

TOMÁŠ HUDEČEK, RADEK CHURANĚ, JAN KUFNER

DOSTUPNOST PRAHY PŘI VYUŽITÍ SILNIČNÍ DOPRAVY V OBDOBÍ 1920–2020

HUDEČEK, T., CHURANĚ, R., KUFNER, J. (2011): Accessibility of Prague by Roadway Transport from 1920 to 2020. *Geografie*, 116, No. 3, pp. 317–334. – This paper analyzes the automobile accessibility of Prague from the Czech territory over a 100-year period: from the creation of independent Czechoslovakia to the planned completion of an arterial network of motorways and high-speed roadways in 2020. Using publications containing information about the evolution of the road network in Czechia, we digitised historical maps and created geo-databases of the road infrastructure. We then produced accessibility models and performed accessibility analyses for four years – 1920, 1960, 2001 and 2020, using ArcGIS 9.3. These were compared and changes in accessibility were identified using cartographic tools.

KEY WORDS: accessibility – GIS – network analysis – time-space transformation.

Autoři děkují za finanční podporu grantové agentury GAČR. Příspěvek je součástí grantu Analýza vývoje akcesibility v Česku v období 1921–2020.

Úvod

Studiu dostupností (z angl. accessibility) je věnována nejen v geografii velká pozornost zhruba od poloviny minulého století. Dostupnost může být definována jako snadnost dosažení určitého místa v prostoru (Giuliano 1995). Může být však také chápána jako potenciál příležitostí pro interakci v tomto prostoru (Hansen 1959, cit. např. v Rietveld, Bruinsma 1998). Prvotně byla však sledována tzv. dostupnost frekvenční, tedy vlastně konektivita, součet spojení mezi místy. Tato je však předmětem analýz stále, avšak výhradně pro veřejnou hromadnou dopravu, kterou lze sledovat s využitím jízdních řádů. Pro dostupnost s využitím individuální automobilové dopravy je třeba navíc uvažovat vnitřní odpor prostředí. Tento může být reprezentován např. vzdáleností či časem. Ještě na přelomu 70. a 80. let minulého století, tedy v období před velkým rozvojem výpočetní techniky a zejména pokročilých GIS aplikací, popisoval Hůrský (1978) možnosti výpočtu časových dostupností jako velmi omezené a zejména časově neúnosně náročné.

Dnes není problémem při využití síťových analýz, tedy procesů využívajících síť uzlů, jejich spojníc a dalších vlastností celého systému, analyzovat časovou dostupnost i pro rozsáhlá území. Naopak je tento proces méně náročný než sledování dostupností veřejné dopravy využívající jízdní řád.

Další využití analýz dostupnosti je značně široké, neboť výsledky mohou sloužit např. při analýzách regionálního rozvoje (např. Gutiérrez, Gonzáles, Gómez 1996), vzájemného kontaktu mezi středisky (např. Spence, Linneker

1994), rozvoje města (Gielesse 1998) či pro logistické analýzy dopravy (Voženišek, Strakoš a kol. 2009). Jedním z možných úhlů pohledu je také historicko-geografická analýza vývoje dostupností v území. Důkladným výzkumem zkracování vzdáleností v prostoru společně s analýzou souvisejících jevů v historii je možné predikovat další vývoj v budoucnosti a určovat tak nástroje a postupy pro trvale udržitelný rozvoj území. Využití je značně široké a jako takové i poměrně často využívané. K výzkumu dostupností patří neodmyslitelně také kartograficko-geoinformatická problematika radiální anamorfózy, tedy nástroje pro tvorbu tzv. „time-scale map“ (Shimizu 1992). Map, které mají svůj topografický podklad reprezentovaný časem, nikoli vzdáleností. Zřejmý potenciál tématu je mimo svůj vědecký přínos také v možnosti široké popularizace geografie a kartografie.

Cíle práce a dlouhodobého výzkumu

Příspěvek je součástí výzkumu grantu GAČR „Analýza vývoje akcesibility v Česku v období 1921–2020“. Tento výzkum si klade za cíl komplexně posoudit změny dostupností v Česku ve stoletém období. Dále naleznout období, která byla příznivá pro využívání různých dopravních módů z různých míst či středisek v Česku. Podstatným a neopomenutelným výstupem budou také digitalizované historické silniční, železniční a další dopravní sítě na našem území.

Hlavním cílem příspěvku je pomocí izochronických map analyzovat dostupnost Prahy v Česku a modelovat její změnu v průběhu let. To vše na základě vývoje dálniční a silniční sítě v období od vzniku Československé republiky, resp. okamžiku prvního cenzu, až po do nedávna plánovanou prognózu výstavby hlavních dálničních tahů v roce 2020. Vzhledem k současné době ekonomické krize a zcela zřejmého zpoždění konce výstavby těchto velkých infrastrukturálních staveb bude v rámci výzkumu nejspíše třeba konečné období ještě pozměnit. Pro dostatečnou reprezentaci vývoje byla zvolena 4 průřezová období, pro které byly analyzovány časové dostupnosti hlavního města Prahy. Součástí bylo i vymezení oblastí s největší změnou dostupnosti mezi sledovanými obdobími. Jako časové mezníky byly zvoleny roky:

- a) 1920, počátky vzniku Československého státu a celého zkoumaného období
- b) 1960, stav silniční sítě před započatím výstavby dálnic a rychlostních silnic
- c) 2001, počátek 21. století, existence digitálních dat
- d) 2020, plánované dokončení celé dálniční sítě

Vzhledem k vývoji stále nových a rychlejších dopravních prostředků a výstavbě nové infrastruktury lze očekávat na většině území zlepšení dopravní dostupnosti a proto bylo v rámci celého výzkumu stanoveno několik pracovních hypotéz, např. časová dostupnost Prahy se bude v průběhu let zmenšovat či území s největší změnou v časové dostupnosti se budou nacházet v blízkosti nově vystavených dálnic a rychlostních silnic.

Dílními cíli této části výzkumu byly digitalizace silniční sítě ve zhruba desetiletých průřezových obdobích a vytvoření metodiky pro tvorbu modelů dostupnosti (Hudeček 2008).

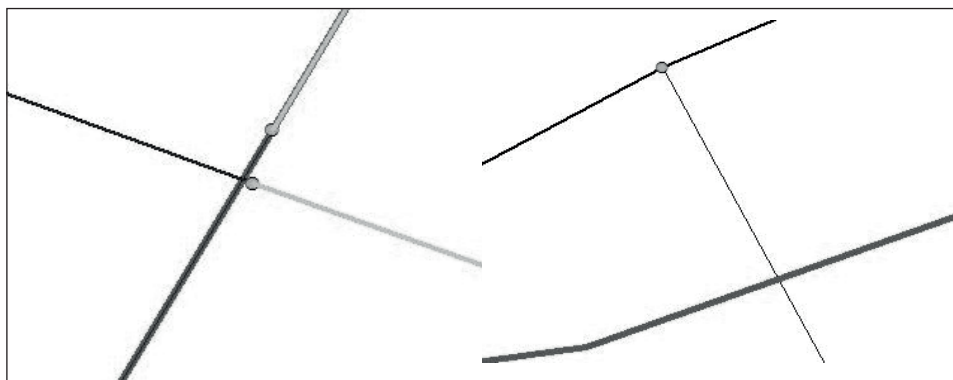
Digitalizace mapových podkladů

Stav a rozsah silniční sítě byl zkoumán prakticky v rámci celého 20. století. Z tohoto důvodu bylo nutné stanovit roky, pro které bude silniční síť aktualizována. Pro možnost dalších dostupnostních analýz by bylo ideální stanovit roky 1920, 1930, 1940 atd. Nebylo však možné nalézt podrobné mapové podklady přesně pro každý zvolený rok. Bylo proto využito map, vytvořených v co nejbližším časovém horizontu. Silniční síť pak byla tvořena jak dle mapy samotné, tak i s využitím dalších analogových zdrojů. Podkladové mapy byly získány z různých institucí. Patří mezi ně Český úřad zeměměřický a katastrální, Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad Dobruška nebo i Mapová sbírka Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze.

