



*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

verzita v eských Bud jovících

rodov decká fakulta

# **Vývoj a prostorová distribuce povrchových teplot v eských Bud jovících a okolí**

Diplomová práce

Bc. <sup>TM</sup>arka Kottová

<sup>TM</sup>kolitel: RNDr. Martin Hais, Ph.D.

Konzultant: Ing. Radek Kyrian

eské Bud jovice 2017

Historická distribuce povrchových teplot v českých  
and spatial distribution of surface temperatures in the  
české Budějovice and surroundings. Mgr. Thesis, in Czech.] 69 p., Faculty of Science,  
Univerzity of South Bohemia, české Budějovice, Czech Republic.

## Annotation

The aim of this study was to detect surface temperature changes in the české Budějovice during last 30 years. The aim was also to assess the influence of vegetation on the surface temperature. The study is based on the thermal data acquired by the Landsat TM 4 and 5 and the study site was in the české Budějovice and surroundings.

Prohlá-uji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatn ě pouze s použitím pramen ů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlá-uji, že v souladu s § 47b zákona . 111/1998 Sb. v platném zn ění souhlasím se zveřejn ěním své diplomové práce, a to v nezkrácené podob ě elektronickou cestou ve veřejn ě přístupn ě části databáze STAG provozované Jiho českou univerzitou v českých Bud ějovicích na jejích internetov ěch stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdan ěmu textu této kvalifika ní práce. Souhlasím dále s tím, aby tout ěto elektronickou cestou byly v souladu s uveden ěm ustanoven ěm zákona . 11/1998 Sb. zveřejn ěny posudky kolitele a oponent ů práce i záznam o pr ůběhu a výsledku obhajoby kvalifika ní práce. Rovn ě souhlasím s porovn ěním textu mé kvalifika ní práce s databází kvalifika ních prac ě Theses.cz provozovanou Národn ěm registrem vysoko-kolských prac ě a syst ěmem na odhalení plagiát ů.

V českých Bud ějovicích dne 18. 4. 2017

TMárka Kottová



*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

Kada bych pod kovala p edev-ím svému -koliteli RNDr. Martinovi Haisovi, Ph.D. za odborné i stylistické vedení mé diplomové práce i za poskytování rod. Dále d kuji za ve-keré rady svému konzultantovi Ing. Radkovi Kyriánovi z odboru ochrany životního prostředí magistrátu m sta eské Bud jovice a také za zprost edkování poskytnutí leteckých snímk , které byli pro tuto práci zásadní. Velké díky samoz ejm pat í i mé rodin a blízkým za velkou podporu jak p i studii, tak i p i práci na diplomové práci.

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Literární re-er-e</b>	<b>3</b>
2.1	Energetika v krajin	3
2.1.1	Albedo	5
2.2	Tepelné ostrovy (Urban heat island)	5
2.2.1	Vliv tvaru budovy na teplotu	10
2.3	Vliv vegetace na teplotu	11
2.3.1	Zelené st echy a fasády	13
<b>3</b>	<b>Metodika</b>	<b>16</b>
3.1	Zájmové území	16
3.2	Použitá data	17
3.2.1	Mapové podklady a letecké snímky	17
3.2.2	Druficové snímky Landsat	17
3.3	Zpracování dat	19
3.3.1	Výpo et teploty	19
3.3.2	Standardizace dat	19
3.3.3	Polygony sledované v ase	22
3.3.3.1	Historie a popis ploch sledovaných v ase	26
<b>4</b>	<b>Výsledky</b>	<b>37</b>
4.1	Porovnání teplot ploch s r zným typem krajinného krytu	37
4.2	Vliv vegetace na mikroklima zástavby	39
4.3	Sledování zm n v ase	41
<b>5</b>	<b>Diskuze</b>	<b>48</b>
5.1	Termální data	48
5.2	Porovnání teplot ploch s r zným typem krajinného krytu	48
5.3	Vliv vegetace na mikroklima zástavby	49
5.4	Sledování zm n v ase	49
<b>6</b>	<b>Záv r</b>	<b>52</b>
<b>7</b>	<b>Literatura</b>	<b>53</b>
<b>8</b>	<b>P ílohy</b>	<b>57</b>



V souvislosti s klimatickými změnami Země roste potřeba e-it zhorující se mikroklima měst, a to jak velkých tak středních. Roste také pravděpodobnost extrémních vlivů počasí, jako jsou například období vysokých teplot. Města se s takovými podmínkami budou pravděpodobně vypořádávat složitěji než okolní krajina, pokud je zde dostatek vegetace a vody. Problémem jsou vysoké budovy, které brání proudění vzduchu, stavební materiály (např. asfalt, beton, atd.) s vysokou tepelnou kapacitou, malý podíl vegetace a vodních ploch atd. (Wenhui et. al. 2015, Hove et. al. 2015).

Objevují se také zdravotní problémy obyvatel, které jsou spojeny s fluktuacemi ve velkých městech. Lidé často trpí teplotním nepohodlím, stresem, jsou zde i vlivem emisí zhoršené podmínky pro dýchání (Ward et. al. 2016).

Rostoucí města také spotřebují více energie na provoz budov. V současné době, kdy se udává, že asi 50% světové populace žije ve městech (v Evropě je to asi 75%) se stále více pozornosti věnuje množství zeleně ve městech. Města zaujímají 2% pevniny, ale vyprodukují 70% všech odpadů a spotřebují na svůj provoz 60% energie.

Vegetace může sehrát významnou roli ochlazováním měst a snižováním teplotních amplitud, které jsou velmi vysoké právě vlivem městské zástavby. Proto by se mělo věnovat více pozornosti městské zeleni, jako jsou například parky. Také by se mělo v budoucnu dbát na udržování a rozšiřování tzv. zelené infrastruktury (green infrastructures) v rámci udržitelného plánování měst (Zhi-Hua et. al. 2016, Huryňa et. al. 2013).

Moderní technologie nabízejí různé možnosti jak monitorovat změny v teplotách u rostoucích měst. Jednou z možností je využití družicového satelitního snímání povrchových teplot. Výhodou například družicového systému Landsat je kontinuita dlouholetého pozorování. Tyto snímky nám tedy mohou ukázat vývoj lokalit včas a upozornit na případné rizikové oblasti.

1. Vyhodnotit změny teplotní distribuce v českých Budjovicích za posledních 30 let.
  2. Hodnocení vlivu zástavby a vegetace na teplotní podmínky v českých Budjovicích.
- Dílčí cíl:
    - Zjistit zda máme identifikovat teplotní rozdíl v odstužku jednoho i dvou solitérních stromů v ucelené zástavbě na termálních datech satelitních snímků s prostorovým rozlišením 120 x 120 m.

Hypotézy:

- Předpokládáme, že se vzrůstající zástavbou dojde k významnému zvýšení povrchových teplot v městské části české Budjovice
- Předpokládáme nižší hodnoty povrchových teplot v místech vegetace (parky a jiná městská zeleň) a v jejím okolí.

## 2.1 Energetika v krajin

Udává se, že asi 99,9% dostupné energie na Zemi je ze slunečního záření, zbytek pochází z geotermální energie, energie při přílivu a odlivu a jaderné energie. Solární konstanta (1,37 kW.m<sup>-2</sup>) uvádí tok sluneční energie na plochu jednoho metru čtverečního s paprsky kolmo dopadajícími na horní hranici atmosféry. Tato konstanta se v průběhu roku mírně liší (Pokorný 2001).

