

# VLIV KLIMATICKÝCH PODMÍNEK NA CYKLISTICKOU DOPRAVU V PARDUBICÍCH A OKOLÍ S VAZBOU NA UDRŽITELNOST TOHOTO DOPRAVNÍHO MÓDU

## THE INFLUENCE OF THE CLIMATIC CONDITIONS ON THE BICYCLE TRANSPORT IN PARDUBICE AND SURROUNDINGS WITH RELATION ON THE SUSTAINABILITY OF THIS MODE OF TRANSPORTATION

Barbora Antonová, Jan Chocholáč, Kateřina Pojkarová, Ivo Drahotský<sup>1</sup>

---

*Anotace: Článek se zabývá fenoménem současné doby, a to cyklistickou dopravou, která je považovaná za nástroj udržitelné dopravy. Je důležité si uvědomit, že cyklistika není menšinový trend, ale plnohodnotná forma dopravy, která je úzce propojená s ostatními druhy dopravy. V článku je zkoumána vazba mezi počtem cyklistů, kteří využívají cyklistickou dopravu v Pardubicích a změnou klimatických podmínek.*

*Klíčová slova: udržitelná doprava, cyklistická doprava, klimatické podmínky.*

*Summary: The article deals with cycling which is the phenomenon of the present. Cycling is seen as a means of sustainable transport now. It is very important to respect that the cycling is not a minority trend, but a full-fledged form of transport, which is closely connected to other modes of transport. The paper explores the correlation between the number of cyclist who use cycle routes in Pardubice and changing weather conditions.*

*Key words: sustainable transport, cycling, weather conditions.*

### ÚVOD

Udržitelná doprava se v posledních letech stala často skloňovaným pojmem především v kontextu s globálními změnami klimatu. Zlepšování kvality života lidí, hospodářský rozvoj a ochrana životního prostředí pro současné i budoucí generace jsou základními principy současného konceptu udržitelného rozvoje. Světová komise pro životní prostředí a rozvoj (1987) obecně definuje trvale udržitelný rozvoj takto: „Udržitelný rozvoj je takový rozvoj,

---

<sup>1</sup> Ing. Barbora Antonová, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Tel.: +420 466 036 386, E-mail: [barbora.antonova@student.upce.cz](mailto:barbora.antonova@student.upce.cz)

Ing. Jan Chocholáč, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Tel.: +420 466 036 382, E-mail: [jan.chocholac@upce.cz](mailto:jan.chocholac@upce.cz)

Ing. Kateřina Pojkarová, Ph.D., Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Tel.: +420 466 036 395, E-mail: [katerina.pojkarova@upce.cz](mailto:katerina.pojkarova@upce.cz)

doc. Ing. Ivo Drahotský, Ph.D., Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Tel.: +420 466 036 429, E-mail: [ivo.drahotsky@upce.cz](mailto:ivo.drahotsky@upce.cz)

který zajistí potřeby současných generací, aniž by bylo ohroženo splnění potřeb generací příštích, a aniž by se to dělo na úkor jiných národů.“

Definice udržitelné dopravy zahrnuje specifické problémy tohoto odvětví. Jak je definováno Evropskou radou ministrů dopravy (ECMT) (2004), udržitelná doprava má následující charakteristiky:

- umožňuje základní přístup a rozvojové potřeby jednotlivců a organizací, které mají být splněny v souladu se zdravím člověka a udržení ekosystému, a podporuje rovnost uvnitř a mezi po sobě jdoucími generacemi,
- je cenově dostupná, funguje spravedlivě a účinně, nabízí výběr způsobu dopravy a podporuje konkurenceschopné ekonomiky stejně jako vyvážený regionální rozvoj,
- omezuje emise a odpady v rámci možností planety, aby je absorbovala, využívá obnovitelné zdroje energie, používá neobnovitelné zdroje pod míru rozvoje obnovitelných náhradníků, a zároveň minimalizuje dopad na využívání půdy a vytváření hluku.

Udržitelná doprava je dle Instituce australských inženýrů (1999) charakteristická tím, že neohrožuje veřejné zdraví nebo ekosystémy, ale přitom zajišťuje potřeby v oblasti dopravy tak, aby byla podpořena konkurenceschopnost a regionální rozvoj.

Jeon (2005), Litman (2008) a Spojené národy: Katedra ekonomiky a sociálních věcí (2011) se shodují na tom, že udržitelná doprava zahrnuje tři základní pilíře: ekonomický, environmentální a sociální. Spojené národy: Katedra ekonomiky a sociálních věcí (2011) pak přidává čtvrtý pilíř udržitelné dopravy, a to participaci klíčových zainteresovaných subjektů s širokou veřejností.

Změna klimatu, která je způsobená především znečištěním ovzduší prostřednictvím dopravy, je dle Husseina (2013) v poslední době velice diskutované téma jak z hlediska environmentálního, ekonomického, tak i z hlediska sociálního. Toto tvrzení dokládá OECD (2008), která uvádí, že změna klimatu je zapříčiněná především skleníkovými plyny, které doprava emituje; jedna pětina z oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>), jedna třetina z chlorofluorovodíků (CFC), též nazývanými jako freony, a polovina z oxidů dusíku (NO<sub>x</sub>) v atmosféře souvisí s dopravou. Za největšího producenta tohoto znečištění považuje Hussein (2013) především individuální automobilovou dopravu.

Spojené národy: Katedra ekonomiky a sociálních věcí (2011) definuje ve své publikaci klíčové indikátory v oblasti dopravy, na které je potřeba se do budoucna zaměřit. Jedná se o znečištění ovzduší, změnu klimatu, kongesce, energetickou náročnost dopravy a spotřebu přírodních zdrojů, energetickou bezpečnost, rovnost přístupu, hluk, bezpečnost silniční dopravy a fragmentace biotopů a zábor půdy.

Vivanco (2015) stejně jako Hussein (2013) označuje cyklistickou dopravu jako dopravu šetrnou k životnímu prostředí i k lidskému zdraví. Hussein (2013) definuje cyklistickou dopravu jako formu dopravy, která nejvíce přispívá k její udržitelnosti; generuje nejnižší náklady na užívání, má nejmenší dopad na životní prostředí, vyžaduje nejmenší zábor půdy ke zbudování jízdních pruhů či parkovacích míst a upevňuje zdraví uživatelů tohoto typu dopravy.