Při výběru bylo zohledněno více faktorů. Nejdůležitějším se ukázalo měřítko. Bylo zapotřebí přihlídnout k podrobnosti map tak, aby jednotlivé roky byly srovnatelné a jeden rok svou podrobností výrazně nepřevyšoval druhý. Nebylo však možné najít mapy stejného měřítko pro každý rok zvlášť. S ohledem na zdroje a náročnost práce, byly vybrány mapy v rozpětí měřítek od 1:200 000 do 1:500 000. Dalším faktorem je typ mapy. Jelikož v dřívějších dobách neprobíhalo mapování tak často, bylo zkombinováno více typů mapových podkladů. Byly použity jak mapy přímo silniční, tak administrativní nebo vojenské.

Pouhá vektorizace daných podkladů by mohla směřovat k velmi nepřesným výsledkům. Navíc rozdílná měřítka s sebou nesou např. odlišné vykreslení křivosti silnic, což by mělo za následek naprosto odlišné výstupy pro každý rok. Vhodnější proto bylo využít již stávající digitální geodatabázi s vrstvou silnic a upravit podle rastrového podkladu. S ohledem na měřítkovou úroveň podkladových map byla vybrána geodatabáze ArcČR 500 verze 2.0 od firmy ARCDATA Praha, s. r. o. s aktualizací silniční sítě pro rok 2001. Stejně jako podkladové mapy není tak podrobná, aby zobrazovala veškeré komunikace na území Česka, ale zobrazuje veškeré důležité tahy s dostatečnou přesností jejich vedení v prostoru.

Některé naskenované podkladové mapy bylo nutné před použitím upravit v grafickém editoru. Na to byl použit software Adobe Photoshop CS4. Zbylé práce byly prováděny v softwaru ArcGIS 9.3 od americké firmy ESRI.



Obr. 1 – Nesprávné (2 uzly) a správné (jeden uzel) napojení linií a nenapojení linií (bez uzlu – jejich vedení „přes sebe“). Zdroj: Kufner (2010).

Mapy pro každé období byly georeferencovány do souřadnicového systému S-JTSK. Počet vlíčovacích bodů se lišil dle velikosti zobrazeného území. Výsledné rozmístění bodů bylo záležitostí subjektivního posouzení, aby podkladová mapa co nejlépe odpovídala stávající vrstvě. Zvláště u nejstarších map při tom docházelo k nemalým problémům. Ty byly způsobeny jak kvalitou naskenování, tak kvalitou mapy samotné. Pro umístění vlíčovacího bodu bylo nejčastěji vybráno křížení komunikací, a to pokud možno vyššího řádu. Typ transformace byl vybrán na základě subjektivního posouzení různých míst v mapě a zhodnocení, jak silniční síť v databázi odpovídá síti na podkladové mapě. Nejvhodnější metodou výpočtu výsledné hodnoty pixelu byla shledána kubická interpolace („cubic convolution“), která vykazovala nejkvalitnější výsledky obrazu.

Následně započala samotná práce srovnávání a vyhledávání komunikací tak, aby databáze odpovídala silniční síti v podkladové mapě. Pro vektorizaci byla vždy použita již hotová digitální síť z novějšího období a analýzou rozdílů a podobností byla vytvořena síť pro období starší. Takto bylo tedy postupováno od roku 2001 směrem do minulosti i budoucnosti.

Kromě samotného vedení komunikací byl kladen důraz i na jejich rozdělení dle typu v atributové tabulce. Toto rozdělení se rok od roku liší a odpovídá tak dělení v podkladové mapě. U jednotlivých křížení komunikací bylo dbáno na to, aby každý úsek silnice byl samostatným prvkem (obr. 1), neboť pouze v takovém případě pracuje síťová analýza s uzly jako s křížovatkami (samozřejmě ne tam, kde se jedná mimoúrovňové křížení). Nevhodné úseky byly upravovány pomocí editačního nástroje *Rozdělit (Split)*. Pro pozdější období a zejména v případech dálnic a rychlostních silnic, byl aktuální stav pro daný rok srovnáván s textovými zdroji. Byla dohledána přesná doba otevření konkrétních úseků a dle toho pak upravena digitální vrstva. Na konec byla také provedena topologická korekce dat.

Mapové podklady

Ačkoliv byly v rámci výzkumu digitalizovány mapy v podstatě pro každé desetileté období ve zkoumané stoleté řadě, pro analýzu změny dostupnosti hl. města Prahy v tomto příspěvku postačuje provést analýzy změny dostupnosti pouze na čtyřech vybraných průřezových obdobích.

Pro období okolo roku 1920 nebylo možné naleznout takovou podkladovou mapu, která by vyhovujícím způsobem zobrazovala území Čech, Moravy i Slezska. Bylo proto využito dvou map od různých vydavatelů a různých let. Pro území Čech byla vybrána Fastrova automobilistická a cyklistická mapa silniční s udáním vzdáleností v km. Mapa byla vydána roku 1920 v měřítku 1:500 000.

Pro území Moravy a Slezska byla použita Šolcova nejnovější cestovní a železniční mapa Moravy a Slezska pro turisty, cyklisty a cestující (obr. 2). Vydána byla roku 1917 v měřítku 1:450 000.

V obou mapách je stejné dělení komunikací na silnice státní a okresní. Pro území Čech byl vytvořen ještě další atribut – silnice určené k postátnění. Prvních deset let po válce byla již síť silnic na území Česka poměrně hustá, na rozdíl od území Slovenska a Podkarpatské Rusi. Nicméně naprostá většina



Obr. 2 – Šolcova mapa Moravy a Slezska. Zdroj: archiv ČÚZK.

silnic nebyla připravená na nápor rostoucí automobilové dopravy. Vozovky byly prašné nebo šterkované. Problémem byly i velké příčné sklony až přes 5 %. Potiže se státním financováním a nezanedbatelné prostředky okresních úřadů měly za následek místy lepší stav okresních silnic než silnic státních.

V podstatě neexistovaly obchvaty měst a obcí, stejně jako úseky později postavené (digitalizace probíhala směrem do minulosti, viz výše) přes vodní nádrže, vojenské újezdy či hnědouhelné pánve. Silnice se v obou mapách dělí do 3 kategorií, na české mapě není jejich název specifikován a na mapě Moravy a Slezska na silnice státní, okresní a obecní. Poslední dvě kategorie byly sloučeny pro potřeby modelu do jedné kategorie ostatní.

Období 60. let 20. století nejlépe ukazuje Administrativní mapa ČSSR. Mapu vydala Ústřední správa geodézie a kartografie a vytiskl Kartografický a reprodukční ústav v Praze s redakční uzávěrkou v roce 1960. Česko je zmapováno na 7 listech po jednotlivých krajích v měřítku 1:200 000. Dělení silniční sítě je již provedeno na silnice I. třídy, ostatní silnice a spojovací cesty.

