpůsobí území s dostupností nad 20 minut, zkoumané stanoviště se vyloučí z modelu a výpočty pokračují s další základnou.
- Pokud odstranění stanoviště z optimalizovaného modelu způsobí území s dostupností nad 20 minut, zkoumané stanoviště se nechá ve výsledném modelu a výpočty pokračují s další základnou.

Po každém kroku změny sítě výjezdových stanovišť byla spuštěna funkce Service area, aby byl výsledek analýzy co nejpřesnější. Výsledné stavy sítě výjezdových stanovišť a území překrytí po optimalizaci jsou prezentovány v mapové podobě jako příloha k práci.

### **3.5. Výpočet údajů pro výsledné území dle dostupností**

Po výpočtech území dle předem stanovených dostupností pro aktuální a pro optimalizovaný stav, bylo dalším krokem vypočítat rozlohu území, počet obcí s danou dostupností, počet obyvatel na jednotlivé území a pro Hlavní město Praha počet adresných bodů se stanovenými dostupnostmi. Dané výpočty jsou podstatné pro objektivní hodnocení hlavních analýz. Výpočty byly prováděny na úrovni krajů.

#### **3.5.1. Rozloha území dle dostupností**

Po získání výsledků z analýz Service area byly výsledné polygony vyexportovány. Z důvodů vyšší hodnoty trimování (10 km u krajů) polygony přesáhly hranice krajů. Oříznutí polygonů podél krajských hranic byl vyřešen nástrojem Clip. Výsledné rozlohy území dle dostupnosti byly zjištěny z atributových tabulek, kde Shape Area zadává rozlohu v m<sup>2</sup>. Výsledky byly převedeny do km<sup>2</sup> s přesností dvou desetinných míst. Postupně byly vypočteny i podíly rozloh území dle dostupnosti na celém území krajů.

#### **3.5.2. Počet obcí a počet obyvatel dle dostupností**

Po dokončení výše popsaných výpočtů pomocí oříznutých polygony byly pro každý kraj vytvořeny 3 vrstvy (území s dostupností 0-15 minut, 15-20 minut a území s dostupností nad 20 minut). Pro získání počtu obcí dle dostupností byla využita bodová vrstva obcí v České republice. Pomocí funkce Select by location byly vybrány obce, na které platí podmínky, a to ty, že leží ve zkoumaném kraji a mají určenou dostupnost. Z atributové tabulky vrstvy vybraných obcí byl zjištěn počet obcí a pomocí funkce Statistics i počet obyvatel s danou dostupností v konkrétním kraji. Byla využita populační data ze Sčítání lidu, domů a bytů v roce 2001. Postupně byly vypočteny i podíly počtu obcí a obyvatel dle dostupností na celém počtu obcí a obyvatel daného kraje.

### **3.5.3. Počet adresných bodů dle dostupnosti**

Pro Hlavní město Praha byly zjištěny rozlohy území dle dostupnosti a počet adresných bodů dle dostupnosti. Druhá část byla provedena na základě vrstvy adresných bodů Hlavního města Prahy. Výběr byl prováděn pomocí funkce Select by Location. Počet adresných bodů dle dostupnosti byl zjištěn z atributových tabulek. Postupně byly vypočteny i podíly adresných bodů dle dostupnosti na počet všech adresných bodů Hlavního města Prahy.

### **3.6. Prezentace výsledků**

Na prezentaci výsledků práce byly zvoleny mapové výstupy a tabulky. Mapové přílohy jsou v případě práce s tímto daným typem problematiky nevhodnější. Celá práce je založena na kontrole, zda je daná síť bodů, konkrétně síť výjezdových stanovišť, zvládnutelná za dojezdovou dobu 15 minut u první části a 20 minut u druhé části práce. Podmínka musí platit pro celé zkoumané území krajů i České republiky. Z mapových výstupů se dají zjistit problematické regiony. Kromě mapových výstupů byly vytvořeny i tabulkové výstupy.

Vytvoření mapových výstupů se provedlo v programu ArcMap. K mapě byly přidány všechny povinné prvky, jako titul, podtitul, měřítko, směrovka a legenda. K směrovce byl nastaven kalibrační úhel 6 stupňů, a to z důvodu, že vstupní data bylo v souřadnicovém systému S-JTSK.



## 4. Výsledky práce

### 4.1. Přítomnost ZZS dle provedených analýz

První část analýzy, jak už bylo vysvětleno v metodice práce, je určena na zjištění rychlosti vozidel ZZS a pro namodelování a prezentaci aktuálního stavu ZZS. Výsledné průměrné rychlosti prezentuje Tabulka č. 4. Hodnoty byly zaokrouhleny na dvě desetinná místa.

**Tabulka č. 4: Aktuální průměrné rychlosti vozidel záchranné služby v jednotlivých krajích a v ČR zjištěné analýzou**

Kraj	Průměrná rychlost [km/h]
Hlavní město Praha	42,18
Středočeský kraj a Hlavní město Praha	75,32
Jihočeský kraj	81,56
Jihomoravský kraj	77,86
Karlovarský kraj	79,24
Kraj Vysočina	79,83
Královéhradecký kraj	77,20
Liberecký kraj	67,61
Moravskoslezský kraj	72,42
Olomoucký kraj	77,03
Pardubický kraj	68,51
Plzeňský kraj	80,21
Středočeský kraj	78,39
Ústecký kraj	69,05
Zlínský kraj	74,65
Česká republika	77,60

Při pokusu o sběr statistických údajů poskytla další kladnou odpověď Zdravotnická záchranná služba Pardubického kraje. Odesílatelka dopisu uvedla, že bohužel nemají k dispozici přesné údaje o rychlosti vozidel, ale podle jednoduchých výpočtů přišli na průměrnou hodnotu 65 km/h pro vozidel ZZS na území jejich kraje. Analýza pro Pardubický kraj vyšla s výsledkem rychlosti 68,51 km/h, což je řádově stejná hodnota.

Nižší rychlostní hodnoty jsou charakteristické pro kraje s vyšší hustotou výjezdových stanišť nebo pro kraje s vyšším podílem dálnic a silnic I. třídy.

Na základě výsledků bylo zjištěno, že pokud vozidla Zdravotnické záchranné služby Hlavního města Prahy jezdí nenižší průměrnou rychlostí ze všech krajů, pořád se vejdou do časového limitu. V hlavním městě jsou větší dopravní překážky, je vyšší podíl úzkých silnic nižší třídy, vyšší koncentrace vozidel a složitější dopravní situace, ap. Z důvodu vyšší koncentrace výjezdových stanovišť je nižší rychlost zvládnutelná i v případě zhoršení situace, jako jsou zhoršené meteorologické podmínky a zhoršená situace dopravy. Při zvýšené průměrné rychlosti o několik km/h síť základen Hlavního města Prahy stále bezpečně zvládne pokrytí celého území.

Nejvyšší průměrné rychlosti podle analýzy produkují ZZS Jihočeského kraje a ZZS Plzeňského kraje. Důvodem je menší počet výjezdových stanovišť.

Obecně se dá říct, že kromě Hlavního města Prahy jsou zjištěné rychlosti jenom nepatrně odlišné. Rychlosti jsou ovlivněny z více aspektů, proto najít ten správný důvod, proč jsou některé kraje slabší nebo silnější, je těžký úkol. Přesto se v této práci pokusíme vysvětlit vyskytnutí obtížnějších regionů.

Vysokou informační hodnotu nám poskytnou mapové výstupy analýzy, z kterých se dají vizuálně zjistit hodnotné informace. Výsledkem první části práce je celkem 15 map, a to jedna pro území České republiky a jedna pro každý kraj zvlášť. Dalšími informačními zdroji jsou vývojové obrázky krajů při změně rozložení rychlosti vozidel. Příkladem pro takový vývoj je i předem popsany Obrázek č. 3. Vývojové obrázky pro všechny kraje nejsou součástí příloh, ale po otevření samotného projektu, který se nachází na přiloženém digitálním mediu, několika jednoduchými kroky se dají získat stejné výstupy i pro ostatní cílové území.

Sledováním změn pokrytí při změně průměrné rychlosti pro jednotlivé kraje i pro celou Českou republiku byly zjištěny konkrétní zákonitosti.

- U každého ze zkoumaných území platí, že spádové oblasti se rychleji zvětšují u stanovišť mimo krajská města a nejrychleji se zvětšují u nejmenších sídel. Dá se pochopit jednoduše, že to je z důvodu menší hustoty pomalých ulic a hlavně u menších sídel dominují silnice s povolenou rychlostí 90 km/h.
- Výše napsaný jev u Hlavního města Prahy působí, že centrální základny za daný časový limit zvládnou menší území, než stanoviště v okrajových městských částí.
- Zvětšení překrytí patrně podpoří přítomnost dálnic a silnic I. třídy. Podél těchto hlavních tahů se dají najít převážně regiony s krátkou dojezdovou dobou.
- V některých případech je dobře rozpoznat i přítomnost řeky nebo větších vodních ploch. U menšího výskytu mostů, je břeh vodní plochy, na kterém jsou výjezdová stanoviště situována, viditelně dostupnější.

- Bariéry při šíření překrytí působí i některé jiné přírodní vlastnosti území. Z důvodu členitosti terénu, přítomnosti lesa a neprůjezdných okolností, vozidla Zdravotnických záchranných služeb buď musejí projet delší klikaté úseky, nebo se velkým obloukem vyhýbat bariérám. Na obtížnější části území nikdy nebude záchranná služba vozidlem úplně efektivní. Tady je potřeba využít i jiné možnosti záchrany.
- Předpokladem při počátku analýzy bylo, že všechny kraje budou mít nějakou rychlostní rezervu pro případné zhoršení jízdnych podmínek. Bohužel při sledování vývojových obrázku se ve většině případů reálným stavem stalo 100% nebo 90% rychlostního rozložení.

Výsledkem práce byly i výpočty na rozlohu území dle dostupností, počet obcí dle dostupností, počet obyvatel dle dostupností a u případu Hlavního města Prahy počet adresných bodů dle dostupností při aktuálním stavu ZZS (Tabulky č. 5-8).

**Tabulka č. 5: Rozloha území dle dostupností při aktuálním stavu ZZS**

Kraj	Rozloha území dle jednotlivých dostupností [km <sup>2</sup> ]				Podíl rozlohy území dle jednotlivých dostupností [%]		
	0-15 minut	15-20 minut	nad 20 minut	Celkem	0-15 minut	15-20 minut	nad 20 minut
Hlavní město Praha	494,35	1,67	0,06	496,08	99,65	0,34	0,01
Středočeský kraj a Hlavní město Praha	10705,95	713,21	90,21	11509,37	93,02	6,20	0,78
Jihočeský kraj	9443,64	597,41	30,19	10071,24	93,77	5,93	0,30
Jihomoravský kraj	6619,88	363,27	81,78	7064,93	93,70	5,14	1,16
Karlovarský kraj	3115,84	184,83	15,96	3316,62	93,95	5,57	0,48
Kraj Vysočina	6728,30	186,90	9,11	6924,31	97,17	2,70	0,13
Královéhradecký kraj	4342,65	353,28	70,61	4766,53	91,11	7,41	1,48
Liberecký kraj	3041,87	120,40	0,60	3162,86	96,17	3,81	0,02
Moravskoslezský kraj	5031,13	410,42	124,93	5566,48	90,38	7,37	2,24
Olomoucký kraj	4403,25	623,28	114,85	5141,38	85,64	12,12	2,23
Pardubický kraj	4105,71	305,90	111,45	4523,06	90,77	6,76	2,46
Plzeňský kraj	7204,65	262,32	98,96	7565,93	95,22	3,47	1,31
Ústecký kraj	5042,98	272,71	25,40	5341,09	94,42	5,11	0,48
Zlínský kraj	3624,55	302,55	33,52	3960,62	91,51	7,64	0,85

**Tabulka č. 6: Počet obcí dle dostupností při aktuálním stavu ZZS**

Kraj	Počet obcí dle jednotlivých dostupností				Podíl počtu obcí dle jednotlivých dostupností [%]		
	0-15 minut	15-20 minut	nad 20 minut	Celkem	0-15 minut	15-20 minut	nad 20 minut
Středočeský kraj	1076	64	6	1146	93,89	5,58	0,52
Jihočeský kraj	609	14	0	623	97,75	2,25	0,00
Jihomoravský kraj	612	34	1	647	94,59	5,26	0,15
Karlovarský kraj	130	2	0	132	98,48	1,52	0,00
Kraj Vysočina	710	18	1	729	97,39	2,47	0,14
Královéhradecký kraj	435	10	3	448	97,10	2,23	0,67
Liberecký kraj	211	5	0	216	97,69	2,31	0,00
Moravskoslezský kraj	289	12	1	302	95,70	3,97	0,33
Olomoucký kraj	369	23	2	394	93,65	5,84	0,51
Pardubický kraj	416	22	14	452	92,04	4,87	3,10
Plzeňský kraj	493	7	1	501	98,40	1,40	0,20
Ústecký kraj	346	7	1	354	97,74	1,98	0,28
Zlínský kraj	279	25	0	304	91,78	8,22	0,00

**Tabulka č. 7: Počet obyvatel dle dostupností při aktuálním stavu ZZS**

Kraj	Počet obyvatel dle jednotlivých dostupností				Podíl počtu obyvatel dle jednotlivých dostupností [%]		
	0-15 minut	15-20 minut	nad 20 minut	Celkem	0-15 minut	15-20 minut	nad 20 minut
Středočeský kraj	1107166	19790	1810	1128766	98,09	1,75	0,16
Jihočeský kraj	626328	3862	0	630190	99,39	0,61	0,00
Jihomoravský kraj	1123709	10325	136	1134170	99,08	0,91	0,01
Karlovarský kraj	304337	2550	0	306887	99,17	0,83	0,00
Kraj Vysočina	513343	7865	100	521308	98,47	1,51	0,02
Královéhradecký kraj	550298	3774	522	554594	99,23	0,68	0,09
Liberecký kraj	429301	1519	0	430820	99,65	0,35	0,00
Moravskoslezský kraj	1264267	12796	349	1277412	98,97	1,00	0,03
Olomoucký kraj	619565	21800	981	642346	96,45	3,39	0,15
Pardubický kraj	491574	10989	7563	510126	96,36	2,15	1,48
Plzeňský kraj	551824	1973	51	553848	99,63	0,36	0,01
Ústecký kraj	822438	3883	548	826869	99,46	0,47	0,07
Zlínský kraj	580034	17814	0	597848	97,02	2,98	0,00

**Tabulka č. 8: Počet adresných bodů dle dostupností při aktuálním stavu ZZS Hlavního města Prahy**

Kraj	Počet adresných bodů dle jednotlivých dostupností				Podíl počtu adresných bodů dle jednotlivých dostupností [%]		
	0-15 minut	15-20 minut	nad 20 minut	Celkem	0-15 minut	15-20 minut	nad 20 minut
Hlavní město Praha	112698	6	0	112704	99,99	0,01	0,00

V následující části práce budou popsány některé údaje, které byly zjištěny z mapových a z tabulkových výstupů (Tabulky č. 5-8) a se sledováním vývoje dostupnosti při změně průměrné rychlosti vozidel ZZS:

- Na území Hlavního města Prahy najdeme obtížnější regiony na severní a na západní části kolem Letiště Ruzyně. Jedná se o území o rozloze 1,73 km<sup>2</sup> s dostupností nad 15 minut. V porovnání s ostatními kraji má Hlavní město Praha nejmenší podíl rozlohy území s dostupností nad 15 minut. Na severu města dělá problémy absence mostů. Na sever od mostu Barikádníků nevede další efektivní propojení pro automobilovou dopravu. Plánovaná výstavba Trojského a Suchdolského mostu by vyřešila problém, ale mezitím by byla potřeba vylepšit rozložení výjezdových stanišť v této lokalitě. Na východní části Prahy je velká absence výjezdových stanišť. Nejbližší stanoviště jsou na Černém mostě a Uhříněvsi. Podle předpokladů se v této lokalitě ZZS Hlavního města Prahy spoléhá na spolupráci se ZZS Středočeského kraje. Celkem 0,94% adresných bodů leží na dostupnosti nad 15 minut.
- Těžkosti na území Středočeského kraje se vyskytnou u severní hranice kraje. Na severovýchodní části, kolem města Mladá Boleslav, se snaží ZZS pokrýt relativně velické území jenom jedním stanovištěm. Stejný stav vládne i na sever od Kladna u krajské hranice. Na území kraje se nachází celkem 6 obcí s dostupností nad 20 minut s celkovou populací 1810 lidí.
- V Jihočeském kraji je obtížné místo pohoří Šumava. Celková rozloha území s dostupností nad 15 minut je 627,6 km<sup>2</sup>, z čehož 30,19 km<sup>2</sup> přesáhne limit 20 minut. Celkem 14 obcí je s dostupností nad 15 minut, ale žádný z nich nepřesáhne 20 minutový limit. Vylepšení sítě by potřebovala i východní část území kraje a to mezi stanovištěm Dačice a Jindřichův Hradec, hlavně u hranice s Rakouskem.
- Na území Jihomoravského kraje jsou obtížnější západní regiony. Zde 19 obcí spadne do dostupnosti nad 15 minut. Je to území na západě od Vodní nádrže Vranov a kolem města Jevišovice. Jediná obec s dostupností nad 20 minut je Horní Smržov na

severu kraje. V kraji se nachází i Vojenský újezd Březina, kde se kvůli absenci průchodných silnic vyskytnou území s dostupností nad 20 minut. Na druhé straně se zde ale nenachází žádné trvale obytné území.

- Karlovarský kraj je z hlediska překrytí homogenní. Z tohoto důvodů tady najdeme jenom 2 obce s dostupností nad 15 minut a tím pádem má nejnižší podíl obcí s dostupností nad 15 minut v porovnání s ostatními kraji. Jediné problémy najdeme na východě kraje na území vojenského újezdu Hradiště. Celková plocha území nad 15 minut je 200,79 km<sup>2</sup>, z toho je 15,96 km<sup>2</sup> nad 20 minutovým limitem.
- Výjezdové stanoviště Kraje Vysočina jsou také v porovnání s ostatními kraji homogenně rozložené. Menší obtíže se objevují na hranici kraje. U severní hranice se nachází obec Podmokly s populací 100 obyvatel, která má dostupnost nad 20 minut.
- Práci Zdravotnické záchranné služby Královéhradeckého kraje oslabí dopravní podmínky v CHKO Orlické hory (2 obce s dostupností nad 20 minut) a v Krkonošském národním parku. Na území kraje jsou celkem 3 obce na dostupnosti nad 20 minut s celkovou populací 522 obyvatel.
- Liberecký kraj podle analýzy není zatížen žádnými většími okolnostmi. Celková plocha území s dostupností nad 15 minut je 121 km<sup>2</sup>, což je 3,83% celkové rozlohy. Celkem 5 obcí s počtem 1519 obyvatel je na dostupnosti nad 15 minut. Z tohoto důvodů má nejnižší podíl obyvatel s dostupností nad 15 minut v porovnání s ostatními kraji.
- Územní středisko záchranné služby Moravskoslezského kraje je v současné době největší zdravotnickou záchrannou službou v ČR. ([www.uzsmsk.cz](http://www.uzsmsk.cz), cit. 24. 7. 2012) Podle mapových výstupů se ale vyskytnou na území kraje i obtížné regiony, a to na jižní a severní části území. Důvodem je přítomnost CHKO Jeseníky, ale i menší koncentrace výjezdových stanovišť na severu od města Bruntál. Celkem 4,3% obcí leží na dostupnosti nad 15 minut. Jediná obec Ludvíkov s populací 349 obyvatel leží na dostupnosti nad 20 minut.
- U Olomouckého kraje je také charakteristickou vlastností menší hustota výjezdových center na severu a na jihozápadě kraje. Z tohoto důvodu se problémy vyskytnou i na území CHKO Jeseníky. Jak bylo zjištěno u Moravskoslezského kraje, tak v tomto regionu se obtíže objevují i u sousedního kraje. Z tohoto důvodu tady mezikrajská spolupráce neposkytne řešení. Obecně se dají problémy v tomto regionu rozpoznat i na mapě celé republiky. Na východní části kraje leží Vojenský újezd Libavá. Na ploše újezdu neexistuje skoro žádná cesta, která by byla vhodná pro vozidla ZZS, proto analýza vyhodnotila toto území jako obtížnější místo pro práci záchranné služby.

V Olomouckém kraji je v porovnání s ostatními kraji nejvyšší podíl území na dostupnosti nad 15 minut (celkem 14,35%).