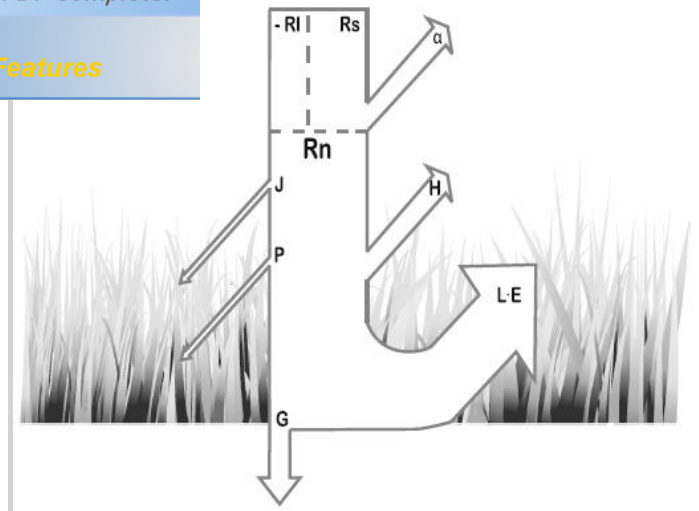
Přibližně polovina slunečního záření vyzařovaného směrem k Zemi je odražena nebo pohlcena atmosférou, zejména aktuální oblačností. Zbývající sluneční záření, které není odraženo atmosférou nebo oblačností Země, dopadne na Zemský povrch. Zde může opět dojít k jeho odražení přímo zemským povrchem. Energie, která dopadne asi na povrch Země, může být přeměněna nebo využita různými způsoby. Osud dopadající energie lze zjednodušeně popsat následující rovnicí:

$$R_n = G + H + LE$$

kde G představuje energii pohlcenou půdou, H je zjevné (pocitové) teplo a LE představuje latentní teplo výparu neboli evapotranspiraci (energie spotřebovaná na výpar z rostlin a neživých povrchů).

Osud dopadající energie a její následné přeměny jsou výrazně ovlivněny mnoha faktory, jako například charakterem a barvou povrchu, tepelnou vodivostí, odrazivostí a obsahem vody (Brom 2008).

Disipaci slunečního záření (její rozložení) dopadajícího na povrch vegetace dobře zásobené vodou názorně popisuje i následující obrázek:



Obr 1: Transformace dopadajícího slunečního záření na povrch vegetace.  $R_s$  krátkovlnné záření,  $RI$  dlouhovlnné záření,  $\alpha$  albedo,  $R_n$  čisté záření,  $H$  zjevné teplo,  $LE$  latentní teplo evapotranspirace,  $G$  záření pohlcené půdou,  $J$  teplo pohlcené biomasou,  $P$  energie spotřebovaná na fotosyntézu (Huryna et. al. 2014).

Roční na každý metr čtvereční Zemského povrchu v oblasti mírného pásu dopadá zhruba 1,2 MWh sluneční energie. V tropických a subtropických oblastech mohou být hodnoty dopadající sluneční energie několiknásobně vyšší. Udává se, že tyto roční hodnoty mohou vystoupat až na 3-4 MWh. Na území Evropy se během jasného letního slunečního dne maximální sluneční záření pohybuje mezi hodnotami 0,8 až 1,0 kW/m<sup>2</sup>. Na fotosyntézu se spotřebovává zhruba pouze jedno procento dopadající sluneční energie (Pokorný 2001).

Tok dopadající sluneční energie také velmi výrazně ovlivňuje i celkovou úrodnost (Pokorný 2001). Rozdělení radiální energie na povrchu, které ovlivňuje fyzikální, fyziologické a biochemické procesy (například povrchová teplota, evapotranspirace, energetická bilance, fotosyntéza nebo dýchání), je přímo ovlivněno albedem (Wang 2005).

Dva lesy při stejné teplotě mohou obsahovat velmi odlišné množství tepelné energie. To je vyjádřeno jako tepelná kapacita. Rozdílná tepelná kapacita vzduchu a vody znamená, že daný objem vody obsahuje mnoho více tepla, než stejné množství vzduchu při stejné teplotě. Tento rozdíl je zásadní pro globální klima v termální ekologii (Clarke, Gaston 2006).

Albedo je charakterizováno jako schopnost povrch odrážet dopadající elektromagnetické záření. (Wang 2005).

Obecně platí, že světlejší materiály mají vyšší albedo a tím pádem absorbují méně tepla. Naopak je tomu u tmavších materiálů, které absorbují více tepla a tím pádem mají vyšší povrchovou teplotu. Vyšší albedo mají například i hrubší povrchy oproti těm hladkým (Wenhui et. al. 2015).

Změny v krajinném krytu (land coveru) v důsledku lidské činnosti mohou mít za následek i trvalé změny v povrchovém albedu. Nicméně ke změnám v albedu může docházet i vlivem procesů dynamických a zcela přirozených procesů. Příklad takového procesu mohou být například fenologické cykly. Růst a vývoj rostlin totiž může sezóně velmi výrazně ovlivnit povrchové albedo. Vliv na albedo má i vlhkost půdy nebo obsah vody v rostlinách (Wang 2005).

Již v minulosti si lidé toho fenoménu byli vědomi, a proto například používali fasády v bílé a světlé barvě za účelem ochlazení budov. To můžeme například pozorovat například na povodní lidové architektuře v oblasti Středomoří (například Egecko, jižní Itálie) nebo v severní části Afriky (Zenzi 2016).

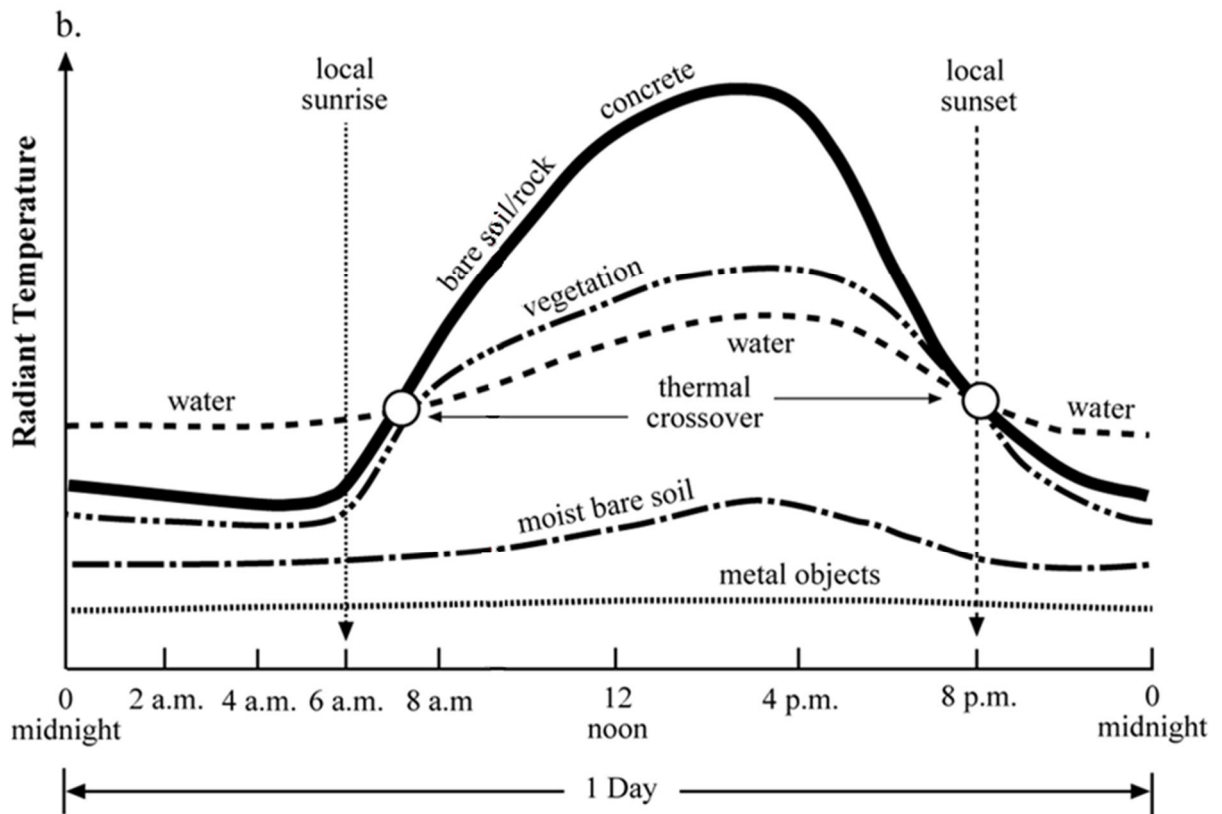
## 2.2 Tepelné ostrovy (Urban heat island)