Výrazný nárůst automobilové dopravy předstihl v tomto období tehdejší stav silnic. Přestože docházelo k velkým disproporcím mezi intenzitou provozu s kapacitou silniční sítě, kdy silnice I. tříd tvořili 18 % celkové délky komunikací, ale obsluhovaly 50 % dopravy, pro komunisticke vedení byla nutnost výstavby dálniční sítě stále ještě druhořadou záležitostí. Mnoho přeložek silnic bylo provedeno kvůli masivnímu rozšíření hnědouhelné povrchové těžby v mostecké pánvi. Ve druhé polovině 50. let zbývala už jen nepatrná část silnic I. třídy, která nebyla opatřena bezprašným povrchem. Podobná situace byla

i u silnic II. třídy. I v tomto modelu byly z důvodu kompatibility dat ponechány pouze 2 kategorie silnic.

Na rozdíl od předchozích období, nebyl pro rok 2001 problém s existencí digitálních dat. Data byla převzata z práce Hudečka (2008), která využívala již zmíněnou geodatabázi ArcČR 500. Komunikace jsou členěny na dálnice, rychlostní silnice a silnice I, II. a III. třídy.

Pro modelový rok 2020 digitální databáze neexistuje, obzvláště z důvodu neustálé změny finálního data dostavění plánovaných dálničních komunikací. Byla tedy použita opět databáze ArcČR 500, do které byl doplněn plány výstavby dálničních úseků a úseků rychlostních komunikací. Většina plánovaných staveb má již svou stabilizovanou trasu zanesenou v územním plánu. Takto byly zvoleny:

- a) Stabilizovaná varianta v případě dálnice D3 ve Středočeském kraji.
- b) Jižní trasa na pražském okruhu R1 v úsecích Ruzyně–Suchdol–Březiněves.
- c) Západní varianta R11 v úseku Jaroměř–Trutnov.
- d) V úseku R35 Ohranice–Úlibice byl stanoven severní koridor (přes Český ráj) a na území Pardubického a Olomouckého kraje byla zvolena Stabilizovaná trasa přes Vysoké Mýto.
- e) U R43 byl vybráno variantní vedení Boskovickou brázdou
- f) R52 v úseku Pohořelice–Mikulov přes Novomlýnské vodní dílo ve Variantě 1
- g) R49 v úseku Fryšták–st. hranice se Slovenskem bylo zvoleno vedení dle Ředitelství silnic a dálnic ČR

Tvorba modelů dostupnosti

Základem pro výpočet dostupnosti je tzv. model dostupnosti, jehož tvorbu podrobně popisuje např. Hudeček (2008). Je popsán datovou sadou (z angl. dataset) digitálních vektorových dat, reprezentující dopravní síť a obsahující mimo uzly, hrany, konektivitu a např. parametry odbočování také adekvátně zvolené atributy – průměrné rychlosti, a tedy čas potřebný k překonání dané vzdálenosti. Tyto umožní softwaru, aby postupným načítáním náročnosti cesty v jednotlivých úsecích v konečném výsledku našel např. nejkratší cestu či sestrojil izochrony.

Výhodou tvorby modelu dostupnosti pro individuální automobilovou dopravu je jeho variabilnost pro různé destinace. Jednou sestavený model dostupnosti může sloužit pro analýzy dostupnosti jakéhokoliv místa v síti, zatímco v případě veřejné (např. železniční) dopravy uvažující i přestupy a např. čekání na návazné spoje je nutné pro každé žádané středisko sestavit na základě jízdního řádu model nový.

Pro každé ze zvolených období bylo třeba sestavit samostatný model dostupnosti. Dopravním prostředkem byl fiktivní osobní automobil, který jezdil za následujících teoretických podmínek:

- měl konstantní rychlost na daném typu úseku silniční komunikace
- nečekal na křižovatkách řízenými světelným zařízením, při odbočování na hlavní komunikaci, průjezdu okružní křižovatkou apod.
- projížděl mimoúrovňové křižovatky, jako kdyby byly úrovně
- neporušoval dopravní předpisy v té době stanovené.

Stanovení průměrné rychlosti hraje jednu z nejdůležitějších rolí v přípravě dat pro síťovou analýzu. Existuje spousta faktorů, které působí na průměrnou rychlost, např. třídu a šířku silnice, klikatost, podélný sklon, intenzitu provozu, nehodovost, roční období, stav vozového parku, dopravní předpisy, denní dobu, stav komunikace, opravy a intravilán vs. extravilán (Hudeček 2010). Pro historicko-geografickou analýzu ve stoletém období je však třeba uvažovat jen několik nejpodstatnějších z nich. Po diskuzi byly do stanovení průměrné rychlosti zahrnuty faktory čtyři:

- třída silnice
- šířka silnice (počet jízdních pruhů)
- stav vozového parku
- umístění komunikace vzhledem k systému osídlení.

Třída silnice a počet jízdních pruhů byly do modelů vkládány již při její digitalizaci. Umístění komunikace v intravilánu a extravilánu si vzhledem k různorodosti jednotlivých zkoumaných období vyžádalo vlastní analýzy.

Pro polygonovou vrstvu zastavěného území byla použita opět databáze ArcČR 500. Je zřejmé, že zastavěné území není totožné s umístěním značky obce, která nařizuje snížení maximální rychlosti. Pro potřeby modelů v časovém rozpětí 100 let je však právě zastavěné území vhodným vodítkem.

Před jejím využitím byly provedeny určité úpravy, především pro roky 2001 a 2020. Nejprve byly plochy rozšířeny funkcí *Buffer (Analysis Tools – Proximity)*, čímž obzvláště u velkých měst vznikla souvislejší plocha z několika dřívějších oddělených polygonů. Velikost zóny byla měněna v jednotlivých letech dle počtu obyvatel, kterým Česko disponovalo, pro roky 2001 a 2020 byla zóna nastaven na 50 m. Byla tak alespoň minimálně zachycena změna ploch zastavěných území, za posledních 150 let až dvojnásobná (URL1).

Následně byly vzájemně blízké polygony spojeny. Pro rok 2001 a 2020 byla zvolena vzdálenost 1 000 m, čímž bylo dosaženo ještě více souvislejšího osídlení na území Česka. U větších měst byly ještě nakonec odstraněny všechny

Tab. 1 – Hodnoty průměrných rychlostí v modelech dostupnosti

Druh komunikace	Průměrná rychlost v období 1920		Průměrná rychlost v období 1960		Průměrná rychlost v období 2001 a 2020	
	intra-vilán	extra-vilán	intra-vilán	extra-vilán	intra-vilán	extra-vilán
silnice I. třídy	15	40	30	60	30	70
ostatní komunikace (vč. II. tř.)	10	20	20	30	25	50
ostatní komunikace (vč. III. tř.)	10	20	20	30	20	40
silnice II. třídy (2pruhová)					35	70
silnice I. třídy (2pruhová)			40	70	40	80
dálnice (3pruhová)						120
dálnice (dvouproudá), rychlostní silnice (3pruhová)						115
rychlostní silnice (2pruhová)						110

Zdroj: Hudeček (2008), Kufner (2010)

Pozn.: v roce 1920 se silnice dělily na státní (pro naše účely I. třídy) a okresní (II. a III. třídy)

enkλάβy. Pro roky 1920 a 1960 nebyla polygonová vrstva rozšiřována, jen byly opět agregovány polygony do vzdálenosti 750 m od sebe a následně smazány enkλάβy. Tím vzniklo území méně zastavěné než v letech následujících. Větší zastavění ploch v roce 1960 bylo zase kompenzováno vyšším počtem obyvatel v roce 1920 (URL2), proto byly oba roky ponechány ve stejné velikosti.

Na základě těchto vrstev byla silniční síť v každém modelu rozdělena do třech samostatných částí: dálnice a rychlostní komunikace, ostatní silniční úseky procházející zastavěnými zónami a ostatní silniční úseky ležící mimo zastavěné zóny.