- V Pardubickém kraji by bylo potřeba posílit síť výjezdových stanovišť na západě u města Třemošnice, u severovýchodní hranice s Polskem a na jihovýchodě území. V tomto kraji je v porovnání s ostatními kraji nejvyšší podíl obcí a území s dostupností nad 20 minut (3,1% u obcí a 2,46% u rozlohy). Celkem 6 obcí leží na dostupnosti nad 20 minut na zmíněném západním území u města Třemošnice.
- U Plzeňského kraje se dá zjistit, že výjezdová stanoviště jsou homogenně rozložena. Pouze na jižní části kraje jsou území s dostupností nad 20 minut. Zde se nachází NP Šumava, který se svým těžším terénem oslabí efektivitu zdravotnické záchranné služby Jihočeského a Plzeňského kraje. Zde se nachází i jediná obec kraje s dostupností nad 20 minut. Jedná se o obec Modrava s populací 51 obyvatel.
- Ústecký kraj podle mapových výstupů patří mezi lépe organizované kraje. Menší problémy se objevují u východní hranice, které se v nouzových případech dají vyřešit ve spolupráci s Libereckým krajem. Plocha území s dostupností nad 15 minut je 298,11 km<sup>2</sup>, což je 5,59% celkové plochy. Obec Blatno (populace 548 obyvatel) se nachází na jihozápadní části kraje a to s dostupností nad 20 minut.
- Nejvyšší podíl počtu obcí s dostupností nad 15 minut (8,22%) má v porovnání s ostatními kraji Zlínský kraj. Na jižní části kraje, na jih od Uherského Brodu, působí menší hustota výjezdových stanovišť problematické území. Celková plocha území s dostupností nad 15 minut je 336,07 km<sup>2</sup>, z čehož 33,52 km<sup>2</sup> překročí i limit 20 minut. Na území kraje je 25 obcí s dostupností mezi 15 a 20 minut, ale žádná na limitu 20 minut.
- Na území České republiky největší problematické regiony, které jsou dostupné za více než 20 minut, bývají situovány podél státních hranic. Zde se nachází směrem na jih Národní park Šumava, na východ Chráněná krajinná oblast Beskydy a na sever Chráněná krajinná oblast Jeseníky. Taková území jsou charakterizována vyšším podílem lesních cest a silnic nižší třídy. Většinou se jedná ale o území bez většího počtu trvale žijících obyvatel.

## 4.2. Výsledky optimalizací výjezdových stanovišť

Druhá hlavní část práce se zabývá návrhem optimalizování sítě výjezdových stanovišť Zdravotnické záchranné služby. V případě dané práce se jedná o redukci počtů výjezdových stanovišť. Úkolem bylo najít nejmenší počet a nejlepší rozložení aktuálně existujících výjezdových stanovišť, při kterém ještě záchrana může bezpečně fungovat. Nový zákon stanoví nově 20 minutový limit na dojezdovou dobu vozidel ZZS.

Analýza byla provedena na základě postupu, který byl popsán v kapitole 3.4. Jak už předem bylo napsáno, úkol byl vyřešen jenom na úrovni krajů (pro celou republiku byla provedena jenom kontrolní analýza, která bude popsána později).

Výsledky v případě optimalizace je potřeba také prezentovat i tabulkovými a mapovými výstupy. Tabulky jsou vhodné na řešení a zkoumání kvantitativních aspektů. Na druhou stranu mapy lépe znázorňují kvalitativní stránku problematiky a problematické regiony v jednotlivých krajích.

Nejpodstatnější tabulkou této kapitoly je Tabulka č. 9, která porovnává počet výjezdových stanovišť při aktuálním stavu ZZS a po optimalizaci na úrovni krajů i na celém území republiky.

Jedním z úvodních předpokladů práce byla hypotéza, že počet stanovišť po optimalizaci musí být nižší, protože vozidla zdravotnické záchranné služby po změně zákona mají k dispozici o 33% vyšší časový limit (v porovnání 20 minutového limitu k 15 minutovému limitu), aby zvládli dojíždět k potencionálním pacientům.

Nejnižší podíl počtu výjezdových stanovišť po optimalizaci na aktuálním počtu stanovišť podle výsledků dosáhne Hlavní město Praha, což se dalo předpokládat z vysoké hustoty výjezdových stanovišť. Výskyt zhoršených dopravních podmínek se nejčastěji objevují na území Hlavního města Prahy, proto má hlavní město zvýšené zabezpečení, co se týče potenciálu výjezdových stanovišť.

Podle zkoumané hodnoty druhým nejzabezpečenějším samostatným krajem České republiky je Moravskoslezský kraj.



**Tabulka č. 9: Porovnání počtu stanovišť při aktuálním stavu a po optimalizaci výjezdových stanovišť**

Kraj	Aktuální počet stanovišť	Počet stanovišť po optimalizaci	Počet stanovišť po optimalizaci / Aktuální počet stanovišť [%]
Hlavní město Praha	17	5	29,41
Středočeský kraj a Hlavní město Praha	53	20	37,74
Jihočeský kraj	26	19	73,08
Jihomoravský kraj	22	16	72,73
Karlovarský kraj	11	6	54,54
Kraj Vysočina	20	14	70,00
Královéhradecký kraj	14	10	71,43
Liberecký kraj	13	9	69,23
Moravskoslezský kraj	28	12	42,86
Olomoucký kraj	15	11	73,33
Pardubický kraj	15	12	80,00
Plzeňský kraj	21	15	71,43
Středočeský kraj	36	19	52,78
Ústecký kraj	19	13	68,42
Zlínský kraj	13	9	69,23
Česká republika	270	*170 (166)	*62,96 (61,48)

\*170 – bez spolupráce Středočeského kraje a Hlavního města Prahy, 166 – se spoluprací Středočeského kraje a Hlavního města Prahy, 62,96 – bez spolupráce Středočeského kraje a Hlavního města Prahy, 61,48 – se spoluprací Středočeského kraje a Hlavního města Prahy

Výsledkem druhé části práce byly i výpočty na rozlohu území dle dostupností, počet obcí dle dostupností, počet obyvatel dle dostupností a u případu Hlavního města Prahy počet adresných bodů dle dostupností při optimalizovaném stavu ZZS (Tabulky č. 10-13).

**Tabulka č. 10: Rozloha území dle dostupností při optimalizovaném stavu ZZS**

Kraj	Rozloha území dle jednotlivých dostupností [km <sup>2</sup> ]				Podíl území dle jednotlivých dostupností [%]		
	0-15 minut	15-20 minut	nad 20 minut	Celkem	0-15 minut	15-20 minut	nad 20 minut
Hlavní město Praha	488,65	7,37	0,06	496,08	98,50	1,49	0,01
Středočeský kraj a Hlavní město Praha	9939,97	1476,74	92,66	11509,37	86,36	12,83	0,81
Jihočeský kraj	9134,48	903,62	33,15	10071,24	90,70	8,97	0,33
Jihomoravský kraj	6481,61	495,07	88,25	7064,93	91,74	7,01	1,25
Karlovarský kraj	2519,37	749,62	47,63	3316,62	75,96	22,60	1,44
Kraj Vysočina	6544,10	354,32	25,88	6924,31	94,51	5,12	0,37

Královéhradecký kraj	4103,38	592,27	70,88	4766,53	86,09	12,43	1,49
Liberecký kraj	2933,04	229,10	0,72	3162,86	92,73	7,24	0,02
Moravskoslezský kraj	4665,24	772,79	128,46	5566,48	83,81	13,88	2,31
Olomoucký kraj	4273,35	719,49	148,53	5141,38	83,12	13,99	2,89
Pardubický kraj	3952,79	455,46	114,81	4523,06	87,39	10,07	2,54
Plzeňský kraj	6740,21	725,48	100,24	7565,93	89,09	9,59	1,32
Ústecký kraj	4749,55	543,81	47,73	5341,09	88,92	10,18	0,89
Zlínský kraj	3437,29	489,73	33,60	3960,62	86,79	12,37	0,85

**Tabulka č. 11: Počet obcí dle dostupností při optimalizovaném stavu ZZS**

Kraj	Počet obcí dle jednotlivých dostupností				Podíl počtu obcí dle jednotlivých dostupností [%]		
	0-15 minut	15-20 minut	nad 20 minut	Celkem	0-15 minut	15-20 minut	nad 20 minut
Středočeský kraj	991	146	9	1146	86,47	12,74	0,79
Jihočeský kraj	595	28	0	623	95,51	4,49	0,00
Jihomoravský kraj	599	47	1	647	92,58	7,26	0,15
Karlovarský kraj	109	23	0	132	82,58	17,42	0,00
Kraj Vysočina	691	35	3	729	94,79	4,80	0,41
Královéhradecký kraj	418	27	3	448	93,30	6,03	0,67
Liberecký kraj	207	9	0	216	95,83	4,17	0,00
Moravskoslezský kraj	275	26	1	302	91,06	8,61	0,33
Olomoucký kraj	362	29	3	394	91,88	7,36	0,76
Pardubický kraj	404	34	14	452	89,38	7,52	3,10
Plzeňský kraj	461	39	1	501	92,02	7,78	0,20
Ústecký kraj	329	23	2	354	92,94	6,50	0,56
Zlínský kraj	268	36	0	304	88,16	11,84	0,00

**Tabulka č. 12: Počet obyvatel dle dostupností při optimalizovaném stavu ZZS**

Kraj	Počet obyvatel dle jednotlivých dostupností				Podíl počtu obyvatel dle jednotlivých dostupností [%]		
	0-15 minut	15-20 minut	nad 20 minut	Celkem	0-15 minut	15-20 minut	nad 20 minut
Středočeský kraj	1043394	82369	3003	1128766	92,44	7,30	0,27
Jihočeský kraj	618129	12061	0	630190	98,09	1,91	0,00
Jihomoravský kraj	1103160	30874	136	1134170	97,27	2,72	0,01
Karlovarský kraj	251368	55519	0	306887	81,91	18,09	0,00
Kraj Vysočina	509851	10133	1324	521308	97,80	1,94	0,25
Královéhradecký kraj	502623	51449	522	554594	90,63	9,28	0,09
Liberecký kraj	418193	12627	0	430820	97,07	2,93	0,00

Moravskoslezský kraj	1217545	59518	349	1277412	95,31	4,66	0,03
Olomoucký kraj	606662	34488	1196	642346	94,44	5,37	0,19
Pardubický kraj	465626	36937	7563	510126	91,28	7,24	1,48
Plzeňský kraj	509183	44614	51	553848	91,94	8,06	0,01
Ústecký kraj	803155	21178	2536	826869	97,13	2,56	0,31
Zlínský kraj	573776	24072	0	597848	95,97	4,03	0,00

**Tabulka č. 13: Počet adresných bodů dle dostupností při optimalizovaném stavu ZZS Hlavního města Prahy**

Kraj	Počet adresných bodů dle jednotlivých dostupností				Podíl počtu adresných bodů dle jednotlivých dostupností [%]		
	0-15 minut	15-20 minut	nad 20 minut	Celkem	0-15 minut	15-20 minut	nad 20 minut
Hlavní město Praha	111648	1056	0	112704	99,06	0,94	0,00

Stejně jako u prezentace aktuálního stavu výjezdových stanovišť, jsou i v případě optimalizací k dispozici mapové i tabulkové výstupy (Tabulky č. 10-13). Slouží pro zjištění zákonitostí a efektivity nových rozložení.

- Při zkoumání krajů je první v řadě Hlavní město Praha. To má výhodu s malou plochou v porovnání s ostatními kraji. Výjezdové stanoviště Slupi, nacházející se v blízkosti Všeobecné fakultní nemocnice v Praze, díky své poloze dosáhne celého centra města za 20 minut při průměrné rychlosti 42,18 km/h. Z důvodu nečlenitého tvaru města je zbytek čtyř stanovišť rozložen do čtvercového tvaru podél hranic, a tím pádem jsou postačující pro splnění nových kritérií. Při novém rozložení výjezdových stanovišť došlo k převýšení podílu adresných bodů s dostupností nad 15 minut na 0,94%.
- V případě Středočeského kraje, ve spolupráci s Hlavním městem Praha, bylo základním krokem odstranění všech Pražských základen mimo stanoviště Slupi. A to z důvodu, že se zvýšenou průměrnou rychlostí, v porovnání ZZS Hlavního města Prahy (zjištěná průměrná rychlost pro Hlavní město Praha je 42,18 km/h, přitom zjištěná průměrná rychlost pro Středočeský kraj, ve spolupráci s Hlavním městem Praha, je 75,32 km/h) základna Slupi překryje skoro celé území Prahy. Celkově se dá odstranit 17 výjezdových stanovišť bez objevení nových území s dostupností nad 20 minut. V optimalizovaném stavu se dá zjistit, že kromě centrálního místa zbytek stanovišť tvoří dva koncentrické kruhy. Vnitřní kruh tvoří 6 a vnější kruh podél hranic

13 výjezdových základen. Při optimalizaci ZZS došlo k dvojnásobnému zvýšení podílu území s dostupností nad 15 minut.

- Jihočeský kraj, jak bylo už předem popsáno, nemá velké rezervy pro odstranění vyššího počtu existujících základen. Při optimalizaci došlo ke zvýšení počtu obcí ze 14 na 28 s dostupností v rozmezí 15-20 minut. Přitom se stále nevyskytne obec, která je na dostupnosti nad 20 minut.
- V Jihomoravském kraji se dají změny provádět v krajském městě, kde místo tří základen postačí ponechat jednu. Vynecháním dalších třech stanovišť podél hranic nezpůsobí další překročení limitu 20 minut. Přitom ale došlo k trojnásobnému převýšení počtu obyvatel s dostupností v rozmezí 15-20 minut (z 10325 na 30874 obyvatel).
- V Karlovarském kraji je zhruba polovina základen vylučitelná. S touto změnou se objevují i oblasti s dostupností v rozmezí 15-20 minut, ale nový zákon to umožňuje. S tím souvisí i převýšení počtu obcí z 2 na 23 s dostupností 15-20 minut v této oblasti.
- V Kraji Vysočina se dají základny odstranit jenom s podmínkou, že zůstanou fungovat centrální stanoviště v Jihlavě a také hlavní základny podél hranic. Při novém rozložení výjezdových stanovišť se dvojnásobně zvýšila rozloha s dostupností v rozmezí 15-20 minut a to z 2,7% na 5,12%.
- V Královéhradeckém kraji se dají změny provádět pouze na severní části území, jižní část byla i původně homogenně pokrytá. Zde došlo při optimalizaci ke zvýšení počtu obcí z 10 na 27 a obyvatel z 3774 na 51449 s dostupností 15-20 minut.
- Síť výjezdových stanovišť v Libereckém kraji by se dala i původně charakterizovat vysokou hustotou. Z tohoto důvodu se dalo během optimalizace bezpečně odstranit třetinu základen a došlo k převýšení počtu obyvatel z 1519 na 12627 s dostupností 15-20 minut.
- Síť výjezdových stanovišť na území Moravskoslezského kraje byla původně nehomogenně rozložena. Z tohoto důvodu nešlo na severní části kraje odstranit skoro žádnou základnu. Na druhé straně se dalo na jižní části území odstranit celkem 15 stanovišť bez překročení limitu. Tím pádem došlo k převýšení počtu obcí pouze na dvojnásobek a to z 12 na 26 s dostupností 15-20 minut. Zajímavější je ale převýšení obyvatel z 12796 na 59518 při stejné dostupnosti.
- Olomoucký kraj je charakteristický protáhlým tvarem. Bohužel už i výpočty pro aktuální stav ukázaly nedostatky rozložení výjezdových stanovišť. Z tohoto důvodu se povedl redukovat počet základen jenom v Olomouci a na středním území kraje. Tím pádem nedošlo po optimalizaci k výraznému převýšení ani u počtu obcí, ani u počtu obyvatel a ani u rozlohy území na dostupnosti nad 15 minut.

- Síť výjezdových stanovišť v Pardubickém kraji byla i původně homogenní, proto by odstranění vyššího počtu základen způsobilo další překročení limitu 20 minut. Z tohoto důvodu se dal zjistit pouze minimální rozdíl počtu obcí a rozlohy území s dostupností 15-20 minut. Na druhou stranu se ale trojnásobně zvýšil počet obyvatel (z 10989 na 36937) s dostupností 15-20 minut.
- Síť v Plzeňském kraji nepřekročí nový limit dojezdové doby, ani po odstranění šesti výjezdových stanovišť. Mezitím ale dojde k výraznému převýšení počtu obcí (ze 7 na 39) a obyvatel (z 1973 na 44614) s dostupností v rozmezí 15-20 minut.
- Během optimalizace Ústeckého kraje se povedlo změnit jenom rozložení základen na severní části území. Přitom ale došlo k celkovému převýšení podílu rozlohy území s dostupností 15-20 minut z 5,11% na 10,18%. Dalším důsledkem změny je šestinásobek podílu počtu obyvatel na dostupnosti 15-20 minut.
- V Zlínském kraji se dá bezpečně redukovat počet výjezdových stanovišť jenom kolem krajského města. Z tohoto důvodu nelze zjistit extrémní převýšení u žádných ze zkoumaných údajů na úrovni celého kraje. Rozdíl v počtu obyvatel, obcí a rozlohy území na dostupnosti 15-20 minut je minimální.

Po prozkoumání případů se dá obecně říci, že u velikých měst je možné počet výjezdových stanovišť redukovat na výrazně menší hodnotu bez překročení limitu v případě, že nebereme v potaz hustotu obyvatelstva.

Po vyřešení úkolu pro jednotlivé kraje České republiky byla pro jistotu provedena analýza pro celé území České republiky. Výsledkem jsou výpočty prezentované v mapové podobě. Rozmístění výjezdových stanovišť Zdravotnické záchranné služby nebyl konstruován zvlášť, jen výsledné sítě základen byly pro kraje spojené do jedné bodové vrstvy. Cílem takové analýzy byla kontrola, zda není náhodou potřeba v některých regionech optimalizaci dodatečně upravit.

## 5. Diskuse

V průběhu tvorby této práce jsem narazil na několik problémů týkajících se vypracování práce. První se objevil v momentě, kdy bylo třeba získat podrobnější informace o rychlosti vozidel Zdravotnických záchranných služeb ČR. Touto konkrétní problematikou se u nás zatím nezabývalo příliš mnoho autorů, nalezeni byli pouze práce autorů Hala a kol. V jejich práci jsou ale uváděny jenom metody určení rychlostí a ne konkrétní hodnoty. Dalším pokusem o získání potřebných údajů bylo domluvení osobní schůzky se zástupci ZZS ČR v daném kraji. Bylo mi ale řečeno, že všechny požadované informace poskytnou pouze elektronicky. Z tohoto důvodu jsem žádosti zaslal elektronicky, bylo mi ale vyhověno pouze z ZZS Pardubického kraje, ZZS Kraje Vysočina a od MUDr. Ondřeje Fraňka, který je autorem webové stránky zachrannasluzba.cz. Ostatní mé žádosti byly z časových a interních důvodů odmítnuty. Další možnosti určení rychlosti vozidel ZZS bylo expertní odhad nebo získání požadovaných hodnot výpočtem. Z důvodu, že nejsem expert na odhady dopravních dostupností, rozhodl jsem se požadované rychlosti vypočítat.

Při zpracování datových podkladů jsem také narazil na různé technické problémy. Kontrola a editace silniční sítě ČR byla provedena bez problému, ale při rozdělení silničních úseků dle krajů nastal problém. Nástroj Clip odstranil při oříznutí silnic všechny předem kontrolované a opravené topologické vztahy silniční sítě. Po vyzkoušení více variant se mi povedlo vymyslet vhodné řešení. Bylo potřeba využít nástroj Select by location a pak výsledný výběr postupně vyexportovat do databáze.

Další obtíže se vyskytly ze zvolené metody zjištění rychlosti vozidel ZZS. Kvůli složitějšímu postupu (v porovnání s expertním odhadem) jsem potřeboval vytvořit celkem 86 network datasetů, což je objemově více, než 4,5 GB dat. Pro urychlení práce s databází jsem proto vytvořil zhruba 20 menších Personal Database.

Samotné analýzy byly v extenzi Network Analyst časově velice náročné. Počítač, na kterém jsem pracoval, patří k středně výkonnostní třídě (s procesorem Intel i7 s 4 jádry, 8 GB operační paměti a se SSD diskem), a přesto některé výpočty trvaly více, než hodinu.

Pro kontrolu správnosti optimalizací a pro zjištění kvantitativních údajů o výsledku aktuálního stavu ZZS jsem potřeboval vytvořit různé analytické výpočty. Lepší by bylo využít populační data ze Sčítání lidu, domů a bytů z roku 2011, ale ty jsem neměl k dispozici. Proto výsledky obsahují hodnoty z roku 2001.

Podle výsledků optimalizací došlo k dalšímu překročení limitu 20 minut u čtyř krajů, konkrétně u Středočeského kraje, Kraje Vysočina, Olomouckého a Ústeckého kraje. Jedná se celkem ale jen o 7 obcí, což je procentuálně malá hodnota (v porovnání celkového počtu obcí).

Dle získaných informací, z důvodu změny zákona, musejí stejně Zdravotnické záchranné služby České republiky v roce 2012 udělat podrobné, částečně se svoji prací související, analýzy. Pro zjištění správnosti svých výsledků by bylo potřeba porovnat obě práce.

## 6. Závěr

V bakalářské práci bylo dosaženo hlavního cíle, byl tedy analyzován aktuální stav Zdravotnických záchranných služeb. Postupně se povedlo i optimalizovat rozložení výjezdových stanovišť. V případě mé práce šlo konkrétně o redukci počtu výjezdových stanovišť bez většího objevení území s dostupností nad 20 minut.