Důležitost cyklistické dopravy si uvědomuje i Česká republika. V letech 2000 – 2014 bylo ze Státního fondu dopravní infrastruktury financováno 499 projektů za 1 560 mil. Kč

(cyklodoprava.cz, 2015). Česká republika dále využívala k financování cyklistických projektů i Strukturální fondy Evropské unie. Z těchto fondů bylo čerpáno 30,1 mil. Euro a podpořeno bylo 46 projektů (cyklodoprava.cz, 2015). Z těchto fondů není již možné od roku 2012 čerpat další finanční prostředky. V současné době je možné využívat finance a čerpat dotace pro cyklistickou dopravu ze Strukturálních fondů EU pro plánovací období 2014 – 2020.

V dnešní době je možné nalézt řadu výzkumů, které zkoumají změnu počasí ve vztahu k lidským aktivitám, viz Böcker (2013). Zejména se přitom zabývají tím, jak počasí ovlivňuje lidské chování a které aktivity jsou při různých stavech počasí preferovány (Jaroszweski, 2010; Koetse, 2009; Transportation Research Board, 2008). Dopad extrémních stavů počasí, kterými jsou horko, mráz, bouřka, mlha, déšť nebo sníh, ve vztahu k volbě železniční dopravy zmapovali Chapman (2008) a Duinmeijer (2004), v kontextu s leteckou dopravou Changnon (1996), Eads (2000), Krozel (2011) a Kulesa (2002) a v souvislosti se silniční dopravou Brodsky (1988), Chung (2005), Edwards (1996), Eisenberg (2004), Jones (1991), Levine (1995), Martin (2000), Satterthwaite (1976) a Stern (1990).

Spinney (2011) ve své studii sledoval vliv srážek na denní aktivity lidí, přičemž zjistil, že srážky negativně ovlivňují venkovní aktivity a naopak mají pozitivní vliv na nárůst vnitřních aktivit, zejména sledování médií. Mnoho studií se zaměřilo na aktivní dopravu, zejména na cyklistiku, ve vazbě na počasí a srážky. Autoři studií, například Bergström (2003) a Nankervis (1999), došli k závěru, že srážky jsou jedním z nejvýznamnějších faktorů, který ovlivňuje cyklisty při rozhodování, zda uskutečnit jízdu nebo ne. Winters (2007) a Parkin (2008) studovali cyklistiku v Kanadě a ve Velké Británii, přičemž dospěli k závěru, že v oblastech s průměrnými vyššími ročními srážkami není cyklistika tolik využívána. Autoři však připouštějí, že situace je ovlivněna i celou řadou dalších faktorů. Negativní vliv srážek na cyklistiku byl prokázán i v následujících studiích v Německu (Goetzke, 2011), Melbourne (Richardson, 2000), Vermontu (Flynn, 2012), Montrealu (Miranda-Moreno, 2011), Vídni (Brandenburg, 2004) a Nizozemí (Thomas, 2012).

Velké množství autorů se zaměřilo na vliv teploty na počet uskutečněných jízd cyklistů. Müller (2008) na základě vlastního výzkumu v německých Drážďanech konstatoval, že počet jízd je větší v létě než v zimě, a také úzce souvisí s náklady na přepravu autem, popřípadě s využitím městské hromadné dopravy. Studie však potvrzují, že různé teploty ovlivňují venkovní aktivity a cyklistiku diametrálně odlišně. Vysoké teploty v kombinaci s bezvětrím působí pozitivně na počet jízd cyklistů, což potvrdil výzkum v Chicagu (Dwyer, 1988), Vídni (Brandenburg, 2001), Montrealu (Zacharias, 2001), San Franciscu (Zacharias, 2004), Athénách (Nikolopoulou, 2007), Japonsku (Thorsson, 2007) a na Taiwanu (Lin, 2009).

Některé studie se zaměřily pouze na vliv změny teploty ve vztahu k tzv. otevřené dopravě (cyklistická, motocyklistická atp.), kdy došly k závěru, že se vzrůstající teplotou, roste i počet cyklistů, respektive motocyklistů, viz Bergström (2003), Brandenburg (2004), Hanson (1977), Keay (1992), Nankervis (1999), Phung (2008) a Richardson (2000).

Jiné studie dospěly k závěru, že teploty mezi 25 °C a 30 °C nejsou vhodné pro fyzické aktivity, zejména pro cyklistiku, viz Ahmed (2010), Keay (1992), Phung (2008) a Richardson (2000). Miranda-Moreno (2011) na základě výzkumu v Torontu zjistila, že

kombinace teploty kolem 28 °C s vysokou vlhkostí negativně působí na cyklistiku v daném regionu.

Článek se zaměřuje na chování cyklistů v Pardubicích, především pak na využití cyklistické dopravy v různých klimatických podmínkách. Cyklistická doprava v Pardubicích patří mezi priority města. Statutárnímú městu Pardubice se podařilo získat v roce 2014 titul „*Hlavní město cyklistů 2014*“ (pardubike.cz, 2015). Důvodem pro udělení tohoto ocenění městu Pardubice byla realizace celé řady inovativních opatření, jako jsou cyklopruhy či systém pro sčítání cyklistů. Díky těmto opatřením se město přiblížilo na úroveň evropských cyklistických měst. Nezávislá komise složená z odborníků na cyklistickou dopravu hodnotila např. koncepční materiály, stav infrastruktury či celkový přístup města k řešení dopravy, a to nejen cyklistické.

Pardubice patří mezi města s vysokým podílem cyklistické dopravy. V roce 2012 byl proveden průzkum dopravního chování v rámci projektu Central MeetBike, ze kterého vyplynulo, že prostřednictvím cyklistické dopravy je vykonáno 19 % všech cest obyvatel města (35 % připadá na individuální automobilovou dopravu, 25 % na pěší chůzi a 22 % na městskou hromadnou dopravu) (Asociace cykloměst, 2014).

Prioritou města v oblasti cyklistické dopravy jsou cyklostezky. Ve městě je preferován princip odděleného provozu cyklistů a motorových vozidel, avšak tento požadavek nelze v některých případech dodržet, důvodem jsou technické možnosti na území města (cyklotrasy.cz, 2000).

## 1. METODOLOGIE A DATA

Pro vyhodnocení závislosti mezi počtem cyklistů využívajících cyklistickou dopravu a změnou klimatických podmínek byla zvolena korelační analýza a jednofaktorová analýza rozptylu ANOVA.