Diskuzí mnoha zdrojů i pamětníků, při které byly uvažovány tehdejší předpisy, povrch vozovek (prašný, štěrkový, betonový, živičný) a schopnosti vozového parku (např. běžná konstrukční rychlost vozidel v r. 1937 byla okolo 50 km/h) byly stanoveny průměrné rychlosti pro jednotlivé modely a kategorie silnic (tab. 1). Některým úsekům byla rychlost přiřazena samostatně na základě autory provedených terénních průzkumů (městské okruhy, průtahy velkých měst a další).

Transformace vzdálenosti na čas v modelech dostupnosti byla provedena přiřazením průměrných rychlostí k příslušným úsekům silničních sítě a použitím jednoduchého vzorce pro výpočet jejich časové náročnosti:

$$t = s / v / 1000 \text{ [hod.], kde}$$

t – výsledná časová vzdálenost jednotlivých hran, potřebná pro jejich projetí; s [m] – délka jednotlivých hran (úseků silnic) oddělených uzly (křižovatkami); v [km/h] – průměrná rychlost vozidel na jednotlivých úsecích komunikací v jednotlivých letech.

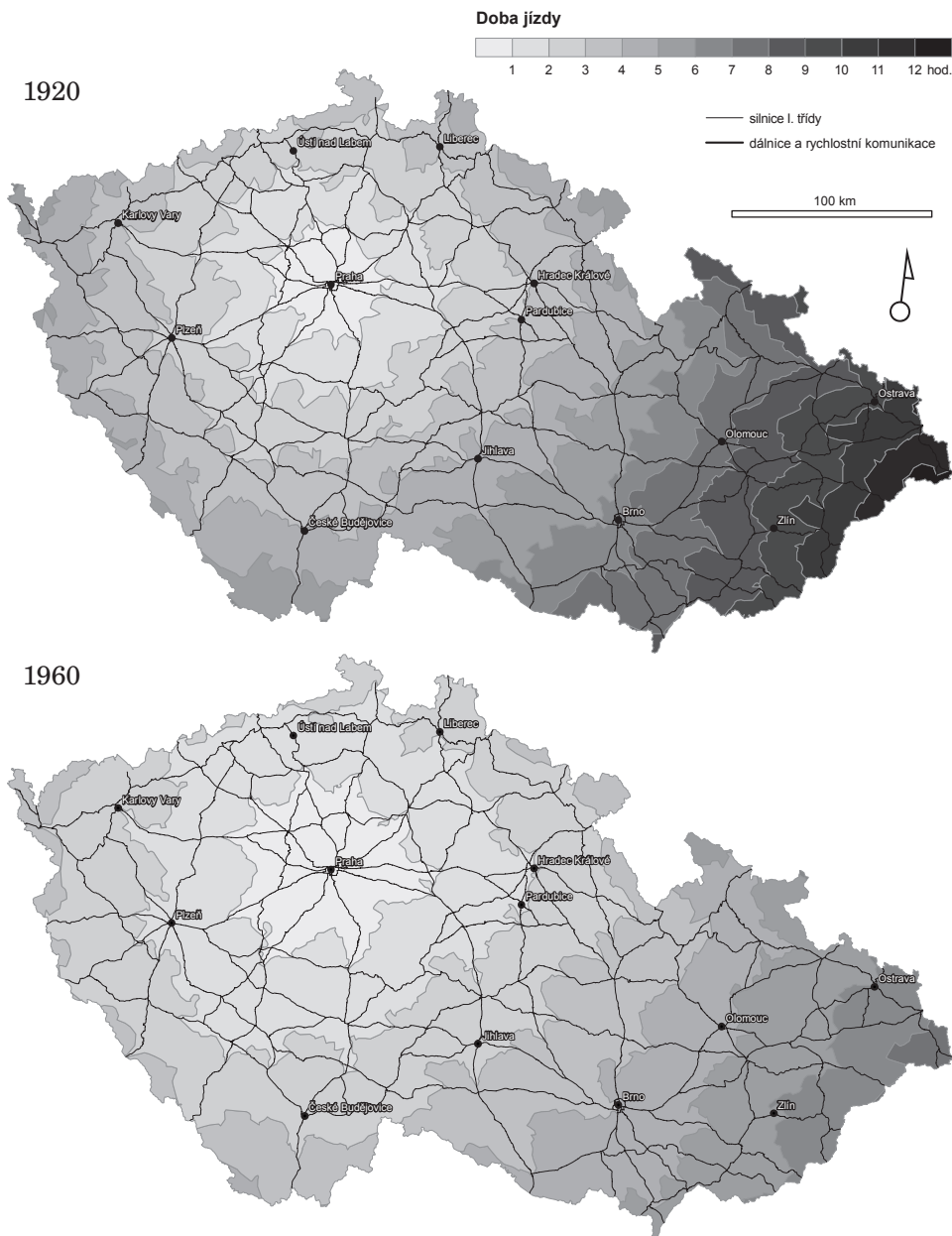
Pozn.: hodnota „1 000“ je použita z důvodu převodu na kilometry, vzdálenosti jsou v atributových tabulkách uvedeny v metrech.

Hlavní město Praha jako cílová destinace pro analýzy dostupnosti byla definována jako kruh o poloměru 5 km. Průniky takto vymezeného střediska se silniční sítí v jednotlivých modelech byly v GIS analýzách použity jako cílové destinace.

Nejvhodnější metodou pro analýzu dostupností je použití izochronických map. Použitý byl software ArcGIS 9.3, extenze *Network Analyst* a funkce *New Service Area*. Vytvořené polygony byly dále oříznuty, aby se shodovaly s hranicemi Česka, generalizovány kvůli odstranění nepravidelností vzniklých nedokonalostí výpočetního algoritmu, a konečně vizualizovány podle pravidel tematické kartografie (viz obr. 3).

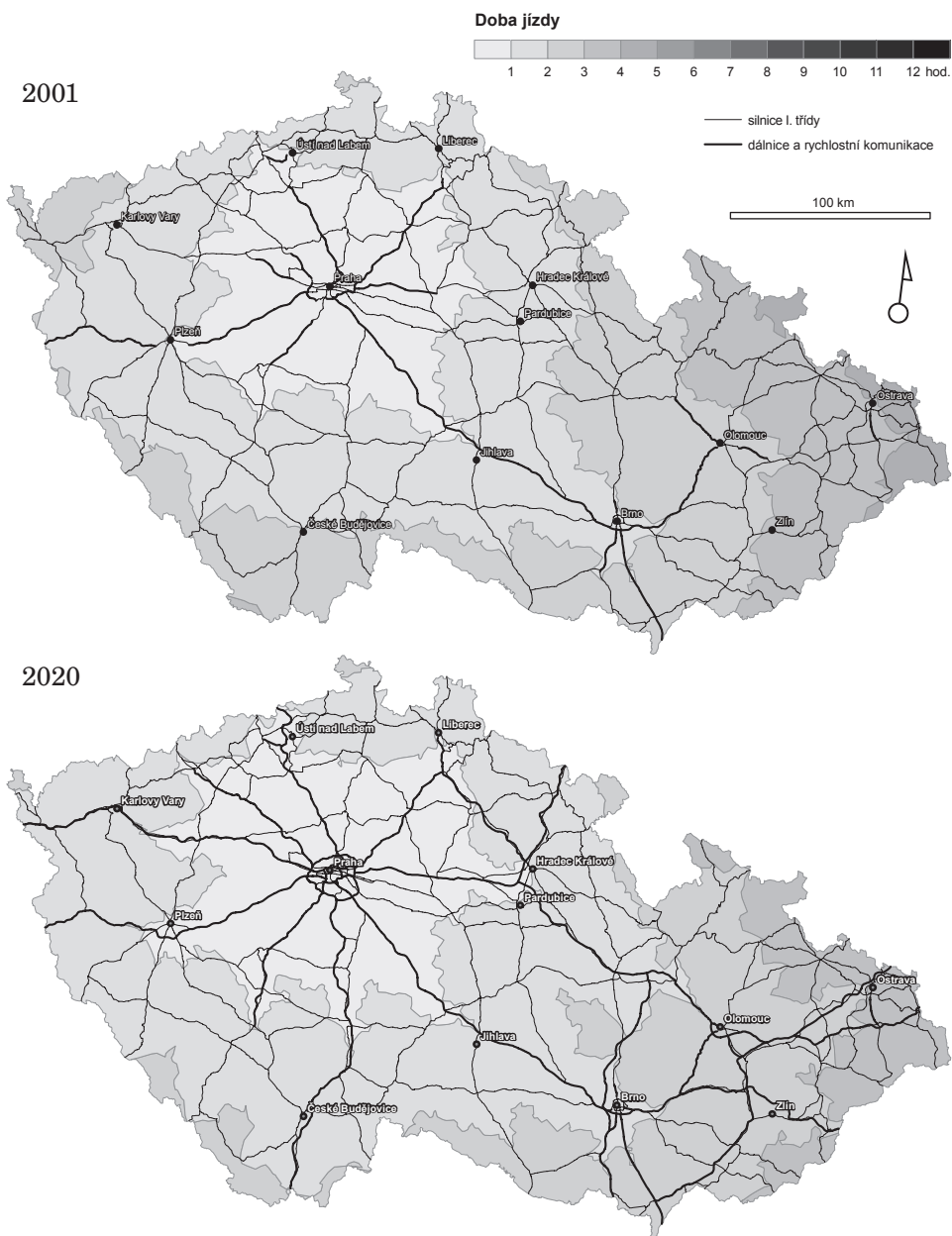
Analýza vývoje dostupnosti v období 1920–2020

