

ODHAD EKONOMICKÝCH EFEKTŮ VEŘEJNÉ INFRASTRUKTURY V ÚZEMÍ METODAMI HEDONICKÝCH CEN

Jakub Vorel, Ondřej Gabaš, Daniel Franke, Irena Benešová, Sead-Aldin Kačarevič, Lukáš Makovský

Článek prezentuje výsledky výzkumného projektu, jehož cílem je navrhnout a aplikovat metody oceňování veřejných statků pro účely prostorového plánování. Výzkum se zaměřuje na metody hedonických cen, které využívá k odhadování ekonomických efektů blízkosti stanic metra, železničních stanic, veřejných prostranství, parků, přírodních ploch a školských zařízení. V úvodu jsou představeny různé pohledy na hodnocení veřejných statků a obvykle používané hodnotící metody. Následuje představení teorie, způsobu odhadování a oblastí využití hedonických cen. Článek dále prezentuje výsledky obsáhlé rešerše studií hedonických cen realizovaných v ČR a zejména v zahraničí. Jádrem článku je představení výsledků aplikace metody hedonických cen na hodnocení ekonomických efektů veřejných statků na území hl. m. Prahy a Středočeského kraje. Výsledky ukazují významné lokální ekonomické efekty veřejných statků. Tyto výsledky naznačují výrazný lokální ekonomický efekt veřejných statků, například stanice metra ve vzdálenosti do 600 m zvyšuje cenu nemovitosti o 4,2 %, park ve vzdálenosti do 300 m zvyšuje cenu nemovitosti o 1 % a vyšší podíl přírodních prostor ve vzdálenosti do 800 m od nemovitosti zvyšuje její cenu o 1,2 %. Z analýzy plyne, že i základní škola, kterou navštěvují nadané děti, zvyšuje hodnotu nemovitosti ve svém okolí o 1 %. V závěru jsou uvedeny jak přínosy metod hedonických cen, tak i jejich limity, které vyplývají zejména z omezené datové základny, komplexní provázanosti efektů v území a významné heterogenity vlastností území.

Klíčová slova: veřejné statky, veřejná infrastruktura, valuační metody, hedonické ceny, trh s nemovitostmi, územní rozvoj, statistická regrese

Úvod

Článek prezentuje výsledky výzkumného projektu, jehož cílem je ověřit využití metod hedonických cen pro odhad ekonomické hodnoty těch veřejných statků, které mají zásadní vliv na kvalitu života obyvatel území a jejichž ochrana a rozvoj jsou jedním z důležitých úkolů územního plánování. Územní plánování vytváří územní podmínky pro rozvoj veřejné infrastruktury v území, zejména veřejných prostranství, parků, dopravní infrastruktury a školských zařízení a je primárně odpovědné za optimální alokaci veřejné infrastruktury v území s ohledem na účelné nakládání s veřejnými prostředky.

Z ekonomického hlediska lze veřejnou infrastrukturu považovat za druh veřejného statku [Proag, 2021]. Narozdíl od většiny soukromých statků, jejichž hodnota je určena cenou na volném trhu, veřejné statky nejsou volně obchodované a jejich hodnota není proto tržním mechanismem explicitně určena [Banerjee et al., 2007].

Z důvodu absence trhu pro daný veřejný statek, na kterém by se nabídková funkce reprezentující náklady na jeho realizaci konfrontovala s poptávkovou funkcí reprezentující ochotu obyvatel platit za daný statek, chybí informace o hodnotě statku, o poptávaném množství a v konečném důsledku chybí informace o tom, zda veřejné prostředky byly účelně vynaloženy [Groves a Ledyard, 1977; Walker, 1981].

Nabídka veřejných statků je určena jinými mechanismy, primárně vůlí společenství obyvatel, která se posléze politickými mechanismy promítá do alokace veřejných prostředků pro zajištění veřejných statků. Dle teorie veřejné volby však tento politický mechanismus nezaručuje optimální agregaci preferencí voličů a následně nevede nutně k optimální alokaci veřejných prostředků [Boyne, 1998]. Obecně se ukazuje, že absence tržního ocenění veřejných statků vede k podceňování užítku plynoucího z veřejných statků a následně k jejich suboptimální nabídce [Kuminoff a Pope, 2014].

Článek uvádí různé pohledy na hodnotu veřejných statků, prezentuje obvykle používané hodnotící metody a zaměřuje se především na metody hedonických cen. Metody hedonických cen odhadují ekonomickou hodnotu veřejného statku z míry, s jakou zhodnocuje související soukromé statky. Údaje o ekonomických efektech veřejných statků²⁾ lze využít jako jeden ze vstupů v analýze nákladů a přínosů (CBA) veřejných projektů. Jako příklad lze uvést povinnost žadatelů o grant TIGER, poskytovaný Ministerstvem dopravy USA na výstavbu veřejné infrastruktury, předložit CBA, jejíž součástí je odhad kapitalizace hodnoty plánované výstavby do okolních nemovitostí, který je provedený metodou hedonických cen³⁾ [USDT, 2016].

Odhady kapitalizace veřejné vybavenosti do okolních nemovitostí se rovněž využívají pro stanovení finanční spoluúčasti developerů na financování veřejné infrastruktury (*land-value capture*). Příkladem jsou studie efektů nových tras metra v Londýně [Transport for London, 2017]

1) Projekt „Modely oceňování veřejných statků pro účely prostorového plánování“ finančně podpořený programem TA ČR ÉTA. Projekt je realizován v období 2019–2023.

2) Ekonomický efekt veřejného statku vyjadřuje tu část hodnoty nemovitosti, která je podmíněna existencí souvisejícího veřejného statku. Protože hodnota celé nemovitosti je vyjádřena tržní cenou, jsou ekonomické efekty veřejných statků rovněž vyjádřeny cenou, v tomto případě se však jedná o odhad ceny z celkové tržní ceny nemovitosti.

3) [Office of the Assistant Secretary for Transportation Policy at USDT, 2016]

a ve Varšavě [Medda a Modelewska, 2011], které prokazují jejich významné efekty na ceny okolních nemovitostí.

Metody hedonických cen se, kromě oblasti hodnocení ekonomických přínosů veřejných statků, využívají například k odhadování cen, případně nájmu nemovitostí. Tyto odhady jsou následně využívané bankami při poskytování hypotečních úvěrů [Fahrländer et al., 2021], ale rovněž účastníky trhu, investory a majiteli nemovitostí. Jedním z příkladů je automatizovaný odhad cen rezidenčních nemovitostí na základě denně aktualizovaných výpočtů, který zdarma poskytuje veřejnosti na svém realitním portálu firma Zillow [Krigsman, 2017].

Jinou významnou oblastí využití metod hedonických cen je výpočet daní z nemovitostí, zejména v zemích, kde se základ daně z nemovitosti odvíjí od tržní ceny nemovitostí, například v USA. Často se k tomu účelu používají systémy CAMA (*Computer Assisted Mass Appraisal*), které automaticky odhadují ceny místních rezidenčních nemovitostí pomocí modelů hedonických cen [Wei et al., 2022].

V neposlední řadě se metody hedonických cen používají k oceňování vybraných vlastností nemovitostí za účelem adjustace cenové hladiny nemovitostí, měřených pomocí cenových indexů, o vlivy způsobené změnou těchto vlastností. Výsledný cenový index slouží k přesnějšímu sledování vývoje cen na trhu nemovitostí. Adjustace cenových indexů provádí národní statistické úřady v řadě zemí (např. ONS ve Velké Británii nebo FSO ve Švýcarsku), Silver [2020], ČSÚ [2020], případně jiné organizace, které sledují trh s nemovitostmi, například Hypoteční banka [2022].

Tento článek prezentuje výsledky aplikace metody hedonických cen na odhad hodnot vybraných veřejných statků, které jsou významné pro územní plánování,⁴⁾ konkrétně veřejná prostranství, veřejně přístupné parky, přírodní plochy, zastávky a stanice veřejné dopravy a školská zařízení. Hodnocení výše uvedeného okruhu veřejných statků je pro-

vedeno na území hlavního města Prahy a Středočeského kraje.

Vedle výsledků vlastního výzkumu článek rovněž prezentuje výsledky řady v minulosti realizovaných studií hedonických cen, které slouží jako referenční hodnoty pro validaci výsledků výzkumu a obecně pro oceňování veřejných statků.

Teoretická východiska

Veřejný statek je druh statku, za jehož poskytování neplatí přímo jeho uživatel (například park), případně je poskytován zcela bezplatně (například vzduch). Alokace veřejných statků není obvykle určena trhem, ale jinými alokačními mechanismy. Dále pro veřejné statky platí, že z jejich spotřeby nelze nikoho vyloučit a spotřeba veřejného statku je nerivalitní, tedy spotřeba statku jedním spotřebitelem neomezuje v jeho spotřebě ostatní spotřebitele [Samuelson, 1954; Graves, 2020]. Tyto poslední dvě charakteristiky – nevylučitelnost a nerivalita – platí pouze do určité míry, protože nadměrné využití veřejného statku může nakonec vyústit v jeho znehodnocení. Příkladem je dopravní zácpa nebo lidmi přeplněný park. Také přístup k veřejnému statku může být omezen nebo ztížen takovou prostorovou alokací veřejného statku, jejímž výsledkem je jeho nadměrná vzdálenost od uživatele [Guillouzuic et al., 2021].

Lidé odvozují užitek z veřejných statků různým způsobem. Z přímého užívání veřejného statku vyplývá užitná hodnota. Za přímé užívání se považuje jak využití statku v současnosti, tak plánované využití statku v budoucnosti, a také pouhé zachování možnosti využívat statek v budoucnosti (tzv. opční hodnota). V případě parku může být zdrojem užitné hodnoty pobyt v parku, pohled na park, ochlazování nebo zvýšení vlhkosti prostředí v okolí parku. Dále je důležité odlišit různé skupiny spotřebitelů veřejného statku: obyvatelé přilehlých nemovitostí, obyvatelé celého města a návštěvníky/turisty.

Kromě hodnoty vyplývající z přímého užívání statku může být zdrojem hod-

noty také umožnění využívání statku budoucím generacím (odkazová hodnota) nebo kohokoli jiného (altruistická hodnota) nebo i pouhé zachování statku (existenční hodnota). Tyto hodnoty nazýváme neuzité [Kim et al., 2020].

Ocenění hodnoty veřejného statku lze provést různými způsoby. Kromě přímého ocenění trhem nebo odvození hodnoty veřejného statku z výše nákladů na jeho poskytování, se nabízí dvě skupiny metod, které přistupují k hodnocení veřejných statků odlišným způsobem: metody odhalených preferencí a metody vyjádřených preferencí [Melichar a Ščasný, 2006; Thampapillai a Ruth, 2019].

Metody odhalených preferencí odvozují hodnotu netržního veřejného statku z tržního ocenění jiného tržního statku (tzv. *surrogate market*). Metoda hedonických cen v tomto smyslu odvozuje hodnotu veřejného statku z tržní ceny nemovitosti, která je ovlivněna veřejným statkem [Lang, 2015]. Případné negativní dopady veřejného statku lze ocenit vyšší náklady vynaložených na eliminaci těchto negativních efektů, např. náklady na instalaci protihlukových skel – metoda averzních nákladů. Z pohledu návštěvníka lze hodnotu veřejného statku odvodit od nákladů vynaložených na přepravu k veřejnému statku – metoda cestovních nákladů [Kerkhof et al., 2010].

Výhodou metod odhalených preferencí je, že vycházejí z reálného chování lidí na trhu [Thampapillai a Ruth, 2019]. Metody hedonických cen odhadují část hodnoty nemovitosti, která je podmíněna poskytováním veřejného statku a vyčísľuje tak externalitu z poskytování veřejného statku, které jsou internalizovány do tržní hodnoty nemovitosti [Diamond Jr., 1980; Mcmillen a Redfearn, 2010]. S metodami odhalených preferencí, a tedy i s metodami hedonických cen, jsou ale spojena i některá omezení: především tyto metody odvozují pouze užitnou hodnotu a pouze ve vztahu k uživatelům a vlastníkům nemovitostí a rovněž pouze tu část hodnoty veřejného statku, která se odráží v ceně nemovitosti [de Haan a Diewert, 2013].

4) Prezentované výsledky z důvodu omezeného rozsahu výzkumného projektu nezahrnují dopady všech typů veřejné infrastruktury dle § 10 stavebního zákona. Nezaměřuje se na některé druhy občanského vybavení, dopravní infrastruktury a rovněž opomíjí technickou infrastrukturu. Lze předpokládat, že výzkumem navržené postupy a nástroje bude následně možné využít i na zkoumání efektů ostatních druhů veřejné infrastruktury.