### 1.1 Metodologie výzkumu

Korelační analýza vyjadřuje míru závislosti dvou náhodných veličin  $X$  a  $Y$  s konečnými nenulovými rozptyly  $DX$  a  $DY$ . V případě posouzení vztahu mezi počtem cyklistů a teplotou vzduchu byl zvolen Pearsonův výběrový koeficient korelace (Kaňok, 2002).

$$R_{X,Y} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (1)$$

K posouzení vazby mezi počtem cyklistů využívajících cyklistickou dopravu a změnou klimatických podmínek byla využita jednofaktorová analýza rozptylu ANOVA. Jedná se o základní druh analýzy rozptylu a slouží k posouzení vlivu jednoho faktoru  $\Psi$  na zkoumanou veličinu  $Y$ . Jako testovací kritérium pro porovnání mezitřídního a reziduálního rozptylu je využívána testovací statistika  $F$  (2) (Kubanová, 2008).

$$F = \frac{\frac{S_{y,n}}{k-1}}{\frac{S_{y,v}}{n-k}} \quad (2)$$

Jestliže vycházíme z předpokladu, že faktor  $\Psi$  neovlivňuje sledovaný znak  $Y$ , budou mít všechny náhodné veličiny  $Y_i$  stejné střední hodnoty  $\mu_i$ . Aby bylo možné zjistit, zda faktor  $\Psi$  ovlivňuje znak  $Y$ , testujeme hypotézu  $H_0$  (3) proti alternativní hypotéze  $H_A$  (4) pro alespoň jeden pár různých indexů  $i, p$ .

$$H_0 : \mu_0 = \mu_1 = \dots = \mu_k \quad (3)$$

$$H_A = \mu_i \neq \mu_p \quad (4)$$

Dle teorie pravděpodobnosti má náhodná veličina za předpokladu platnosti hypotézy  $H_0$  Fisher-Snedecorovo rozdělení pravděpodobnosti s  $k-1$  a  $n-k$  stupni volnosti (5) (Kubanová, 2008).

$$F_\alpha(k-1, n-k) \quad (5)$$

## 1.2 Sčítací a měřicí lokace

Měření a sběr dat probíhaly v období 2013 – 2015 na sedmi místech v Pardubicích a na dvou místech v přilehlých obcích – Lázních Bohdaneč a Brozanech:

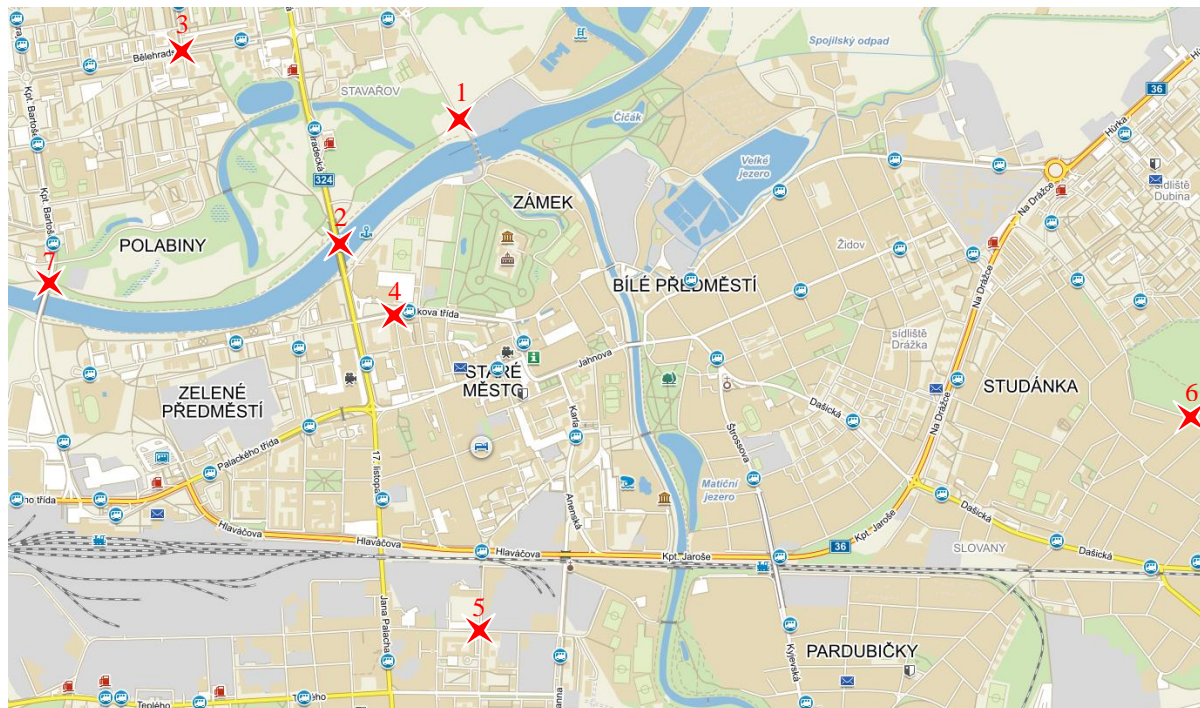
- Pardubice
  - č. 1 – ul. Kunětická – u zdymadla,
  - č. 2 – ul. Hradecká – Most Pavla Wonky,
  - č. 3 – křižovatka ul. Bělehradská a Kosmonautů,
  - č. 4 – křižovatka ul. Pernerova a Sukova třída,
  - č. 5 – křižovatka ul. Na Spravedlnosti a Rokycanova,
  - č. 6 – křižovatka ul. V Zahrádkách a Spojilská,
  - č. 7 – křižovatka ul. Kpt. Bartoše a Lonkova.
- Lázně Bohdaneč
  - č. 8 – křižovatka ul. Pod Vodárnou a Vodárna.
- Brozany
  - č. 9 – cyklostezka na Kunětickou Horu.

Byly vybrány takové lokace a takové průřezové časy měření, kdy lze předpokládat častý výskyt cyklistů, díky čemuž byl zajištěn dostatečný vzorek a bylo možné minimalizovat náhodné vlivy, které by pozorování negativně ovlivnily. Detailní poloha jednotlivých lokací je na obrázku č. 1 pro lokace v Pardubicích, na obrázku č. 2 pro lokaci v Lázních Bohdaneč a na obrázku č. 3 pro lokaci v obci Brozany.