Časová dostupnost Prahy v roce 1920 byla ze všech sledovaných období nejvíce vázána na dostupnost vzdálenostní, což bylo dáno především relativně velkou hustotou silnic první třídy. Nejlepší dostupnost měla právě města okolo těchto silnic. Nejhorší dostupnosti v oblasti Čech měly oblasti Ašského výběžku, Českého lesa, výše položených míst na Šumavě a Kaplicku na jihu Čech (6 hodin). Nejvzdálenější oblast Slezského pohraničí byla v tomto období od Prahy vzdálena 11 hodin.



Obr. 3a – Dostupnost Prahy v hodinách v letech 1920 a 1960

V časové dostupnosti v roce 1960 hraje faktor vzdálenosti menší roli než krátce po 1. světové válce, protože jsou od sebe jednotlivé typy komunikací více rychlostně odlišeny. Zkrácení dostupnosti nastalo nejvíce podél všech komunikací I. tříd, které byly povětšinou již zpevněné. Většina oblastí Čech již byla dosažitelná z Prahy do 3 hodin (je možné samozřejmě interpretovat



Obr. 3b – Dostupnost Prahy v hodinách v letech 2001 a 2020

i naopak – Praha byla dostupná z těchto míst). Výjimku tvořily oblasti na jihu Čech, především Českokrumlovsko, Šumava, Novohradsko a dále příhraniční oblasti Tachovska, Domažlicka a Chebska. V Ústeckém kraji bylo možné se dostat do Prahy ze všech velkých měst do 2 hodin. Hůře na tom je město Liberec a pak také především města na Vysočině díky neexistenci přímé komunikace,

Tab. 2 – Dostupnost Prahy z krajských středisek v letech 1920, 1960, 2001 a 2020

Krajské středisko	Dostupnost v min. v roce 1920	Dostupnost v min. v roce 1960	Dostupnost v min. v roce 2001	Dostupnost v min. v roce 2020
Karlovy Vary	186	126	100	70
Plzeň	153	95	58	52
Ústí nad Labem	136	86	54	52
České Budějovice	246	152	124	89
Liberec	200	121	73	61
Hradec Králové	181	114	85	62
Pardubice	181	112	86	68
Jihlava	248	156	70	70
Brno	380	243	111	110
Zlín	548	346	190	160
Olomouc	446	277	151	130
Ostrava	576	360	232	184

Zdroj: Kufner (2010)

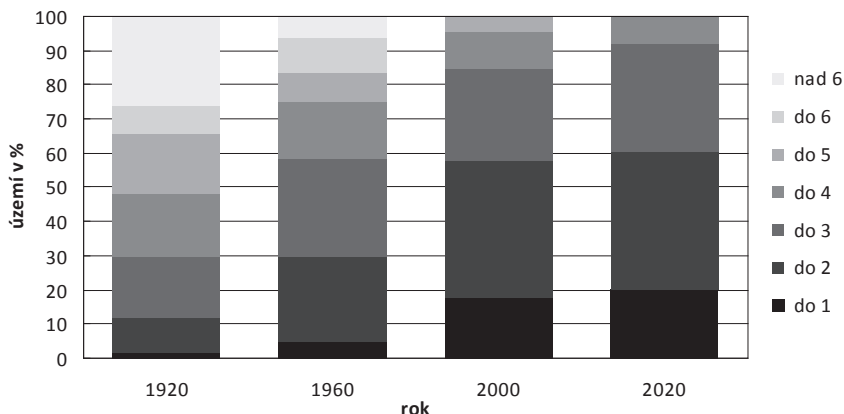
kdy většina cest byla vedena přes Čáslav a Kolín. Stejný problém nastává u největšího moravského města – Brna, které je tak v roce 1960 na úrovni až 4. izochrony a dostává se tak v dostupnosti na úroveň měst jako Zábřeh, Boskovice, Znojmo či Šumperk.

V roce 2001 hrály v dostupnosti Prahy velkou roli již dostavěné dálnice a rychlostní komunikace. Za jedinou hodinu bylo již možné dojet do Jihlavy. Spíše horší dostupnost panovala stále v oblasti Žatecka, Rakovnicka či Sedlčanska.

Díky systému radiálně vedených dálnic a rychlostních silnic bude v roce 2020 možné se dostat téměř kamkoli v Čechách za dvě hodiny a stejně tak téměř celá Morava bude dostupná do tří hodin. Je na místě podotknout, že se jedná o teoretické dostupnosti. Spíše horší časová dostupnost bude v oblastech Milevska, Nepomucka, Pacovska, Čáslavska, Jičínska, Českolipska a severního Plzeňska. Zajímavá je oblast centrální Vysočiny mezi Novým Městem na Moravě, Boskovicemi a Svitavami, která je poměrně vzdálena od napojení na obě kapacitní komunikace, spadující do Prahy (D1 a R35). Více než tři hodiny bude třeba pro dojezd do slezského města Opavy, či do Krnovska.

Zajímavější pohled poskytují změny časových dostupností mezi jednotlivými sledovanými lety. Pro srovnání jednotlivých období byly vytvořeny 3 mapy změn: 1920–1960, 1960–2001, 2001–2020. Všem uzlům byla pomocí funkce *OD Cost Matrix* (extenze *Network Analyst*), přiřazena jejich jízdní doba do Prahy (pro krajská střediska viz tab. 2). Mnoho z desítek tisíc bodů se ve své poloze v různých modelech neshodovalo. Bylo tedy ještě náhodně zvoleno okolo 500 bodů s minimální vzdáleností 10 km od sebe, které následnou interpolací zpřesnili. Rozdíly v hodnotách dostupnosti mezi dvěma sledovanými obdobími byly přidány jako další atribut do databáze.