Vzhledem k neustále se rozrůstajícím městům je více a více studií zaměřujících se na problematiku tak zvaných městských tepelných ostrovů (UHI). Tyto městské tepelné ostrovy (UHI) jsou definovány jako jev, kde dosahují atmosférické a povrchové teploty povrchu (LST= land surface temperature) v městských oblastech vyšších hodnot než v okolních venkovských oblastech. Městské oblasti pokryté nepropustnými povrchy jako jsou například budovy, asfalt, beton a podobně, obecně absorbují více slunečního záření a v nich kterých případech mají i vyšší tepelnou vodivost a tepelnou kapacitu. To může mít za následek relativně vyšší LST ve srovnání s okolním prostředím. UHI jsou považovány za jednu z nejvýznamnějších otázek životního prostředí týkající se městského klimatu a udržitelného rozvoje měst (Wenhui et. al. 2015, Xiaoxiao et. al. 2016).

i venkovskými oblastmi vykazují m stské oblasti vyšší teplotou. Projekce zm ny klimatu nazna ují, že evropské letní vlny vysokých teplot se b hem toho století stanou ast jší a výrazn jší. Tyto informace jsou i v souladu s pozorovanými trendy posledních desetiletí (Hove et. al. 2015). Rozdíl mezi r znými LST uvnit m stských ploch v ak m fle být stejn velký nebo dokonce v tší, nejl je rozdíl mezi m stem a venkovem (Wenhui et. al. 2015).

Jev m stského tepelného ostrova (UHI) byl poprvé sledován a zmín n jil v roce 1818 (Howard 1818). M stské tepelné ostrovy m fle v zásad rozd lit na dva typy: povrchové UHI a atmosférické UHI (Estoque et. al. 2017).

Následující obrázek ilustruje rozdílnou teplotní odpov holé p dy/ skály a betonu oproti vegetaci nebo vod v pr b hu dne.



Obr 2: Teplotní projev r zných jednotek krajinného krytu v pr b hu dne (Jensen 2000).

hlavní příčiny ke studiu městských tepelných ostrovů :  
meteorologických stanic, povrchové teploty získané  
pomocí dálkového druzicového snímání anebo pozorování radiální povrchové teploty  
pomocí přenosných infračervených teploměrů (Wenhui et. al. 2015).

Je mnoho možností vzniku tepelných ostrovů. Městské tepelné ostrovy by podle  
této studie mohly být způsobeny 1) nízkým prouděním vzduchu, 2) sníženým výparem  
v důsledku ubývání zeleniny v oblastech měst, 3) zvýšeným uvolňováním naakumulovaného  
tepla ve stavebním materiálu budov a městských površích, 4) zachycením dlouhovlnného  
záření, 5) emisemi tepla antropologického původu, 6) zvýšenou absorpcí krátkých vln a  
jakékoliv kombinací těchto faktorů (Schrijvers et. al. 2015). Schrijvers et. al. (2015) také  
uvádí, že není jasné, jaký z těchto úinků je dominantní.

Obecně platí, že tvorba UHI je způsobena hlavní změny krajiny (konkrétně jde o  
změnu materiálu a tím i teplotních vlastností povrchu, snížení výparu a akumulace tepla  
v lenitě zástavbě, kde se navíc snižuje proudění vzduchu) v důsledku rozvoje měst, které  
mají za následek vyší LST (Estoque et. al. 2017). Také Ward et. al. (2016) ve své studii  
potvrdil, že efekt UHI je vyvolán kombinací mnoha faktorů. Mezi tyto faktory podle něj  
patí i geometrie ulice a celých čtvrtí, množství umělých povrchů (silnice, stěchy,  
chodníky atd.) se zvýšenou emisivitou a také antropogenní produkce tepla. Efekt UHI se  
objevuje v téměř každé městské oblasti, bez ohledu na to, zda je konkrétní město malé  
nebo velké nebo zda se nachází v teplém nebo chladném podnebí (Ward et. al. 2016).  
Ward et. al. (2016) ve své studii na sedmdesáti evropských městech zjistil, že velikost  
městského tepelného ostrova je pozitivně ovlivněna rozsahem (plochou) města a naopak.

Tento fakt potvrdil i Estoque et. al. (2016). I on ve své studii potvrdil, že městské  
oblasti podporují existenci jevu UHI bez ohledu na jejich velikost a umístění (mýleno  
geografické umístění). Ovšem úinek tepelného ostrova se často snižuje s klesající  
velikostí města.

Bylo také zjištěno, že efekt městského tepelného ostrova je v noci významněji než  
během dne a že je ovlivněn tvarem, velikostí i geometrií budov (Seto, Shepherd 2009).  
Shiflett et. al. (2017) ve své studii zmíní uje, že během dne je díky zastavěným plochám  
omezené odpařování a nízké albedo. To je spojeno s vyššími denními teplotami městských  
povrchů (Shiflett et. al. 2017). Během oblačného počasí může být projev UHI nižší,



ost v tru vede naopak ke zvý-ení intenzity UHI (AI-

Jak již bylo e eno, lov k m fle ovliv ovat distribuci dopadající slune ní energie prost ednictvím hospoda ení s vodou a vegetací. Naru-ením funk ních ekosystém nevhodnou pé í o krajinu dochází ke zvý-ení amplitud povrchových teplot a to má samoz ejm vliv na místní klima. V letním období m fle nap íklad docházet k nízké vlhkosti vzduchu, kolísání teplot nebo nerovnom rné distribuci srážek (Hesslerová et. al. 2013). Mnoho m st v posledním desetiletí zafilo výrazný nár st zastav ných ploch. M sta se p í tom roz-í ovala nejen do -í ky, ale docházelo i k zahu- ování v rámci m sta a asto i ke ztrátám m stské zelen . Enormn rostoucí energetická náro nost budov v roz-í ujících se m stských oblastech spolu s odpovídajícím nadm rným uvol ováním zjevného tepla, negativn ovliv uje adu otázek týkajících se flivotního prost edí, jako je nap íklad efekt m stského tepelného ostrova (UHI), zhor-ování kvality ovzdu-í, sniflování tepelného komfortu a mikroklimatu pro obyvatele apod. (Zhi-Hua et. al. 2016).