První místo měření bylo na křižovatce ulice Kunětická, která odděluje městské části Stavařov a Cihelna, s místní komunikací přes zdymadlo. Tato lokalita byla vybrána z toho důvodu, že se jedná o křižovatku tří cyklotras, přičemž jedna z nich spadá do cyklotras 1. třídy, jedná se o cyklotrasu č. 2 z Vrchlabí přes Hostinné, Jaroměř a Pardubice, dále ve směru Kolín – Mělník – Děčín – Dolní Žleb. Dále se zde křížuje cyklotrasa č. 4123 (Stéblová



– Srch – Pardubice) a č. 4125 (Bukovina n. L. – Borek – Sezemice – Kunětice – Pardubice). Z hlediska místního významu se jedná o důležitý průjezdní profil, který využívají cyklisté jednak severojižním směrem při cestě z městských částí Cihelna a Stavařov do centra města, ale také směrem východozápadním směrem podél Labe. Z hlediska dopravní obslužnosti je z tohoto bodu velmi důležitá rychlá dostupnost univerzitního kampusu, koupaliště Cihelna, centra města a městských částí Cihelna, Stavařov, popřípadě Polabiny.



Zdroj: Autoři, Mapy.cz (2016)

Obr. 1 – Vyznačení měřicího a sčítacího místa č. 1 až 7

Druhý měřicí a sčítací profil byl zvolen na mostu Pavla Wonky (Hradecká ulice). Jedná se o jedno z nejméně frekventovaných míst z hlediska silniční dopravy v Pardubicích vůbec. Toto místo je významné svoji polohou vzhledem k centru města a vybraných čtvrtí. Pokud se potřebuje cyklista přesunout v rámci města severojižním směrem a překonat řeku Labe, tak může využít jednoho ze tří mostů. První možností je most Kapitána Bartoše, který je optimální využít při cestě ze Zeleného předměstí do Polabin, Rosic nebo na Krétu, přičemž záleží, do které části dané čtvrti cyklista cestuje. Druhou možností je most Pavla Wonky, kde probíhalo měření a poslední variantou je most přes zdymadlo, poblíž kterého byl umístěn první měřicí a sčítací profil. Využití konkrétního mostu závisí především na lokaci počátečního a cílového bodu přepravy.

Dalším, v pořadí třetím, profilem byla křižovatka ulic Bělehradská a Kosmonautů. Toto místo bylo zvoleno s ohledem na východozápadní propojení městských čtvrtí Stavařov, Cihelna a Polabiny s Krétou, Trnovou a Rosicemi. Jedná se také o významný bod z hlediska cyklostezek v rámci městské čtvrti Polabiny, protože toto místo odděluje čtvrtě Polabiny I, Polabiny II a Polabiny III.

Čtvrté měřicí a sčítací místo bylo zvoleno na křižovatce Pernerovy ulice a Sukovy třídy. Tímto místem prochází cyklotrasa 1. třídy č. 2. Z hlediska lokálního významu se jedná o důležitý průjezdní profil, který využívají především cyklisté přijíždějící přes most Pavla Wonky, kteří dále pokračují na zámek, do Starého města, Bílého předměstí a na sídliště Dubina. Dále místem projíždějí cyklisté při jízdě východozápadním směrem podél Labe.

Další lokací byla křižovatka ulic Rokycanova a Na Spravedlnosti. Toto místo využívají cyklisté zejména při překonávání železniční trati podjezdem mezi ulicemi Rokycanova a Sladkovského, respektive Arnošta z Pardubic. Cyklisté, směřující ze sídliště Dukla a městských částí Višňovka a Pardubičky, musí při cestě do centra města překonávat koridorovou železniční trať. Mají k dispozici jednak podjezd v ulici Jana Palacha nebo podjezd v ulici S. K. Neumanna, která navazuje na Anenskou ulici, popřípadě podjezd podél řeky Chrudimky, podjezd pod ulicemi Kyjevská a Štrossova nebo podjezd, u kterého byl umístěn pátý sčítací profil.

Šestým měřicím a sčítacím místem byla křižovatka ulic V Zahrádkách a Spojilská mezi městskými částmi Studánka a Spojil. Tímto místem prochází cyklotrasa 4. třídy č. 4193, která vede z Velkých Kolodějů přes Spojil, Pardubice a Trnovou až do Lázní Bohdaneč. Tato trasa je hojně využívána jednak kvůli propojení městských částí Studánka a Spojil, ale také z toho důvodu, že prochází lesem v délce zhruba 700 metrů.

Poslední lokací v rámci Pardubic byla exponovaná křižovatka ulice Kpt. Bartoše a Lonkovy ulice. Toto místo je významné zejména z toho důvodu, že se nachází poblíž jednoho z mostů, který překlenuje řeku Labe, konkrétně se jedná o most Kpt. Bartoše, který je hojně využíván cyklisty při cestě severojižním směrem z městské části Zelené Předměstí do Polabin, Rosic, Trnové a na Krétu. Vzhledem k poloze tohoto bodu podél řeky Labe je však důležité akcentovat i východozápadní směr podél řeky, který je využíván zejména k rekreační, popřípadě sportovní cyklistice. Na západě je možné navázat na cyklotrasu 1. třídy č. 2 (Vrchlabí – Hostinné – Jaroměř – Pardubice – Kolín – Mělník – Děčín – Dolní Žleb). Na východě mohou cyklisté následně využít cyklotrasu 4. třídy č. 4125 (Bukovina n. L. – Borek – Sezemice – Kunětice – Pardubice).

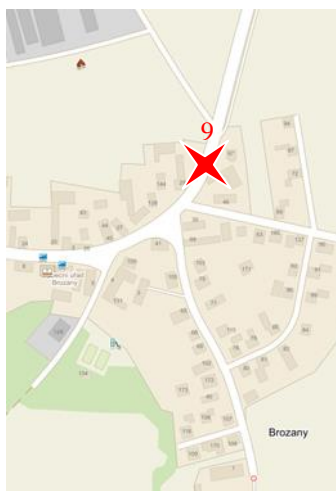
Jeden ze sčítacích bodů, umístěných mimo Pardubice, byl v lokalitě Lázně Bohdaneč, respektive na začátku obce ve směru od Pardubic na křižovatce ulic Pod Vodárnou a Vodárna. Tento sčítací profil je umístěn na cyklotrase vedoucí z Pardubic do Lázní Bohdaneč podél komunikace I. třídy č. 36 přes Doubravice, Semtín a Rybitví. Jedná se o jediné přímé propojení Pardubic a Lázní Bohdaneč cyklostezkou. Dále se zde sbíhají dvě cyklotrasy 4. třídy; jedná se o č. 4193 (Velké Koloděje – Spojil – Pardubice – Trnová – Lázně Bohdaneč) a č. 4039 (Vysoká n. L. – Opatovice n. L. – Lázně Bohdaneč – Břehy – Přelouč).