Pro analýzu dostupnosti území byla použita metoda interpolace IDW. Intervaly byly voleny metodou přirozených zlomů. Z grafu na obrázku 4 je patrné zlepšení dostupnosti celého území Česka. Největší zkrácení vzdáleností je



Obr. 4 – Vývoj dostupnosti území Česka v období let 1920 až 2020 v hodinách. Zdroj: Churaň (2010).

registrováno mezi lety 1920 a 1960, kde došlo ke zlepšení průměrné dostupnosti o více než 100 minut. V roce 1920 byl ještě z jedné třetiny území problém dostat se do Prahy za méně než 5 hodin. O sto let později na stejném území tomu bude již za méně než 2 hodiny.

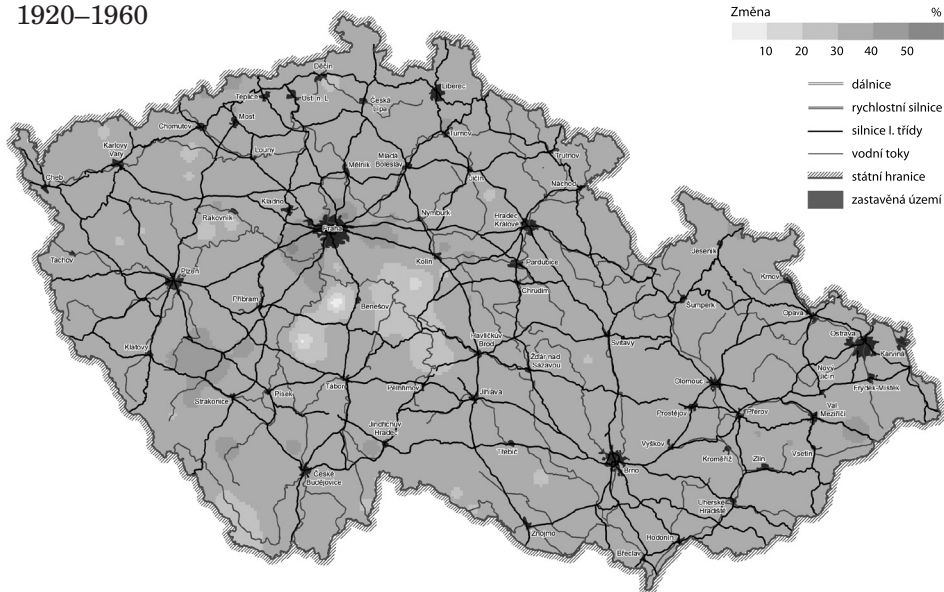
Změna časové dostupnosti území mezi roky 1920 a 1960 (obr. 5) byla způsobena hlavně vylepšováním parametrů silnic a jejich povrchů. Ačkoli došlo k postupným přeznačováním a přerazováním silnic v průběhu času (např. zákonem č. 147/1949 Sb. byly silnice rozděleny na I., II. a III. třídu, toto rozdělení vydrželo až do dnes), samotný rozvoj infrastruktury byl i z důvodu 2. světové války v podstatě minimální. Tehdejší stav silniční sítě byl navíc v konfrontaci s možnostmi vozového parku žalostný (Lídl 2009).

Zlepšení však nastalo postavením několika čtyřproudových úseků silnic I. třídy a obchvatů některých měst – Český Brod, Úvaly. Právě oblast Prahy se proto může pochlubit největší změnou dostupnosti v tomto období. Analýza z jiného střediska by ukázala změnu značně odlišnou.

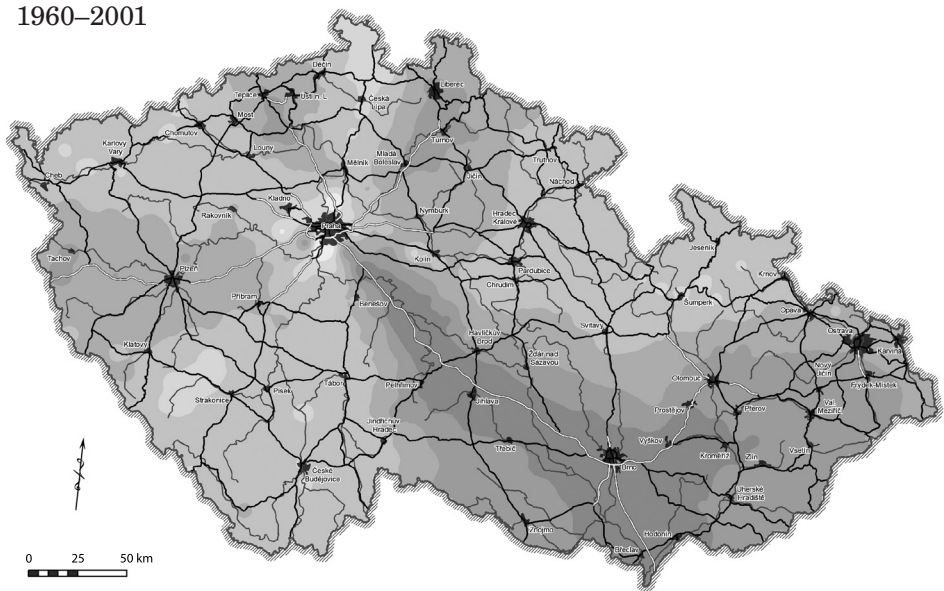
Velká změna dostupnosti však nastala na některých místech ve druhém sledovaném období 1960–2001 (obr. 5). Největší zásluhu má na tomto jevu právě začátek výstavby dálnic a rychlostních silnic. Oblast s největší změnou dostupnosti lze ztotožnit s dlouhým pásem táhnoucím se podél dnešní D1 k Brnu, kde se dělí na dvě větve. První směřuje jižním směrem podél dálnice D2 a druhá pokračuje podél D1 a R46 do Prostějova a podél silnice I/47 až ke Kroměříži. Zlepšení dostupnosti je v těchto místech větší než dvojnásobné. Tato dálnice byla přednostně budována jako dálkové spojení s Brnem. Nepomohla však jen oblastem Brněnska. Zajistila kvalitní dopravní spojení do Prahy i z jiných oblastí jako např. Posázaví (bez dolního) či Jihlavska, kde do té doby chybělo přímé spojení s Prahou. Ty na této stavbě pravděpodobně nejvíce profitovaly. Na dálnici D1 dále navazuje i silnice R52 (spojení do Bratislavy a Vídně), která významně zlepšila dostupnost v oblasti Břeclavska a Hodonínska o více než 50 %, stejně jako prakticky na celé Moravě (kromě oblasti Jeseníků a Svitavska).