Mezi n které z hlavních negativních dopad UHI pro lov ka pat í zvý-ená spot eba energie, zvý-ená emise látek zne í- ujících ovzdu-í a emise skleníkových plyn (které vznikají p í zvý-ené výrob elektrické energie), ohrofení lidského zdraví a (tepelného) pohodlí a zhor-enou kvalitu vody (Estoque et. al. 2017).

Tepelná pohoda obyvatel m st závisí nejen na teplot vzduchu, ale i na kombinaci ú inku teploty vzduchu, rychlosti v tru, vlhkosti vzduchu a slune ního zá ení. M stská geometrie (vý-ka a rozmíst ní budov) také velmi výrazn ovliv uje místní klima (Hove et. al. 2015). Tepelný stres má vliv na lidské zdraví a projevuje se r znými p íznaky. Mezi tyto p íznaky m fle pat it nap íklad nedostatek soust ed ností, pocit vy erpání, dehydratace, poruchy ob hových soustav a to v-e m fle mít v extrémních p ípadech za následek i smrt. Zdravotní problémy spojené s vysokými teplotami ve m stech potvrdily i v n kolika studiích (Ward et. al. 2016). Simulace ukazují, fle stín a sniflení rychlosti v tru m fle zlep-ít podmínky teplotního komfortu (Algenciras 2016).

Vzhledem k neustálému nár stu zastav ných ploch a roz-í ování m st a tím pádem i nár stu vlivu m stských tepelných ostrov na energetiku, spot ebu vody, lidské zdraví, ekosystémové slufby a globální oteplování je výzkumu v nována stále v t-í pozornost. Nap íklad Zhi-Hua et. al. 2016 ve své studii udává, fle se ve Spojených Státech Amerických afl polovina vyrobené elektrické energie spot ebuje na provoz budov (nap .



v oblastech měst mohou mít také za následek rychlejší (al. 2016). Nárůst spotřeby energie v důsledku v teploty ochlazování budov byl zaznamenán i v oblasti jižní Evropy. Zde byl nárůst spotřeby energie zhruba 10%, ve Třetímu lsku je nárůst dokonce o 30%. Tyto údaje se vztahují k rozpětí let 2005-2009 (Zenzi 2016). Nedávné výsledky ukazují, že tepelná pohoda a teplotní stres pravděpodobně stane zásadním problémem i v mnoha městských oblastech v Nizozemsku. (Hove et. al. 2015).

Hove et. al. (2015) ve své studii z oblasti Rotterdamu potvrdil, že důsledky UHI dosáhly maximální intenzity obvykle po západu slunce a to v důsledku pomalejšího ochlazování městských oblastí ve srovnání s venkovským prostředím.

Podle studie Jian et. al. (2016) se mezi lety 1978 a 2012 zvýšil počet čínské populace žijící ve městech z 17,9% na 52,6%.

Mezi rychle rostoucí města patří například i Peking s více než trojnásobným nárůstem zastavěného území od roku 1984, což vedlo ke zvýšení městských tepelných ostrovů (UHI) o 0.31°C za desetiletí od roku 1960 do roku 2000. Jeho plocha (přes 16 000 kilometrů čtverečních) je více než 70% tvořena zastavěnými plochami (Wenhui et. al. 2015). Jian et. al. (2016) ve své studii zmíní i fakt, že se v roce 2008 snížila teplota v některých centrálních oblastech Pekingu. To bylo způsobeno přesunem několika velkých průmyslových výroben z centra, do příměstských částí. Tyto přesuny byly v rámci příprav Olympijských her, které se zde odehrály v létě roku 2008.

Problémem městského tepelného ostrova se zabýval i již zmíněný Hove et. al. (2015) ve své studii, kterou prováděl na městské aglomeraci v Rotterdamu, druhém největším městě Nizozemí. Vyzoroval, že některé hustě zastavěné plochy dosahují znatelných výšších teplot než ve venkovských oblastech. Také je zde daleko nižší vlhkost vzduchu a to o 9-15%.

I když existují představy o budoucím růstu populací měst, je podstatně méně informací o tom, jak se tyto změny projeví v odpovídajících demografických změnách měst. Plánování městského území a celkové změny land coveru mají značné dopady na klima, a právě proto by mělo být plánování měst a zeleně nově více pozornosti (Seto, Shepherd 2009).

Velké problémy způsobila v roce 2013 nová vznikající budova v centru Londýna. Jedná se o novou výškovou budovu, známou jako The Walkie-Talkie (obr 3), která díky svému tvaru způsobila poškození několika aut stojících na ulici pod mrakodrapem. Právě parabolický tvar budovy a jeho celoskleněný plášť jsou nejvýš taktickým problémem. K poškození aut stojících na ulici došlo po jedné hodině odpoledne. Na které zdroje uvádí, že díky koncentraci slunečních paprsků do malé plochy byly naměřené teploty i více než 90°C. Jako řešení tohoto problému byly v květnu 2014 do výškových pater budovy nainstalovány venkovní žaluzie, které brání soustředění slunečních paprsků (skygarden.londoncom, dailymail.co.uk).

Podobný problém má i budova hotelu Vdara v Las Vegas (obr 4). Tuto budovu navrhoval dokonce stejný architekt, Rafael Viñoly. U této budovy dochází opět díky jejímu konkávnímu tvaru k velkému ohřevu vody v přilehlém bazénu (dailymail.co.uk, vdara.com).



Obr 3: Budova mrakodrapu The Walkie-Talkie v centru Londýna (zdroj obrázku: Daily Mail).



Obr 4: Budova hotelu Vdara v Los Angeles (zdroj obrázku : vdara.com).

### 2.3 Vliv vegetace na teplotu

Je obecně uznáváno, že přirození krajinné prvky jako jsou lesy, vodní plochy a mokřady, hrají významnou roli při zmírňování vysokých povrchových teplot. Naopak městské krajinné prvky, mezi něž patří například zastavěné plochy nebo holé plochy, dosahují při radiálním požití vyšších teplot (Jian et. al. 2016).

Využívání městské zeleně za účelem zmírnění efektu tepelných ostrovů a zlepšení energetické efektivity budov se stává v mnoha státech světově finou strategií územního plánování (Zhi-Hua et. al. 2016). Zvyšování množství městské zeleně by tedy mohlo snížit rostoucí trend LST (Wenhui et. al. 2015).

Povrchová teplota odpovídá různé schopnosti ekosystémů transformovat dopadající sluneční záření do zjevného resp. latentního tepla. Vegetace s dostatečným množstvím vody může ochladit povrch posílením toku latentního tepla prostřednictvím evapotranspirace (Hesslerová et. al. 2013). Pokud není zemský povrch pokrytý vegetací nebo nemá dostatek vody pro evapotranspiraci, dochází k ohřevu povrchu dopadajícím slunečním zářením, takto uvolněné teplo je přeneseno do okolí. Při velkém ozaření holých povrchů (například pole po sklizni) nebo povrchů typických pro městské oblasti dochází díky ohřevu ploch k turbulenci v atmosféře nad těmito plochami (Huryna et. al. 2013).

okulaci vzduchu v mezní vrstvě atmosféry a také na okolí (to v–e díky schopnosti evapotranspirace), to m ffe tím pádem p ísp í ke stabilizaci teplot a vodního režimu v okolí (Brom et. al. 2012).