Pro tyto účely byla na základě podrobné silniční sítě a postupně vypočtených rychlostí vozidel ZZS souběžně zjištěna aktuální územní překrytí Zdravotnických záchranných služeb ČR. Následně jsem vypočetl i údaje, které pomohly u zhodnocení stavů ZZS ČR. Jednalo se o rozlohy území dle dostupností, počtu obcí dle dostupností, počtu obyvatel dle dostupností a počtu adresných bodů dle dostupností pro Hlavní město Praha.

Dalším krokem práce bylo optimalizovat síť výjezdových stanovišť. Úkolem bylo najít nejmenší počet a nejlepší rozložení výjezdových stanovišť, při kterých mohou ZZS ČR pořad efektivně a bezpečně fungovat. U výsledných stavů jsem stejným způsobem vypočítal výše popsané údaje dle dostupnosti. Pro hodnocení správnosti výsledků a zjištění změn bylo potřeba porovnat údaje před a po optimalizaci. Celkový proces jsem nakonec úspěšně provedl. Výsledky práce jsou prezentovány v mapové i v tabulkové podobě.

Základní hypotéza o nižším počtu výjezdových stanovišť po optimalizaci byla dokazována. Ve většině případů byl sledovaný rozdíl v počtech veliký. Z výsledků bylo zjištěno, že jednotlivé ZZS bohužel nemají předpokládané rezervy na vyřešení zhoršených dopravních situací.

Předpoklad, že nejbezpečněji organizované části České republiky budou kolem větších měst, byl taky dokazován. Redukování počtu základen nezpůsobilo překročení nového limitu dojezdové doby. Zjistilo se, že většina obtížnějších regionů se objeví z důvodu přírodních podmínek, vojenských újezdů a nedostatečného rozmístění výjezdových stanovišť.

Projekt se svou aktualitou má více možností v této problematice pokračovat a zamyslet se nad nelehkou situací záchranných složek. Bylo by užitečné udělat rozšířenější práci s připojením všech socioekonomických aspektů, které problematiku determinují. Pokračováním může být i vytvoření nějakého postupu nebo softwaru, kterým se dá analýzu efektivně částečně provádět. Je to z toho důvodu, že některé podklady, které byly k práci využity, jsou časově proměnlivé.



## 7. Seznam použité literatury

AMDAHL, Gary. Disaster response: GIS for public safety. Vyd. 2., přeprac. Redlands, Calif.: ESRI Press, c2001, v, 108 p. ISBN 18-791-0288-9.

ARCDATA PRAHA, s.r.o. [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.arcdata.cz/uvod/>

ArcGIS Desktop Help 10.0: Geodatabase topology rules and topology error fixes. [online]. [cit. 2012-08-08]. Dostupné z: <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/001t000000sp000000.htm>

ArcGIS Network Analyst. [online]. [cit. 2012-08-08]. Dostupné z: <http://www.esri.com/software/arcgis/extensions/networkanalyst>

ArcGIS Resource Center. ARCDATA PRAHA, s.r.o. [online]. [cit. 2012-08-08]. Dostupné z: <http://www.arcdata.cz/produkty-a-sluzby/gis-on-line/resource-centers/>

BERNHARDSEN, Tor. Geographic information systems. Vyd. 2., přeprac. Arendal: Viak IT, 1992, 161 s. ISBN 82-991-9283-8.

BOOTH, Bob a Andy MITCHELL. Getting started with ARCGIS. Redlands, Calif.: ESRI, 1999-2001, 253 s.

CENTRAL EUROPEAN DATA AGENCY, a. s. [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.ceda.cz/cs/>

ČASTULÍK, Jonáš. Historicko-geografická analýza dostupnosti Brna a Ostravy v období 1920-2020. Praha, 2011. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce RNDr. Tomáš Hudeček, Ph.D.

ESRI Customer support: Knowledge Base - Technical Articles [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://support.esri.com/en/knowledgebase/techarticles/index>

Geofabrik GmbH [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.geofabrik.de/index.html>

GeOPT [online]. [cit. 2012-08-08]. Dostupné z: <http://www.geopt.cz/>

HALA, Michal, Tomáš HRABÍK, Tomáš KUBA a Ivo SKRÁŠEK. Využití GIS pro optimalizaci sítě výjezdových míst Zdravotnické záchranné služby Zlínského kraje. ArcRevue: informace pro uživatele software ESRI a Leica Geosystems. Praha: Arcdata Praha, roč. 2009, č. 1, s. 2. ISSN 1211-2135.

HORÁK, Jiří, Bronislava HORÁKOVÁ, Monika ŠEDĚNKOVÁ, Milan ŠIMEK, Lukáš RŮŽIČKA a Tomáš PEŇÁZ. Dostupnost zaměstnavatelů v okrese Bruntál. 2004.

Izochrony, aneb kam se dostanete za určitý čas?. PÁNEK, Jiří. [online]. [cit. 2012-08-25]. Dostupné z: <http://www.gisportal.cz/2011/10/izochrony-aneb-kam-se-dostanete-za-urcity-cas/>

KOLÁŘ, Jan. Geografické informační systémy 10. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003, 161 s. ISBN 80-010-2687-6.

KUČERA, Martin. Topologická kontrola vybraného datového modelu pomocí Modelbuilderu a Pythonu. Praha, 2011. Bakalářská práce. Univerzita Karlova V Praze, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Mgr. Michal Schneider.

KUČEROVÁ, S., MATTERN, T., ŠTYCH, P., KUČERA, Z. (2011): Změny dostupnosti základních škol v Česku jako faktor znevýhodnění regionů a lokalit. *Geografie*, 116, č. 3, s. 300–316.

LINHARTOVÁ, Eva. Topologie v GIS. Praha, 2011. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební. Vedoucí práce Ing. Jiří CAJTHAML, Ph.D.

MARYÁŠ, Jaroslav a Jiří VYSTOUPIL. Ekonomická geografie. Brno, 2004. Masarykova univerzita v Brně, Ekonomicko – správní fakulta.

MITCHELL, Andy. The ESRI guide to GIS analysis: GIS for public safety. 1st ed. Redlands, Calif.: ESRI, 1999-2005, 2 v. ISBN 18791020641.

První pomoc Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity: Zdravotnická záchranná služba (ZZS). [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://is.muni.cz/do/1499/el/estud/fsps/ps09/pomoc/web/pages/zzs.html>

RAMM, Frederik. OpenStreetMap Data in Layered GIS Format. [online]. s. 21 [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.geofabrik.de/data/geofabrik-osm-gis-standard-0.6.pdf>

Ředitelství silnic a dálnic ČR [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.rsd.cz/>

SANDHU, Jay a Tarun CHANDRASEKHAR. ArcGIS Network Analyst Tutorial. Redlands, Calif.: ESRI, 2006, 34 s.

Stanoviště záchranných služeb v ČR: Seznam obcí, v nichž je stanoviště ZZS. Stav k 1. 1. 2011 [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.zachrannaslužba.cz/stanoviste.htm>

ŠMÍDA, Jiří. Geografické informační systémy: Téma 4: Analytické funkce. 2012. Prezentace. Technická univerzita v Liberci, Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická.

ŠTYCH, Přemysl, Jan D. BLÁHA, Libor BRAVENÝ, Stanislav GRILL a Michal SCHNEIDER. Vybrané funkce geoinformačních systémů. Praha, 2008, 178 s.

Územní středisko záchranné služby Moravskoslezského kraje [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.uszsmsk.cz/>

Vyhláška 434/1992 sb. ministerstva zdravotnictví České republiky ze dne 28. července 1992 o zdravotnické záchranné službě [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.hid.cz/clanky/vyhlaska434.htm>

Zákon o zdravotnické záchranné službě. [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.azzs.cz/dokumenty/zakon%20zzs.pdf>

Zdravotní a sociální akademie Hradec Králové [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.zsa.cz/>

Zdravotnická záchranná služba hlavního města Prahy [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.zzshmp.cz/>

Zdravotnická záchranná služba Jihočeského kraje [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.zzsck.cz/>

Zdravotnická záchranná služba Jihomoravského kraje [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.zzsrmk.cz/>

Zdravotnická záchranná služba Karlovarského kraje [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.zzskv.cz/>

Zdravotnická záchranná služba Kraje Vysočina [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.zzsvysocina.cz/>

Zdravotnická záchranná služba Královéhradeckého kraje [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.zzskhk.cz/>

Zdravotnická záchranná služba Libereckého kraje [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.zzslk.cz/>

Zdravotnická záchranná služba Olomouckého kraje [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.zzsol.cz/>

Zdravotnická záchranná služba Pardubického kraje [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.zzspak.cz/>

Zdravotnická záchranná služba Plzeňského kraje [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.zzspk.cz/>

Zdravotnická záchranná služba Středočeského kraje [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.uszssk.cz/>

Zdravotnická záchranná služba Ústeckého kraje [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.zzsuk.cz/>

Zdravotnická záchranná služba Zlínského kraje [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://www.zzszlin.cz/>

ZUCHOVÁ, Barbora, Martin SEBERA, Radek TURIN, Zdeňka KUBÍKOVÁ a Petr ZAORAL. První pomoc, Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity: Zdravotnická záchranná služba (ZZS). [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <http://is.muni.cz/do/1499/el/estud/fsps/ps09/pomoc/web/pages/zzs.html>

## **7.1. Datové zdroje**

ESRI Inc.ArcČR 2.0 [datové soubory]. ArcGIS 10.0 Praha ARCDATA Praha s.r.o.2010.

CEDA: CR 150 [datové soubory].

Geofabrik: OpenStreetMap pro Českou republiku [datové soubory].

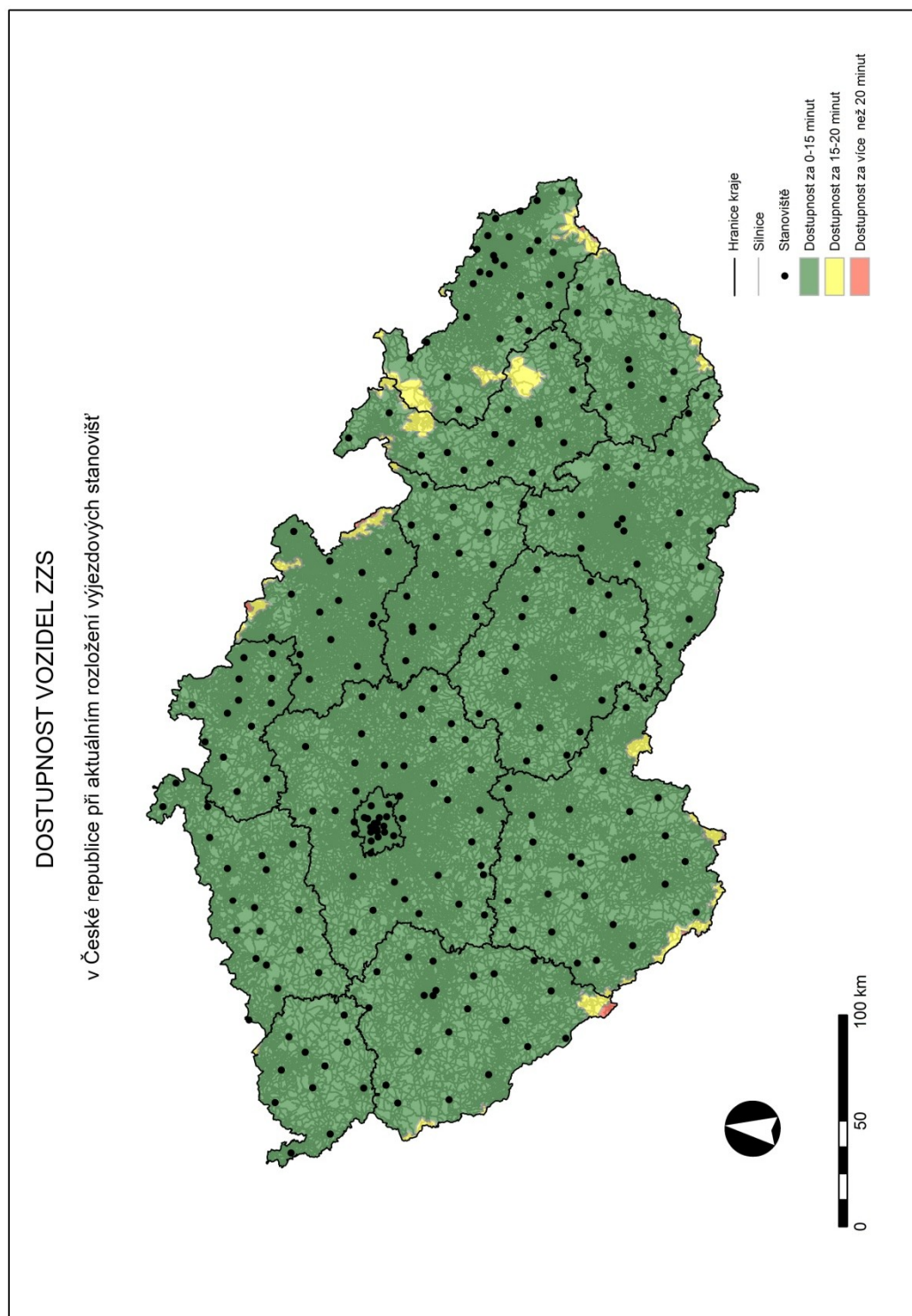
## 8. Seznam příloh

Příloha č. 1: Dostupnost vozidel ZZS v České republice při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť.....	56
Příloha č. 2: Dostupnost vozidel ZZS v České republice po optimalizaci výjezdových stanovišť.....	57
Příloha č. 3: Dostupnost vozidel ZZS v Hlavním městě Praha při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť .....	58
Příloha č. 4: Dostupnost vozidel ZZS v Hlavním městě Praha po optimalizaci výjezdových stanovišť.....	59
Příloha č. 5: Dostupnost vozidel ZZS ve Středočeském kraji ve spolupráci s Hlavním městem Praha při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť.....	60
Příloha č. 6: Dostupnost vozidel ZZS ve Středočeském kraji ve spolupráci s Hlavním městem Praha po optimalizaci výjezdových stanovišť.....	61
Příloha č. 7: Dostupnost vozidel ZZS v Jihočeském kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť.....	62
Příloha č. 8: Dostupnost vozidel ZZS v Jihočeském kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť.....	63
Příloha č. 9: Dostupnost vozidel ZZS v Jihomoravském kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť .....	64
Příloha č. 10: Dostupnost vozidel ZZS v Jihomoravském kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť.....	65
Příloha č. 11: Dostupnost vozidel ZZS v Karlovarském kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť .....	66
Příloha č. 12: Dostupnost vozidel ZZS v Karlovarském kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť.....	67
Příloha č. 13: Dostupnost vozidel ZZS v Kraji Vysočina při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť.....	68
Příloha č. 14: Dostupnost vozidel ZZS v Kraji Vysočina po optimalizaci výjezdových stanovišť .....	69
Příloha č. 15: Dostupnost vozidel ZZS v Královéhradeckém kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť .....	70
Příloha č. 16: Dostupnost vozidel ZZS v Královéhradeckém kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť.....	71
Příloha č. 17: Dostupnost vozidel ZZS v Libereckém kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť.....	72

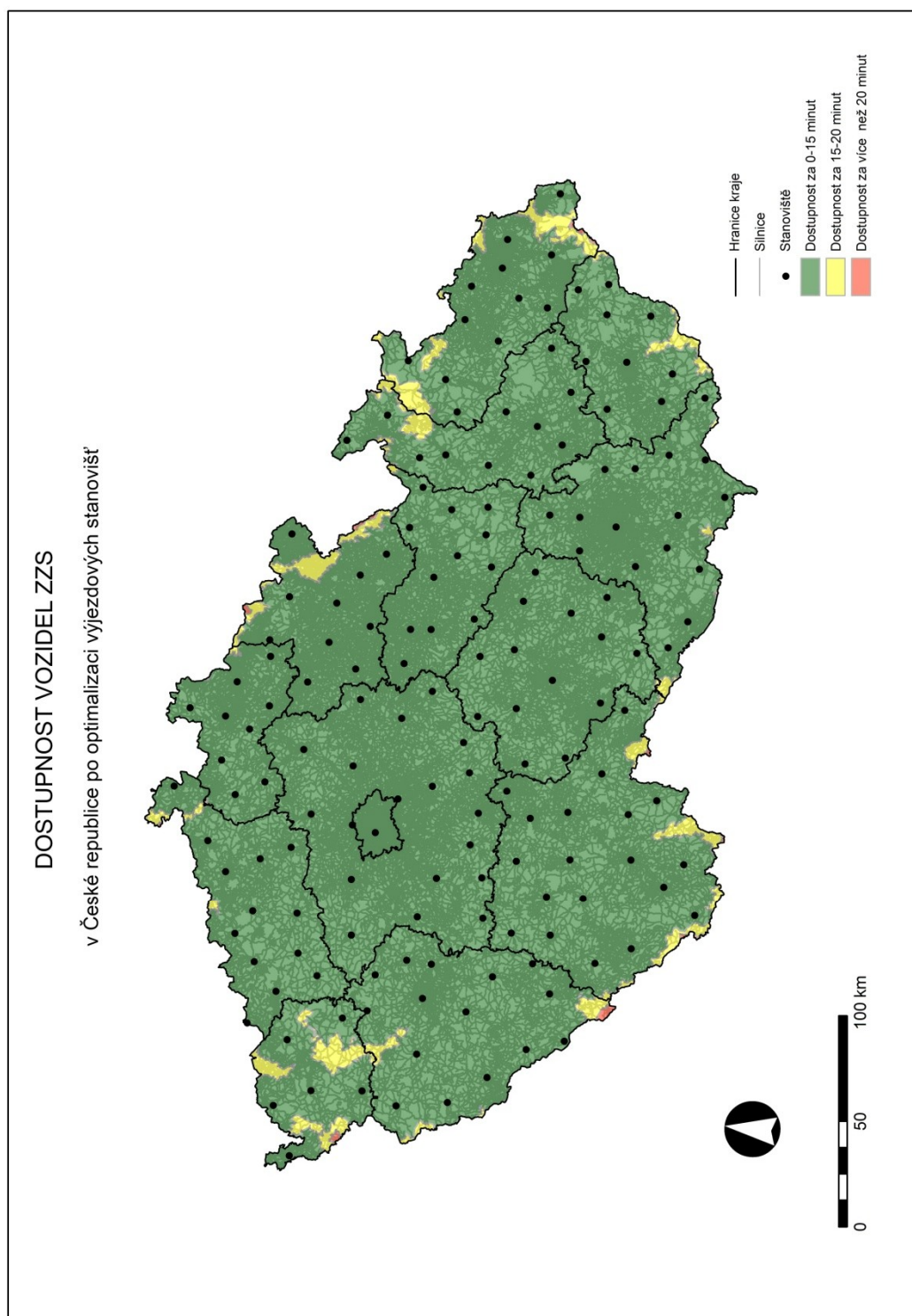
Příloha č. 18: Dostupnost vozidel ZZS v Libereckém kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť.....	73
Příloha č. 19: Dostupnost vozidel ZZS v Moravskoslezském kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť .....	74
Příloha č. 20: Dostupnost vozidel ZZS v Moravskoslezském kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť.....	75
Příloha č. 21: Dostupnost vozidel ZZS v Olomouckém kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť .....	76
Příloha č. 22: Dostupnost vozidel ZZS v Olomouckém kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť.....	77
Příloha č. 23: Dostupnost vozidel ZZS v Pardubickém kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť .....	78
Příloha č. 24: Dostupnost vozidel ZZS v Pardubickém kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť.....	79
Příloha č. 25: Dostupnost vozidel ZZS v Plzeňském kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť.....	80
Příloha č. 26: Dostupnost vozidel ZZS v Plzeňském kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť.....	81
Příloha č. 27: Dostupnost vozidel ZZS v Ústeckém kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť.....	82
Příloha č. 28: Dostupnost vozidel ZZS v Ústeckém kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť.....	83
Příloha č. 29: Dostupnost vozidel ZZS ve Zlínském kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť.....	84
Příloha č. 30: Dostupnost vozidel ZZS ve Zlínském kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť.....	85