Zdroj: Autoři, Mapy.cz (2016)

Obr. 2 – Vyznačení měřicího a sčítacího místa č. 8

Poslední měřící a sčítací bod byl umístěn v obci Brozany. Tímto místem prochází cyklotrasa 1. třídy č. 2 (Vrchlabí – Hostinné – Jaroměř – Pardubice – Kolín – Mělník – Děčín – Dolní Žleb), cyklotrasa 4. třídy č. 4124 (Opatovice n. L. – Hrobice – Kunětická Hora – Brozany – Pardubice) a č. 4125 (Bukovina n. L. – Borek – Dražkov – Sezemice – Kunětická Hora – Pardubice). Z hlediska atraktivity cestovního ruchu je toto místo významné blízkostí hradu Kunětická Hora. Cyklisté tento průjezdní profil dále využívají k jízdám z obcí Brozany, Ráby a Kunětická Hora do Pardubic.



Zdroj: Autoři, Mapy.cz (2016)

Obr. 3 – Vyznačení měřicího a sčítacího místa č. 9

V tabulce č. 1 jsou přehledně seřazeny všechny lokace využitě pro potřeby výzkumu. Dále je zde specifikováno napojení na cyklotrasy, ať již se jedná o stezky místního významu, popřípadě cyklotrasy 1. nebo 4. třídy.



Tab. 1 – Přehled měřicích a sčítacích profilů a jejich specifikace

Číslo	Místo	Dostupné cyklotrasy
1	ul. Kunětická – u zdymadla	2, 4123, 4125 + místní stezky
2	ul. Hradecká – Most Pavla Wonky	místní stezky
3	křižovatka ul. Bělehradská a Kosmonautů	místní stezky
4	křižovatka ul. Pernerova a Sukova třída	2 + místní stezky
5	křižovatka ul. Na Spravedlnosti a Rokycanova	4182 + místní stezky
6	křižovatka ul. V Zahrádkách a Spojilská	4193 + místní stezky
7	křižovatka ul. Kpt. Bartoše a Lonkova	2, 4125, 4193 + místní stezky
8	křižovatka ul. Pod Vodárnou a Vodárna	2, 4125 + místní stezky
9	cyklostezka na Kunětickou Horu	2, 4124, 4125 + místní stezky

Zdroj: Autoři, cykloserver (2015)

### 1.3 Sledované proměnné

V rámci měření byly sledovány tyto údaje:

- počet cyklistů, kteří danou lokalitou projedou,
- klimatické podmínky – v rámci klimatických podmínek byly sledovány tyto stavy:
  - teplota,
  - jasno, polojasno, zataženo, déšť, sníh.

### 1.4 Naměřená data

Měření a sběr dat probíhaly v období 2013 – 2015 na devíti místech uvedených v tabulce č. 1 tak, aby byl zajištěn reprezentativní vzorek, to znamená, že byly vyváženě pokryty veškeré dny v týdnu i v roce a časové úseky v rámci jednotlivých dnů, mimo období od 22:00 do 05:00 hodin, kdy jsou velmi nízké frekvence cyklistů. Díky tomu byla zajištěna vysoká validita dat a potažmo i celého výzkumu. V tabulce č. 2 je zobrazen přehled jednotlivých sčítacích lokací, počtu cyklistů a klimatických podmínek.

Z tabulky je patrné, že celkem bylo zaznamenáno 6 716 cyklistů, přičemž nejvíce se vyskytovali na místě č. 7, což je křižovatka ulice Kpt. Bartoše a Lonkovy ulice. Naopak nejméně cyklistů bylo zaznamenáno na místě č. 6 – křižovatka ulice V Zahrádkách se Spojilskou ulicí.

Tab. 2 – Počet evidovaných cyklistů v jednotlivých místech a klimatické podmínky

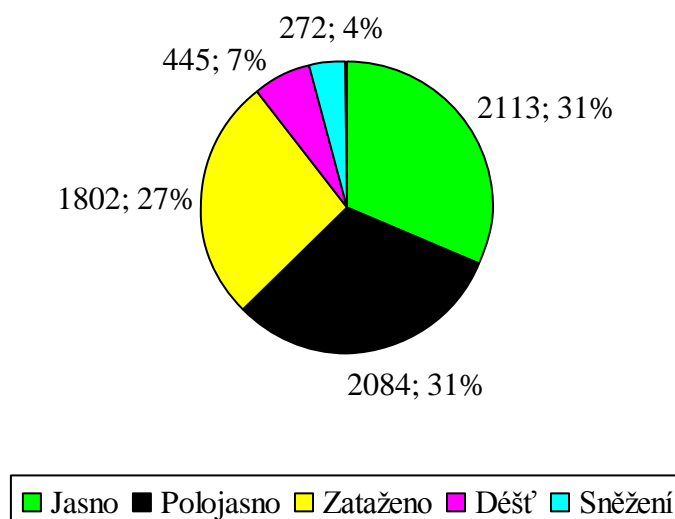
Místo č.	Celkem cyklistů	Jasno	Polojasno	Zataženo	Déšť	Sněžení
1	643	302	0	341	0	0
2	711	204	496	0	11	0
3	1384	521	617	212	34	0
4	915	86	265	450	41	73
5	646	272	61	243	70	0
6	169	22	73	47	27	0
7	1678	465	415	468	202	128
8	210	47	51	41	0	71
9	360	194	106	0	60	0
CELKEM	6716	2113	2084	1802	445	272

Zdroj: Autoři

Vliv jednotlivých klimatických stavů na cyklisty je znázorněn na obrázku č. 4, kde je uveden počet napočítaných cyklistů při následujících zkoumaných stavech: jasno, polojasno, zataženo, déšť, sníh.