Situace v Čechách je značně odlišná. V případě Liberecka a Turnovska pomohla výstavba rychlostní silnice R10 spolu s dostavbou východní části

1920–1960



1960–2001

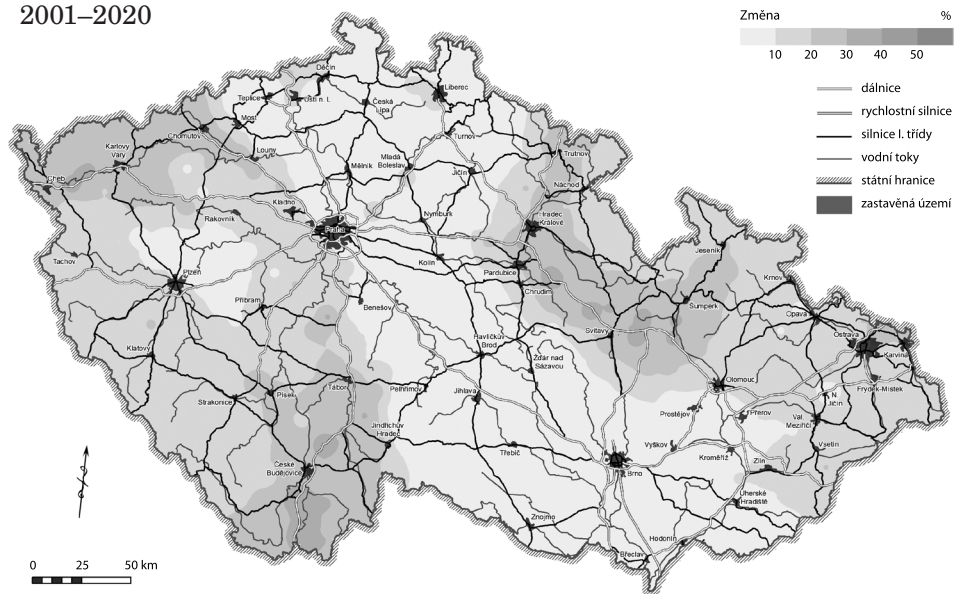


Obr. 5a – Změna dostupnosti Prahy v období 1920–1960 a 1960–2001

obchvatu Prahy a Štěrboholskou radiálou. Tachovsko, jako periferní region, získalo velmi kvalitní spojení s Prahou, stejně jako velká část celého Plzeňského kraje díky dálnici D5 (+ Rozvadovské spojce v Praze), přerušené však v okolí města Plzeň.

Další oblastí se zlepšenou dostupností je Ústecký kraj, kde pomohla výstavba D8 včetně jejího zaústění do Prahy Proseckou radiálou (R8). Zde je největší

2001–2020



Obr. 5b – Změna dostupnosti Prahy v období 2001–2020

změna lokalizována přímo v oblasti města Lovosic, jelikož D8 napřímila průjezd Terezínem na staré silnici. Oblast Děčínska vydělala na zkapacitnění silnice podél Labe z Ústí. Poněkud menší zlepšení je možno registrovat také v oblasti podél D11 a oblastech na ni navazujících (Jičínsko, Polabí). Důvodem je neexistence přímého napojení na některou z pražských radiál a již dříve vybudované silnice I. třídy I/11. Nejmenší změna nastala v jižních Čechách, Pardubickém a Karlovarském kraji, které na dálnici či rychlostní komunikaci v roce 2001 nedosáhly.

V posledním sledovaném období 2001–2020 (obr. 5), které je však také svojí délkou poloviční oproti ostatním, dojde v průměru k nejmenším změnám. Platí, že oblasti s největší změnou lze ztotožnit s oblastmi, které dosáhly nejmenšího zlepšení v předchozím období. Celé území republiky lze totiž rozdělit na 3 oblasti.

První je oblast jihozápadu, kde nastane velká změna dostupnosti v důsledku výstavby dálnice D3 a dále také prostor v pásu od města Chomutov až k Chebu díky výstavbě rychlostní silnice R6 a prodloužení R7.

Druhou naprosto odlišnou oblastí je rozsáhlá oblast od Ústeckého kraje přes Polabí, Vysočinu až na jižní Moravu. Tyto regiony přiblížením ku Praze téměř neprojdou. Je to dáno silniční a dálniční sítí hotovou již v roce 2001 na tomto území.

Poslední oblastí je severovýchod Česka. Z důvodu dostavby komunikace R35 v úseku mezi Hradcem Králové a Mohelnicí, která výrazně napomůže celé severní Moravě. V neposlední řadě také převezme podle některých odborných analýz až 30 % zátěže dálnice D1. Výrazného zlepšení také dosáhne oblast Šumperska a Jesenicka díky plánovanému zkapacitnění silnice I/44. Další přiblíženou oblastí bude Ostravsko díky výstavbě D1 (dříve D47), avšak ta

nepřinese takové zlepšení, jak bylo mohlo být očekáváno, neboť již dříve existovala paralelní komunikace R48. Avšak prodloužení této komunikace až na Polské hranice, spolu se zkapacitněním silnice I/11 v mezi Ostravou a Jablunkovem a napojením tohoto regionu na čtyřproudé komunikace, dojde ke zlepšení dostupnosti i v tomto nejuvzdálenějším (od Prahy) leč hustě zalidněném regionu. Stejný vliv dokončení D1 je možné spatřovat také ve Zlínském kraji.

Diskuze a závěr

Veškeré analýzy dostupností byly prováděny vzhledem k hlavnímu městu Praze a s využitím individuální automobilové dopravy. Pomocí modelů dostupnosti pro každé sledované období byla analyzována časová dostupnost naší metropole ze všech oblastí Česka. Vzhledem k povaze výzkumu je možné celou problematiku i otočit – tedy výsledky interpretovat i jako dostupnost území Česka „z“ Prahy. Dále byla vytvořena metodika pro analýzu změny dostupností mezi sledovanými obdobími. Pro vizualizaci bylo použito izochronických map, v případě změn dostupností s jednoduchou barevnou stupnicí pro snadnější srovnání.

Veškeré historické analýzy narážely na obtížnou dosažitelnost a také následnou digitalizaci starých map. Cílem výzkumu bylo mj. digitalizovat stav silniční sítě vždy po deseti letech. Ani po důkladném prozkoumání možných zdrojů však nebyla například nalezena vhodná podkladová mapa, která by časově pokryla jak desetiletí před druhou světovou válkou, tak právě 40. léta, kdy válka proběhla. To je dáno z velké části tím, že během války probíhalo mapování a aktualizace dat v daleko menší míře než jindy. V rámci tohoto příspěvku a také jeho možnému rozsahu bylo tedy přistoupeno k výběru analyzovaných období pouze na čtyři nejdůležitější.

Důležitým výsledkem výzkumu jsou tedy také elektronické verze dopravních sítí na území Česka. Vzniklé digitální geodatabáze vyplňují existující mezeru mezi vektorovými daty u silniční sítě v minulosti. Databáze je v budoucnu možné rozšířit o údaje o rychlostech či času spojení. Je více atributů, které lze brát v úvahu. Příkladem lze uvést rozdílné rychlosti v intravilánu a extravilánu, zejména v souvislosti s vybudovanými obchvaty, které mají na rychlosti i čas vliv. Dále pak např. stav vozového parku, denní dobu, sklon komunikací (např. Hudeček 2010) apod.

V rámci celého výzkumu budou dále výsledky doplňovány o změnu dostupnosti z jiných významných středisek v Česku a dále o sledování dostupnosti při využití dalších dopravních módů. Pro vhodnější vizualizaci změn dostupnosti je v současné době také vytvářena metodika automatické tvorby radiální anamorfózy, tedy transformace území pomocí GIS.

Literatura:

- GIELISSE, I. E. (1998): Transport infrastructure and regional development: Case Study on the Prague Region. Ph.D. Thesis – first draft version. UK v Praze, PŘF, Praha, 71 s.
- GIULIANO, G. (1995): Land Use Impacts of Transportation Investments: Highways and Transit. In: Hanson, S. (ed.): The Geography of Urban Transportation – second edition. The Guilford Press, London, s. 305–341.