## 9. Přílohy

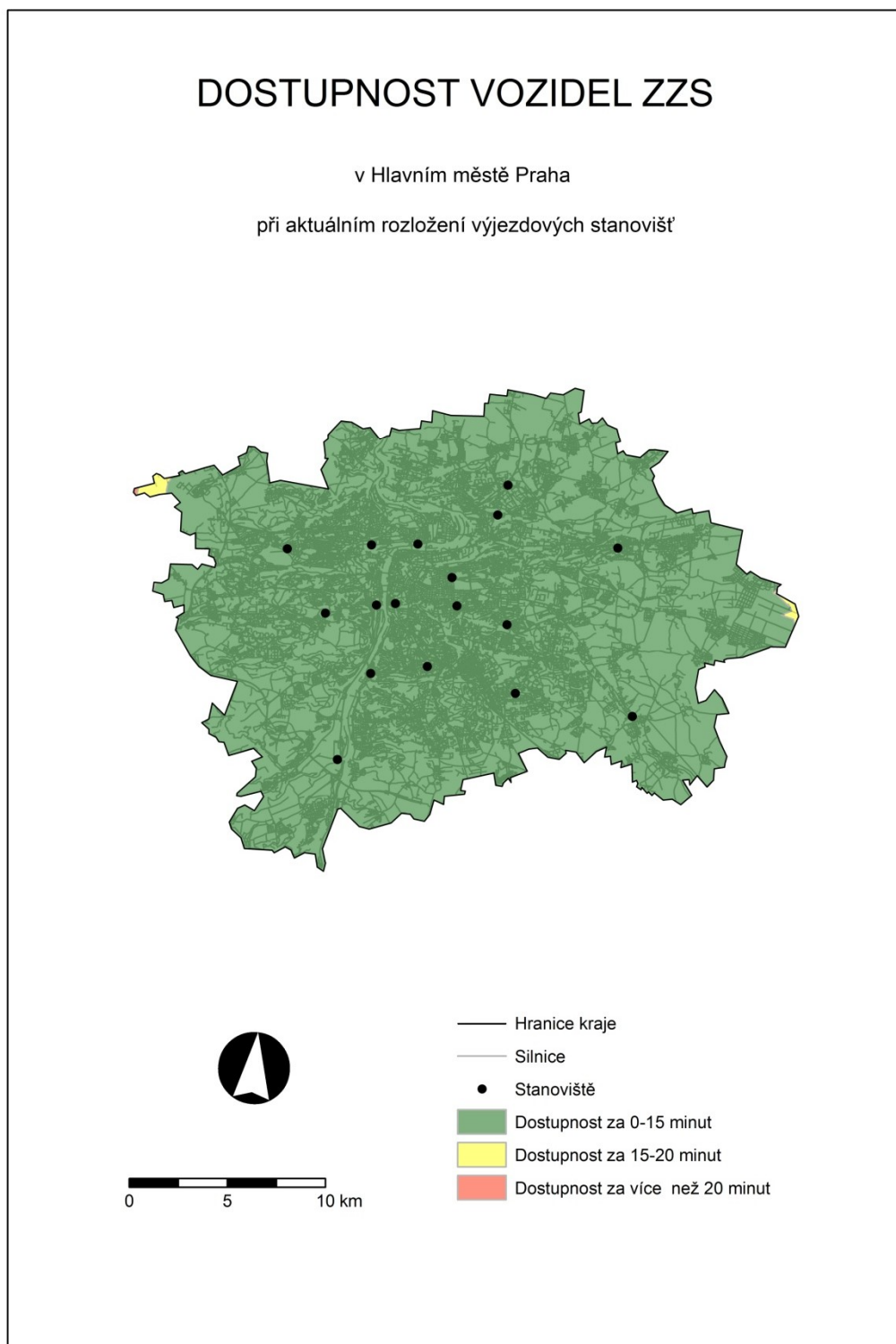
### Příloha č. 1: Dostupnost vozidel ZZS v České republice při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť



## Příloha č. 2: Dostupnost vozidel ZZS v České republice po optimalizaci výjezdových stanovišť

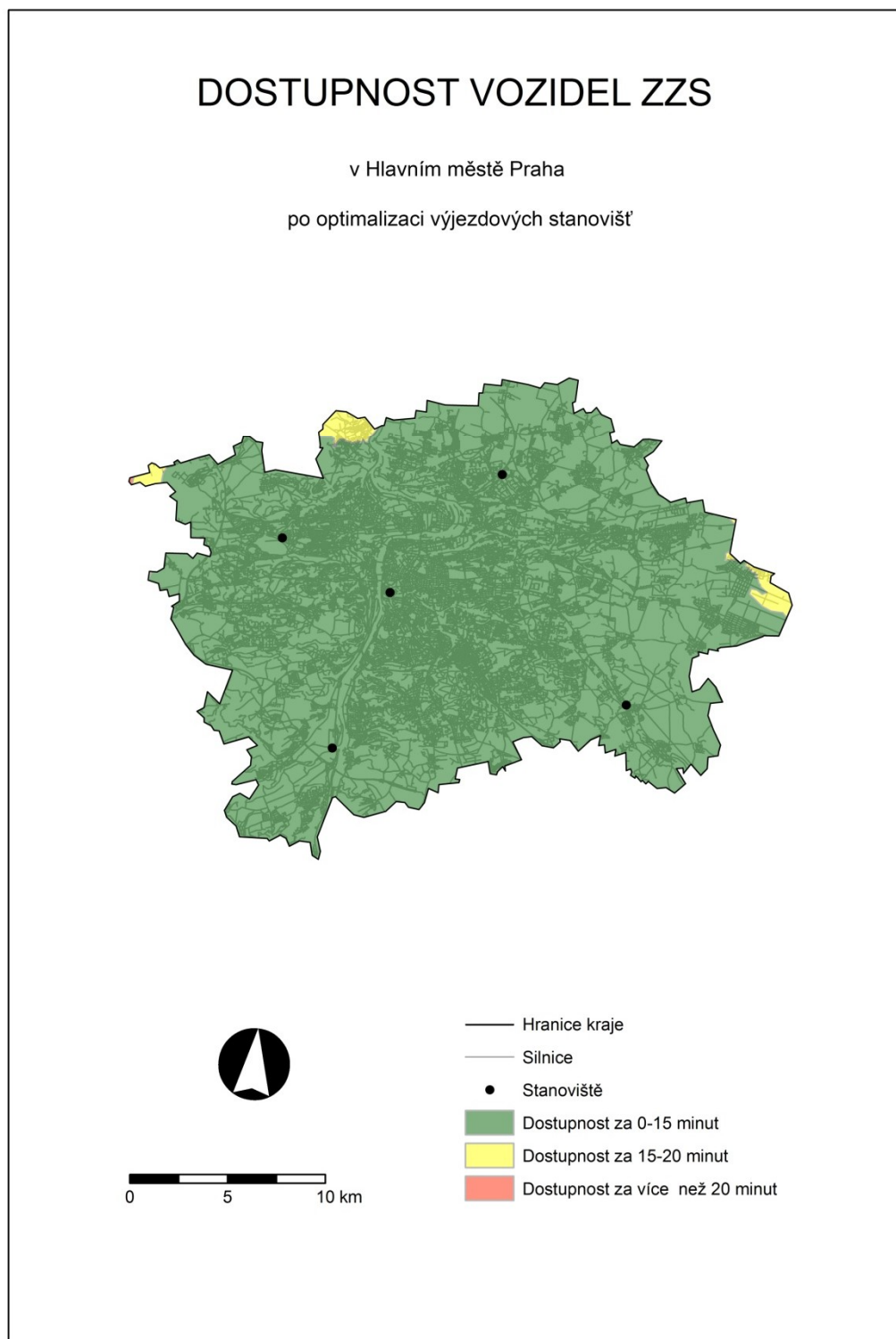


**Příloha č. 3: Dostupnost vozidel ZZS v Hlavním městě Praha při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť**

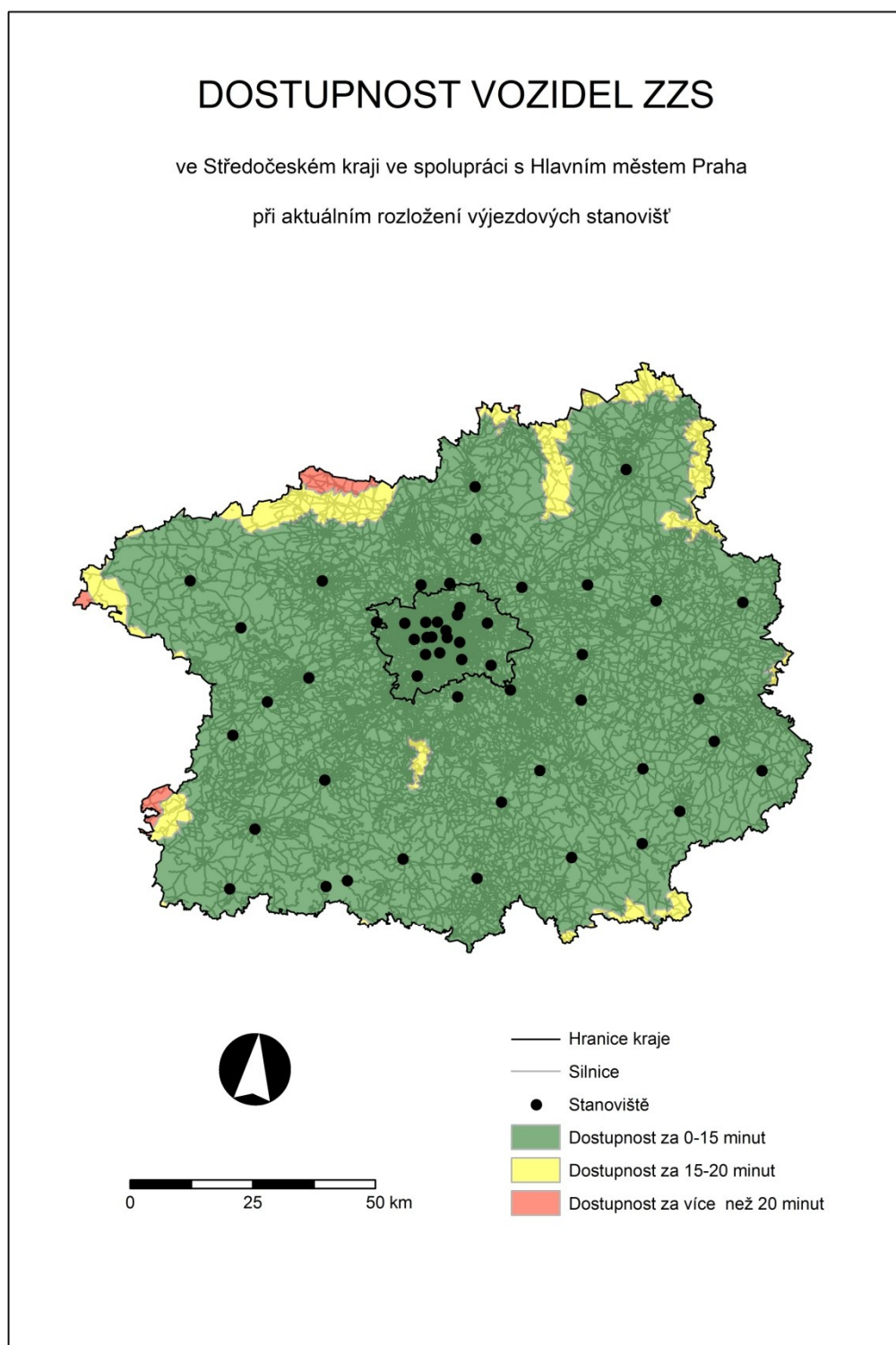




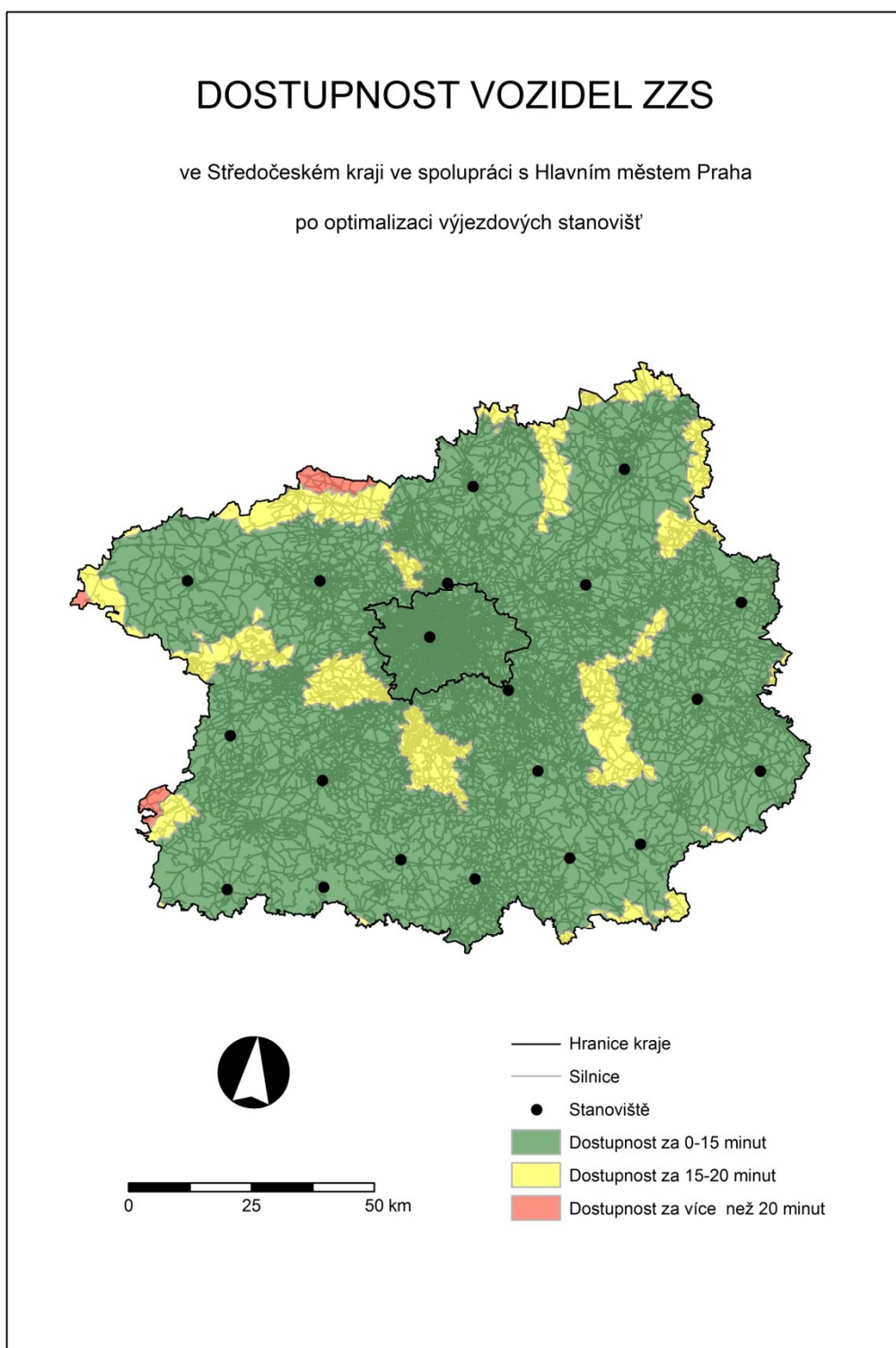
**Příloha č. 4: Dostupnost vozidel ZZS v Hlavním městě Praha po optimalizaci výjezdových stanovišť**



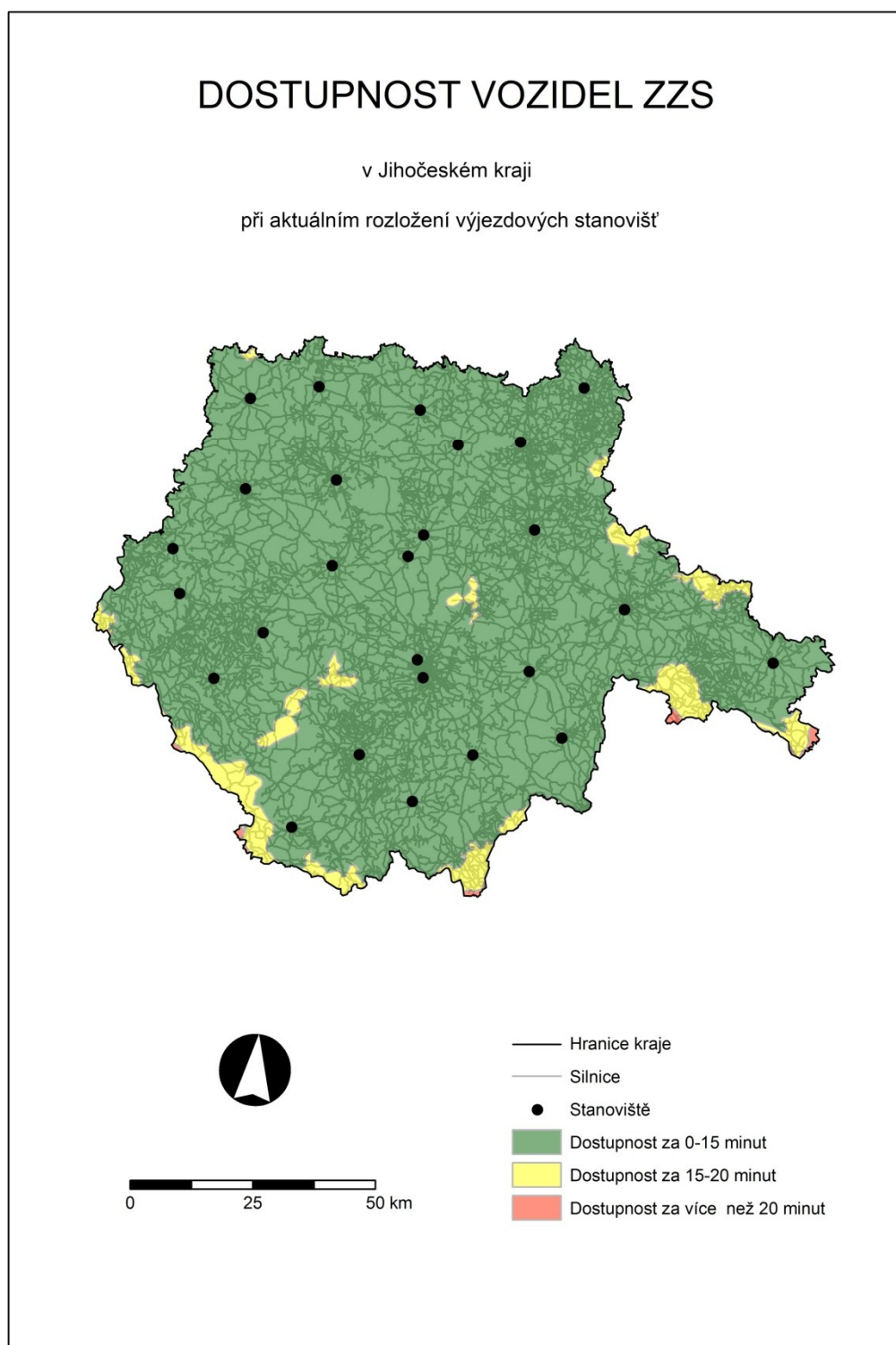
**Příloha č. 5: Dostupnost vozidel ZZS ve Středočeském kraji ve spolupráci s Hlavním městem Praha při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť**



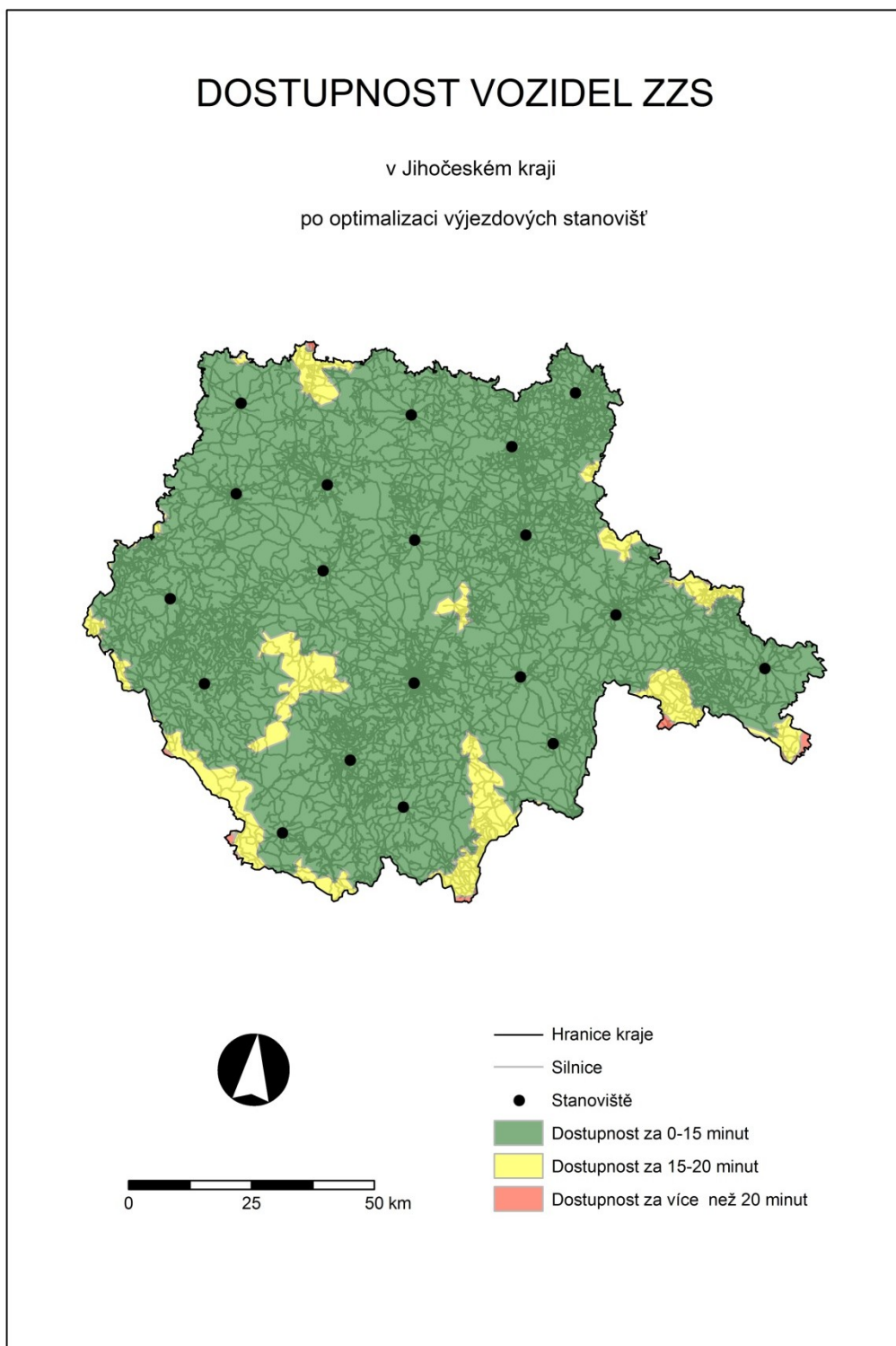
**Příloha č. 6: Dostupnost vozidel ZZS ve Středočeském kraji ve spolupráci s Hlavním městem Praha po optimalizaci výjezdových stanovišť**