Všechny tyto stavy byly definovány na základě standardní metodologie určování oblačnosti, respektive dle stupně pokrytí oblohy oblaky, přičemž jednotlivé zkoumané stavy byly definovány následovně:

- jasno – pokrytí oblohy oblaky 0/8, 1/8, 2/8 (kódy 0 – 2),
- polojasno – pokrytí oblohy oblaky 3/8, 4/8, 5/8 (kódy 3 – 5),
- zataženo – pokrytí oblohy oblaky 6/8, 7/8, 8/8 (kódy 6 – 8),
- déšť – jakýkoliv nenulový srážkový úhrn vodních kapek v kombinaci s kterýmkoliv ze stavů: jasno, polojasno, zataženo,
- sněžení – jakýkoliv nenulový srážkový úhrn ledových částic v kombinaci s kterýmkoliv ze stavů: jasno, polojasno, zataženo. (meteocentrum.cz, 2015)



Zdroj: Autoři

Obr. 4 – Celkový počet cyklistů ve vztahu ke klimatickým podmínkám absolutně i relativně

Z obrázku č. 4 vyplývá, že nejvíce cyklistů, absolutně se jednalo o počet 2113, cestovalo při jasném stavu oblohy. Naopak nejméně cyklistů vyrazilo, když sněžilo, jednalo se o 4 % ze všech zaznamenaných cyklistů.

## 2. VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Z provedené korelační analýzy vyplynulo, že vztah mezi počtem cyklistů ve zvolených lokalitách a teplotou je velmi těsný. Jednotlivé hodnoty jsou zobrazeny v tab. 3. Nejtěsnější vztah mezi zkoumanými veličinami vykazuje ul. Kunětická – u zdymadla (0,954) a křižovatka ul. Na Spravedlnosti a Rokycanova (0,902). Nejméně těsný vztah byl zaznamenán v Brozanech na cyklostezce na Kunětickou Horu (0,542).

Tab. 3 – Výsledky korelační analýzy

Lokalita	Korelační koeficient	<i>p</i> hodnota
ul. Kunětická – u zdymadla	0,954	< 0,001
ul. Hradecká – Most Pavla Wonky	0,820	0,001
křižovatka ul. Bělehradská a Kosmonautů	0,742	0,004
křižovatka ul. Pernerova a Sukova třída	0,800	< 0,001
křižovatka ul. Na Spravedlnosti a Rokycanova	0,902	< 0,001
křižovatka ul. V Zahrádkách a Spojilská	0,714	< 0,001
křižovatka ul. Kpt. Bartoše a Lonkova	0,673	< 0,001
Lázně Bohdaneč – Pod Vodárnou a Vodárna	0,774	< 0,001
Brozany – cyklostezka na Kunětickou Horu	0,542	0,030

Zdroj: Autoři

V tabulce č. 4 jsou zobrazeny *p* hodnoty a hodnoty *F* testu, ve kterém bylo posuzováno, zda mají proměnlivé klimatické podmínky významný vliv na počet cyklistů, kteří danou lokalitou projedou. Výsledky lze rozdělit do dvou skupin:

- Skupina lokalit, u které se prokázala závislost:
  - ul. Hradecká – Most Pavla Wonky (místo měření č. 2),
  - křižovatka ul. Bělehradská a Kosmonautů (místo měření č. 3),
  - křižovatka ul. Pernerova a Sukova třída (místo měření č. 4),
  - křižovatka ul. Na Spravedlnosti a Rokycanova (místo měření č. 5).
- Skupina lokalit, u které se neprokázala závislost:
  - ul. Kunětická – u zdymadla (místo měření č. 1),
  - křižovatka ul. V Zahrádkách a Spojilská (místo měření č. 6),
  - křižovatka ul. Kpt. Bartoše a Lonkova (místo měření č. 7),
  - Lázně Bohdaneč – Pod Vodárnou a Vodárna (místo měření č. 8),
  - Brozany – cyklostezka na Kunětickou Horu (místo měření č. 9).

Tab. 4 – Výsledky analýzy rozptylu

Lokalita	<i>F</i> test	<i>p</i> hodnota
<b>Skupina lokalit, u které se prokázala závislost</b>		
ul. Hradecká – Most Pavla Wonky	9,396	0,006
křižovatka ul. Bělehradská a Kosmonautů	7,902	0,009
křižovatka ul. Pernerova a Sukova třída	3,816	0,022
křižovatka ul. Na Spravedlnosti a Rokycanova	8,689	< 0,001
<b>Skupina lokalit, u které se neprokázala závislost</b>		
ul. Kunětická – u zdymadla	0,004	0,984
křižovatka ul. V Zahrádkách a Spojilská	1,658	0,216
křižovatka ul. Kpt. Bartoše a Lonkova	2,614	0,077
Brozany – cyklostezka na Kunětickou Horu	1,298	0,321
Lázně Bohdaneč – Pod Vodárnou a Vodárna	2,075	0,064

Zdroj: Autoři

## ZÁVĚR

Článek se zabýval vazbou mezi počtem cyklistů využívajících cyklistickou dopravu a teplotou vzduchu, která byla ověřována korelační analýzou, a vazbou mezi počtem cyklistů využívajících cyklistickou dopravu a změnou klimatických podmínek, což bylo prokazováno jednofaktorovou analýzou rozptylu ANOVA.

Z naměřených a vypočtených hodnot lze vyvodit závěr, že počet cest uskutečněných cyklistickou dopravou v Pardubicích je přímo závislý na teplotě vzduchu, tedy s rostoucí teplotou vzduchu se zvyšuje počet cyklistů, a to na všech zkoumaných místech – bez ohledu na to, zda se jedná o cyklostezku nebo pozemní komunikaci uvnitř města nebo na jeho okraji. Tento závěr však platí pouze v intervalu měřených hodnot, do kterého nebyly zařazeny extrémní tropické teploty. Za takových podmínek dojde k poklesu využívání cyklistické dopravy, neboť mnoho obyvatel města své cesty odloží. Tyto podmínky nebyly zkoumány, jejich výsledky by měly negativní vliv na prokázanou závislost.

Druhá část výzkumu se zabývala klimatickými podmínkami a jejich vlivem na počet uskutečněných cest cyklistickou dopravou. V tomto případě se neprokázal jednoznačný závěr, který by se dal obecně vztáhnout na všechna místa měření. Ukazuje se, že sledované lokality lze rozdělit do dvou skupin – ty, které jsou blíž páteřní síti MHD, a ty které nejsou. V první skupině se prokázal vliv povětrnostních podmínek na využívání cyklistické dopravy. Se zhoršujícími se podmínkami lidé spíše využijí jiný druh dopravy, který jim přináší více pohodlí, zatímco v lokalitách ve druhé skupině se tento jev neprokázal. Obyvatelé města, kteří spadají do druhé skupiny, využívají cyklistickou dopravu bez ohledu na počasí, neboť mají delší docházkovou vzdálenost na zastávky MHD.