Analýza lidské tepelné pohody ukazuje, ffe m stská vegetace hraje klí ovou roli p í vytvá ení p íjemného fivotního prost edí (zejména v aridních nebo semiaridních oblastech). Vyuffívání m stské zelen , obecn í známé jako tzv. zelená infrastruktura, se stává d leflitou strategií. Tyto strategie zahrnují nap íklad trávníky, zelené st echy, p ípadn í fasády a m stské lesy (parks). Dva nejb ín í typy vegetace ve m stech jsou trávníky nebo stromy poskytující stín (Zhi-Hua et. al. 2016). Zatímco ekosystémy pokryté hustou travnatou nebo stromovou vegetací ukázaly relativn í dob e vyváfenou dynamiku denních teplot s nízkými teplotními extrémy a pomalým zvy–ováním teplot ráno nebo snífení teploty odpoledne (Hesslerová et. al. 2013).

Vegetace ochlazuje prost edí p ívede–ím prost ednictvím zmi ované evapotranspirace (ET)- p íerozd lením dostupné slune ní energie dopadající na vegetaci na latentní teplo výparem. Bylo potvrzeno, ffe stromy jsou díky v t–í evapotranspiraci lep–ím klimatiza ním prvkem neff trávníky, tudíff v jejich okolí dochází k v t–ím energetickým úsporám (Zhi-Hua et. al. 2016). Intenzita evapotranspirace je ovlivn na mnoffstvím slune ního zá ení, vlhkostí vzduchu, dostupností vody, atmosférickým tlakem a p íslu–nými biologickými faktory (Huryňa et. al. 2013). V d ísledku evapotranspirace hraje vegetace zásadní roli p í energetické bilanci krajiny a také má obrovský vliv na teplotu zemského povrchu, jakofi i na chemické a biologické procesy v ekosystémech (Hesslerová et. al. 2013).

Jeden vzrostlý listnatý strom (nap íklad lípa, dub nebo ka–tan) s pr ím rem koruny zhruba 10 metr í je b íhem dne schopný protranspirovat afl 400 litr í vody za jeden den (pokud p ítáme s evapotranspirací  $5 \text{ l/m}^2$ ) (Pokorný 2001). Schopnost ochlazovat své okolí pomocí evapotranspirace se u jednotlivých druh í strom (typ í vegetace v–eobecn í) li–í v závislosti na hustot í list í v korun í, velikosti koruny a optických vlastností list í (Fanhuo et. al. 2016). Hesslerová et. al. (2013) ve své studii potvrdila nejpomalej–í nár íst povrchových teplot b íhem dne na plochách s hustou vegetací a dobrým zásobením vodou, konkrétn í na vlhkých loukách, v ol–ových porostech a v lese.

N íkolik studií potvrdilo, ffe schopnost vegetace ochlazovat své okolí roste spole n se zvy–ujícím se LAI (LAI= Leaf area index, pokryvnost listové plochy). N íkolik studií

ledků v t-í evapotranspirace dosahují malolisté druhy (Wen et. al. 2016).

Dal-í výhodou vegetace je nízká tepelná vodivost a tendence energii uvolňovat pomalu, což vede k relativně nízkým LST (Wenhui et. al. 2015). Plochy pokryté vegetací (především parky se stromovou výsadbou) tvoří stíny, které zabráňují přímému ohřevu povrchu ze slunečního záření emitovaného sluncem (Estoque et. al. 2017).

Zhi-Hua et. al. (2016) ve své studii zkoumá, jaký potenciál mají různé typy městské zeleně v oblasti městské energie. Wenhui et. al. 2015 ve své analýze zjistil, že s rostoucím NDVI se výrazně snižuje LST, tím pádem by zvýšením množství zeleně v městech mohlo docházet ke snížení LST. To opět potvrzuje, že povrchy s vegetací mají vysoký potenciál evapotranspirace a tím pádem mohou uvolnit relativně velké množství absorbované energie.

Al-Gretawee et. al. (2016) se ve své studii zaměřuje na studium velkého parku v Melbourne, Austrálie. Byla zde měřena teplota vzduchu (5 cm a 1,5 m nad zemí) a povrchová teplota několikrát denně více než jeden měsíc. Měření probíhalo jak na území parku, tak i v jeho okolí (do vzdálenosti cca 1 km). Studie ukazuje, že park má významný efekt ochlazení až na vzdálenost 860 m od jeho hranic a že je tento efekt nejvýznamnější v ranních hodinách. Ze studie rovněž vyplývá, že povrchové teploty podél parku jsou mnohem citlivější na chladící účinek parku, než na teploty vzduchu.

Pro plánování městské zeleně je důležitý i tzv. index fragmentace zeleně, který má také pozitivní korelaci s LST. Čím více jsou plochy fragmentované, tím vyšší je LST. Takže například jednoduché, pravidelné tvary a kompaktnější, méně rozptýlená zeleně může být výhodná pro snížení povrchové teploty (Jian et. al. 2016). Na které studie naopak tvrdí, že malé plochy zeleně roztroušené uprostřed zástavby mohou mít v t-í a lepší vliv než velké ucelené plochy vegetace (Ward et. al. 2016).

### 2.3.1 Zelené stěny a fasády

Dalším možným řešením, jak by mohlo dojít ke snížení efektu městského tepelného ostrova, jsou tzv. zelené stěny. Zelené stěny by mohly přispět k ochlazení okolí, poskytují izolaci budov a vedou ke značným úsporám energie pro regulaci teploty. V dci



ují izolaci budov, což by mohlo vést ke značným  
limitizaci v létě a naopak na topení v zimě. Kromě  
toho, zelené stěny mohou mít další výhody, jako je zadržování dešťové vody, zlepšení  
kvality ovzdušnění, snížení hluku a poskytování rekreačního prostoru v přeplněných městech  
(Huang, Chen, Tsai 2016). Obecně platí, že parky i zelené stěny výrazně přispívají ke  
snížení povrchových teplot vzduchu a městské oblasti, které obsahují tyto struktury,  
mohou být lokálně chladnější než oblasti, které tyto struktury naopak postrádají (Al-  
Gretawee et. al. 2016).

Výsledky studie provedené Huangem, Chenem a Tsai (2016) ukazují, že substrát  
nebo případně voda (v případě hydroponické zelené stěny) nemusí dosahovat ani příliš  
velké síly i hloubky. Hloubka vody 10 cm postačí poskytnout ideální podmínky pro  
hydroponické zelené stěny, která snižuje teplotu a amplitudu stěny. V této studii byl  
také sledován rozdílný vliv jednotlivých druhů rostlin. Nicméně mezi testovanými druhy  
rostlin nebyly pozorovány žádné rozdíly ve snížení teploty stěny a její denní amplitudou  
teplot. Výzkumy zelených stěn ukazují, že jsou úsporné i při chlazení vzduchu  
přilehlých betonových stěn v Manchesteru ve Velké Británii (Al-Gretawee et. al. 2016).