- GUTIÉRREZ, J., GONZÁLES, R., GÓMEZ, G. (1996): The European high-speed train network. *Journal of Transport Geography*, 4, č. 4, s. 227–238.
- HUDEČEK, T. (2008): Model časové dostupnosti individuální automobilové dopravy. *Geografie*, 113, č. 3, s. 140–153.
- HUDEČEK, T. (2010): Dostupnost v Česku v transformačním období. *Edice Geographica*, sv. 4, ČGS, Praha, xxx s.
- HŮRSKÝ, J. (1978): Metody oblastního členění podle dopravního spádu. *Rozpravy Československé akademie věd*, 88, č. 6. Academia, Praha, 96 s.
- CHURAN, R. (2010): Analýza vývoje silniční a dálniční sítě v jednotlivých dekádách 20. století pomocí GIS. *Bakalářská práce. UK v Praze, PŘF, Praha*, 41 s.
- KUFNER, J. (2010): Historicko-geografická analýza dostupnosti Prahy silniční dopravou v období 1918–2020 pomocí GIS. *Bakalářská práce. UK v Praze, PŘF, Praha*, 55 s.
- LÍDL, X. a kol. (2009): *Silnice a dálnice v České republice*, Pragoprojekt, Praha, 376 s.
- RIETVELD, P., BRUINSMA, F. (1998): *Is transport Infrastructure Effective?* Springer, Heidelberg, 375 s.
- SHIMIZU E. (1992): Time-space Mapping Based on Topological Transformation of Physical Map. *Selected Proceedings of the Sixth World Conference on Transportation Research*, č. 1, s. 219–230.
- SPENCE, N., LINNEKER, B. (1994): Evolution of the motorway network and changing levels of accessibility in Great Britain. *Journal of Transport Geography*, 2, č. 2, s. 247–264.
- VOŽENÍLEK, V., STRAKOŠ, V. a kol. (2009): *City Logistics: Dopravní problémy města a logistika*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 193 s.
- Internetové zdroje:
 URL1: Zástavba „polyká“ úrodná pole. *Agris, ČZU v Praze*, <http://www.agris.cz/detail.php?id=158896&iSub=518>, cit. 9. 8. 2010.
 URL2: Česká politika: Vývoj počtu obyvatel. http://www.ceskapolitika.cz/Hospodarstvi/vyvoj_poctu_obyvatelstva.htm, cit. 9. 8. 2010.

S u m m a r y

ACCESSIBILITY OF PRAGUE BY ROADWAY TRANSPORT FROM 1920 TO 2020

This paper outlines part of a research project (GAČR grant – 2010–2012, primary researcher T. Hudeček) that deals with changes in accessibility within Czechia's territory, since the creation of independent Czechoslovakia up until the planned completion of an arterial network of motorways and high-speed roadways. The research includes analyses of accessibility of Prague by different transport modes: roadways (public and individual passenger transport), railways, waterways, and air transport.

The paper presents certain results of an analysis of accessibility by passenger car transportation in four years – 1920, 1960, 2001 and 2020. The Introduction provides a brief description of existing approaches to the topic of accessibility. The next section describes the creation of digital data and accessibility models. The results of our assessments are then presented using, inter alia, isochrone maps and we discuss changes in accessibility throughout the monitored period. The conclusion includes a discussion of possible difficulties and outlines additional applications of the created methodology and the results of this work.

In addition to its primary objective – detailed above, this paper also seeks to create digital data concerning the historical location of roads and the classification of road types. This secondary objective can be considered one of the main assets of the paper. The research includes digitisation of the roadway/motorway network in ten-year intervals that correspond with the Czech Population and Housing Census. In certain periods, however, e.g. around 1940, it was not possible to acquire detailed maps. Therefore, we used maps created – in terms of time – as close as possible to the analysed period. The input maps and other analogue sources were obtained from a variety of institutions, e.g. the Czech Office for Surveying, Mapping and Cadastre, the Military Office for Geography and Hydrometeorology in Dobruška, and the Map Collection of the Faculty of Science of Charles University in Prague.

A new methodology had to be created to cover some aspects of the creation of accessibility models on the basis of the digitised maps. To ensure the comparability of all the periods

monitored, we had to use a universal procedure for certain aspects. For example, road classes and their associated average travel speeds changed several times over the hundred year period. The same was true of the need to unify the level of detail of the digital maps, in order to ensure their comparability.

To create accessibility models, we designated several universal characteristics of a car in motion: constant speed, determined on the basis of the discussion and sources available; constancy of speed for each section; multi-level crossings counted as level crossings, etc. This part of the research poses the advantage of the universal applicability of accessibility models created in this way. The resulting data sets can also be used for monitoring accessibility of other places in Czechia, in contrast to the railway accessibility model, where each model must be independently created for each centre.

By comparing the four monitored periods, we identified territories with the greatest and smallest improvements in accessibility. We analysed changes in accessibility for three eras. First, the period between and after the world wars is characterised by the fact that no construction of high-capacity motorways was initiated (apart from a few exceptions during World War II). From 1920 to 1960, the biggest improvement in accessibility was due to improvements in road surface quality and upgrades to the vehicle fleet.

Second, the period from 1960 to the turn of the millennium is characterised by a partial change in the arterial network of motorways and high-speed roadways. Despite the fact that, as of 2001, not even half of the final length of motorways as planned by the Ministry of Transport had been opened, improvements in time accessibility were significant for many places, especially in terms of percentage. This significant improvement was primarily due to the construction of the arterial D1 motorway, thanks to which arrival time was reduced by 50% for some places (1960–2001).

The third period, from 2001 to the planned completion of the arterial road network in 2020, does not and will not show such a decrease in travel time for passenger cars. This is due to the indicators used – relativity as a percent of accessibility improvement as well as the fact that further construction of motorways merely introduces local improvements in the motorway or high-speed roadway network. For example, the completion of the projected high-speed roadway R35 from Liberec to Hradec Králové and Olomouc will lead to the largest improvement in accessibility in the area of the Labe lowlands. However, it should be noted that we refer to improvements in time accessibility for a theoretically considered means of transport. Traffic congestion, road repairs or road capacity, i.e. the anticipated transfer of up to 30% of vehicles from the D1 motorway and the resulting easier transit along said motorway, were not factored into the accessibility models. On the other hand, there will be clear improvements in areas that had previously not been connected to the motorway – i.e. areas around České Budějovice, Karlovy Vary, Šumperk and Jeseník.

Throughout the monitored period, there are places where travel time improvements reached 75%. The journey from Prague to the easternmost parts of the Czech territory will have decreased from the original 11 hours in 1920 to slightly less than three hours by 2020. The territory of Bohemia along with the Moravian centres of Brno and Olomouc will all fall within an isochrone of two hours by 2020.

The research project that this paper is based on will continue with comparisons between the accessibility of Prague and the accessibility of Czechia's other major centres. It will also focus on changes in accessibility regarding the use of other modes of transport, particularly passenger rail transport. To visualise the results, we will create an isochrone map, as well as a methodology to create automated radial distortion in GIS.

Fig. 1 – Incorrect (two junctions) and correct (one junction) connection of lines and no connection of lines (no junction – lines placed one above the other).

Fig. 2 – Map of Moravia and Silesia by Šolc. Source: archives of the Czech Office for Surveying, Mapping and Cadastre.

Fig. 3 – Accessibility of Prague by roadway transport in hours in 1920, 1960, 2001 and 2020.

Fig. 4 – Changes in accessibility in Czechia in hours, during the period from 1920 to 2020. X axis – year, y axis – percent of Czechia's territory.

Fig. 5 – Change in accessibility of Prague during the periods 1920–1960, 1960–2001 and 2001–2020. In the legend: percentage change, motorway, high-speed roadway, major highway, rivers and streams, state borders, built-up areas

Pracoviště autorů: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, katedra aplikované geoinformatiky a kartografie, Albertov 6, 128 43 Praha 2; e-mail: hudecek@dr.com.

Do redakce došlo 26. 10. 2010; do tisku bylo přijato 10. 6. 2011.

Citační vzor:

HUDEČEK, T., CHURAŇ, R., KUFNER, J. (2011): Dostupnost Prahy při využití silniční dopravy v období 1920–2020. *Geografie*, 116, č. 3, s. 317–334.