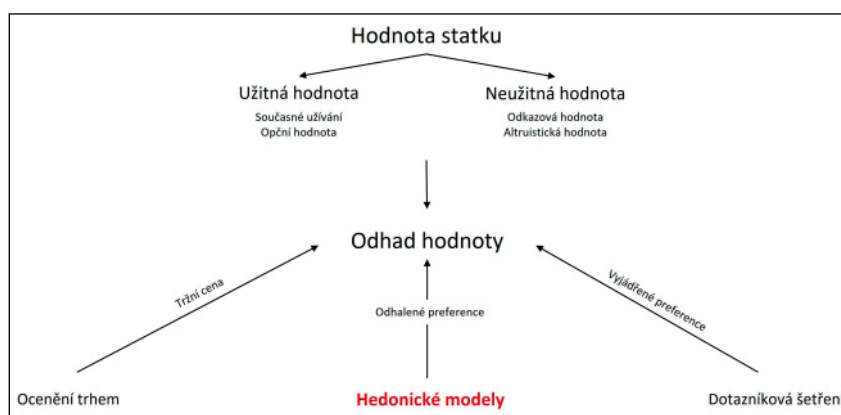
Pokud neexistuje související trh k veřejnému statku, lze využít metody vyjádřených preferencí, mezi které řadíme metody podmíněného hodnocení (*contingent valuation*) a výběrové experimenty (*choice experiments*) [Noonan, 2003]. Tyto metody nevycházejí z tržních cen, ale jsou založeny na dotazníkovém šetření, které respondenty konfrontuje s alternativními hypotetickými scénáři poskytování statku a respondenti ke každému scénáři vyjadřují ochotu zaplatit určitou finanční částku. Odstranění vazby na související tržní statek umožňuje hodnotit užitek veřejného statku pro širší okruh spotřebitelů, pro různé skutečné i hypotetické scénáře poskytování veřejných statků a pro různé typy hodnot veřejných statků včetně hodnot neužitných. Získávání dat dotazováním je však zároveň i slabinou těchto metod, protože respondenti nejsou konfrontováni s reálným veřejným statkem, ale pouze s hypotetickým scénářem a chování respondentů se tak může odlišovat od jejich chování v reálné situaci [Carson et al., 2001; Saz-Salazar et al., 2012].

Rešerše zahraničních studií hedonických cen

Jedním z výsledků výzkumného projektu je obsáhlá rešerše studií hedonických cen v ČR a zejména v zahraničí. Cílem rešerše je upřesnit metodologii, identifikovat vlastnosti nemovitostí, které mají obvykle významný vliv na cenu nemovitosti, upřesnit způsoby měření vlastností a zvolit optimální formu hedonické funkce, získat referenční hodnoty pro validaci a interpretaci výsledků vlastního výzkumu a nalézt inspirativní příklady aplikací modelů hedonických cen v oblasti územního plánování a hodnocení územního rozvoje.

Rešerše obsahuje 180 ekonomických efektů veřejných statků pocházejících ze 39 studií realizovaných v 17 zemích. 25 studií je z evropských zemí a 14 studií z USA a Číny, dvě studie jsou z ČR.

Nejpočetnější aplikační oblastí metody hedonických cen v rešerši je oceňování efektů přírodních ploch a dostupnosti příměstské železnice; mnoho studií bylo rovněž zaměřeno na parky a stanice metra. Z veřejného občanského vy-



Obr. 1: Hodnota statku a její odhad

bavení se studie zaměřují především na vzdělávací zařízení, zejména základní a střední školy. Následující část stručně shrne nejdůležitější výsledky rešerše.

Efekty veřejné dopravy

Veřejná doprava ovlivňuje ceny nemovitostí komplexním způsobem, který propojuje faktory geografické a fyzické s faktory socioekonomickými, demografickými a politicko-administrativními. Protože tyto faktory jsou z velké části specifické pro danou zemi a lokalitu, výsledné efekty studií nekonnvergují k obecně platné hodnotě, ale vyznačují se značnými rozptyly, které odrážejí národní a místní specifika. Tato specifika významně ovlivňují výsledný ekonomický efekt veřejné dopravy na ceny nemovitostí a ztěžují možnost zobecňovat výsledky jednotlivých studií i pro jiné lokality. Zobecnění výsledků jednotlivých studií lze docílit použitím meta-analýz, které shrnují výsledky desítek realizovaných studií, identifikují a kvantifikují zdroje lokálních a národních odlišností v hodnotách efektů.

V oblasti veřejné dopravy byly provedeny dvě významné meta-analýzy. Komplexní meta-analýza provedená na základě 57 studií z USA porovnává efekty vzdálenosti k zastávkám a stanicím různých módů veřejné dopravy [Debrezion et al., 2007]. Navazující meta-analýza rozšiřuje úzký geografický záběr této meta-analýzy o země na dalších kontinentech [Mohammad et al., 2013]. Meta-analýza zahrnuje výsledky 23 studií, které zahrnují asijské a evropské země. Výsledky výše uvedených meta-analýz a řady dalších studií he-

donických cen se shodují v následujících faktorech, které ovlivňují výsledné efekty veřejné dopravy:

- ekonomické efekty veřejné dopravy obecně závisí na celkovém počtu pracovních a komerčních aktivit, které veřejná doprava jako systém zpřístupňuje [Mulley, 2013];
- protože tyto aktivity jsou koncentrované především v centrech měst, je ekonomický efekt ovlivněn vzdáleností od centra [Dubé et al., 2013];
- efekty stanic veřejné dopravy se obvykle zvyšují s rostoucí vzdáleností od centra města, tento vztah však neplatí vždy, především v případech, kdy se na okraji nachází vysokopříjmové skupiny obyvatel, které preferují menší obytnou hustotu a blízkost k otevřené krajině a zároveň nejsou závislé na veřejné dopravě [Cordera et al., 2019];
- hustota osídlení a s tím související prostorová dostupnost veřejné dopravy se významně odráží ve velikosti ekonomických efektů: ekonomické efekty veřejné dopravy jsou v porovnání s USA v průměru o 14,86 % vyšší v evropských zemích, o 15,75 % ve východoasijských zemích a o 12,31 % v asijských zemích především z důvodu vyšší hustoty osídlení [Mohammad et al., 2013];
- velikost efektu závisí na relativní významnosti daného dopravního módu: v případě USA a evropských zemí jsou největší efekty obvykle spojeny s příměstskou železnicí a metrem, v případě jihoamerických zemí s autobusovými tranzitními systémy (*Bus Rapid Transit – BRT*) [Rodríguez a Targa, 2007];
- obecně platí, že relativně malé za-

stoupení veřejné dopravy v dělbě celkového přepravního výkonu má zpravidla za následek relativně malý dopad veřejné dopravy na ceny nemovitostí [Mullely & Tsai, 2016; Filippova & Sheng, 2020];

- efekty veřejné dopravy jsou sníženy dostupností substitutů, zejména dostupností kapacitní komunikace pro automobily, která snižuje efekt veřejné dopravy v průměru o 15 % [Mohammad et al., 2013];
- efekty veřejné dopravy obvykle nejsou monotónní ve vztahu ke vzdálenosti: v těsném okolí veřejné dopravní infrastruktury (do 200 m) převažují negativní vlivy ve formě hluku, intenzivního dopravního provozu a kriminality, pozitivní efekty kulminují až s odstupem od stanic veřejné dopravy [Bowes a Ihlanfeldt, 2001; Debrezion et al., 2007; Mulley, 2013; Hess & Almeida, 2007];
- dostupná parkovací místa v blízkosti stanic a zastávek veřejné dopravy zvyšují prostorový dosah efektů veřejné dopravy [Debrezion et al., 2007];
- efekty veřejné dopravy jsou odlišné u rezidenčních a komerčních nemovitostí: v blízkosti stanic veřejné dopravy jsou její efekty obecně silnější u komerčních nemovitostí v porovnání s rezidenčními nemovitostmi [Mohammad et al., 2013];
- stanice/zastávky s větším počtem cestujících vykazují sice nižší efekty do vzdálenosti 500 m, ale naopak větší prostorový dosah efektů [Debrezion et al., 2007; Mohammad et al., 2013];
- vyšší frekvence spojů zvyšuje efekt stanic veřejné dopravy [Debrezion et al., 2007];
- marginální efekt každé další stanice veřejné dopravy je nižší (platí zákon klesajícího mezního užítku) [Martinez a Viegas, 2009; Debrezion et al., 2007];
- efekty veřejné dopravy nejsou konstantní napříč územím a ve vztahu k jednotlivým socioekonomickým skupinám, důležitá je zejména finanční dostupnost individuální automobilové dopravy a kriminalita, která je obvykle intenzivnější v chudších komunitách [Hess a Almeida, 2007];
- efekty se obvykle odrážejí odlišně v cenách nemovitostí a v cenách nájmů: zatímco nájemník nemovitosti posuzuje okamžitý užitek z veřejného

statku, vlastník nemovitosti posuzuje i veškeré budoucí pravděpodobné změny v okolí, které mohou dlouhodobě ovlivňovat hodnotu nemovitosti [Efthymiou a Antoniou, 2013].

Efekty jsou specifické pro jednotlivé segmenty trhu s nemovitostmi. Segmentace trhu může být dvojí: horizontální (geografická) a vertikální (příjmová) [Bohman a Nilsson, 2016]. Horizontální segmentace vyplývá z prostorové segregace obyvatelstva a projevuje se nestacionárními hodnotami efektů napříč zkoumaným územím a zkoumá se obvykle pomocí lokálních regresních modelů (např. *Geographical Weighed Regression – GWR*).

Vertikální (příjmová) segregace se vyznačuje rozdílnými efekty ve vztahu k jednotlivým příjmovým skupinám obyvatel a obvykle se zkoumá pomocí kvantilových hedonických modelů [Bohman a Nilsson, 2016; Hess a Almeida, 2007; Liao a Wang, 2012]. Vliv vertikální segmentace trhu ukazuje například studie příměstské železnice na cenu nemovitostí v regionu Skåne ve Švédsku. Studie ukázala, že ve vzdálenosti menší než 200 m od stanice jsou ceny nemovitostí oproti nemovitostem ve větší vzdálenosti nižší o 67 % u nejnižší cenové hladiny do desátého percentilu, zatímco pouze o 16 % nižší u cenové hladiny nad devadesátým percentilem [Bohman a Nilsson, 2016]. Ve vzdálenosti větší než 200 m je však efekt ve vztahu k příjmovým skupinám opačný: přiblížením nemovitosti ke stanicí příměstské železnice o 1 km cena nemovitosti roste nejvíce v segmentu nemovitostí nejnižší cenové hladiny o 1,1 % [Bohman a Nilsson, 2016]. Výraznější negativní efekty bezprostředního okolí železničních stanic u nízkopříjmových skupin v porovnání s vysokopříjmovými skupinami obyvatel ukazuje i další studie příměstské železnice v Buffalo, USA [Hess a Almeida, 2007].

Efekty veřejné dopravy se proměňují v čase. Důvodem je postupná korekce původního očekávání v konfrontaci s novou realitou, která se obvykle od původního očekávání výrazně odlišuje. Zveřejnění záměru o realizaci nové infrastruktury je obvykle spojeno s vysokým očekáváním, které se odrazí v růstu cen. Následná realizace a provoz již nevede ke zvýšení cen, ale k jejich

stagnaci nebo dokonce snížení. V jiných případech počáteční malé efekty po zprovoznění nové dopravní infrastruktury byly postupem času zvýšeny postupnou integrací nové infrastruktury do organismu města [Dubé et al., 2013].

Přírodní plochy

Ekonomické efekty přírodních ploch jsou, podobně jako u dopravní infrastruktury, vysoce kontextuální a vyplývají především z různorodosti samotných přírodních ploch. Dvě významné meta-analýzy kvantifikují kontextuální faktory a objasňují významnou část rozptylu výsledných efektů. Meta-analýza efektů přírodních ploch [Bockarjova et al., 2020] analyzuje 803 efektů přírodních ploch z 37 studií realizovaných v evropských, asijských a severoamerických zemích a je proto relevantní i pro Českou republiku. Meta-analýza navazuje na předešlou meta-analýzu [Brander a Koetse, 2011] s tím, že rozšiřuje okruh hodnocených veřejných statků o městské přírodní plochy (les, park, zelené plochy, nezastavěné plochy a zemědělské plochy), vodní plochy a toky. Výsledná parametrizovaná valuační funkce umožňuje ohodnocení přírodních ploch v libovolných existujících i hypotetických kontextech, v tomto případě na hodnocení přírodních ploch v Utrechtu v Holandsku [Bockarjova et al., 2020]. Tento druh přenosu valuační funkce do jiného kontextu bývá označován pojmem *benefit transfer*.