Až kolikrát bylo prokázáno, že je vegetace vysoce efektivní při snižování  
intenzity městského tepelného ostrova, neexistuje žádná obecná shoda na ideální typ  
vegetace, druhu rostlin nebo distribuce vegetace, která je nejúčinnější při zmírňování UHI  
(Al-Gretawee et. al. 2016).

Dalším možným způsobem jak snížit ohřev budov a tím i snížit jejich energetickou  
náročnost je tvorba tzv. šzelených fasád. Existence zelených fasád může snižovat i projevy  
městských tepelných ostrovů. Jedním z rozhodujících faktorů účinnosti těchto fasád je tzv.  
LAI (pokryvnost listoví). Na které druhy rostlin (s LAI 3,5-4) mohou ve středomořských  
oblastech během letních měsíců přispět k úspoře energie až 34%. Je několik možností  
jak fasády osázet. Může jít například o rostliny popínavé nebo o rostliny převislé (Pérez et.  
al. 2017).

Pérez et. al. (2017) ve své studii potvrdil, že na úsporu energie pomocí zelených  
fasád má vliv i orientace samotné fasády vzhledem k světovým stranám. Orientace na východ je  
nejúčinnější v ranních hodinách (a dokonce snížit teplotu stěny až o 15°C). Jihem  
orientované fasády mohou snížit teplotu až o 16°C po dobu teplotního spánku (15:45 hodin),  
takto orientované fasády jsou velmi účinné v průběhu celého dne. Západem orientované



**PDF**  
Complete

*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

odpoledních hodinách, tzn. kolem 19 hodiny, a mohou

### 3.1 Zájmové území

Zájmové území se nachází v oblasti krajského města Jiho českého kraje české Budějovice, okres české Budějovice. Město české Budějovice bylo v roce 1265 založeno na soutoku řek Vltavy a Malše (Magistrát města české Budějovice).

Okres české Budějovice s rozlohou 1 625 km<sup>2</sup> je tvořen převážně pahorkatým georeliéfem. Nachází se ve střední a jihovýchodní části Jiho českého kraje. Střední část okresu tvoří eskobudějovická pánev. Ta na jihovýchod přechází do Novohradských hor. Průměrná nadmořská výška okresu se pohybuje okolo 500 metrů nadmořem. Podnebí zde spadá do kategorie mírně teplé klimatické oblasti s dlouhým teplým létem a krátkou mírně teplou zimou. Průměrná roční teplota je 8,2 °C. V této lokalitě je také naměřené rekordní nejnižší teplota v rámci české Republiky. Rekord pochází z 11. února 1929 z Litvínovic (zhruba 1 km od české Budějovic), byla zde naměřena teplota -64,2°C. (Tolasz a kol. 2007, Albrecht a kol. 2003).

eskobudějovická pánev se táhne od českých Budějovic směrem na severozápad k městu Písek a Strakonice. Východní hranice pánve je tvořena tzv. Lišovským prahem, ten ji také odděluje od sousední pánve Tebošské. Roční úhrn srážek se zde pohybuje mezi 570 a 600 mm. Stejně jako v přilehlé Tebošské pánvi i zde nalezneme velké množství rybníků a jiných vodních ploch (Albrecht a kol. 2003).

Podnebí je zde přechodného stredoevropského typu, v němž se stále uplatňují vlivy oceánu (na západ) a pevniny (na východ). Dlehlitou roli zde hraje i expozice terénu vůči převládajícímu západnímu a severozápadnímu proudění. Na západních severovýchodních svazích nedalekého pohoria Tmava se projevují fénové úinky. Tím dochází ke snižování srážek a oblačnosti a zvyšování teploty. Díky mírnému podnebí město v českých Budějovicích zařínat vegetační sezóna již 27. března a město trvá až 223 dní (Albrecht a kol. 2003, Ludvík a kol. 1986).

Město české Budějovice se rozléhá na ploše cca 5 560 ha, z toho 2 452 ha jsou zastavěné plochy. Na zbylé části se nachází zemědělská půda, veřejná zeleň, soukromá zeleň, vodní plochy nebo lesy, celkem sem spadá 3 108 ha. Samospráva města má na



Přírodná plocha park je 99,15 ha, nejv tší ást této zloze 68 ha (Kyrián, ústní sd lení).

## 3.2 Použitá data

### 3.2.1 Mapové podklady a letecké snímky

Pro tuto práci bylo použito n kolik druh podkladových dat. Jedním z podklad byly ortofotomapy území ORP (obec s rozí enou p sobností) eské Bud jovice z let 2004, 2007, 2008 a 2011. Tyto ortofotomapy poskytl Magistrát m sta eské Bud jovice.

Magistrát m sta také poskytl dalí podklady, jimifl je jiho eský ZABAGED (Základní databáze geografických dat), digitální topografický model území.

### 3.2.2 Druhicové snímky Landsat

Dalím velmi d leflitým prvkem jsou snímky z druficových systém Landsat. Tyto snímky byly získány bezplatn z webových stránek americké v deckovýzkumné vládní agentury USGS (United States Geological Survey) (<http://glovis.usgs.gov/>).

Z dostupných scén byly vybírány pouze území v období od ervna do zá í (z d vodu vegeta ního vrcholu a také nejvyíých teplot v roce a s tím souvisejícími nejv tímu teplotními extrémy r zných druh krajinného krytu) s minimální (nejlépe fládnou) obla ností. Seznam použitých scén z druficového systému Landsat je uveden v tabulce 1. V echny použité scén byly nasnímány druficemi Landsat TM 4 (rok 1984) nebo TM 5.

Tab. 1: Seznam použitých scén z druficového systému Landsat.

datum	rok	datum	rok
12. ervence	1984	20. srpna	2004
17. ervence	1986	3. ervna	2005
2. srpna	1986	7. zá í	2005
4. ervence	1987	23. zá í	2005
27. srpna	1987	24. ervence	2006
10. erven	1992	10. zá í	2006
26. ervence	1992	25. ervna	2007

	1993	14. ervna	2009
	1994	20. srpna	2010
30. ervna	2003	21. zá í	2010
16. ervence	2003	23. srpna	2011
18. zá í	2003	24. zá í	2011

### Druflice Landsat

Díky drufficím Landsat je k dispozici více neř 40 let dlouhá asová ada snímk Zem . Tého drufficový systém je ízený spole ností NASA a USGS. Druflice Landsat TM4 a TM5 snímkují zájmové území vřdy v ase 9:38.

Tab. 2: asový sled druffic Landsat s tu n ozna enými pouřitými drufficemi.