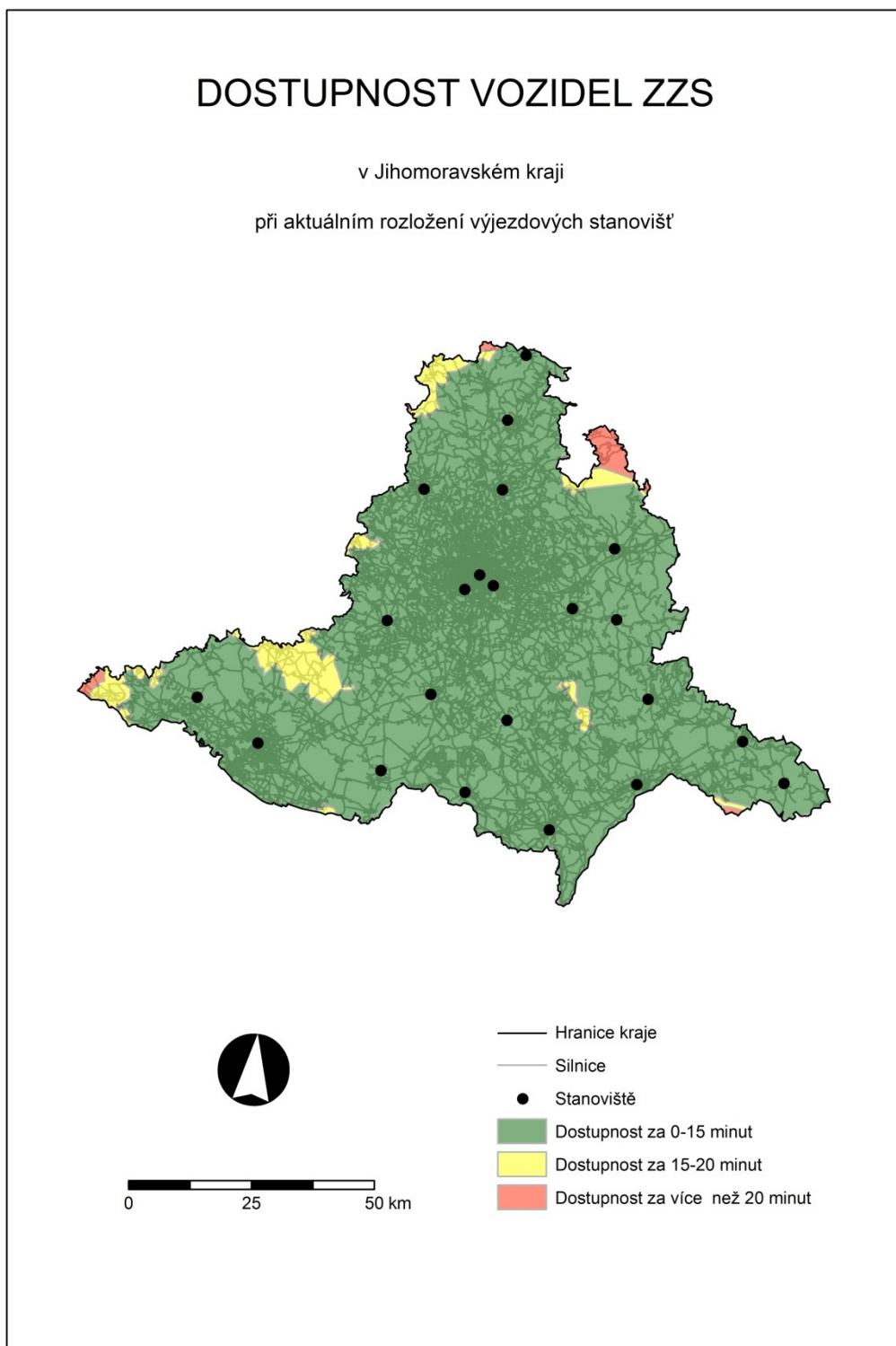
**Příloha č. 7: Dostupnost vozidel ZZS v Jihočeském kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť**