Různorodost přírodních ploch vede mnohé studie k zaměření se pouze na určitý typ přírodních ploch nebo pouze na ty nejvýznamnější a nejatraktivnější [Czembrowski et al., 2016], nejnavštěvovanější [Daams et al., 2019] nebo nejatraktivnější z hlediska internetového průzkumu [Daams et al., 2016; de Vries et al., 2013].

Kromě nepoužívanější metriky, vzdálenosti k nejbližší přírodní ploše, se alternativně využívá obecnějších metrik, zejména indexů dostupnosti, které měří dostupnost všech přírodních ploch v daném území současně a umožňují tak lépe modelovat efekty vyplývající z prostorové distribuce všech přírodních ploch v území [Wu et al., 2017]. Nevýhodou indexů dostupnosti je jejich

obtížná interpretace. Další alternativní metrikou je hustota přírodních ploch, která je vyhodnocovaná v okolí nemovitosti, obvykle do vzdálenosti 1 000 m [Panduro et al., 2016].

V ČR byly pořízeny dvě často citované studie efektů přírodních ploch. Analýza efektů vzdálenosti od městských lesních ploch v Praze [Melichar et al., 2009] zjistila poměrně nevýrazný vliv vzdálenosti k přírodním plochám a navazující studie [Melichar a Kaprová, 2013], která upřesnila efekty přírodních ploch na jednotlivé typy ploch a plošné zastoupení přírodních ploch v okolí nemovitosti.

Z výše uvedených a řady dalších studií obsažených v rešerši vyplývá několik důležitých závěrů:

- vztah přírodní plochy a ceny nemovitosti se kvalitativně mění se vzdáleností: těsné sousedství s přírodní plochou (proximita) vyjadřuje vizuální vztah a také veškeré pozitivní (zejména mikroklimatické, estetické), ale i negativní vlivy, které jsou spojené přímo s využitím vlastní přírodní plochy (zejména hluk, velké množství návštěvníků, parkování, kriminalita); efekty ve větší vzdálenosti jsou spíše ovlivněny dopravní dostupností;
- významnost přírodní plochy, reprezentovaná zejména plošným rozsahem, zesiluje velikost a dosah efektů [Łaszkiwicz et al., 2019; Daams et al., 2016];
- efekt blízkosti k přírodním plochám se může lišit dle sociodemografických charakteristik obyvatel (přítomnost dětí, věk, příjem a vzdělání); podobně jako v případě veřejné dopravy je určující míra segmentace trhu, kdy se zvýšení vzdálenosti od přírodní plochy odráží negativně u všech cenových segmentů nemovitostí, v tomto případě ale především u vyšších cenových hladin [Liao a Wang, 2012; Łaszkiwicz et al., 2019; Fernandez a Bucaram, 2019];
- přírodní plochy jsou svých charakterem, účelem a aktuálním využitím velice heterogenní, především z pohledu významnosti, typu, funkce, velikosti, estetických a přírodních vlastností a využití; studie parků ve Stockholmu například ukazuje, že nejsilnější ekonomické efekty vyplývají z estetických vlastností a sociálních ak-

tivit, které se v přírodní ploše odehrávají, a že ekonomické efekty jsou silnější v případě multifunkčního využití oproti využití monofunkčnímu [Czembrowski et al., 2019];

- efekty městských parků jsou významně ovlivněny bezpečnostními aspekty: studie efektů městských parků v Baltimore v USA ukázala, že parky s podprůměrnou mírou kriminality se vyznačují pozitivním vlivem na ceny nemovitostí na rozdíl od parků s nadprůměrnou kriminalitou [Troy a Grove, 2008];
- efekty nově realizovaných nebo revitalizovaných přírodních ploch se mohou měnit v čase, kdy počáteční kladný efekt po oznámení o realizaci záměru se v době realizace záměru snižuje a konečný efekt závisí na způsobu konečného využití realizovaných přírodních ploch [Noh, 2019].

Školská zařízení

Metody hedonických cen se zaměřují především na ekonomické dopady kvality a prostorové dostupnosti školských zařízení v okolí nemovitosti. Kvalita a dostupnost škol se na ceně nemovitostí odráží především v zemích, ve kterých se striktně uplatňuje administrativní spádovost (např. Čína), a v zemích, ve kterých jsou školy financovány z lokálních rozpočtů, a jejich kvalita se proto odvíjí od bohatství a preferencí lokálních komunit (např. USA). Významu dostupnosti kvalitních škol v těchto zemích odpovídá i velké množství realizovaných studií hedonických cen [Yang, 2004; Brasington a Hite, 2005].

V zemích kontinentální Evropy, ve kterých je školství obvykle financované z centrálních rozpočtů, mimo jiné i s cílem zajistit vyrovnanou kvalitu škol a sociální inkluzi, je studií dopadů kvality škol na ceny nemovitostí méně, a pokud byly pořízeny (Paříž a Oslo), potom ukazují nižší dopady kvality škol na ceny nemovitostí [Fack a Grenet, 2010; Fiva a Kirkeboen, 2008].

Kvalita škol se obvykle standardizuje a uvádí se v násobcích standardní odchylky výsledků testů (skóre). Standardizovaná metrika umožňuje srovnání výsledků různých studií bez ohledu na to, jaký způsob měření kvality jednotlivé studie používají.

Rešerše studií vede k následujícím závěrům:

- pozitivní vztah mezi cenou nemovitosti a kvalitou školy se i přes značný rozptyl výsledných efektů ukazuje jako konzistentní napříč studiemi bez ohledu na použité testovací metricky [Nguyen-Hoang a Yinger, 2011; Gibbons a Machin, 2008];
- efekty kvality a dostupnosti škol jsou nižší, pokud užitek vyplývající ze školského zařízení není vázaný na užívání nebo vlastnictví nemovitosti ve spádovém území školy;
- efekt je specifický pro jednotlivé cenové segmenty trhu.

Shrnutí rešerše

Rešerše ekonomických efektů výše uvedených druhů veřejných statků ukazuje vysoký rozptyl výsledných hodnot. Rešerše ale také ukazuje, že velkou část rozptylu lze vysvětlit konkrétními národními a lokálními specifiky. Uvedené efekty jsou na jednu stranu vysoce kontextuální a následně i hůře zobecnitelné a přenositelné, na druhou stranu lze kontext jednotlivých hodnocení do určité míry popsat a parametrizovat pro přenos do jiného kontextu. Velké množství studií potvrzuje kladné efekty veřejných statků a zároveň identifikuje faktory, které tyto efekty nejvíce ovlivňují.

Rešerše dále ukazuje, že trh s nemovitostmi je z hlediska ekonomických efektů veřejných statků výrazně geograficky a socioekonomicky segmentovaný ve smyslu existence oddělených trhů s odlišnými efekty veřejných statků. Segmentace trhu naznačuje, že domácnosti soutěží o přístup ke kvalitním veřejným statkům prostřednictvím trhu s nemovitostmi [Tiebout, 1956]. Míra soutěžení o dostupnost k veřejným statkům je odlišná u jednotlivých zemí, významná je především v Číně a USA, méně významná v evropských zemích. Tento fenomén otevírá další důležitou oblast uplatnění modelů hedonických cen v oblasti zkoumání příčin a dopadů sociální segregace, které mohou výrazně omezit užitek z veřejných statků pro některé sociální skupiny obyvatel.

Metodologie

Metody hedonických cen jsou založeny na teoretických základech formulovaných Kelvinem Johnem Lancasterem a Sherwinem Rosenem [Lancaster, 1966; Rosen, 1974]. Z pohledu teorie hedonických cen je nemovitost považována za diferencovaný produkt, který se vyznačuje řadou vlastností. Tyto vlastnosti ale nejsou trhem samostatně oceněny a nabízeny, protože trh oceňuje a nabízí pouze nemovitost jako celek.

Funkce hedonické ceny vysvětluje cenu p nemovitosti jako funkci vlastností x nemovitosti:

$$p = f(x);$$

vlastnosti nemovitosti jsou reprezentované vektorem

$$x = (x_1, \dots, x_k).$$

Specifickou vlastností nemovitosti je pevné spojení se zemí. Z neměnné polohy nemovitosti vyplývá, že vlastnosti jejího okolí jsou neoddělitelnou součástí trhem oceňované nemovitosti.

Vlastnosti nemovitostí, které se ukazují být určující pro její cenu, lze zařadit do tří hlavních skupin:

- vlastnosti samotné nemovitosti, zejména podlažní plocha, počet místností, stářím, přítomnost garáže, terasy, soukromé zahrady, podlaží, ve kterém se nachází byt a výhled;
- vlastnosti sousedství včetně socioekonomických vlastností, kriminality, kvality a dostupnosti základního veřejného vybavení, kvality veřejného prostranství, zastoupení přírodních prvků a ploch a environmentálních vlivů, zejména hluku a kvality ovzduší;
- vlastnosti polohy, zejména obecná dopravní dostupnost k pracovním příležitostem a službám (časová dostupnost, náklady na dojíždění atd.), dostupnost centra města, dostupnost otevřené krajiny, dostupnost kapacitních komunikací a zastávek a stanic veřejné dopravy.

Regresní analýza umožňuje z celkové ceny nemovitosti na trhu odhadnout mezní ceny jednotlivých vlastností nemovitosti. Mezní ceny reprezentují ochotu spotřebitele zaplatit za každou dodatečnou jednotku vlastnosti nemovitosti. S ohledem na veřejné statky regresní analýza umožňuje z tržní ceny nemovitosti odvodit mezní ochotu vlastníků a/nebo uživatelů nemovitosti platit za veřejný statek, který s nemovitostí souvisí.

Funkce hedonické ceny může mít různou formu, kdy nejčastěji používané funkční formy jsou lineární, semi-log a log-log. Ekonomická teorie nepředepisuje konkrétní funkční formu, obvykle se volí ta forma, která vede v konkrétní aplikaci k nejkvalitnějšímu modelu.⁵⁾

V případě lineární formy

$$p_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^k \beta_k x_{ki} + \varepsilon_i$$

je cena p_i nemovitosti i reprezentovaná součtem jednotlivých oceněných vlastností x_{ki} nemovitosti, kde k je index vlastnosti nemovitosti a i je index nemovitosti. Koeficienty β_k reprezentují mezní ceny jednotlivých vlastností k nemovitosti a koeficient β_0 , tzv. intercept, reprezentuje ocenění všech vlastností nemovitosti, které nejsou explicitně vyjádřeny proměnnými x_{ki} .

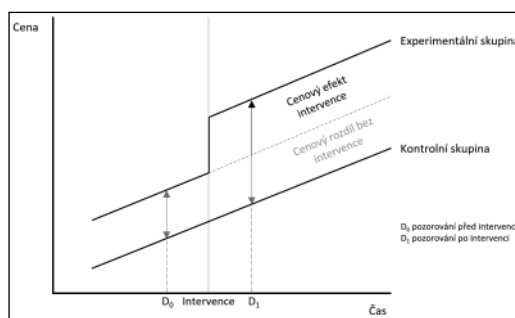
Chyba ε_i reprezentuje odchylku odhadované ceny od skutečné ceny.

Obvykle se pro odhad mezních cen vlastností nemovitosti využívá vzorek cen nemovitostí na trhu za dané území a časový interval. Tyto metody se nazývají průřezové (*cross-sectional*).

Průřezové modely hedonických cen jsou obecně citlivé na vliv opomenutých proměnných (*omitted variables*). Opomenuté proměnné popisují významnou vlastnost území, avšak nejsou v modelu explicitně zastoupeny, obvykle z důvodu chybějících dat nebo obtížné kvantifikace dané vlastnosti. Vlastnosti, které nejsou v modelu explicitně vyjádřeny, se mohou

skrytě promítat do odhadů vlivu ostatních proměnných a jejich odhad vlivu tím zkreslovat. Proto, aby se omezil vliv opomenutých proměnných, používají se alternativní, kvazi-experimentální metody. Jednou z nich je metoda Difference-in-Differences (dále jen Diff-in-Diff), která narozdíl od průřezových metod, neodhaduje vliv veřejného statku napříč celým vzorkem nemovitostí, ale porovnáním vzorku nemovitostí, které byly vystaveny vlivu veřejného statku (tzv. experimentální skupina) se vzorkem nemovitostí, které nebyly vystaveny vlivu veřejného statku (tzv. kontrolní skupina).

Metody Diff-in-Diff se využívají na měření efektů intervencí, kdy je buď vytvořen nový veřejný statek nebo je stávající veřejný statek upraven. Proto jsou ceny nemovitostí v experimentální a kontrolní skupině porovnávány ve dvou časových bodech – těsně před intervencí a těsně po intervencí (viz obr. 2).