Jak již bylo uvedeno v úvodu článku, cyklistická doprava je považovaná za formu dopravy, která nejvíce přispívá k udržitelnosti dopravy. Je proto důležité dále podporovat cyklistickou dopravu v rámci udržitelného rozvoje města, především v jeho okrajových oblastech, neboť obyvatelé z těchto míst mají tendenci využívat cyklistickou dopravu bez ohledu na měnící se klimatické podmínky.

Článek vznikl v souvislosti s řešením vědeckovýzkumného projektu Univerzity Pardubice č. 51030/20/SG560001. Autoři děkují za poskytnutou podporu.

## POUŽITÁ LITERATURA

- (1) AHMED, F., ROSE, G., JACOB, C., Impact of weather on commuter cyclist behaviour and implications for climate change adaptation, Proceedings of 2010, Department of Infrastructure and Transport, 2010, s. 1-19.
- (2) ASOCIACE CYKLOMĚST, Členská města [online]. Dostupné z: <http://www.cyklomesta.cz/clenska-mesta/pardubice/> [cit. 7.9.2015]
- (3) BERGSTRÖM, A., MAGNUSSEN, R., Potential of transferring car trips to bicycle during winter, Transportation Research Part A, 37 (2003), s. 649-666.



- (4) BÖCKER, L., DIJST, M., PRILLWITZ, J., Impact of Everyday Weather on Individual Daily Travel Behaviours in Perspective: A Literature Review, *Transport Reviews*, 1 (33), 2013, s. 71-91.
- (5) BRANDENBURG, C., ARNBERGER, A., The influence of the weather upon recreation activities, *Proceedings of the first international workshop on climate, tourism, and recreation*, 2001, s. 123-132.
- (6) BRODSKY, H., HAKKERT, A. S., Risk of a road accident in rainy weather, *Accident Analysis and Prevention*, 20 (1988), s. 161-176.
- (7) CYKLODOPRAVA.CZ, Finance – Státní fond dopravní infrastruktury [online]. Dostupné z: <http://www.cyklodoprava.cz/finance/statni-fond-dopravni-infrastruktury> [cit. 7.8.2015]
- (8) CYKLODOPRAVA.CZ, Národní strategie rozvoje cyklistické dopravy České republiky pro léta 2013 – 2020 [online]. Dostupné z: <http://www.cyklodoprava.cz/file/cyklostrategie-2013-final/> [cit. 7.9.2015]
- (9) CYKLOSERVER, Cykloserver [online]. Dostupné z: <http://www.cykloserver.cz/aktuality/?a=30000324> [cit. 7.9.2015]
- (10) CYKLOSTRASY.CZ, Cyklostezky v Pardubicích [online]. Dostupné z: <http://cyklostrasy.cz/encyklopedie/objekty1.phtml?id=7711> [cit. 7.9.2015]
- (11) DUINMEIJER, A. G. P., BOUWKNEGT, R., *Betrouwbaarheid Railinfrastructuur 2003*, Utrecht: Prorail, 2004.
- (12) DWYER, J. F., Predicting daily use of urban forest recreation sites, *Landscape and Urban Planning*, 15 (1988), s. 127-138.
- (13) EADS, G. C., KIEFER, M., MENDIRATTA, S., MCKNIGHT, P., LAING, E., KEMP, M. A., *Reducing weatherrelated delays and cancellations at San Francisco International Airport*, Boston, Charles River Associates, 2000.
- (14) EDWARDS, J. B., Weather-related road accidents in England andWales: A spatial analysis, *Journal of Transport Geography*, 4 (1996), s. 201-212.
- (15) EISENBERG, D., The mixed effects of precipitation on traffic crashes, *Accident Analysis and Prevention*, 36 (2004), s. 637-647.
- (16) EUROPEAN COUNCIL OF MINISTERS OF TRANSPORT, *Assessment and decision making for sustainable transport*, European council of ministers of transport, France, 2004, 238 s.
- (17) FLYNN, B. S., DANA, G. S., SEARS, J., AULTMAN-HALL, J., Weather factor impacts on commuting to work by bicycle, *Preventive Medicine*, 54 (2012), s. 122-124.
- (18) GOETZKE, F., RAVE, T., Bicycle use in Germany: Explaining differences between municipalities through network effects, *Urban Studies*, 48(2), 2011, s. 427-437.
- (19) HANSON, S., HANSON, P., Effects of weather on bicycle travel, *Transportation Research Record*, 629, Pedestrian Controls, Bicycle Facilities, Driver Research and System Safety, 1977, s. 43-48.
- (20) HUSSEIN, R. M. R., Towards sustainable urban transportation case studies, *International Journal of Cosial, Behavioral, Educational, Economics and Management Engeneering*, 9 (2013), s. 1239-1247.