<b>název druffice</b>	<b>datum vypu-t ní na orbit</b>	<b>aktuální stav</b>
Landsat 1	23. ervence 1972	innost ukon ena 1978
Landsat 2	22. ledna 1975	innost ukon ena 1981
Landsat 3	5. b ezna 1978	innost ukon ena 1983
<b>Landsat 4</b>	<b>16. ervence 1982</b>	<b>innost ukon ena 1993</b>
<b>Landsat 5</b>	<b>1. b ezna 1984</b>	<b>innost ukon ena 2013</b>
Landsat 6	5. íjna 1993	havárie b hem startu
Landsat 7	15. dubna 1999	funk ní
Landsat 8	11. února 2013	funk ní

### Landsat 4 a 5

Ob druffice byly vyvíjeny ve stejné dob , ale Landsat 4 byl vypu-t n na ob řnou dráhu o necelé t i roky d íve. Do-lo ke zm nám ve skenerech. MSS (multispektrální skenery) z staly, ale skenery RBV (Return Beam Vidicon), které nesly p edchozí druffice, byly nahrazeny systémem Thematic Mapper (TM), který má sedm spektrálních pásem a rozli-ení 30x30 metr (první 4 pásma snímají v oblasti viditelného sv tla, zbylé snímají v oblasti infra erveného zá ení). Pro tuto práce je vyuffit 6. kanálu s dlouhovlnným tepelných zá ení. U t chto druffic do-lo i ke zm n vý-ky letu (na 705 km od Zem ) a tím se i zm nil po et pásem. Satelity nasnímají to samé místo vřdy jednou za 16 dní (www.gisat.cz).

pásem a prostorového rozlišení u použitých družic.

	et pásem	prostor. rozlišení [m]	data od roku	
Landsat 4	MSS	optická 4	80	1982
Landsat 4	TM	optická 7	30, 120	1982
Landsat 5	MSS	optická 4	80	1985
Landsat 5	TM	optická 7	30, 120	1985

TM (Thematic Mapper) je nov jím mechanickým skenerem na Landsat 4 a 5. Tento skener m í v 7 kanálech (první 4 kanály m í v oblasti viditelného sv tla a dal í t i kanály jsou v oblasti infra červeného zá ení. (www.gisat.cz).

### 3.3 Zpracování dat

#### 3.3.1 Výpo et teploty

Výpo et teplot ze surových dat byl proveden v programu Geomatica, ta pomocí modulu ATCOR2\_T. A následovala standardizace dat. Data byla nevzorkována pomocí kubické konvoluce. V této metod se nový pixel po ítá na základ váženého prům ru z estnácti nejbliž ích pixel v p vodním obraze. Tato metoda je geometricky přesná, ale m ní se p vodní hodnoty (Dobrovolný1998).

#### 3.3.2 Standardizace dat

Aby mohla být data (teploty) porovnatelné v áse a odstranil se teplotní rozdíl mezi jednotlivými lety vlivem r zného po así v dob snímání, musela být provedena standardizace dat (<http://portal.matematickabiologie.cz>). Bylo provedeno n kolik zp sob standardizace, za ú elem vybrání té vhodné pro ná–typ dat.

- Standardizace sm rodatnou odchylkou

Toto je jeden z nej ast j ích zp sob standardizace dat.

$$\sigma = \frac{\sigma - \mu}{\sigma}$$

pixelu),  $T$  je průměrná teplota všech daného snímku,

- Standardizace rozptím

$$T = \frac{T - T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}}$$

kde  $T$  teplota (daného pixelu),  $T_{\min}$  je minimální hodnota (teplota) a  $T_{\max}$  je maximální hodnota (teplota) daného snímku.

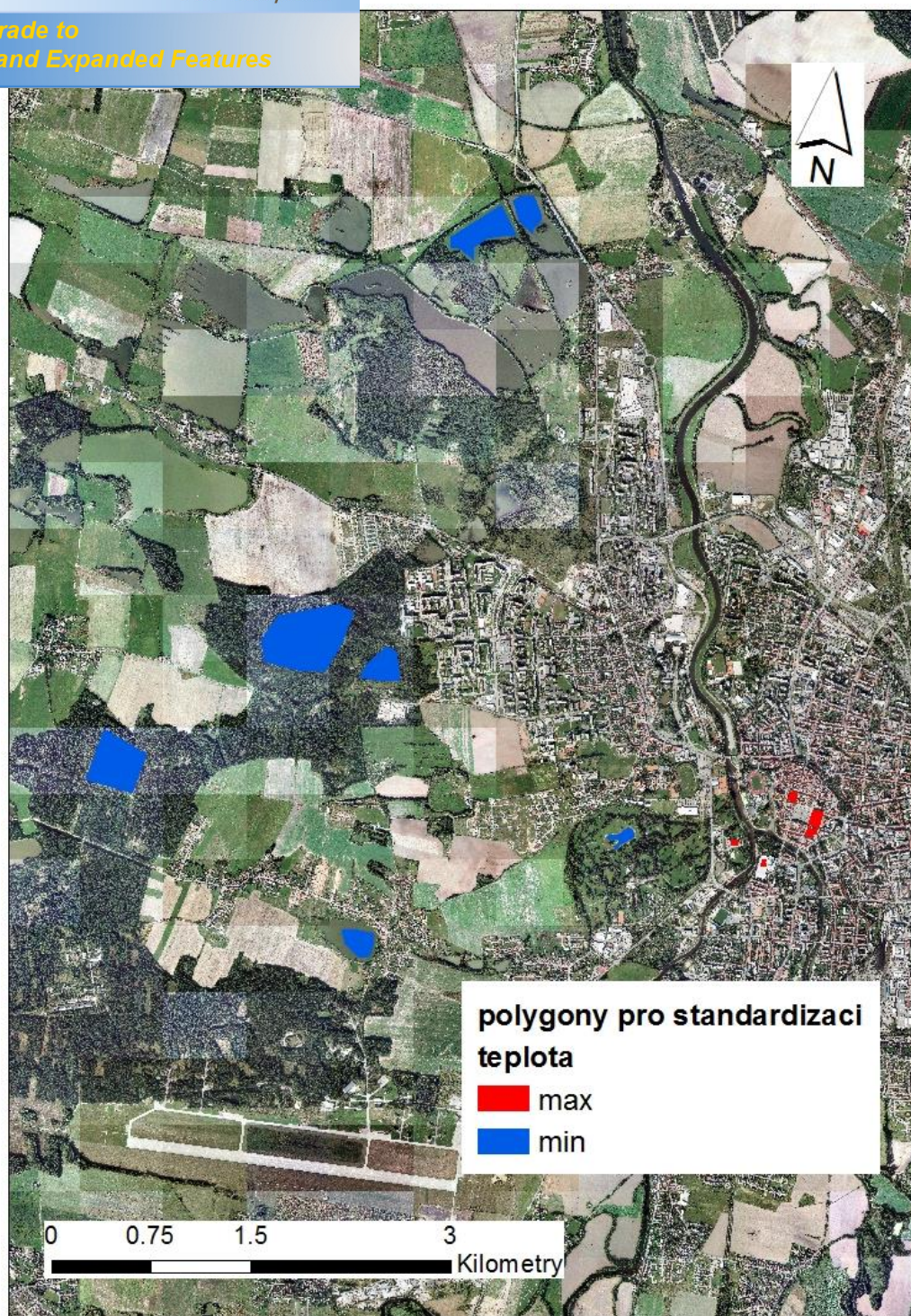
Pro tento typ standardizace byly v programu ArcMap vytvořeny polygony, které se vase nemění a tudíž v ní mohla být provedena standardizace. Vybrané polygony pro standardizaci (s nejvyššími a nejnižšími teplotami) se také nesměly překrývat s polygony, u kterých sledujeme teplotní vývoj vase. Proto byly vybrány následující plochy: Tundlovský rybník v obci Tundlov Dvory, les za obcí Mokré, dvě plochy v brani-kovském lese, dvě vodní plochy v oblasti Vrbenských rybníků, tři bloky budov v okolí náměstí Pěsmysla Otakara II., ledová plocha Budvar arény, sportovní hala ve Stromovce a vodní nádrž Bagr ve Stromovce.