Obr. 2: Odhad efektu intervence metodou Difference-in-Differences

Formálně můžeme hedonickou cenu daného statku v regresní funkci Diff-in-Diff vyjádřit koeficientem β_1 , kde p_i je cena nemovitosti i , D binární proměnná označující příslušnost nemovitosti do experimentální skupiny, T binární proměnná označující časové období po intervencí a ε_i odchylka modelované ceny od skutečné ceny nemovitosti

$$p_i = \beta_0 + \beta_1 (T * D) + \beta_2 (T) + \beta_3 (D) + \varepsilon_i.$$

Typickým příkladem intervence měřené metodou Diff-in-Diff je realizace nové stanice metra. Efekt nově realizované stanice metra lze odvodit porovnáním mezních cen nemovitostí v okolí nové stanice (experimentální skupina) po její

5) Kvalita modelů je obvykle posuzovaná na základě indikátorů R2, AIC, BIC, Log-Likelihood. Tyto indikátory vyhodnocují podíl variance cen nemovitostí, který je modelem vysvětlen s tím, že se obvykle penalizuje složitost modelu daná počtem nezávislých proměnných.

realizaci s ostatními nemovitostmi (kontrolní skupina) [Hanck, 2011].

Odhad kauzálního efektu metodou Diff-in-Diff je postaven na předpokladu, že obě srovnávané skupiny měly před intervencí shodný cenový trend, který by zůstal stejný i po intervenci v případě, že by daná intervence nebyla realizována. Pokud je předpoklad shodného cenového trendu splněn, potom statisticky významná odchylka v cenách nemovitostí v experimentální a kontrolní skupině po intervenci prokazuje efekt intervence. V praxi lze existenci společného trendu jednoduše ověřit pouze u intervence, která je tvořena jedním projektem s jedním datem realizace, a to navíc za předpokladu, že existuje datový vzorek v dostatečně dlouhém období před a po intervenci. V případě nesplnění této podmínky se používá metoda tzv. event study, která zkoumá, zda se efekty spojené s intervencí neprojeví ještě před její samotnou realizací. Event study byla aplikována v případě nových stanic linky A metra, které byly zprovozněny už rok po začátku měřené období. Tuto metodu je možné také aplikovat na intervence členěné na více projektů realizovaných v různých časových obdobích, konkrétně pak na výstavbu nových vlakových stanic či obnovy a zakládání parků.

Pro experimentální vyhodnocení ekonomických efektů jsou využity obě v úvodu prezentované metody: průřezové modely hedonických cen a Diff-in-Diff. Obě metody jsou aplikované na vzorek nemovitostí na území hl. m. Prahy, Diff-in-Diff rovněž na území metropolitního regionu, který je vymezen územím hl. m. Prahy a územím Středočeského kraje.

Průřezové modely využívají data o transakčních (prodejních) cenách i o cenách nájmu, Diff-in-Diff modely pouze údaje o cenách nájmu, a to z důvodu nedostatečného počtu realizovaných transakcí nemovitostí v okolí hodnocených intervencí.

Data a software

Analýza hedonických cen je založena na datech transakčních cen a nájmu nemovitostí, které poskytl Dataligence, s. r. o.

Vzorek obsahuje 210 575 transakcí, 537 504 nájmu bytů a 29 855 nájmu domů v období od roku 2014 do roku 2020. Kromě cen tyto údaje obsahují rovněž vlastnosti nemovitostí.

Vlastnosti sousedství a polohy nemovitostí jsou odvozené ze Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED) spravované Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním (ČÚZK) a dále z dat OpenStreetMaps a z dat digitální katastrální mapy Prahy a Středočeského kraje, Registru územní identifikace, adres a nemovitostí (RÚIAN) a dat Územně analytických podkladů (ÚAP) hl. města Prahy a Středočeského kraje.

Další použité datové zdroje jsou: demografická data Českého statistického úřadu, intenzity dopravy v hl. městě Praze (zdroj Technická správa komunikací – TSK), celostátní sčítání dopravy (sdružení CDVAMP, Ředitelství silnic a dálnic – ŘSD), data kriminality (Policie ČR), data hluku (hl. m. Praha, Ministerstvo zdravotnictví ČR) a znečištění ovzduší (Český hydrometeorologický ústav – ČHMÚ).

Veřejná prostranství včetně parků, přírodních a vodních ploch jsou vymezeny na základě dat ÚAP a OpenStreetMaps, údaje o školských zařízeních jsou převzaty z adresáře škol a školských zařízení (Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR – MŠMT ČR) a výkazů o základních školách podle stavu (MŠMT ČR), údaje o stanicích a zastávkách veřejné dopravy z dat ÚAP a dat Pražské integrované dopravy (ROPID). Další data jsou doplněna s ohledem na jejich rozdílnou dostupnost a podrobnost na území hl. města Prahy a území Středočeského kraje.

Data jsou zpracována v prostředí ArcGIS s využitím geoprocessingových nástrojů (často kumulovaných do modelů). Data jsou pro účely projektu uložena v geodatabázi, která obsahuje více než 400 atributů.

V oblasti revitalizace veřejných prostranství je vybráno celkem 89 projektů tříděných do kategorií: opravy uličních prostor, obnovy parků, obnovy repre-

zentativních veřejných prostranství, revitalizace náměstí. Tyto projekty jsou posouzeny z hlediska intenzity a komplexnosti revitalizace a pro analýzu je vybrán projekt revitalizace Heroldových sadů v pražských Vršovicích.

Ekonomické efekty vlastností nemovitostí a jejich okolí včetně souvisejících veřejných statků jsou analyzovány pomocí statistického software R, zejména knihoven `spdep`, `spatialreg`, `sf`, `lmtest`, `tmap` a `car` [R, 2022].

Aplikace a výsledky

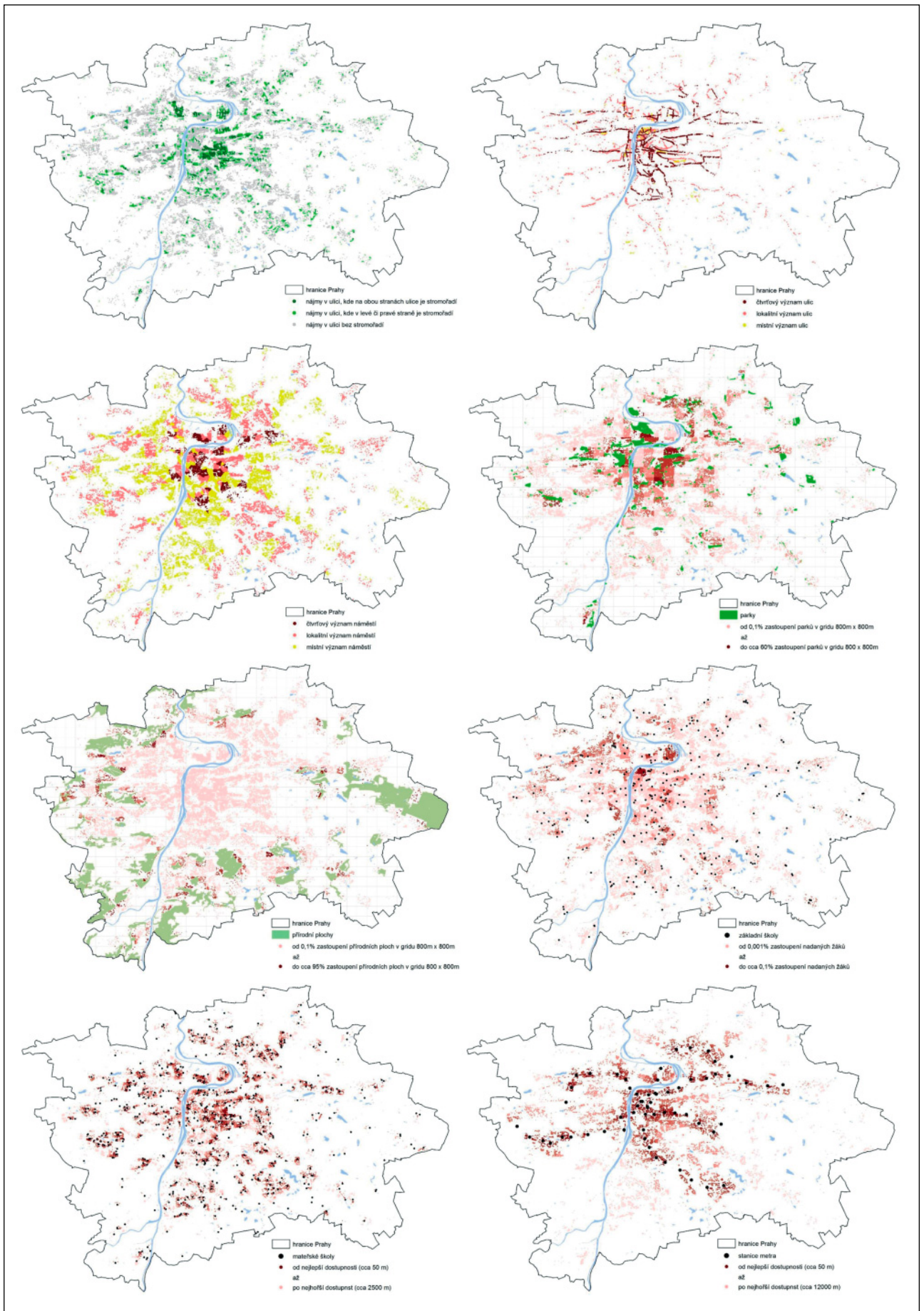
Průřezové modely

Vyhodnocení ekonomických efektů průřezovými modely je omezeno na vzorek nemovitostí, které se nachází na území hl. m. Prahy s cílem plně využít údaje dostupné pouze pro území hl. m. Prahy. Byly vytvořeny dva specifické průřezové modely: první model využívá transakční ceny nemovitostí a druhý ceny nájmu. Hedonické ceny byly odvozeny ze vzorku transakcí 11 216 nemovitostí a vzorku nájmu 4 937 nemovitostí z období 2014 až 2020.

Výsledné modely obsahují celkem 159 proměnných, z toho je 96 indikátorových proměnných, které zachycují průměrnou cenovou hladinu v jednotlivých katastrálních územích⁶⁾ a 26 indikátorových proměnných, které zachycují změny celkové cenové hladiny v čase v rozlišení na kvartály.

Zbylé proměnné popisují vlastní nemovitosti, zejména období výstavby, přítomnost balkonu, terasy, parkovacího místa, garáže, výtahu, užitné plochy, panelové konstrukce a údaje o okolí a polohy nemovitosti, zejména vzdálenost do centra města, hlukovou hladinu, vzdálenost od železniční trati, obytnou hustotu a podíl budov s aktivním parterem v okolí nemovitosti. Tyto proměnné nejsou předmětem výzkumu, ale jsou zahrnuty do modelu, protože vysvětlují velký díl variance cen nemovitostí a očisťují tak výsledné efekty předmětných proměnných od zkrslujících vlivů.

6) Území hl. m. Praha je velice heterogenní a je proto nutné oddělit efekty, které jsou obecně platné pro celé území Prahy od efektů, které jsou specifické pro jednotlivé lokality. Tyto lokálně specifické efekty jsou proto vyhodnocovány pomocí fixních efektů na úrovni katastrálních území.



Obr. 3: Vztah rezidenčních nemovitostí k veřejným statkům

Předmětné proměnné popisují vztah nemovitosti k následujícím veřejným statkům: stromořadí, ulice, náměstí, parkové plochy, přírodní plochy, základní školy, mateřské školky a stanice metra (viz obr. 3).

Průřezové modely umožňují provést odhady efektů sledovaných veřejných statků. Přítomnost uličního stromořadí – jednostranného nebo oboustranného – zvyšuje nájem přílehlající nemovitosti o 1,2 %, není ale prokázán významný vliv na transakční cenu nemovitosti.

Nájem bytu se sníží o 3,6 % a transakční cena o 4,8 %, pokud se byt nachází v ulici čtvrt'ového významu oproti ulici nejnižšího významu a o 1,9 %, respektive o 2,9 %, pokud se byt nachází v ulici lokálního významu. Pravděpodobným zdrojem záporného efektu významných ulic z pohledu bydlení jsou především negativní externality vyplývající z intenzivního dopravního provozu (hluk, znečištění) a nedostatku soukromí. Nižší negativní efekt v segmentu nájemního bydlení naznačuje větší toleranci negativních efektů z hlediska nájemníka, který posuzuje efekty především z krátkodobého hlediska. Důvodem může rovněž být i vyšší koncentrace nájemního bydlení v lokalitách, které jsou více exponované negativním externalitám.