**Příloha č. 8: Dostupnost vozidel ZZS v Jihočeském kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť**

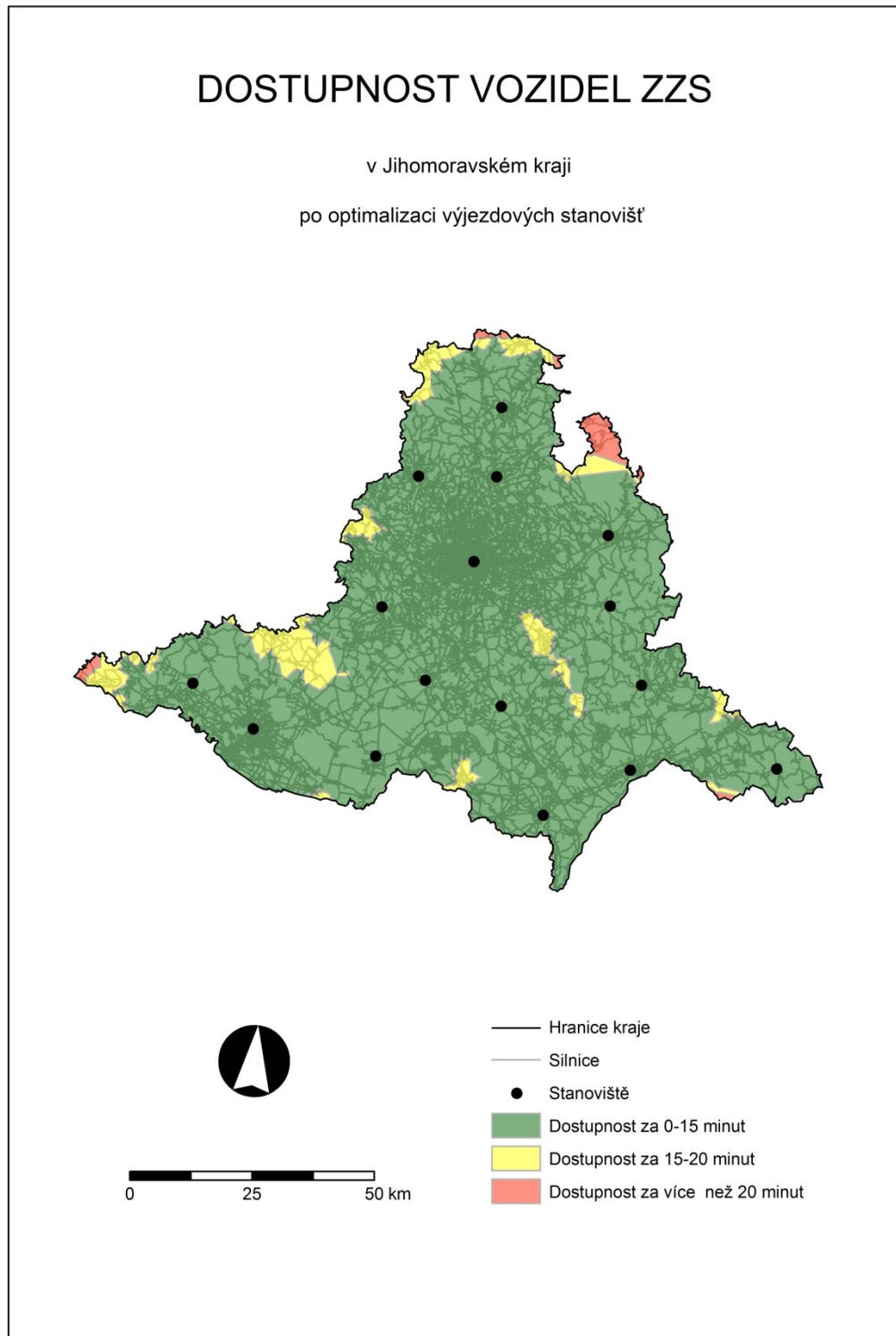


**Příloha č. 9: Dostupnost vozidel ZZS v Jihomoravském kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť**

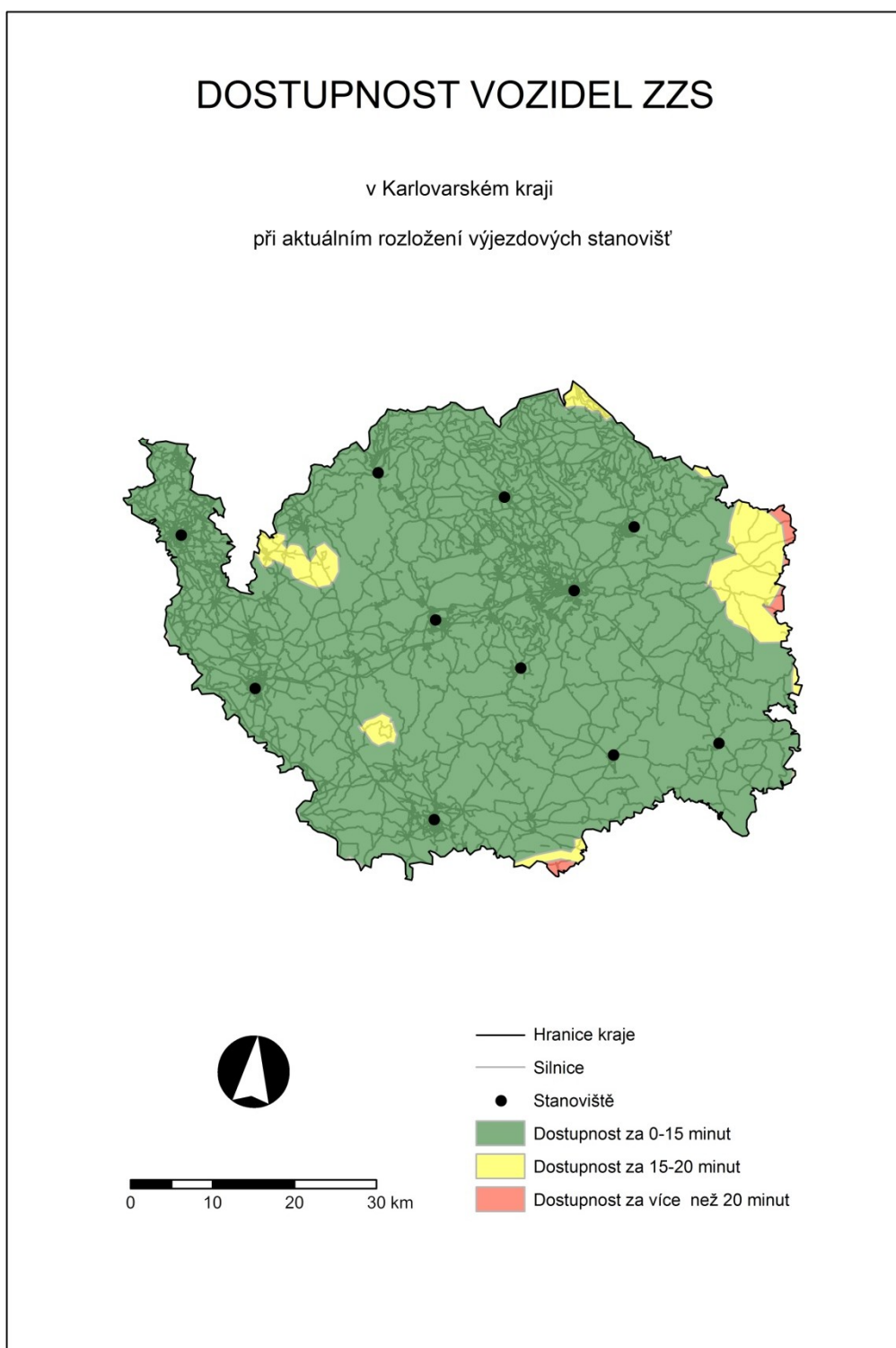




**Příloha č. 10: Dostupnost vozidel ZZS v Jihomoravském kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť**

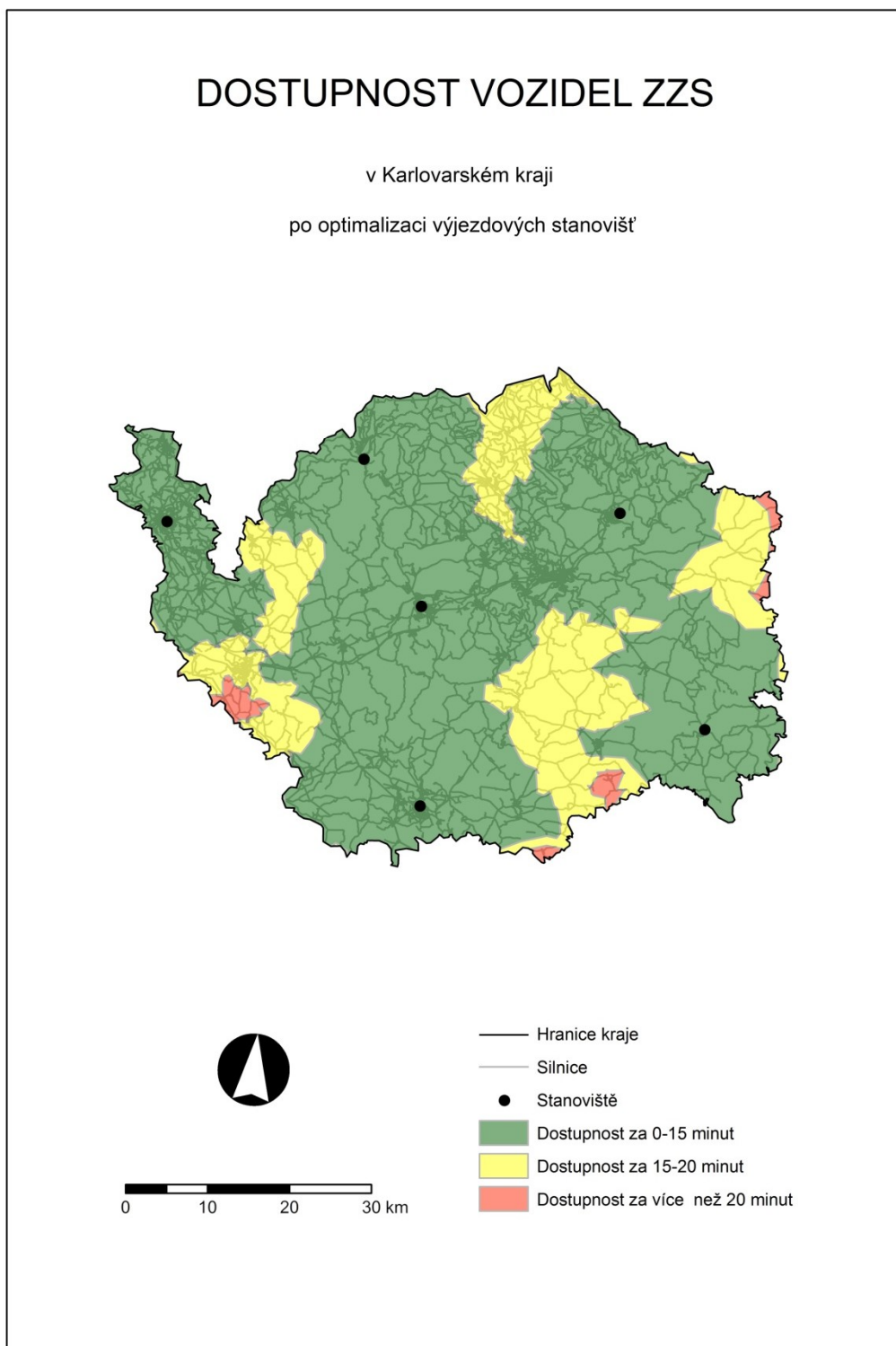


**Příloha č. 11: Dostupnost vozidel ZZS v Karlovarském kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť**

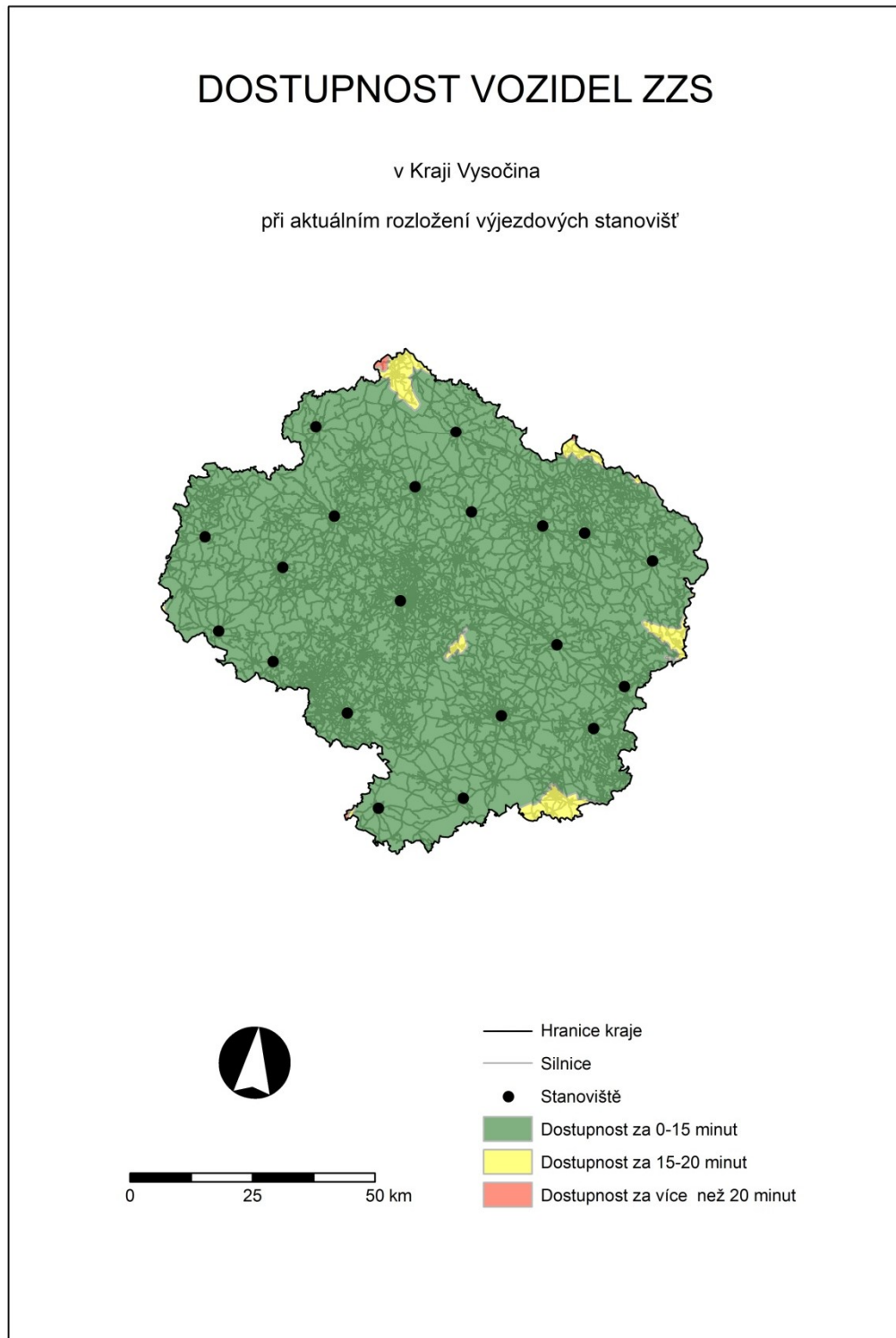




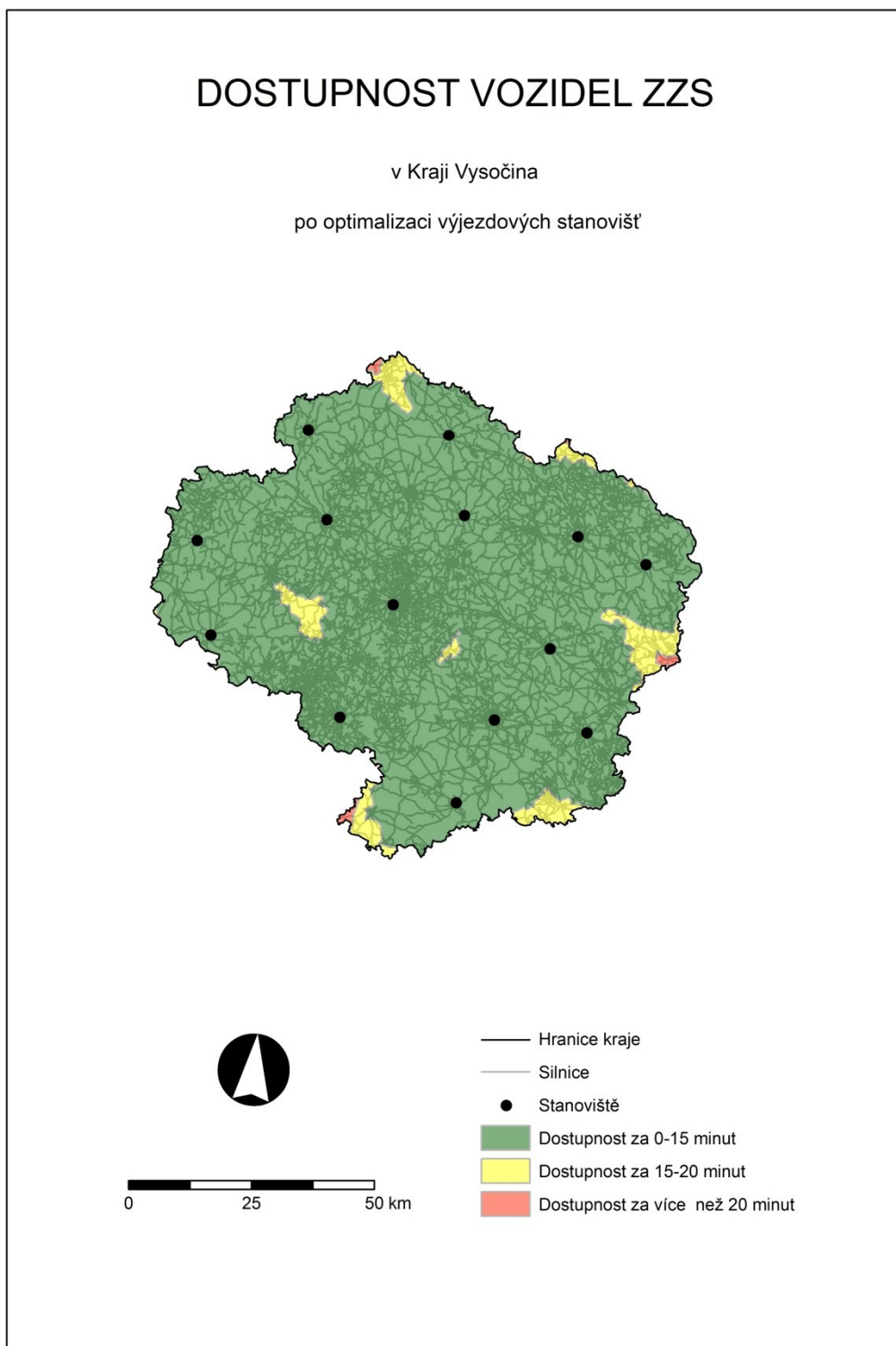
**Příloha č. 12: Dostupnost vozidel ZZS v Karlovarském kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť**



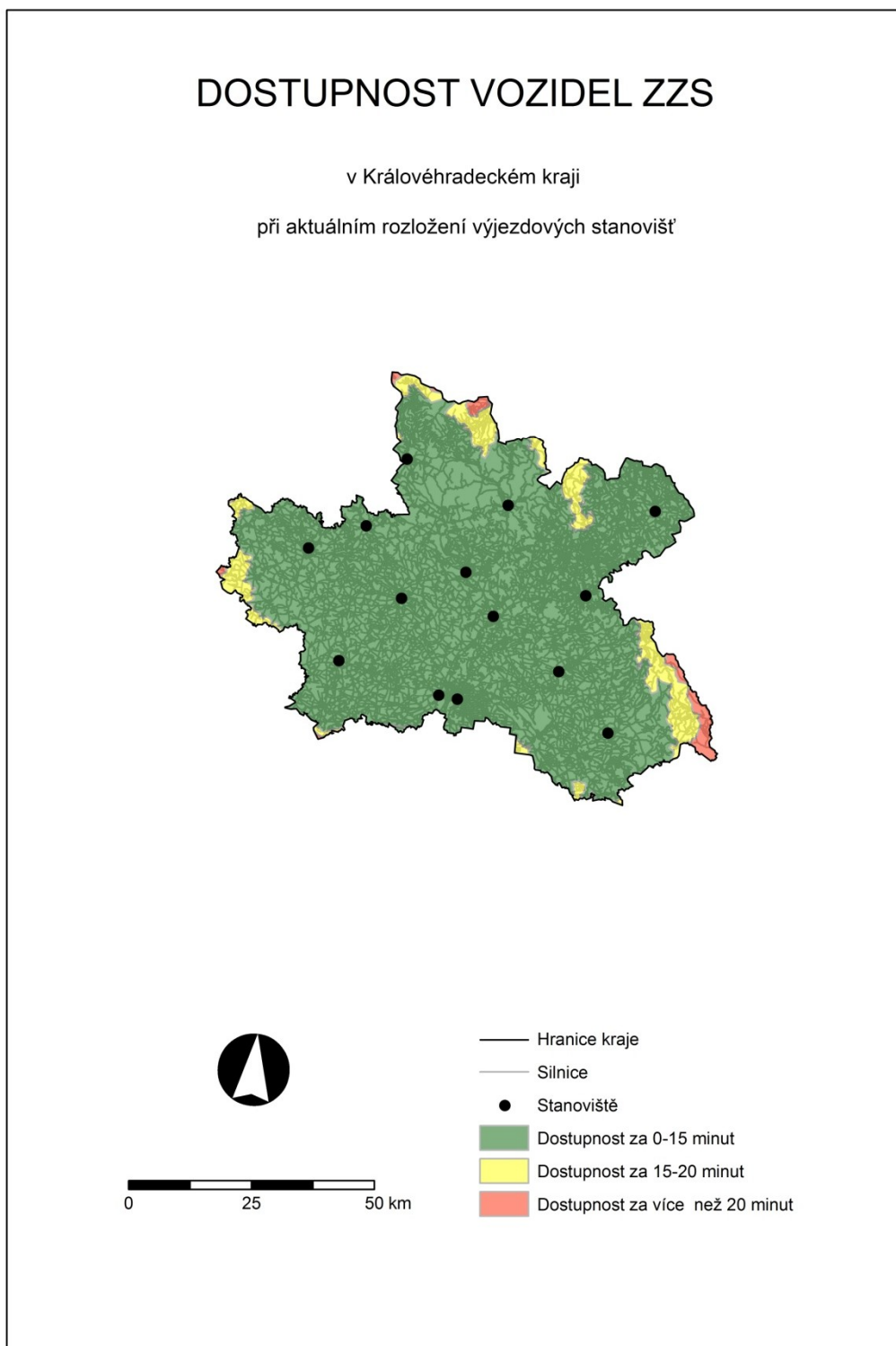
**Příloha č. 13: Dostupnost vozidel ZZS v Kraji Vysočina při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť**



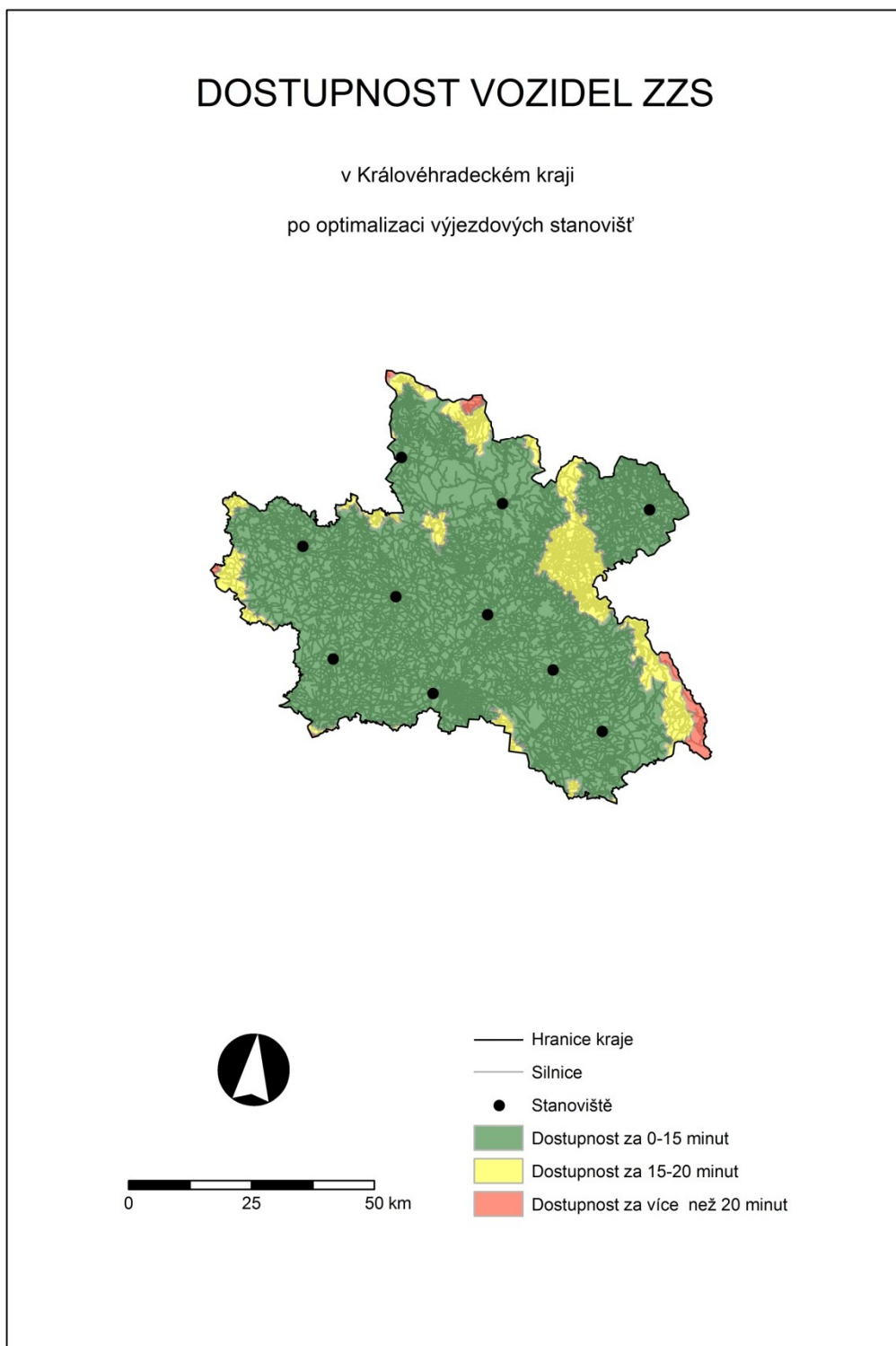
**Příloha č. 14: Dostupnost vozidel ZZS v Kraji Vysočina po optimalizaci výjezdových stanovišť**



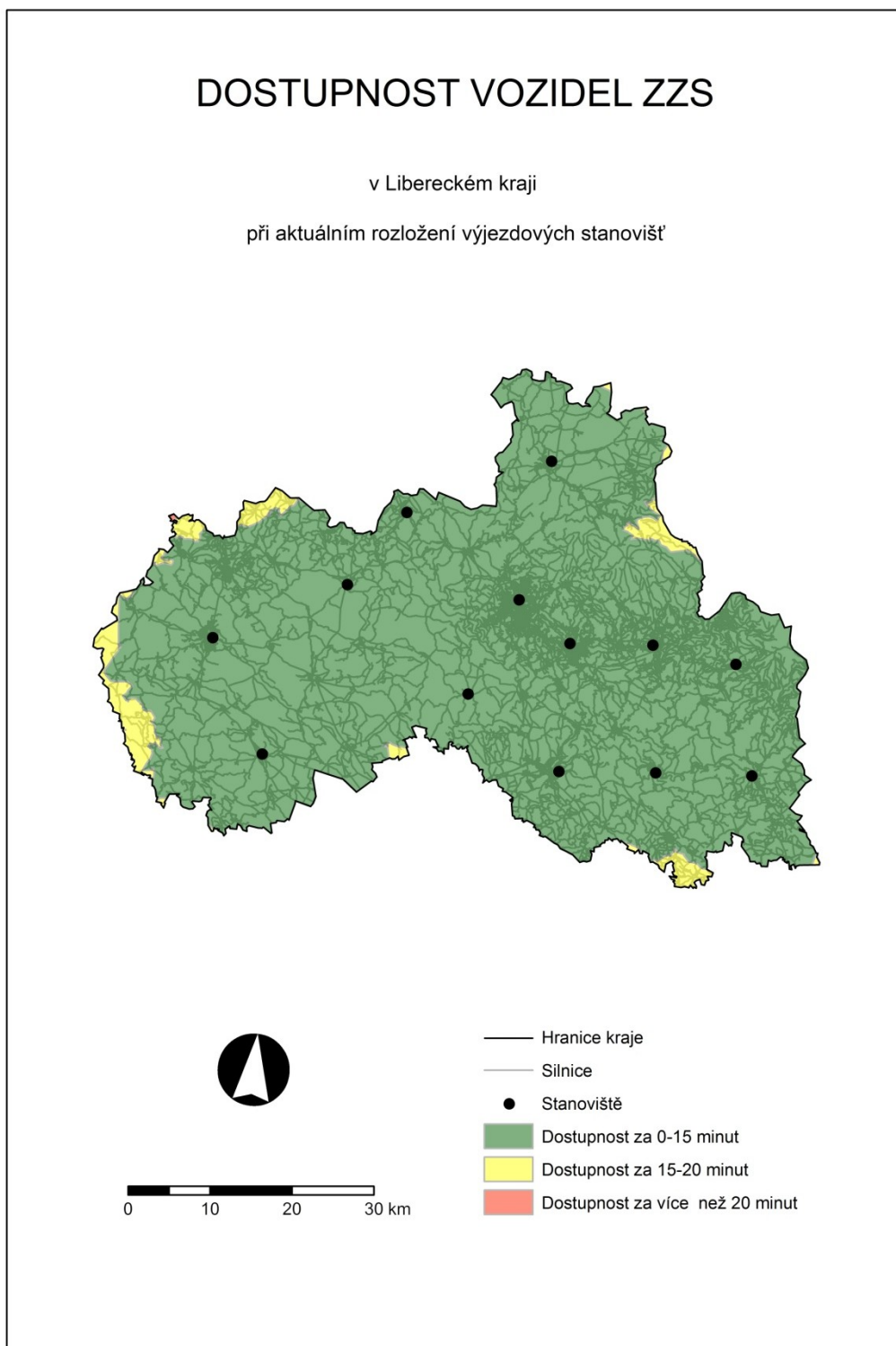
**Příloha č. 15: Dostupnost vozidel ZZS v Královéhradeckém kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť**



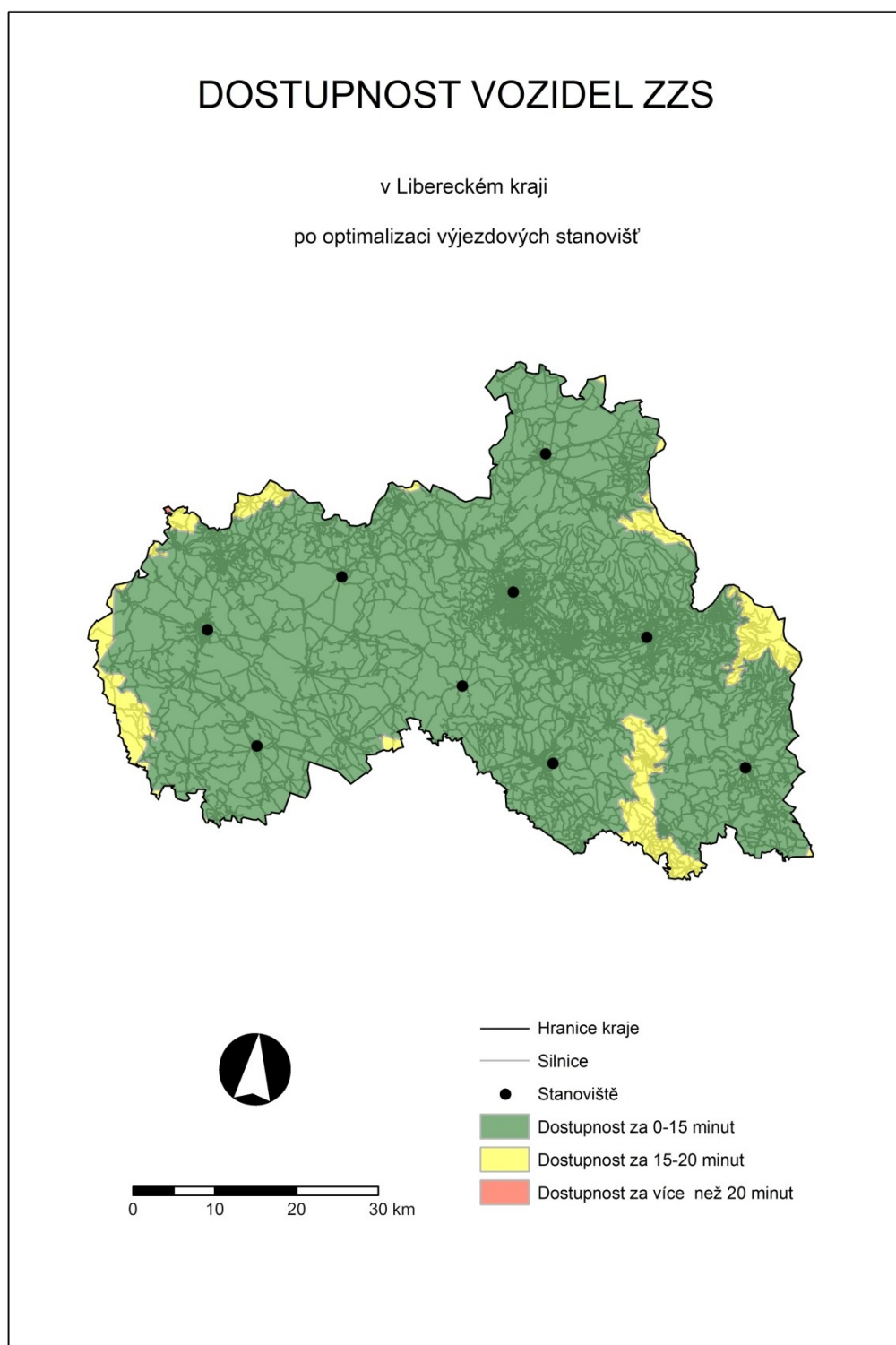
**Příloha č. 16: Dostupnost vozidel ZZS v Královéhradeckém kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť**