- (21) CHANGNON, S. A., Effects of summer precipitation on urban transportation, *Climatic Change*, 32 (4), 1996, s. 481-494.
- (22) CHAPMAN, L., THORNES, J. E., HUANG, Y., CAI, X., SANDERSON, V. L., WHITE, S. P., Modelling of rail surface temperatures: A preliminary study, *Theoretical and Applied Climatology*, 92 (2008), s. 121-131.
- (23) CHUNG, E., OHTANI, O., WARITA, H., KUWAHARA, M., MORITA, H., Effect of rain on travel demand and traffic accidents, *Proceedings of the 8th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*, 2005.
- (24) JAROSZWESKI, D., CHAPMAN, L., PETTS, J., Assessing the potential impact of climate change on transportation: The need for an interdisciplinary approach, *Journal of Transport Geography*, 18 (2010), s. 331-335.
- (25) JEON, C. M., AMEKUDZI, A., Addressing sustainability in transportation systems: definitions, indicators, and metrics, *Journal of Infrastructure Systems*, 11 (2005), s. 31-50.
- (26) JONES, B., JANSSEN, L., MANNERING, F., Analysis of the frequency and duration of freeway accidents in Seattle, *Accident Analysis and Prevention*, 23 (1991), s. 239-255.
- (27) KAŇOK, M., *Statistické metody v managementu*. Praha: Vydavatelství ČVUT. 2002. 242 s. ISBN 80-01-02539-X.
- (28) KEAY, C., *Weather to cycle*. Ausbike 92: *Proceedings of a National Bicycle Conference*, Melbourne, 1992, s. 152-155).
- (29) KOETSE, M. J., RIETVELD, P., The impact of climate change and weather on transport: An overview of empirical findings, *Transportation Research Part D*, 14 (2009), s. 205-221.
- (30) KROZEL, J., GANLI, M., YANG, S., MITCHELL, J. S. B., OLISHCHUK, V., *Metrics for evaluating the impact of weather on jet routes*, 15th *Conference on Aviation, Range and Aerospace Meteorology*, Los Angeles, 2011.
- (31) KUBANOVÁ, J., *Statistické metody pro ekonomickou a technickou praxi*. Bratislava: STATIS, 2008. 247 s. ISBN 978-80-85659-47-4.
- (32) KULESA, G., *Weather and aviation: How does weather affect the safety and operations of airports and aviation, and how does FAA work to manage weather-related effects?* Washington, DC: USDOT Center for Climate Change and Environmental Forecasting, 2002.
- (33) LEVINE, N., KIM, K. E., NITZ, L. H., Daily fluctuations in Honolulu motor vehicle accidents, *Accident Analysis and Prevention*, 27 (1995), s. 785-796.
- (34) LIN, T. P., Thermal perception, adaptation and attendance in a public square in hot and humid regions, *Building and Environment*, 44 (2009), s. 2017-2026.
- (35) LITMAN, T., *Sustainable Transportation Indicators: A recommended research program for developing sustainable transportation indicators and data*, Subcommittee of the Transportation Research Board, Canada, 2008, 13 s.
- (36) MAPY.CZ, [Mapy.cz](http://mapy.cz) [online]. Dostupné z: <http://mapy.cz/zakladni?x=15.7745205&y=50.0498689&z=13&l=0&source=muni&id=1258> [cit. 7.9.2015]

- (37) MARTIN, P. T., PERRIN, J., HANSEN, B., QUINTANA, I., Inclement weather signal timings (UTL Research Report MPC01-120), Salt Lake City, Utah Traffic Lab, University of Utah, 2000.
- (38) METEOCENTRUM.CZ, Meteocentrum.cz [online]. Dostupné z: <http://www.meteocentrum.cz/zajimavosti/encyklopedie/oblacnost> [cit. 11.9.2015]
- (39) MIRANDA-MORENO, L., NOSAL, T., Weather or not to cycle: Temporal trends and impact of weather on cycling in an urban environment, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2247 (2011), s. 42-52.
- (40) MÜLLER, S., TSCHARAKTSCHIEW, S., HAASE, K., Travel-to-school mode choice modelling and patterns of school choice in urban areas, Journal of Transport Geography, 16 (2008), s. 342-357.
- (41) NANKERVIS, M., The effect of weather and climate on bicycle commuting, Transportation Research Part A, 33 (1999), s. 417-431.
- (42) NIKOLOPOULOU, M., LYKOUDIS, S., Use of outdoor spaces and microclimate in a Mediterranean urban area, Build Environment, 42 (2007), s. 3691-3707.
- (43) OECD, Handbook on Constructing Composite Indicators, Methodology and User Guide. Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD, 2008, 162 s.
- (44) PARDUBIKE.CZ, Pardubice jsou hlavním městem cyklistů [online]. Dostupné z: <http://www.pardubike.cz/aktualne/hlavni-mesto-cyklistu.html> [cit. 7.9.2015]
- (45) PARKIN, J., WARDMAN, M., PAGE, M., Estimation of the determinants of bicycle mode share for the journey to work using census data. Transportation, 35(1), 2008, s. 93-109.
- (46) PHUNG, J., ROSE, G., Temporal variations in Melbourne's bike paths, Proceedings of 30th Australasian Transport Research Forum, Melbourne, 2008.
- (47) RICHARDSON, A. J., Seasonal and weather impacts on urban cycling trips (TUTI Report 1-2000), Victoria: The Urban Transport Institute, 2000.
- (48) SATTERTHWAITE, S. P., An assessment of seasonal and weather effects on the frequency of road accidents in California, Accident Analysis and Prevention, 8 (1976), s. 87-96.
- (49) SPINNEY, J. E. L., MILLWARD, H., Weather impacts on leisure activities in Halifax, Nova Scotia, International Journal of Biometeorology, 55 (2011), s. 133-145.
- (50) STERN, E., ZEHAVI, Y., Road safety and hot weather: A study in applied transport geography, Transactions of the Institute of British Geographers, 15 (1990), s. 102-111.
- (51) THE INSTITUTION OF ENGINEERS, Sustainable transport responding to the challenges: Sustainable energy transport taskforce report, The institution of engineers, Australia, 1999, 112 s.
- (52) THOMAS, T., JAARSMA, R., TUTERT, B., Exploring temporal fluctuations of daily cycling demand on Dutch cycle paths: The influence of weather on cycling [online]. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11116-012-9398-5> [cit. 11.1.2016]

- (53) THORSSON, S., HONJO, T., LINDBERG, F., ELIASSON, I., LIM, E. M., Thermal comfort and outdoor activity in Japanese urban public places, *Environment and Behaviour*, 39 (2007), s. 660-684.
- (54) TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, Potential impacts of climate change on US transportation (TRB Special Report 290), Washington, DC, 2008.
- (55) UNITED NATIONS: DEPARTMENT OF ECONOMICS AND SOCIAL AFFAIRS, Sustainable transport evaluation: Developing practical tools for evaluation in the context of the CSD proces, United nations, 2011, 21 s.
- (56) VIVANCO, D. F., KEMP, R., VOET, E., The relativity of eco-innovation: environmental rebound effects from past transport innovations in Europe, *Journal of Cleaner Production*, 101 (2015), s. 71-85.
- (57) WINTERS, M., FRIESEN, M. C., KOEHOORN, M., TESCHKE, K., Utilitarian bicycling: A multilevel analysis of climate and personal influences, *American Journal of Preventive Medicine*, 32 (2007), s. 52-58.
- (58) WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, From one Earth to one World: an overview, World commission on environment and development, France, 1987, 300 s.
- (59) ZACHARIAS, J., STATHOPOULOS, T., WU, H., Microclimate and downtown open space activity, *Environment and Behaviour*, 33 (2001), s. 296-315.
- (60) ZACHARIAS, J., STATHOPOULOS, T., WU, H., Spatial behaviour in San Francisco's plazas – the effects of microclimate, other people, and environmental design, *Environment and Behaviour*, 36 (2004), s. 638-658.