Nájem bytu se zvýší o 5,7 % a transakční cena o 2,2 %, pokud nemovitost přiléhá k náměstí městského významu a zvýší se o 0,4 %, respektive sníží o 1,1 %, pokud přiléhá k náměstí lokálního významu, v obou případech relativně k náměstí nejnižšího významu. Výsledek naznačuje, že prostor významného náměstí je na nájemním a transakčním trhu vnímán odlišně od významné ulice. Důvodem může být jak

vyšší společenský status veřejného prostoru náměstí, tak obvyklá parková úprava náměstí a uzpůsobení prostoru náměstí bytovým aktivitám. Lokální náměstí však vykazuje rozporný vliv a je pravděpodobně více vnímáno jako součást ulice.

Parkové plochy jsou prostranství s převažujícím zastoupením zeleně, případně přírodní plochy, které jsou primárně uzpůsobeny estetickým a rekreačním potřebám obyvatel. Nájem bytu se zvýší o 1,5 % a transakční cena o 0,6 %, pokud se zvýší podíl parkových ploch v okolí 800 m od nemovitosti o 1 %. Výsledek vyjadřuje lokální efekt parkové plochy z hlediska plošného zastoupení v okolí nemovitosti.

Zastoupení přírodních ploch je obdobné parkovým plochám. Nájem bytu se zvýší o 1,2 % a cena o 0,5 %, pokud se o 1 % zvýší podíl přírodních ploch v okolí 800 m od nemovitosti.

Kvalita základní školy se pozitivně odráží v hodnotě spádových nemovitostí. Nájem bytu se zvýší o 1,0 % a transakční cena o 0,8 %, pokud nejbližší základní škola dle výkazu školních matrik vykazuje nadané žáky. Předpokládáme, že škola, která tuto podmínku splňuje, poskytuje vhodné podmínky pro nadané žáky a vyšší kvalita vzdělávacích služeb se nakonec odráží i v cenách nemovitostí. Efekt je přibližně shodný u segmentu nájemního i transakčního trhu.

Dostupnost mateřské školky je zásadní s ohledem na omezené schopnosti pěšího pohybu nejmenších dětí. Nájem bytu se zvýší o 2,3 %, pokud se vzdálenost k nejbližší mateřské školce sníží o 1 %. Efekt vzdálenosti k mateřské školce se

prokázal jako významný pouze u nájemního bydlení, u transakčních cen efekt není významný. Důvodem může být relativně krátké období, po které některý člen domácnosti navštěvuje mateřskou školku a z toho plynoucí malý význam v dlouhodobém uvažování prodávajících a kupujících. Dalším důvodem významnosti pro segment nájemního trhu je fakt, že nájemní bydlení je významnou měrou využíváno mladými domácnostmi, pro které je dostupnost k mateřské školce obvykle významným kritériem při výběru nemovitosti k pronájmu.

Nájem bytu se zvýší o 1,3 % a cena o 2,2 %, pokud se vzdálenost k nejbližší stanici metra sníží o 1 km.

Následující tabulka shrnuje efekty zkoumaných veřejných statků.

Difference-in-Differences

Pro zjištění kauzálního vztahu mezi investicemi do veřejných statků a ceny nemovitostí byly vybrány dva projekty v oblasti dopravní infrastruktury: nové stanice prodloužené linky A metra zprovozněné v roce 2015 a nové stanice příměstské železnice zprovozněné postupně v průběhu let 2014–2020. V oblasti veřejných prostranství je vybrána revitalizace parku, konkrétně projekt revitalizace Heroldových sadů z roku 2017. Analýza využívá data inzerovaných nájmů v období 2014–2020.

Regresní rovnice Diff-in-Diff je definována:

- binární proměnnou D indikující příslušnost nemovitosti ke kontrolní $D = 0$ nebo experimentální $D = 1$ skupině;

Název veřejného statku	Efekty v cenách nájmu (%)	Efekt v cenách transakcí (%)
Uliční stromořadí	1,2	0
Ulice čtvrt'ového významu vůči ulici nejnižšího významu	-3,6	-4,8
Ulice lokálního významu vůči ulici nejnižšího významu	-1,9	-2,9
Náměstí čtvrt'ového významu vůči náměstí nejnižšího významu	5,7	2,2
Náměstí lokálního významu vůči náměstí nejnižšího významu	0,4	-1,1
Zvýšení podílu parkových ploch v okolí 800 m o 1 %	1,5	0,6
Zvýšení podílu přírodních ploch v okolí 800 m o 1 %	1,2	0,6
Kvalita základních škol (vykazuje nadané žáky)	1,0	0,8
Snížení vzdálenosti MŠ se o 1 %	2,3	0,0
Snížení vzdálenosti stanice metra o 1 %	1,3	2,2

Tab. 1: Odhady efektů veřejných statků

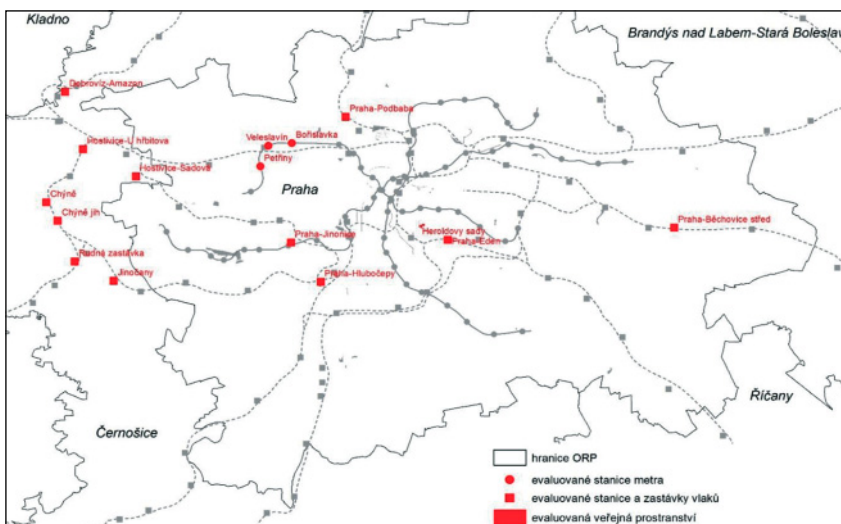
- binární proměnnou T indikující příslušnost nemovitosti k období před intervencí $T=0$ nebo po intervenci $T=1$;
- interakční binární proměnnou $T * D$ indikující příslušnost nemovitosti k experimentální skupině v období po intervenci $T * D = 1$, jejíž příslušný koeficient β_i reprezentuje efekt intervence;
- indikátorovou proměnnou zachycující změnu cen v čase;
- a dále následující charakteristiky budov a lokalit: přítomnost balkonu, užitná plocha bytu/domu, typ domu (byt/rodinný dům), parkovací místo, lodžie, výtah, garáž, terasa, druh vlastnictví bytu/domu, stav objektu (špatný – dobrý – novostavba).

Metro A

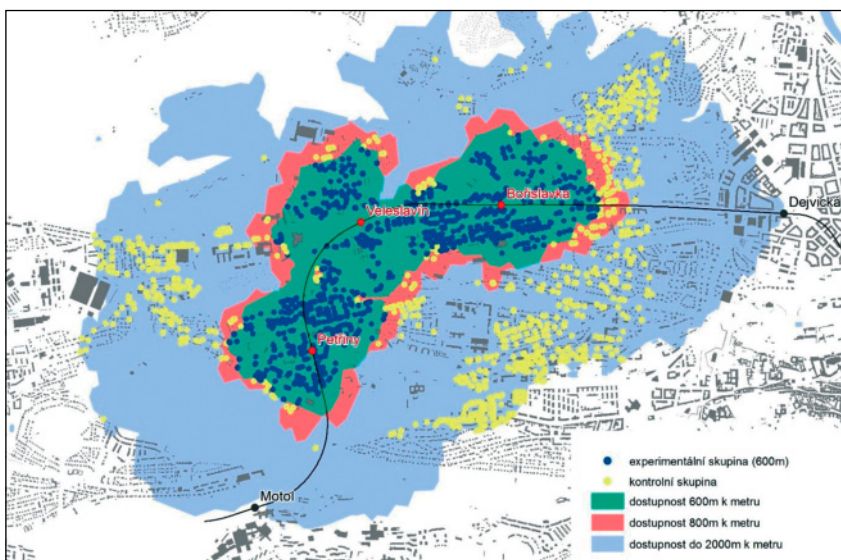
Na prodloužené trase linky A metra byly v roce 2015 otevřeny čtyři nové stanice: Bořislavka, Nádraží Veleslavín, Petřiny a Nemocnice Motol (viz obr. 4). Pro následnou evaluaci jsou vybrány pouze stanice Bořislavka, Nádraží Veleslavín a Petřiny, které se nacházejí v hustě zastavěných lokalitách s převládající funkcí rezidenčního bydlení a disponují proto dostatečně velkým vzorkem transakcí.

Ve vzdálenosti do 2 000 m od každé ze tří stanic se v průměru nachází více než 8 000 nemovitostí, které jsou v měřeném období nabízeny k pronájmu za průměrnou cenu 250 Kč/m².

Za účelem evaluace kauzálního efektu mezi novými stanicemi a nájmy jsou nemovitosti rozděleny do experimentální a kontrolní skupiny na základě vzdálenosti od nejbližší nové stanice prodloužené linky A metra⁷⁾ (viz obr. 5). Zatímco experimentální skupina je definována ve variantách do 600, 800 a 1 000 m od nových stanic, kontrolní skupina je definována ve variantách ve vzdálenosti od 800, 1000 a 1 200 m vždy do maximální vzdálenosti 2 000 m. Mezi hranicí experimentální a kontrolní skupinou je v každé variantě odstup 200 m.



Obr. 4: Stanice a zastávky metra a vlaků testované metodou Difference-in-Differences



Obr. 5: Kontrolní a experimentální skupiny rezidenčních nemovitostí v okolí stanic metra

Aplikace metody Diff-in-Diff na nové stanice linky A metra ukazuje, že v dochozí vzdálenosti do 600 m od nové stanice jsou nájmy o 4,2 % vyšší. Při rozšíření experimentální skupiny na hranici 800 m dochází k nárůstu tohoto efektu na 5,7 %. Efekt nových stanic metra dále roste až do vzdálenosti 1 000 m s naměřeným efektem 5,8 %, další navyšování vzdálenosti však již vede k poklesu statistické významnosti efektů. Statistická významnost efektu se

ztrácí i při zmenšování experimentální skupiny pod hranici 600 m.

Příměstský vlak

Pro analýzu efektů nových stanic příměstské železnice je vybráno třináct nových vlakových stanic⁸⁾ v Praze a ve Středočeském kraji zprovozněných v různých letech v období 2014–2020. Vliv nových stanic na nájmy nemovitostí je odhadnutý na vzorku 14 417 nemovitostí s průměrným nájmem 257 Kč/m².

7) Je vyhodnocováno vždy několik alternativních vymezení experimentální a kontrolní skupiny. Zatímco experimentální skupiny jsou vymežovány vždy v bezprostřední vzdálenosti nových stanic metra (600 m, 800 m a 1 000 m), kontrolní skupiny jsou testovány v různých variantách, např: okolí všech stanic na všech linkách metra, okolí všech stanic mimo pražské centrum, okolí všech stanic mimo pražské centrum na lince B metra, okolí všech stanic v centru, okolí nových stanic linky A metra v navazující vzdálenosti od experimentální skupiny na lince A metra. Nejlepší výsledky vykazuje poslední varianta, kdy kontrolní skupina je vymezena ve vzdálenostech od 800 m, 1 000 m a 1 200 m od nových stanic linky A metra.

8) Nové stanice příměstské železnice: Neratovice sídlíště, Dobrovíz-Amazon, Podbaba, Hostivice-U Hřbitova, Hostivice-Sadová, Chýně, Praha-Běchovice střed, Praha-Eden, Praha-Jinonice, Praha-Hlubočepy, Chýně jih, Jinočany, Rudná.