**Příloha č. 17: Dostupnost vozidel ZZS v Libereckém kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť**

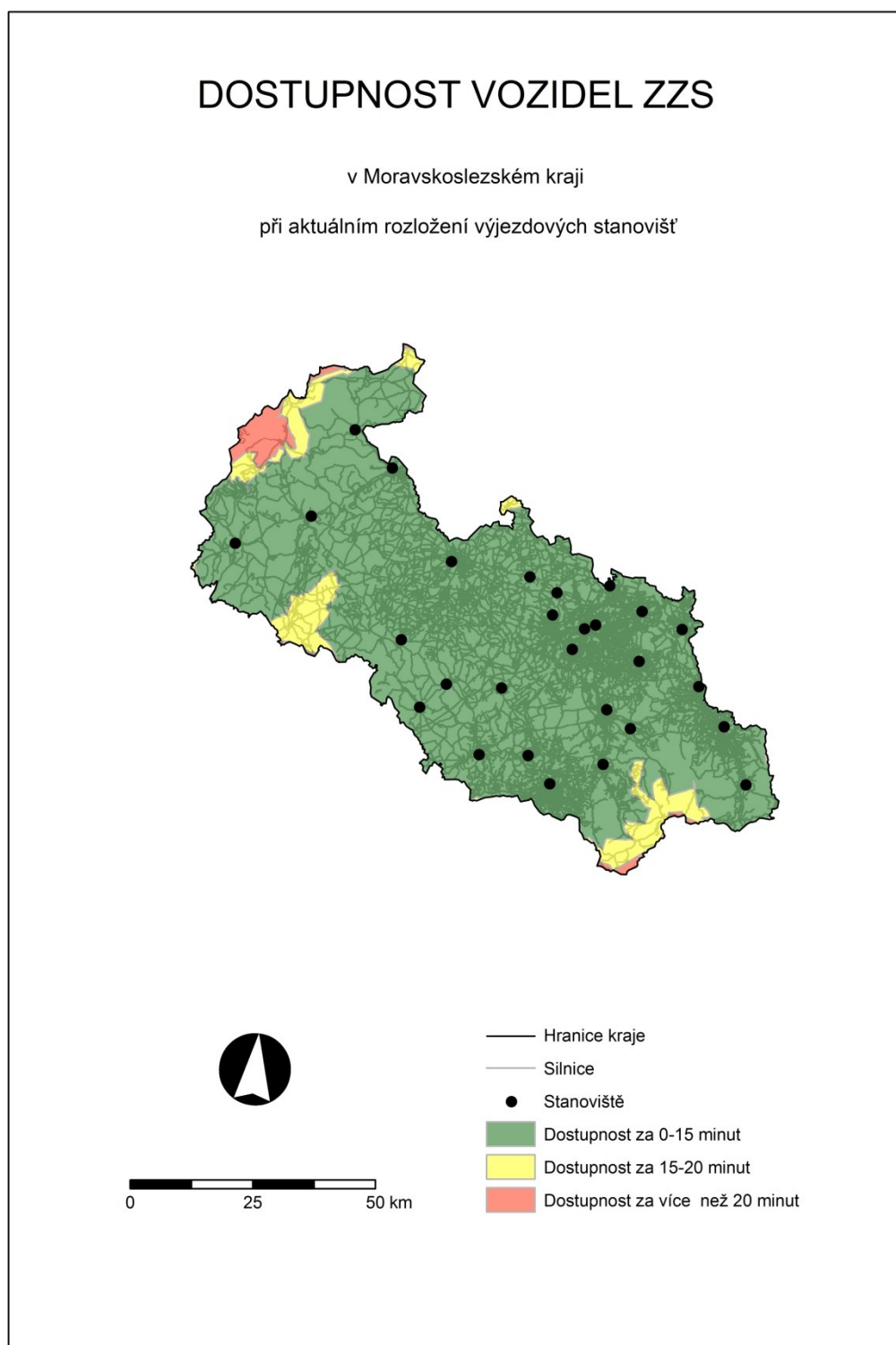


**Příloha č. 18: Dostupnost vozidel ZZS v Libereckém kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť**



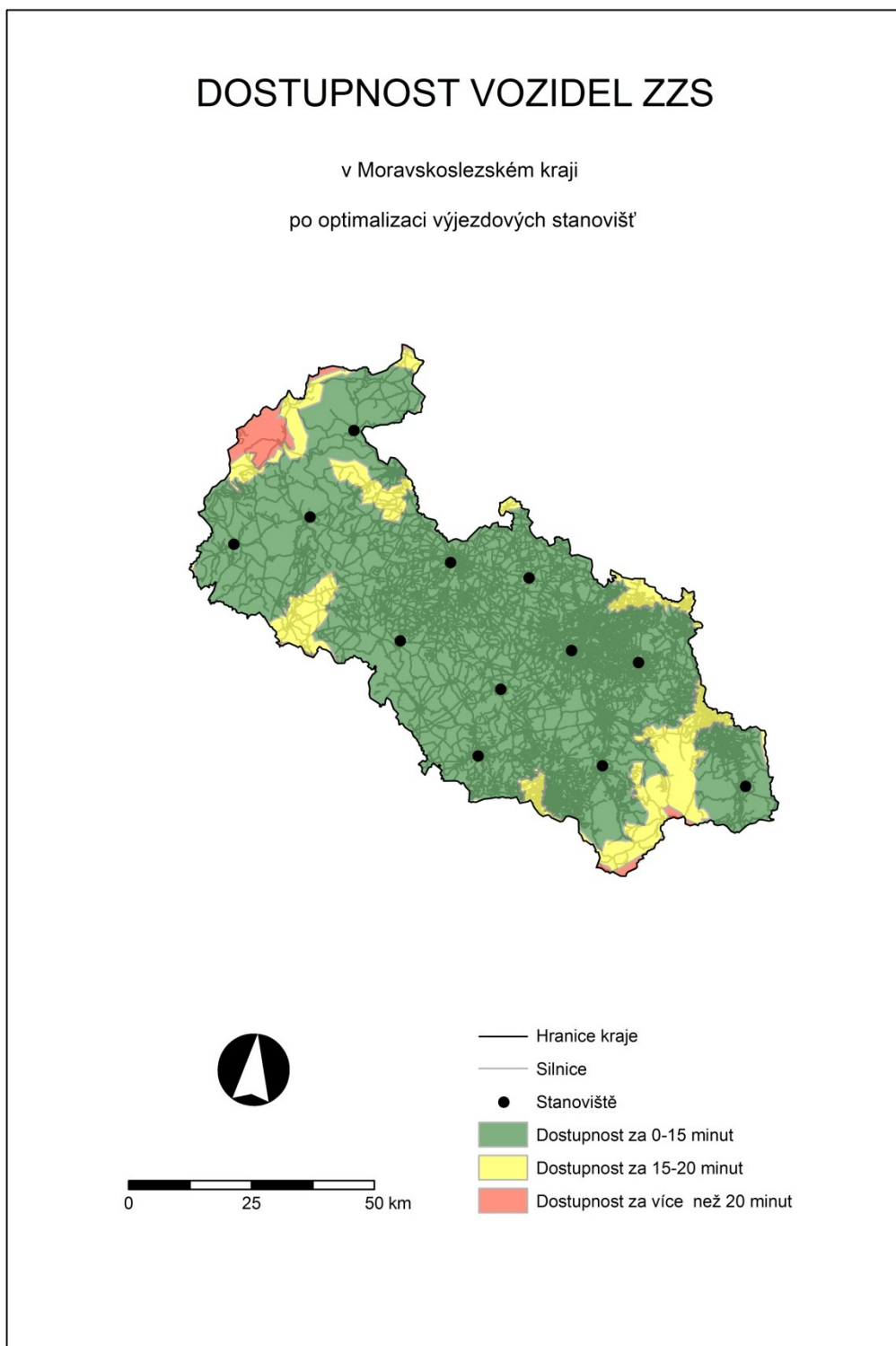


**Příloha č. 19: Dostupnost vozidel ZZS v Moravskoslezském kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť**

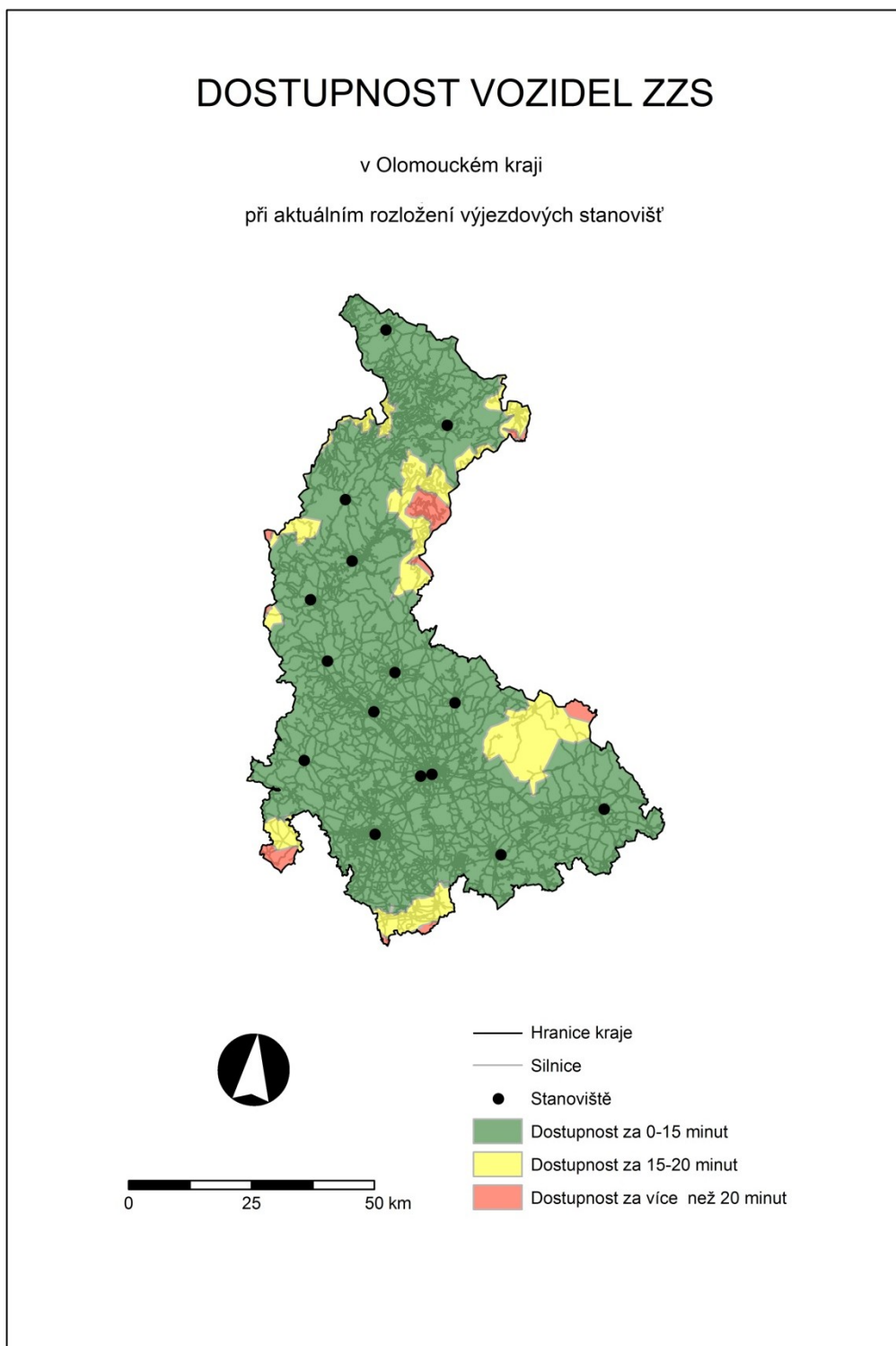




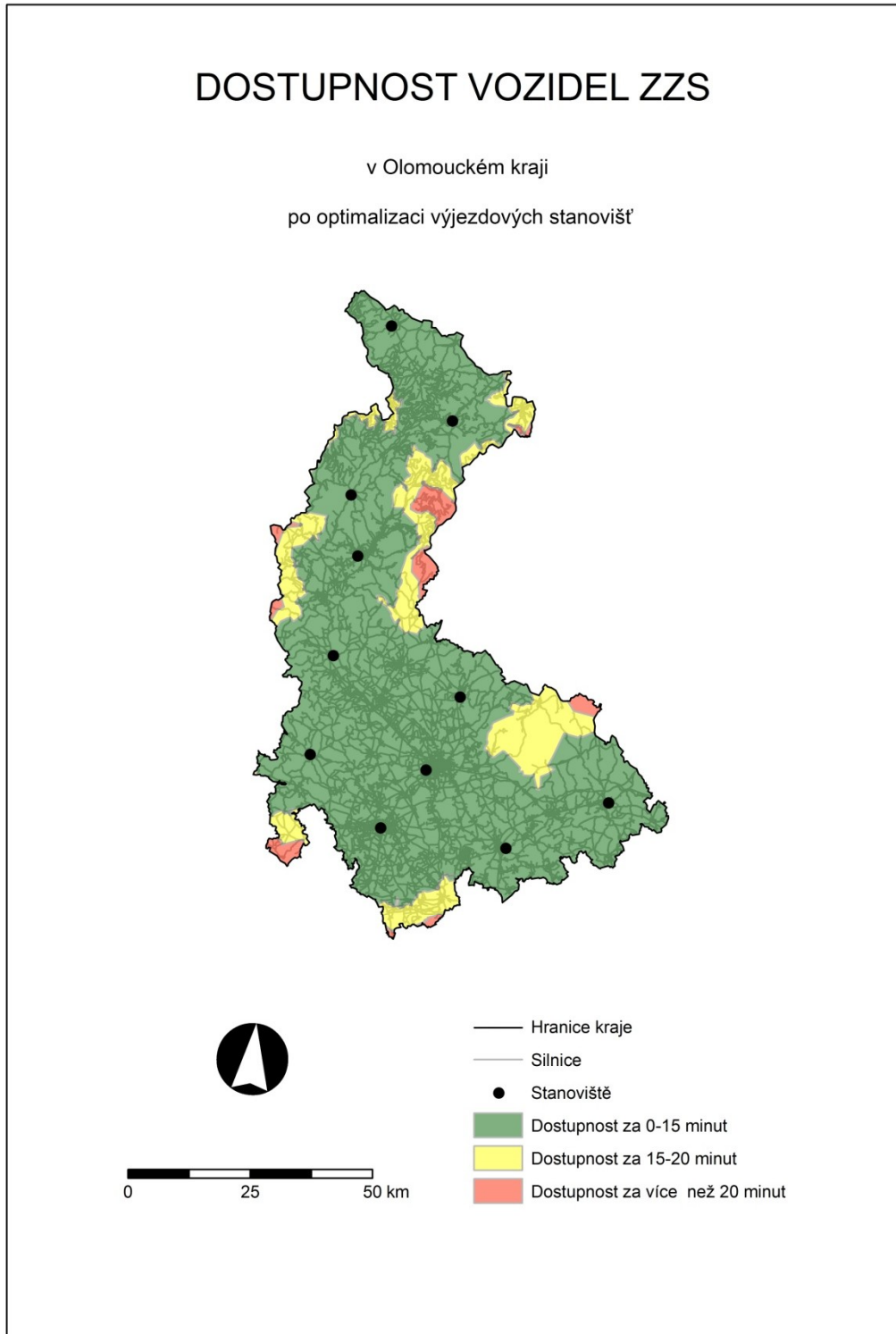
**Příloha č. 20: Dostupnost vozidel ZZS v Moravskoslezském kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť**



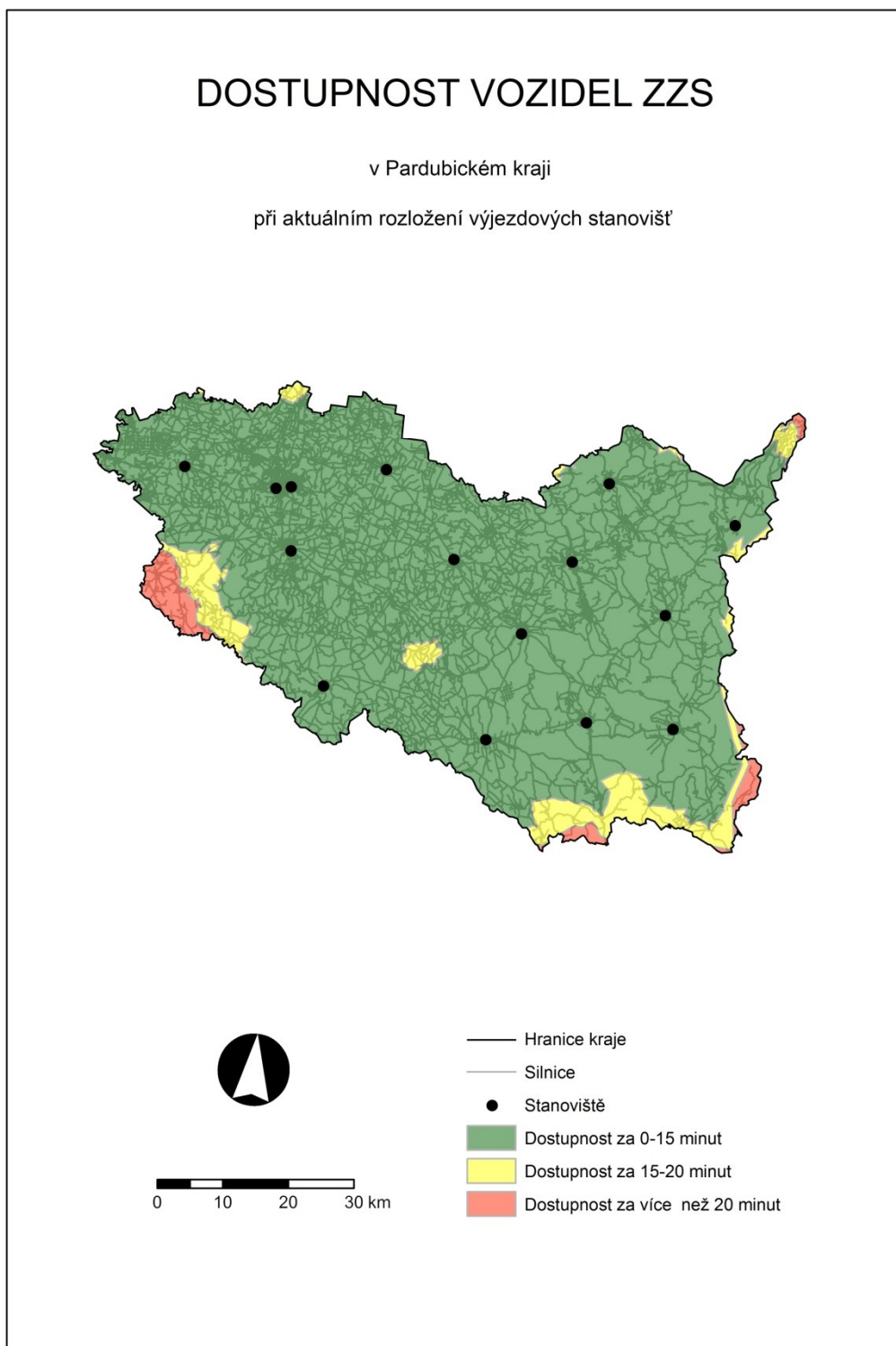
**Příloha č. 21: Dostupnost vozidel ZZS v Olomouckém kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť**



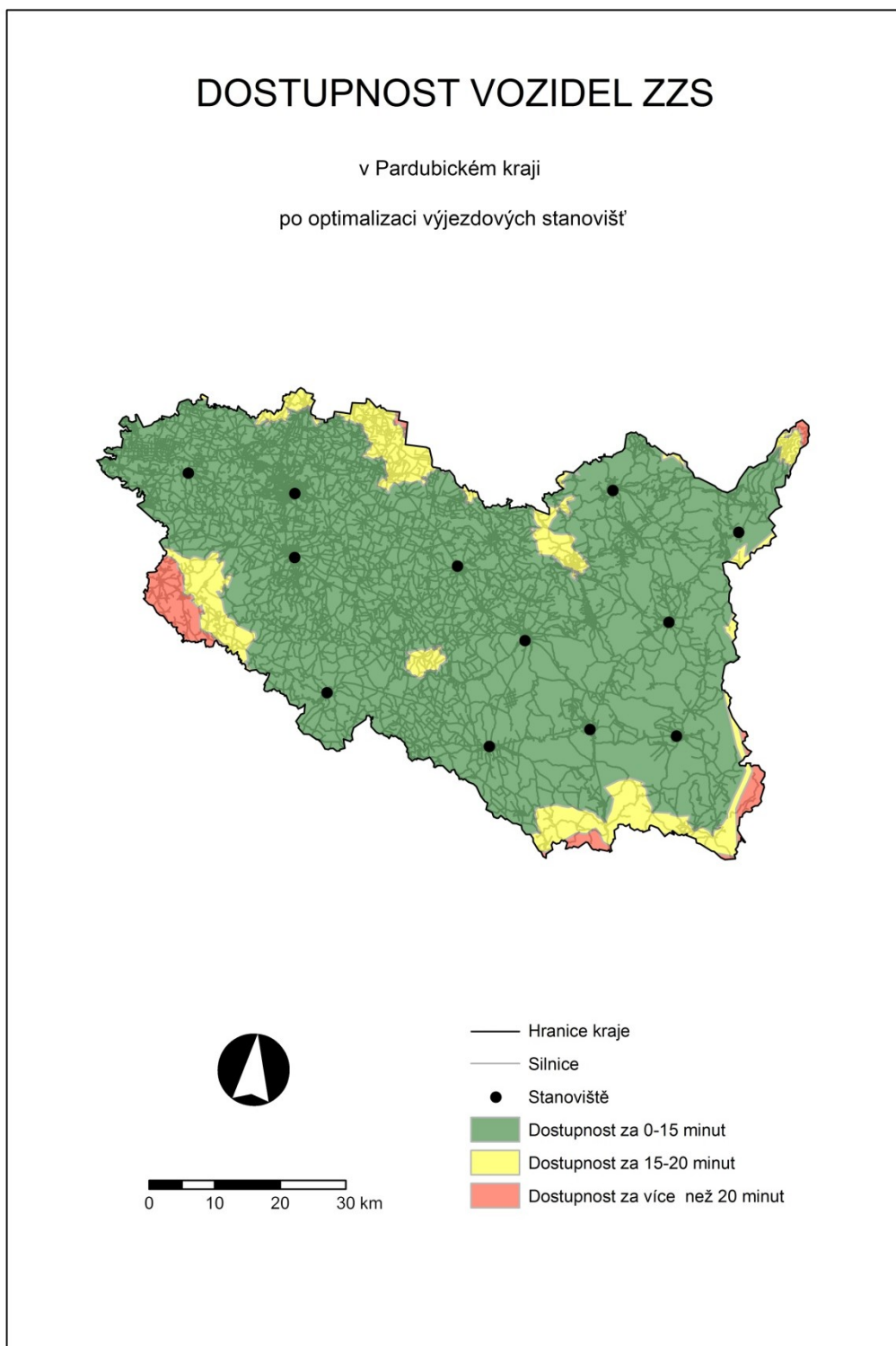
**Příloha č. 22: Dostupnost vozidel ZZS v Olomouckém kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť**