Vymezení experimentální / kontrolní skupiny	Počet transakcí v experimentální skupině	Počet transakcí v kontrolní skupině	Efekt stanic metra (%)
0–600 m / 800–2 000 m	4 052	3 728	4,2
0–800 m / 1 000–2 000 m	4 625	3 155	5,7
0–1 000 m / 1 200–2 000 m	5 038	2 742	5,8

Tab. 2: Odhady efektů stanic metra

Vymezení experimentální / kontrolní skupiny	Počet transakcí v experimentální skupině	Počet transakcí v kontrolní skupině	Efekt zastávek příměstské železnice (%)
0–600 m / 800–2 000 m	4 026	10 391	2,5
0–800 m / 1 000–2 000 m	6 173	8 244	7,4
0–1 000 m / 1 200–2 000 m	8 772	5 645	0

Tab. 3: Odhady efektů vlakových stanic

Vymezení experimentální / kontrolní skupiny	Počet transakcí v experimentální skupině	Počet transakcí v kontrolní skupině	Efekt parku Heroldovy sady (%)
0–200 m / 400–2 000 m	1 576	5 060	3,1
0–300 m / 600–2 000 m	2 867	3 769	1,0
0–400 m / 800–2 000 m	3 860	2 776	0,0

Tab. 4: Odhady efektů Heroldových sadů

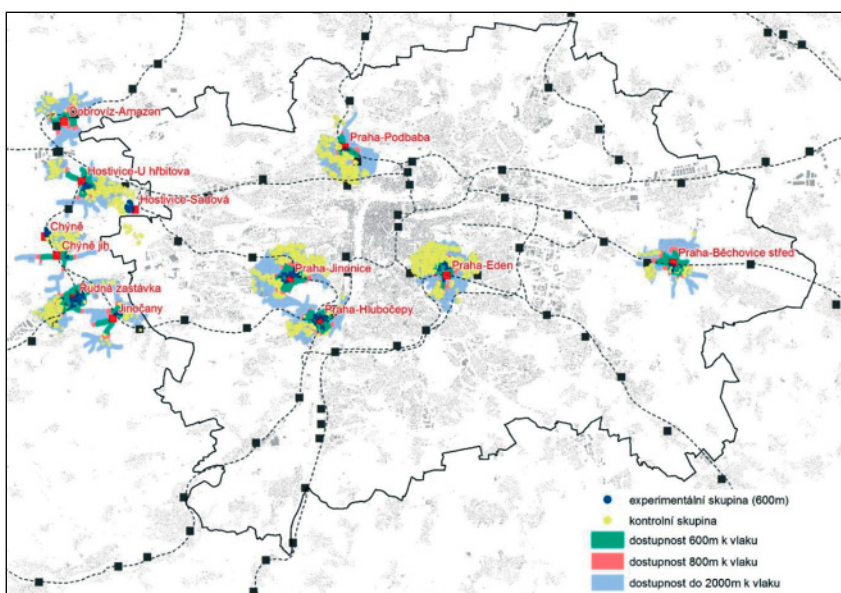
Podobně jako u nových stanic metra jsou experimentální a kontrolní skupiny definovány na základě vzdálenosti od nových stanic vlaku, u experimentální skupiny do 600 m, 800 m a 1 000 m a u kontrolní skupiny navazujících 800 m, 1 000 m a 1 200 m respektive. Vždy je zachován odstup 200 m mezi hranicemi obou skupin.

Nové stanice příměstské železnice mají silnější vliv na cenu nemovitostí v jejich bezprostředním okolí v porovnání s novými stanicemi metra. Jejich vliv je také více ovlivněný vzdáleností nemovitostí od stanic. Největší naměřený efekt 7,4 % na cenu nemovitostí mají vlakové stanice u nemovitostí ve vzdálenosti do 800 m. Naopak ve vzdálenosti do 600 m přítomnost nových stanic zvyšuje nájem pouze o 2,5 %. Efekty stanic příměstské železnice klesají k nulovým hodnotám, pokud je hranice experimentální skupiny navýšena na 1 000 m.

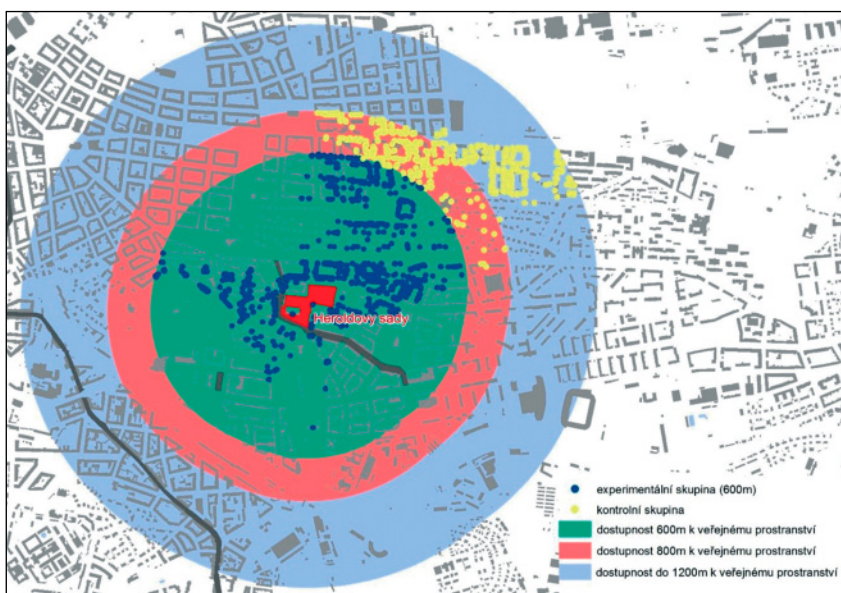
Revitalizace parku Heroldovy sady

Poslední oblastí zkoumanou metodou Diff-in-Diff je revitalizace veřejných prostranství, konkrétně Heroldových sadů v pražských Vršovicích. Heroldovy sady prošly v roce 2017 výraznou proměnou zahrnující změnu povrchů chodníků, umístění nových laviček, veřejných toalet, úprav výsadby a vytvoření reprezentativních prostor. Celkově se užívání parku změnilo od prostoru pro venčení psů k širokému volnočasovému využití pro veřejnost.

Výsledky potvrzují významné efekty u nemovitostí v přímém sousedství s parkem. Změna v kvalitě veřejného



Obr. 6: Kontrolní a experimentální skupiny rezidenčních nemovitostí v okolí vlakových zastávek



Obr. 7: Kontrolní a experimentální skupiny rezidenčních nemovitostí v okolí Heroldových sadů

prostoru zvyšuje nájem o 3,1 % u nemovitostí ve vzdálenosti do 200 m. Při rozšíření experimentální skupiny na vzdálenost do 300 m se již ceny zvyšují o pouhé 1 %. Efekt navíc není statisticky významný. V poslední kategorii s experimentální skupinou do 400 m již ceny nemovitostí nejsou změnou v kvalitě parku ovlivněny.

Souhrnný efekt veřejného statku

Zjištěné ekonomické efekty lze využít pro výpočet ekonomického benefitu plynoucího z intervence (změny veřejného statku) majitelům nemovitostí. Výpočet je proveden v následujících krocích:

- v blízkosti intervence jsou identifikovány rezidenční nemovitosti dotčené intervencí (dle vymezení experimentální skupiny při odhadu efektu);
- Diff-in-Diff modely predikují ceny u všech dotčených rezidenčních nemovitostí;
- predikované ceny dotčených nemovitostí před intervencí jsou upraveny o efekt intervence dle modelu Diff-in-Diff;
- souhrnný efekt intervence v cenách rezidenčních nemovitostí je součtem rozdílu predikovaných cen před a po intervenci u jednotlivých nemovitostí.

Tento postup je aplikován na dva plánované infrastrukturní projekty – novou linku D metra a modernizaci vlakové trati Praha – Kladno. Výpočet souhrnného efektu nových stanic linky D metra je demonstrován na plánovaných stanicích Olbrachtova, Nádraží Krč, Nemocnice Krč, Nové Dvory, Libuš a Písnice. V okruhu do 600 m od těchto stanic je identifikováno celkem 11 050 nemovitostí. Modely Diff-in-Diff predikují průměrné měsíční nájem nemovitostí na základě jejich individuálních vlastností.⁹⁾ Predikované hodnoty jsou poté navýšeny o očekávaný cenový efekt metra 4,2 %. Souhrn efektů za všechny nemovitosti v sousedství je 97,2 milionu korun; o takovou částku se souhrnně zvýší měsíční nájem z nemovitostí v sousedství. Pomocí kapitalizačního součinitele (*yield*)¹⁰⁾ lze přidanou hodnotu z proná-

jmu převést na přidanou tržní hodnotu nemovitostí 2,4 mld. Kč (viz obr. 8).

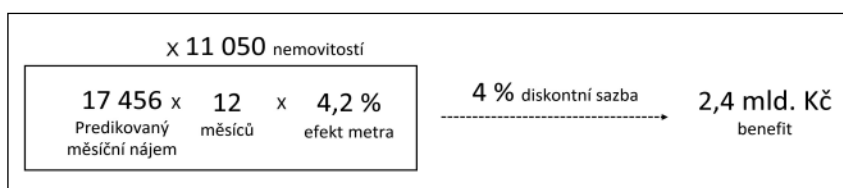
V případě modernizace vlakové tratě Praha–Kladno je uvažováno šest nových vlakových stanic: Praha-Výstaviště, Praha-Liboc, Hostivice-Jeneček, Letiště Václava Havla, Pletený Újezd s celkem 8 279 nemovitostmi ve vzdálenosti do 800 m od stanic (viz obr. 9).

Průměrný měsíční nájem těchto nemovitostí je predikovaný modelem Diff-in-Diff a v roce 2020 činil 16 430 Kč za měsíc. Při průměrném efektu vlakových stanic do 800 m tak přidaná souhrnná hodnota nájmů hodnota činí 120 mil. Kč. Tržní

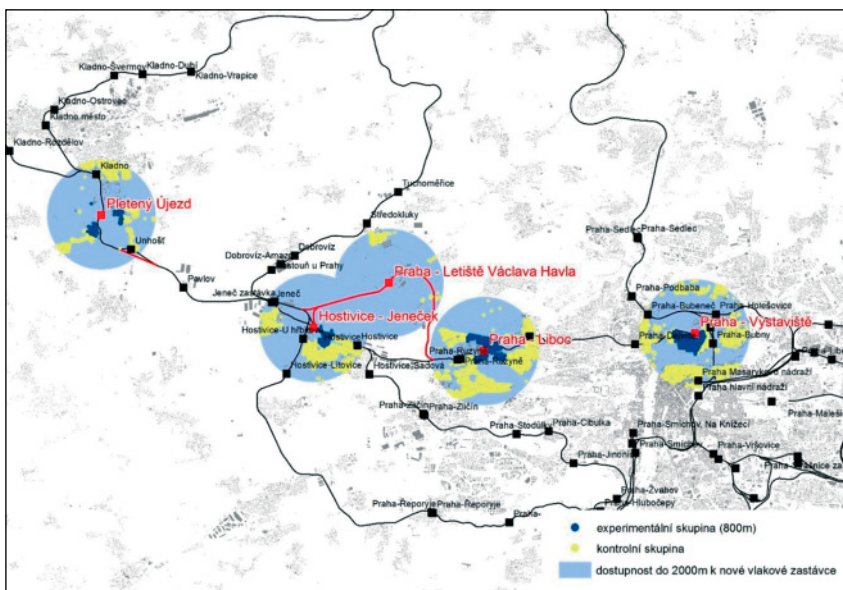
cena vypočtena s pomocí kapitalizačního součinitele dosahuje 3,02 mld. Kč (viz obr. 10).

Diskuse

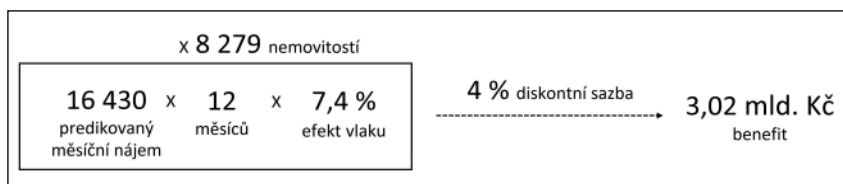
Vytváření a testování modelů hedonických cen se potýká s několika metodologickými výzvami. V případě průřezových modelů se ukazuje, že modely používající fixní efekty vázané na katastrální území nejlépe objasňují efekty veřejných statků a rovněž objasňují největší část celkové variance cen nemovitostí ve srovnání s fixními efekty vázanými na 22 městských obvodů, případně ve srovnání



Obr. 8: Výpočet ekonomického benefitu nových stanic metra D



Obr. 9: Vymezení kontrolní a experimentální skupiny nemovitostí v okolí nových vlakových stanic



Obr. 10: Výpočet ekonomického benefitu nových vlakových stanic

9) Průměrné měsíční nájem byly spočítány ke třetímu kvartálu roku 2020 a činily 17 456 Kč/měsíc, 209 472 Kč/rok.

10) Kapitalizační součinitel, neboli výnos z investice (*yield*), představuje podíl průměrného ročního příjmu z pronájmu a tržní hodnoty nemovitosti. Pro výpočet přidané tržní hodnoty byl uvažován $yield = 4\%$, průměrné hodnoty za rok 2020. Zdroj: <https://www.deloitte.cz/report/residential/>.

s modelem bez fixních efektů. Významnost fixních efektů na úrovni katastrálních území naznačuje vysokou prostorovou heterogenitu vlastností území a z ní vyplývající nutnost kontrolovat v modelu nevyjádřené proměnné na lokální úrovni.

V případě metod Diff-in-Diff se výzkumný projekt potýká s malým počtem vhodných intervencí realizovaných v období 2014–2020, ve kterém jsou k dispozici data cen nemovitostí. Pro testování vlivu nových stanic metra se jako jediné vhodné nabízejí nové stanice prodloužené linky A metra, zprovozněné v roce 2015. Avšak i tento případ poskytuje vzorek nemovitostí pouze z období jednoho roku před intervencí a snižuje tak možnost ověření předpokladu paralelních trendů cenového vývoje před a po intervenci v kontrolní a experimentální skupině. Problém nedostatečného počtu vhodných intervencí z období 2014–2020 se projevuje na výběru pouze devíti realizovaných revitalizačních parků. Počet pěti nových vlakových stanic realizovaných po roce 2014 je naopak relativně uspokojivý.

Kromě nedostatečného počtu intervencí je dalším problémem nízká intenzita intervencí, kdy zejména v případě parků dochází pouze k dílčím úpravám, které nepřinášejí dostatečně významný dopad na ceny okolních nemovitostí. Výjimkou jsou již uvedené Heroldovy sady, kde došlo k obnově parkových povrchů, doplnění nového mobiliáře, instalaci nového osvětlení a obnově zeleně a výsadbě zeleně nové.

Jak průřezové, tak Diff-in-Diff modely jednoznačně potvrzují významné efekty dostupnosti stanic metra. Diff-in-Diff modely navíc potvrzují významný efekt u nových železničních stanic. Efekty dostupnosti autobusové, tramvajové a vlakové dopravy byly rovněž testovány pomocí průřezových modelů, ale jejich efekt na ceny nemovitostí nebyl jednoznačně potvrzen. Lze předpokládat, že kvalitní a dostupná veřejná doprava zvyšuje celkovou cenovou hladinu nemovitostí hl. m. Prahy, ale relativně malé rozdíly v dopravní dostupnosti na území hl. m. Prahy snižují relativní významnost lokálních efektů. Dosavadní výzkum ukazuje na komplexní závislost efektů dostupnosti veřejné dopravy na vzdálenosti od centra Prahy, zatížení okolí nemovi-

losti hlukem a podlažní hustotě v okolí nemovitosti. Lze předpokládat, že významnost autobusové a zejména vlakové dopravy bude potvrzena připravovanými modely pro celý metropolitní region.

V souladu se zahraničními studiemi [Hekkert, 2015] Diff-in-Diff i průřezové modely potvrzují významný cenový dopad proximity parků, respektive jejich plošného zastoupení v sousedství. Naopak, efekty vzdálenosti k nejbližší přírodní ploše nebo ploše parku nebyly jednoznačně potvrzeny, a to i přesto, že dosavadní výzkumy [Melichar a Kaprová, 2013] identifikovaly slabé, ale statisticky významné efekty. Vysoce heterogenní prostředí hl. m. Prahy je pravděpodobně jedním z důvodů, proč je obtížné odvodit efekt, který by byl statisticky významný v celém území hl. m. Prahy.

Efekt vzdálenosti k základním školám v Praze se ukázal jako nevýznamný. Rozdíly v dostupnosti k základním školám na území hl. m. Prahy nejsou natolik významné, aby se odrážely v cenách nemovitostí. Lze očekávat, že efekty dostupnosti základních škol se projeví na úrovni celého metropolitního regionu. V souladu se závěry zahraničních studií se kvalita základních škol ukazuje jako významný faktor.

Závěr

Představené výsledky výzkumu přinášejí konkrétní poznatky o lokálních dopadech veřejných statků na ceny rezidenčních nemovitostí. Předpokládáme, že kvantifikace dopadů a přesnější identifikace dotčených nemovitostí přispěje k informované debatě o optimálním rozsahu poskytovaných veřejných statků, jejich prostorové distribuci a finanční participaci vlastníků dotčených nemovitostí. Výsledky výzkumného projektu by měly pomoci upřesnit ekonomické dopady rozvoje vybraných typů veřejné infrastruktury v území a nepřímou tak přispět ke spravedlivému rozdělení nákladů a užitků mezi aktéry v území a zároveň napomoci nalezení takového řešení, které maximalizuje celospolečenský užitek plynoucí z rozvoje území.

Článek prezentuje odhady ekonomických efektů veřejných prostranství, které jsou dílčím výstupem výzkumného projektu.

Je nutné mít na zřeteli, že výsledky výzkumu jsou odvozené ze vzorku dat, které se vztahují k časově omezenému období, zde 2014–2020, a zároveň je potřeba zdůraznit, že makroekonomické podmínky, poptávka a nabídka na realitním trhu a individuální preference obyvatel se v čase mění. Z tohoto důvodu lze za nejdůležitější výsledek výzkumu pokládat metodologii a softwarové nástroje, které umožní odhady ekonomických efektů veřejných statků průběžně aktualizovat a upřesňovat.

Plánovaným výsledkem výzkumného projektu do konce roku 2023 bude řada modelů hedonických cen, které ověří ekonomické efekty veřejných statků v celém metropolitním regionu hl. m. Prahy. Projekt se v další fázi zaměří na metody, které umožní oddělit efekty vyplývající z vysoké heterogenity území a s tím souvisejících vlivů opomenutých proměnných od efektů veřejných statků, které jsou vlastním předmětem výzkumu. K tomuto účelu budou využité především metody prostorové regrese. Finálním výsledkem projektu bude odborná publikace, která poskytne praktické návody a nástroje pro navazující vzdělávací a výzkumné aktivity v této oblasti.

Tento článek je publikačním výstupem projektu Modely oceňování veřejných statků pro účely prostorového plánování (TL03000695) spolufinancovaného se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu ÉTA 3.

Použité zdroje:

- BANERJEE, A., LAKSHMI, L., SOMANATHAN, R. 2007. Public Action for Public Goods. In: SCHULTZ, T. P., STRAUSS, J. A., ed. *Handbook of Development Economics* [on-line]. 4. vyd. Amsterdam: North-Holland, s. 3117–3154. Dostupné z: doi:[https://doi.org/10.1016/S1573-4471\(07\)04049-1](https://doi.org/10.1016/S1573-4471(07)04049-1).
- BOCKARJOVA, M., BOTZEN, W. J. W., VAN SCHIE, M. H., KOETSE, M. J. 2020. Property price effects of green interventions in cities: A meta-analysis and implications for gentrification. In: *Environmental Science and Policy* [on-line]. **112**. Dostupné z: doi:10.1016/j.envsci.2020.06.024.
- BOHMAN, H., NILSSON, D. 2016. The impact of regional commuter trains on property values: Price segments and income. In: *Journal of Transport Geography* [on-line]. **56**, 102–109. Dostupné z: doi:10.1016/j.jtrangeo.2016.09.003.
- BOYNE, G. A. 1998. *Public Choice Theory and Local Government: A comparative analysis of the UK and the USA* [on-line]. 1. vyd. London: Palgrave Macmillan UK. Dostupné z: doi:10.1057/9780230373099.

- BRANDER, L. M., KOETSE, M. J. 2011. The value of urban open space: Meta-analyses of contingent valuation and hedonic pricing results. In: *Journal of Environmental Management* [on-line]. **92**(10), 2763–2773. Dostupné z: doi:10.1016/j.jenvman.2011.06.019.
- BRASINGTON, D. M., HITE, D. 2005. Demand for environmental quality: A spatial hedonic analysis. In: *Regional Science and Urban Economics* [on-line]. **35**(1), 57–82. Dostupné z: doi:10.1016/j.regsciurbeco.2003.09.001.
- CARSON, R. T., FLORES, N. E., MEADE, N. F. 2001. Contingent valuation: Controversies and evidence. In: *Environmental and Resource Economics* [on-line]. **19**(2), 173–210. ISSN 09246460. Dostupné z: doi:10.1023/A:1011128332243.
- CORDERA, R., CHIARAZZO, V., OTTOMANELLI, M., DELL'OLIO, L., IBEAS, A. 2019. The impact of undesirable externalities on residential property values: spatial regressive models and an empirical study. In: *Transport Policy* [on-line]. **80**(March 2018), 177–187. Dostupné z: doi:10.1016/j.tranpol.2018.04.010.
- CZEMBROWSKI, P., KRONENBERG, J., CZEKIEWICZ, M. 2016. Integrating non-monetary and monetary valuation methods – SoftGIS and hedonic pricing. In: *Ecological Economics* [on-line]. **130**, 166–175 [vid. 2022-01-19]. ISSN 0921-8009. Dostupné z: doi:10.1016/J.ECOLECON.2016.07.004.
- CZEMBROWSKI, P., ŁASZKIEWICZ, E., KRONENBERG, J., ENGSTRÖM, G., ANDERSSON, E. 2019. Valuing individual characteristics and the multifunctionality of urban green spaces: The integration of sociotope mapping and hedonic pricing. In: *PLOS ONE* [on-line]. **14**(3), e0212277–e0212277. ISSN 11111111. Dostupné z: doi:10.1371/JOURNAL.PONE.0212277.
- ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2020. *Ceny sledovaných druhů nemovitostí – 2017–2019 | ČSÚ* [on-line]. 2020. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/123243628/01400620u.pdf/b73ede18-5a17-4c11-961c-c54dcfe79204?version=1.3>.
- DAAMS, M. N., SIJTSMA, F. J., VAN DER VLIST, A. J. 2016. The effect of natural space on nearby property prices: Accounting for perceived attractiveness. In: *Land Economics* [on-line]. **92**(3), 389–410. Dostupné z: doi:10.3368/LE.92.3.389.
- DAAMS, M. N., SIJTSMA, F. J., VENERI, P. 2019. Mixed monetary and non-monetary valuation of attractive urban green space: A case study using Amsterdam house prices. In: *Ecological Economics* [on-line]. **166**(November 2018). Dostupné z: doi:10.1016/j.ecolecon.2019.106430.
- DE HAAN, J., DIEWERT, E. 2013. Hedonic Regression Methods. In: et al. OECD, ed. *Handbook on Residential Property Prices Indices (RPPIs)*. 2013 edition. Luxembourg: Eurostat: Publications Office of the European Union, s. 49.
- DE VRIES, S., BUIJS, A. E., LANGERS, F., FARJON, H., VAN HINSBERG, A., SIJTSMA, F. J. 2013. Measuring the attractiveness of Dutch landscapes: Identifying national hotspots of highly valued places using Google Maps. In: *Applied Geography* [on-line]. **45**, 220–229. Dostupné z: doi:10.1016/J.APGEOG.2013.09.017.
- DEBREZION, G., PELS, E., RIETVELD, P. 2007. The impact of railway stations on residential and commercial property value: A meta-analysis. In: *Journal of Real Estate Finance and Economics* [on-line]. **35**(2). Dostupné z: doi:10.1007/s11146-007-9032-z.
- DIAMOND JR., D. B., 1980. The Relationship between Amenities and Urban Land Prices. In: *Land Economics*. **56**(1), 21–32.
- DUBÉ, J., THÉRIAULT, M., DES ROSIERS, F. 2013. Commuter rail accessibility and house values: The case of the Montreal South Shore, Canada, 1992–2009. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* [on-line]. **54**, 49–66. ISSN 09658564. Dostupné z: doi:10.1016/j.tra.2013.07.015.
- EFTHYMIU, D., ANTONIOU, C. 2013. How do transport infrastructure and policies affect house prices and rents? Evidence from Athens, Greece. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* [on-line]. **52**, 1–22. Dostupné z: doi:10.1016/j.tra.2013.04.002.
- FAK, G., GRENET, J. 2010. When do better schools raise housing prices? Evidence from Paris public and private schools. In: *Journal of Public Economics* [on-line]. **94**(1–2), 59–77 [vid. 2022-01-04]. ISSN 0047-2727. Dostupné z: doi:10.1016/J.JPUBECO.2009.10.009.
- FAHRLÄNDER, S., DANNECK, M., KNIGHT, A. 2021. *What is 'Hedonic Valuation' and how does it factor into Automatic Valuation Models?* [on-line]. 2021. [vid. 2022-08-22]. Dostupné z: <https://www.riics.org/ssa/surveying-profession/global-professional-network/riics-tech-partner-programme/tech-partner-programme-blog/what-is-hedonic-valuation-and-how-does-it-factor-into-automatic-valuation-models/>.
- FERNANDEZ, M. A., BUCARAM, S. 2019. The changing face of environmental amenities: Heterogeneity across housing submarkets and time. In: *Land Use Policy* [on-line]. **83**(April 2018), 449–460. Dostupné z: doi:10.1016/j.landusepol.2019.02.024.
- FIVA, J. H., KIRKEBØEN, L. J. 2008. Does the Housing Market React to New Information on School Quality? In: *SSRN Electronic Journal* [on-line]. [vid. 2022-01-04]. ISSN 1892-753x. Dostupné z: doi:10.2139/SSRN.1130155.
- GIBBONS, S., MACHIN, S. 2008. Valuing school quality, better transport, and lower crime: Evidence from house prices. In: *Oxford Review of Economic Policy* [on-line]. **24**(1), 99–119. Dostupné z: doi:10.1093/OXREP/GRN008.
- GRAVES, P. E. 2020. Externalities, public goods, and property rights revisited: regulations based on traditional B–C analyses are too lax. In: *Journal of Environmental Economics and Policy* [on-line]. **9**(2), 220–226. ISSN 21606552. Dostupné z: doi:10.1080/21606544.2019.1660232.
- GROVES, T., LEDYARD, J. 1977. Optimal Allocation of Public Goods: A Solution to the „Free Rider“ Problem. In: *Econometrica* [on-line]. **45**(4), 783. ISSN 00129682. Dostupné z: doi:10.2307/1912672.
- GUILLOUZOUIC, A., HENRY, E., MONRAS, J. 2021. *Sciences PO Economics Discussion Paper: Local Public Goods and the Spatial Distribution of Economic Activity*. 2021–05.
- HANCK, CH. 2011. Angrist, J. D., Pischke, J. S. (2009): Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion. In: *Statistical papers (Berlin, Germany)*. **52**(2), 503.
- HECKERT, M. 2015. *A Spatial Difference-in-Differences Approach To Studying the Effect of Greening Vacant Land on Property Values*.
- HESS, D. B., ALMEIDA, T. M. 2007. Impact of proximity to light rail rapid transit on station-area property values in Buffalo, New York. In: *Urban Studies* [on-line]. **44**(5–6), 1041–1068. Dostupné z: doi:10.1080/00420980701256005.
- HYPOTEČNÍ BANKA, 2022. *HB Index: Nemoovitosti v prvním čtvrtletí zdražují stejným tempem jako v loňském roce* [on-line]. Dostupné z: <https://www.hypotecnibanka.cz/o-bance/pro-media/hb-index/hb-index-nemovitosti-v-prvnim-ctvrtletii-1/>.
- KERKHOF, A., DRISSEN, E., UITERKAMP, A. S., MOLL, H. 2010. Valuation of environmental public goods and services at different spatial scales: A review. In: *Journal of Integrative Environmental Sciences* [on-line]. **7**(2), 125–133. ISSN 1943815X. Dostupné z: doi:10.1080/19438151003709832.
- KIM, H. Y., MCLAREN, K. R., WONG, K. K. G. 2020. *Valuation of public goods: an intertemporal mixed demand approach* [on-line]. B.m.: Springer Berlin Heidelberg. ISBN 0123456789. Dostupné z: doi:10.1007/s00181-019-01734-0.
- KRIGSMAN, M. 2017. *Zillow: Machine learning and data disrupt real estate | ZDNET* [on-line] [vid. 2022-08-22]. Dostupné z: <https://www.zdnet.com/article/zillow-machine-learning-and-data-in-real-estate/>.
- KUMINOFF, N. V., POPE, J. C. 2014. Do „capitalization effects“ for public goods reveal the public's willingness to pay? In: *International Economic Review* [on-line]. **55**(4), 1227–1250. ISSN 14682354. Dostupné z: doi:10.1111/iere.12088.
- LANCASTER, K. 1966. A New Approach to Consumer Theory. In: *Journal of Political Economy*. **74**(2), 132–157.
- LANG, C. 2015. The dynamics of house price responsiveness and locational sorting: Evidence from air quality changes. In: *Regional Science and Urban Economics* [on-line]. **52**, 71–82. ISSN 18792308. Dostupné z: doi:10.1016/j.regsciurbeco.2015.02.005.
- ŁASZKIEWICZ, E., CZEMBROWSKI, P., KRONENBERG, J. 2019. Can proximity to urban green spaces be considered a luxury? Classifying a non-tradable good with the use of hedonic pricing method. In: *Ecological Economics* [on-line]. **161**, 237–247. Dostupné z: doi:10.1016/J.ECOLECON.2019.03.025.
- LIAO, W. CH., WANG, X. 2012. Hedonic house prices and spatial quantile regression. In: *Journal of Housing Economics* [online]. **21**(1), 16–27. Dostupné z: doi:10.1016/j.jhe.2011.11.001.
- MCMILLEN, D. P., REDFEARN, CH., L. 2010. Estimation and Hypothesis Testing for Nonparametric Hedonic House Price Functions. In: *Journal Of Regional Science* [on-line]. **50**(3), 712–733. Dostupné z: doi:10.1111/j.1467-9787.2010.00664.x.
- MEDDA, F. R., MODELEWSKA, M. 2011. *Land value capture as a funding source for urban investment: the Warsaw metro system*.
- MELICHAR, J., KAPROVÁ, K. 2013. Revealing preferences of Prague's homebuyers toward greenery amenities: The empirical evidence of distance-size effect. In: *Landscape and Urban Planning* [on-line]. **109**(1), 56–66. Dostupné z: doi:10.1016/j.landurbplan.2012.09.003.
- MELICHAR, J., ŠČASNÝ, M. 2006. Introduction to Non-Market Valuation Methods and Critical Review of Their Application in the Czech Republic. In: MELICHAR, J., ŠČASNÝ, M. ed. *Development of the Czech society in the European Union. Part V: Nonmarket valuation methods in environmental area*. Prague: Matfyzpress, s. 43–94.
- MELICHAR, J., VOJÁČEK, O., RIEGER, P., JEDLIČKA, K. 2009. Application of Hedonic Price Model in the Prague Property Market Theoretical principles of hedonic price method [on-line]. Dostupné z: <http://www.reality.cz>.