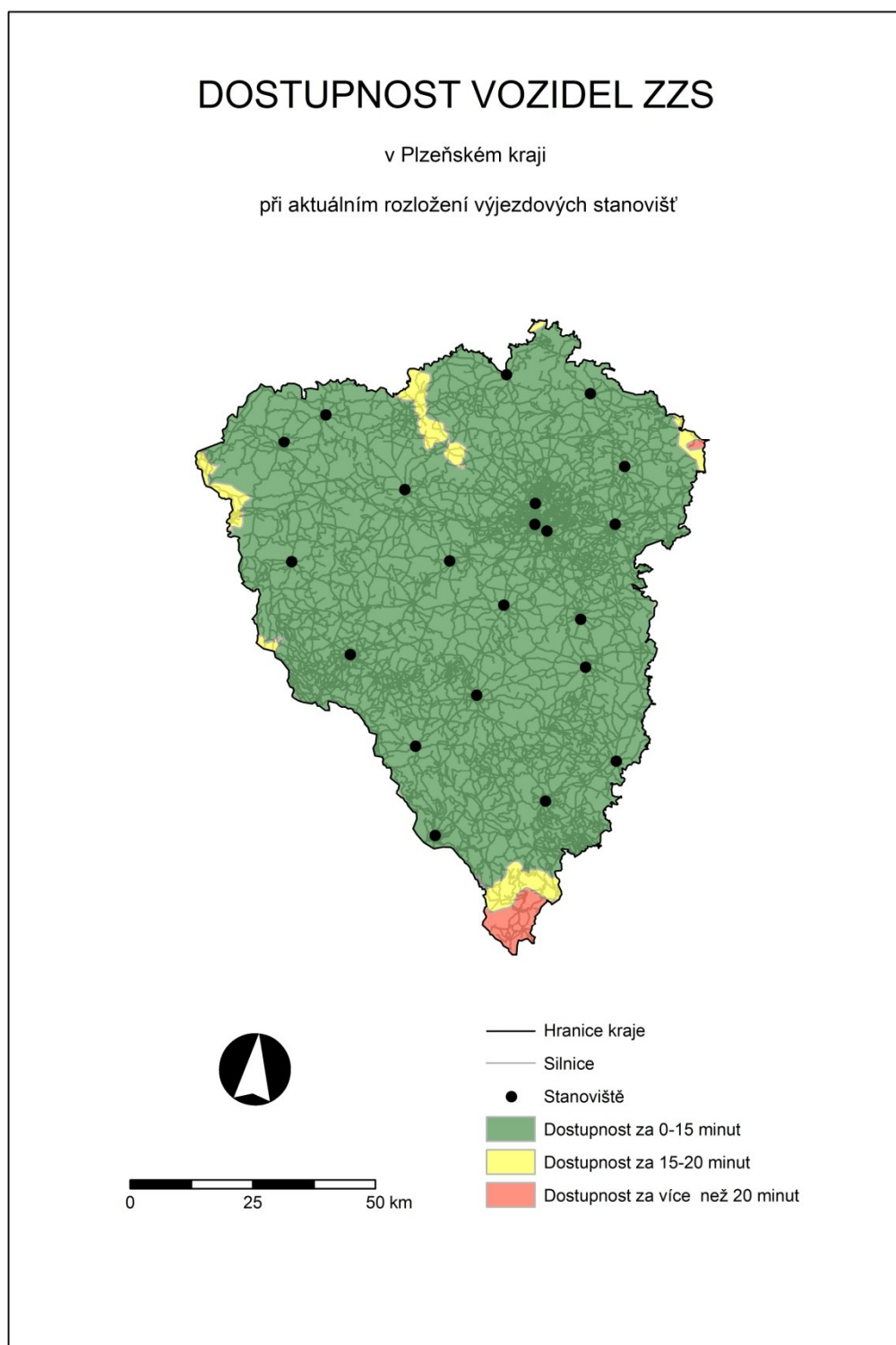
**Příloha č. 23: Dostupnost vozidel ZZS v Pardubickém kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť**



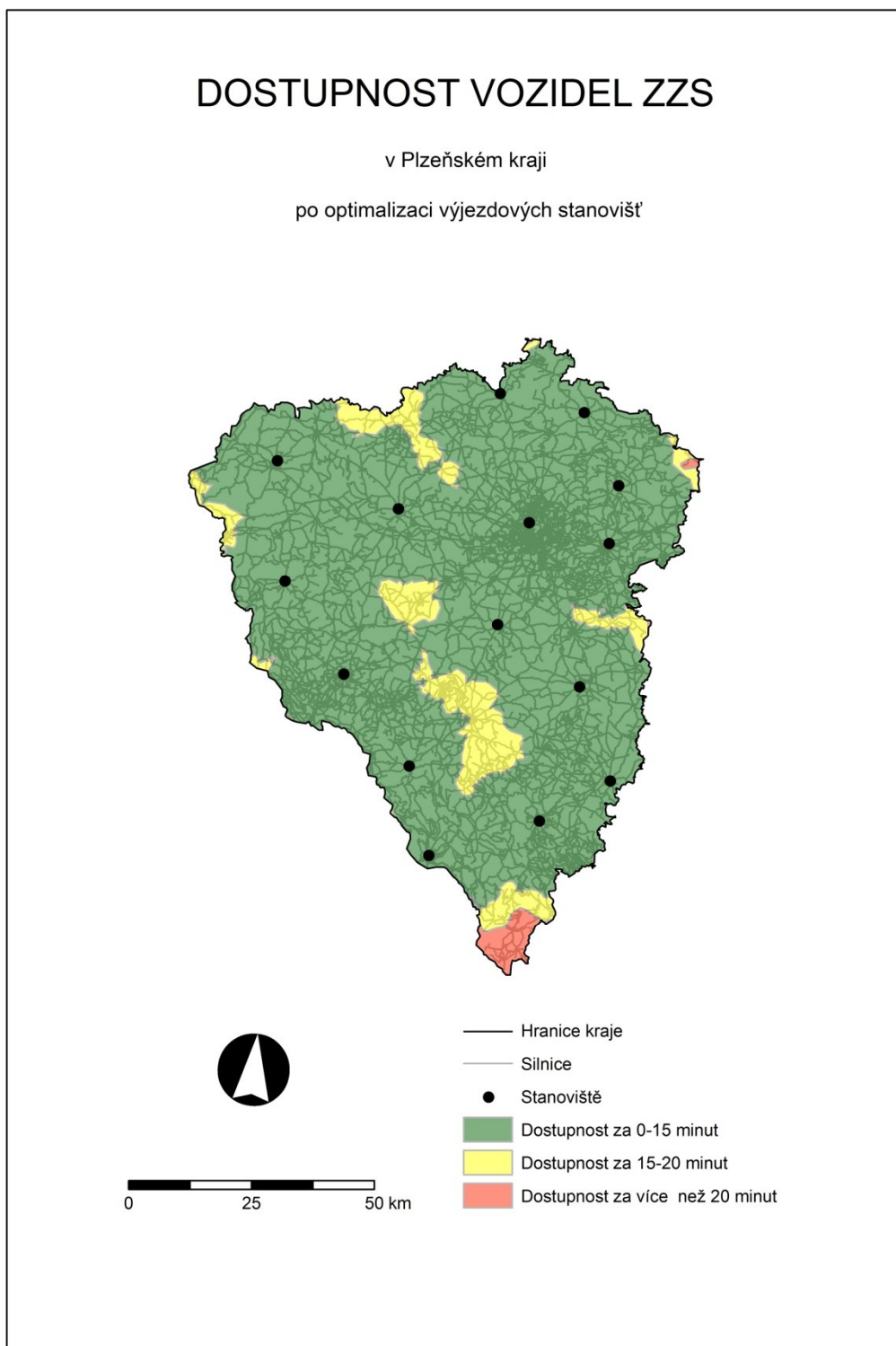
**Příloha č. 24: Dostupnost vozidel ZZS v Pardubickém kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť**



**Příloha č. 25: Dostupnost vozidel ZZS v Plzeňském kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť**

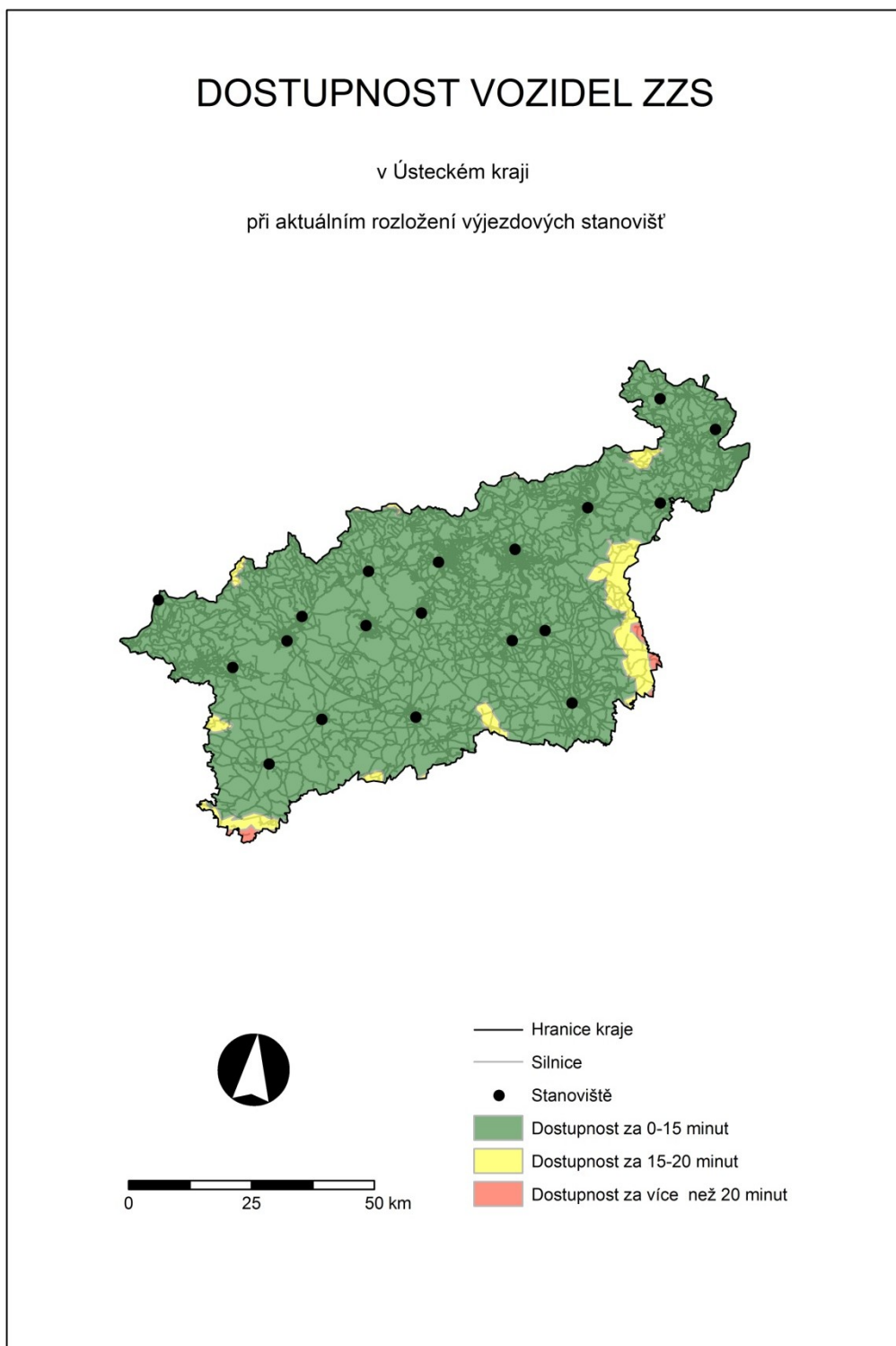


**Příloha č. 26: Dostupnost vozidel ZZS v Plzeňském kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť**



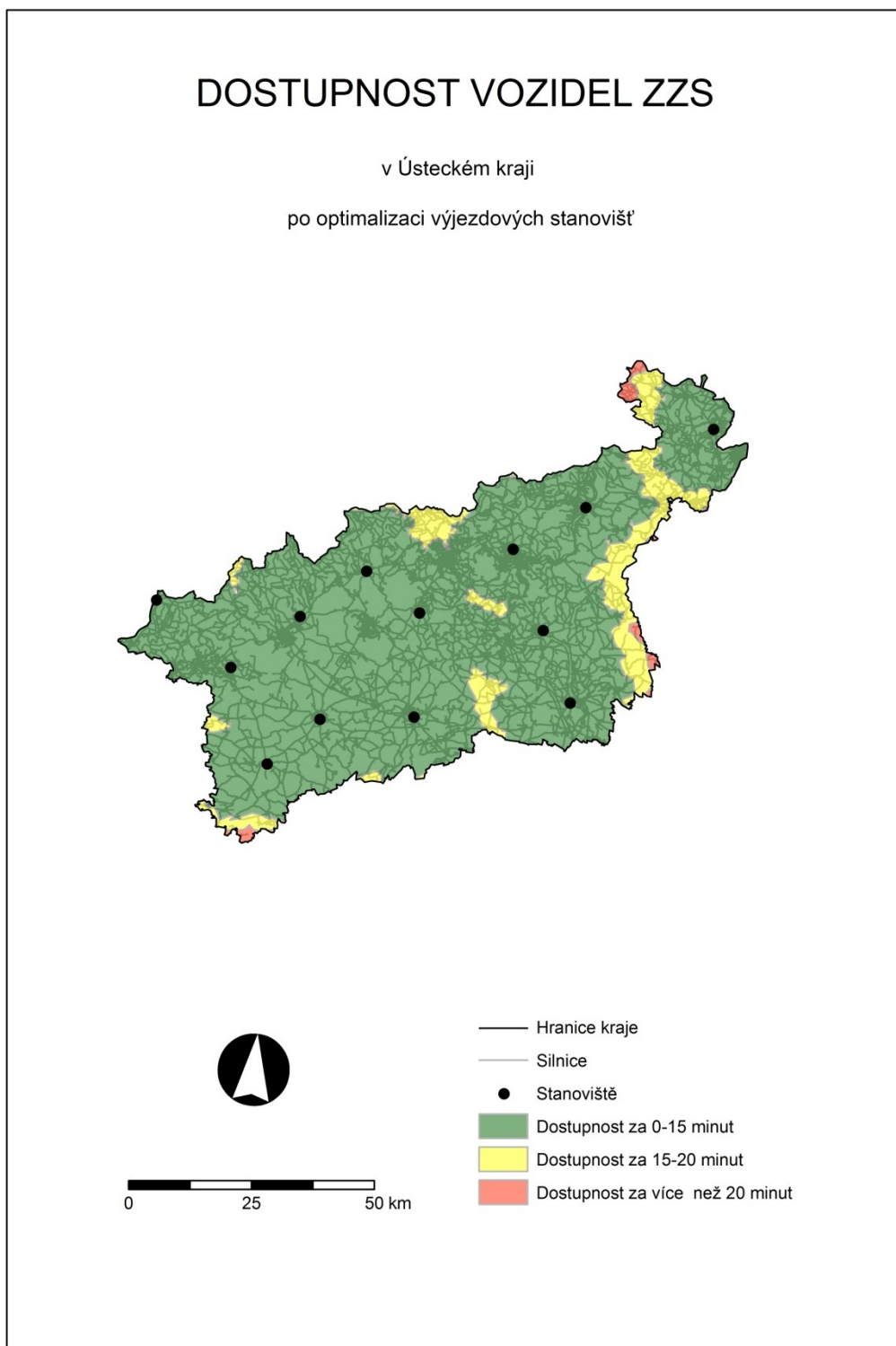


**Příloha č. 27: Dostupnost vozidel ZZS v Ústeckém kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť**

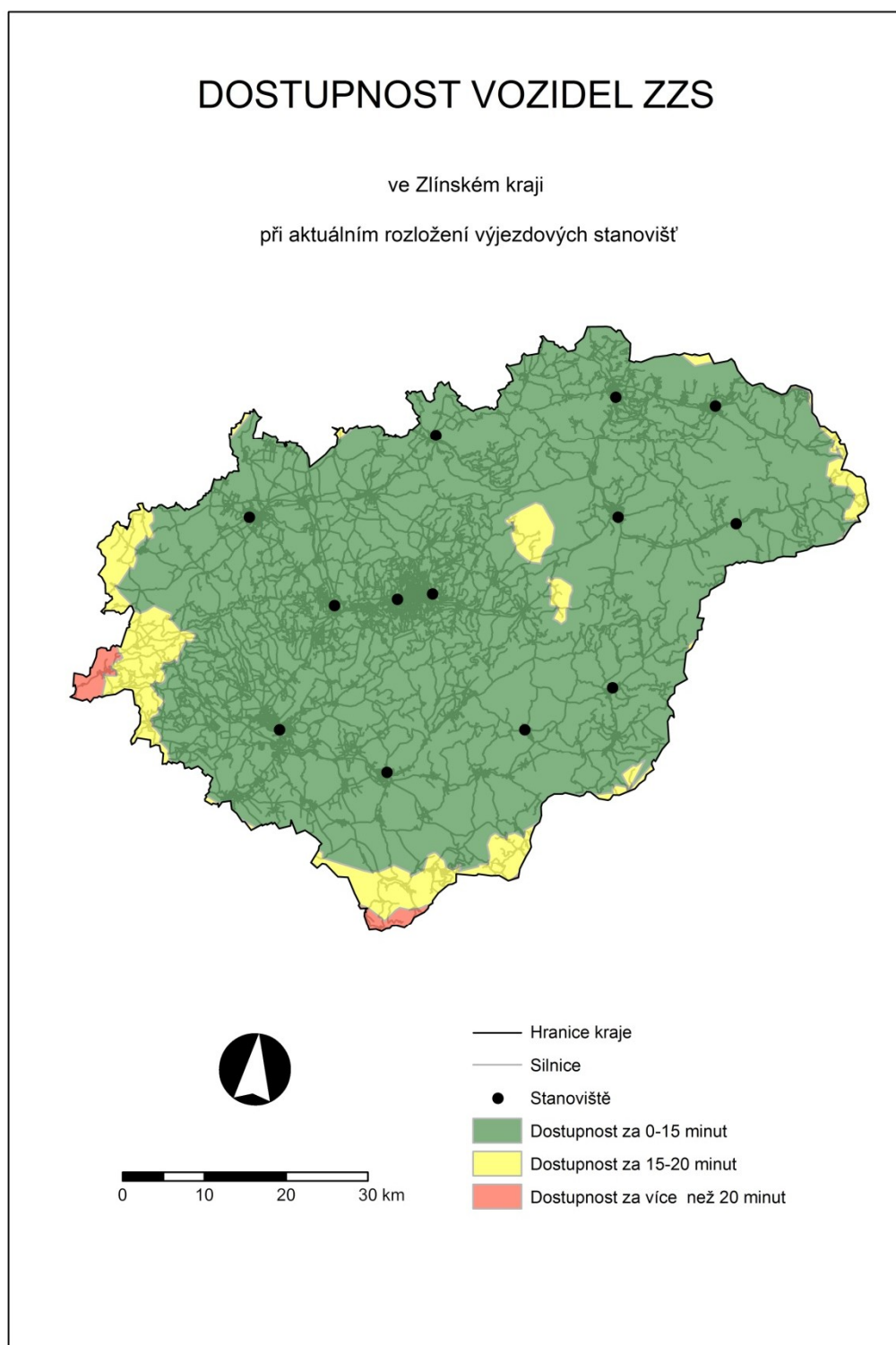




**Příloha č. 28: Dostupnost vozidel ZZS v Ústeckém kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť**



**Příloha č. 29: Dostupnost vozidel ZZS ve Zlínském kraji při aktuálním rozložení výjezdových stanovišť**



**Příloha č. 30: Dostupnost vozidel ZZS ve Zlínském kraji po optimalizaci výjezdových stanovišť**