- MOHAMMAD, S. I., GRAHAM, D. J., MĚLO, P. C., ANDERSON, R. J. 2013. A meta-analysis of the impact of rail projects on land and property values. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* [on-line]. **50**, 158–170. Dostupné z: doi:10.1016/j.tra.2013.01.013.
- NGUYEN-HOANG, P., YINGER, J. 2011. The capitalization of school quality into house values: A review. In: *Journal of Housing Economics* [on-line]. **20**(1), 30–48. Dostupné z: doi:10.1016/J.JHE.2011.02.001.
- NOH, Y. 2019. Does converting abandoned railways to greenways impact neighboring housing prices? In: *Landscape and Urban Planning* [on-line]. **183**(November 2018), 157–166. Dostupné z: doi:10.1016/j.landurbplan.2018.11.002.
- NOONAN, D. S. 2003. Contingent valuation and cultural resources: A meta-analytic review of the literature. In: *Journal of Cultural Economics* [on-line]. **27**(3–4), 159–176. ISSN 08852545. Dostupné z: doi:10.1023/A:1026371110799.
- OFFICE OF THE ASSISTANT SECRETARY FOR TRANSPORTATION POLICY AT USDT. 2016. *TIGER 2016: Preparing a BenefitCost Analysis* [on-line]. 2016. Dostupné z: https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/TIGER_BCA_Webinar%202016.pdf.
- PANDURO, T. E., JENSEN, C. U., LUNDHEDE, T. L., THORSEN, B. J. 2016. Estimating demand schedules in hedonic analysis: The case of urban parks. In: *IFRO workingpapers* [on-line]. **6**. Dostupné z: http://okonomi.foi.dk/workingpapers/WPpdf/WP2016/IFRO_WP_2016_06.pdf.
- PROAG, V. 2021. Infrastructure as Public or Private Goods. In: *Infrastructure Planning and Management: An Integrated Approach* [on-line]. Cham: Springer, s. 469–497. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-030-48559-7_17.
- R, [b.r.]. *R: What is R?* [on-line] [vid. 2022-08-30]. Dostupné z: <https://www.r-project.org/about.html>.
- RODRÍGUEZ, D. A., TARGA, F. 2007. Value of accessibility to Bogotá's bus rapid transit system. [on-line]. **24**(5), 587–610. Dostupné z: doi:10.1080/0144164042000195081.
- ROSEN, S. 1974. Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. In: *Journal of Political Economy*. **82**(1), 34–55.
- SAMUELSON, P. A. 1954. The Pure theory of Public Expenditure. In: *The Review of Economics and Statistics*. **36**(3), 3–30. ISSN 0895-3309.
- SAZ-SALAZAR, S. D., GARCÍA-MENÉNDEZ, L., FEO-VALERO, M. 2012. Meeting the environmental challenge of port growth: A critical appraisal of the contingent valuation method and an application to Valencia Port, Spain. In: *Ocean and Coastal Management* [on-line]. **59**, 31–39. ISSN 09645691. Dostupné z: doi:10.1016/j.ocecoaman.2011.12.017.
- SILVER, M. 2020. *Report to the Swiss Federal Statistical Office (FSO) on two hedonic models: the residential property (house) price index (RPPI) and the rent price index (RPI)* [on-line]. Dostupné z: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/en/home/statistics/prices/surveys/imp/assetdetail.14966772.html>.
- THAMPAPILLAI, D. J., RUTH, M. 2019. *Environmental Economics: Concepts, Methods and Policies. 1st Edition*. Abingdon, Oxon: Routledge Taylor & Francis Group.
- TIEBOUT, CH. M. 2015. A Pure Theory of Local Expenditures. [on-line]. **64**(5), 416–424. Dostupné z: doi:10.1086/257839.
- TRANSPORT FOR LONDON. 2017. *Land value capture: Final report* [on-line]. 2017. Dostupné z: https://www.london.gov.uk/sites/default/files/land_value_capture_report_transport_for_london.pdf.
- TROY, A., GROVE, J. M. 2008. Property values, parks, and crime: A hedonic analysis in Baltimore, MD. In: *Landscape and Urban Planning* [on-line]. **87**(3), 233–245. Dostupné z: doi:10.1016/j.landurbplan.2008.06.005.
- WALKER, M. 1981. *A Simple Incentive Compatible Scheme for Attaining Lindahl Allocations*.
- WEI, C., FU, M., WANG, L., YANG, H., TANG, F., XIONG, Y. 2022. The Research Development of Hedonic Price Model-Based Real Estate Appraisal in the Era of Big Data. In: *Land* [on-line]. **11**(3), 334. ISSN 2073-445X. Dostupné z: doi:10.3390/land11030334.
- WU, CH., YE, X., DU, Q., LUO, P. 2017. Spatial effects of accessibility to parks on housing prices in Shenzhen, China. In: *Habitat International* [on-line]. **63**, 45–54. Dostupné z: doi:10.1016/j.habitatint.2017.03.010.
- YANG, D. T. 2004. Education and allocative efficiency: Household income growth during rural reforms in China. In: *Journal of Development Economics* [on-line]. **74**(1), 137–162. ISSN 1540231747. Dostupné z: doi:10.1016/j.jdeveco.2003.12.007.

doc. Ing. arch. Jakub Vorel, Ph.D.

✉ vorel@fa.cvut.cz

Ing. Daniel Franke, Ph.D.

doc. Ing. Irena Benešová, Ph.D.

Ústav prostorového plánování
Fakulta architektury ČVUT v Praze

Ondřej Gabaš, MS

Sead-Aldin Kačarevič, MS

Institut plánování a rozvoje hl. m. Prahy

Ing. arch. Lukáš Makovský, MA

Dataligence, s. r. o.

ENGLISH ABSTRACT

Estimation of the economic effects of public infrastructure by methods of hedonic pricing, by Jakub Vorel, Ondřej Gabaš, Daniel Franke, Irena Benešová, Sead-Aldin Kačarevič and Lukáš Makovský

This article describes the results of a research project the aim of which was to propose and apply methods of pricing of public possessions for the purpose of spatial planning. The research has focused on hedonic pricing methods, using these to estimate the economic effects of the proximity of metro stops, railway stations, public zones, parks, natural areas and school facilities. The opening part comments on various approaches to the evaluation of public estate and the methods usually used for evaluation. A description of the theory, ways of estimation and domains of use of hedonic pricing is followed by the results of an extensive survey of studies in hedonic pricing in the Czech Republic and abroad. The main part of the article deals with the application of hedonic pricing and the evaluation of its economic effects on public possessions in the city of Prague and the Region of Central Bohemia. The results show significant local economic impacts of these methods. The results indicate significant local economic effects of public possessions, for example a metro station within 600m of a property increases its value by 4.2%, the presence of a park within 300m increases the property price by 1%, and an increase in the proportion of natural areas within 800m of the property increases its value by 1.2%. The analysis also indicates that a primary school that reports gifted pupils on its register increases the value of properties in that school's district by 1%. Besides benefits, the final part of the article enumerates limitations arising mainly from a lack of data available, complex interconnection of effects and significant heterogeneity in the qualities of territories.