Tyto polygony byly poté rozděleny do dvou skupin, podle toho zda dosahovali vysokých či nízkých teplot, jejich rozmístění v etn barevného rozlišení na teplé a studené plochy naleznete na obrázcích x. Standardizace byla provedena v programu Geomatika.

Tato standardizace probíhala dvakrát, pokud s odlišnými minimálními a maximálními hodnotami. V prvním případě byly za minimální hodnoty dosazeny průměrné teploty z polygonů klasifikovaných jako chladné oblasti a za maximální hodnoty naopak průměrné teploty z polygonů klasifikovaných jako teplé oblasti.

V druhém případě byla za minimální hodnotu vybrána nejnižší teplota z polygonů označených za chladné a za maximální hodnoty byla dosazena nejvyšší teplota z polygonů označených jako teplé oblasti.





Obr 5: Mapa s rozmístěnými plochami s očekávanou minimální (modrá barva) a maximální teplotou ( červená barva) použitých ke standardizaci.





Obr 6: Detail teplých oblastí vyuffitých pro standardizaci.

### 3.3.3 Polygony sledované v ase

Pro tuto práci bylo i po konzultaci s Magistrátem m sta eské Bud jovice vybráno 22 polygon , u kterých se sleduje teplotní vývoj v ase. Navíc byly p idány 3 polygony,

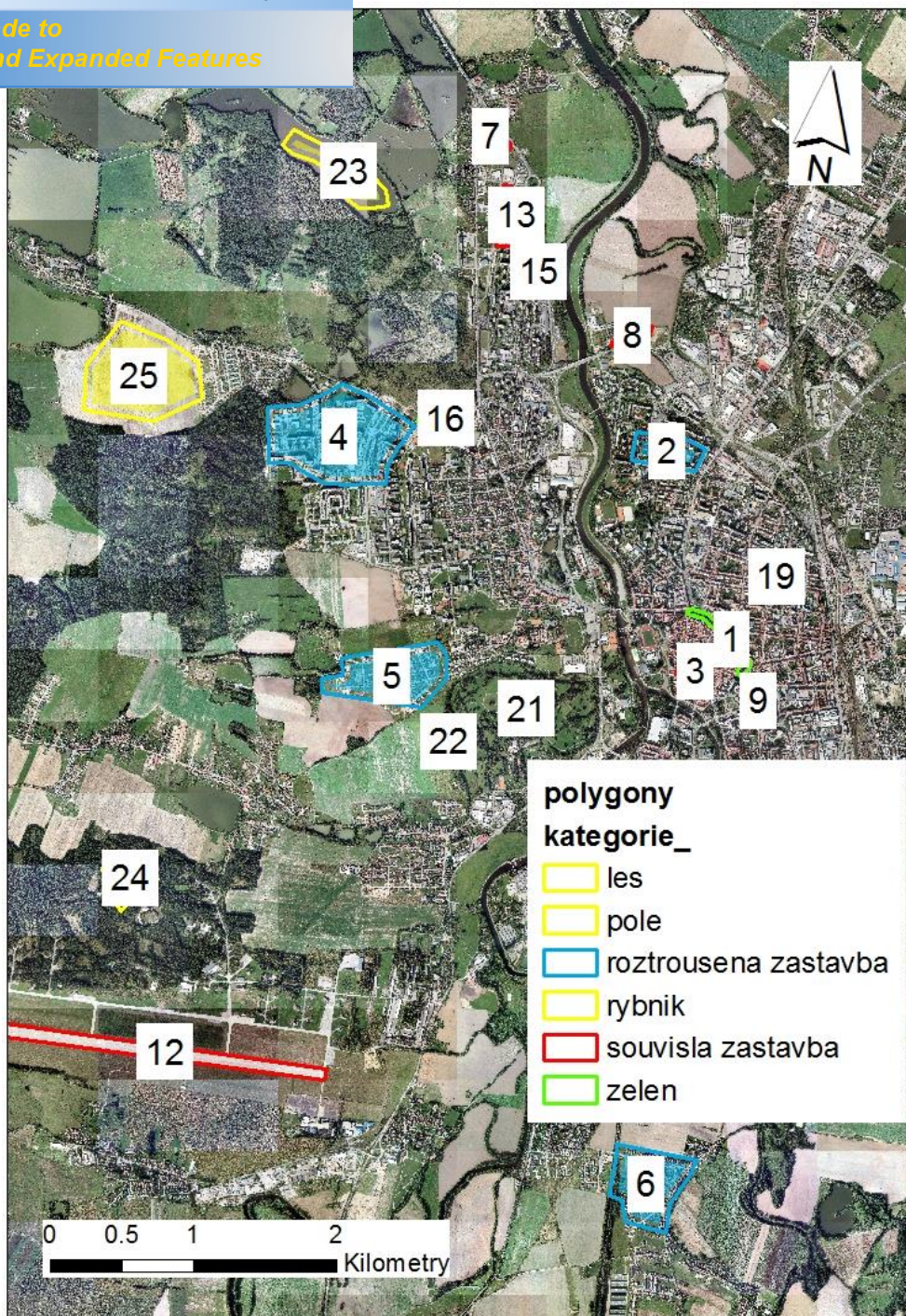
polygony. Tímto polygony je plocha lesa, rybníka a pole.  
země ORP České Budějovice.

Polygony byly rozděleny do kategorií, podle jednotky krajinného krytu:

- zele - do této kategorie byly zařazeny plochy s převládající zelení, jako například parky
  - park Sady
  - dvě plochy v parku Stromovka
  - skupinka stromů s řídkou zelení mezi ulicemi v blízkosti ulice Fífkova
  - 2 stromy v blízkosti ulice Fífkova
  - 1 solitérní strom v ulici Kněžská
  - 2 plochy v oblasti nově vzniklého parku Týnský dvůr
  - Palackého náměstí
- roztroušená zástavba- do této kategorie byli zařazeni plochy, kde se nachází jak zástavba tak zde i v určitém poměru nalezneme zeď
  - Pražské sídliště
  - sídliště v Hrádku a okolí (jedná se o nově vzniklé rodinné domy)
  - Na dělnických polích v části České Budějovice Nové Roudné
  - sídliště Máje
- souvislá zástavba- v této kategorii jsou plochy, které nezahrnují žádnou zeď, nebo jen naprosté minimum
  - náměstí Přemysla Otakara II.
  - Bauhaus
  - Sconto nábytek
  - dva bloky budov u náměstí Přemysla Otakara II.
  - letiště (zahrnuje pouze vzletovou plochu)
  - supermarket Globus (včetně parkoviště)
  - NC Géčko
  - NC Zóna Centrum nábytku

obalová zóna (buffer) padesát metrů smrem dovnitř jejich vzájemného posunu na jednotlivých termálních snímcích a také proto, aby se snížil vliv nevzorkování kubickou konvolucí. Buffery byly brány v úvahu pouze u velkých ploch. U malých ploch by totiž došlo k jejich zásadní minimalizaci, nebo dokonce úplné ztrátě. Proto byly tyto buffery brány v úvahu pouze u následujících ploch: rybník, pole, les, Bauhaus, supermarket Globus, sídliště Máj, Pražské sídliště, oblasti Tábora hrádka a Na dleňskách polích. Příklad o rozmístění jednotlivých ploch v etnogeografickém porovnání ploch (barevně rozlišených do jednotlivých kategorií) v různých letech naleznete na leteckých snímcích níže (obrázky 7 a 23).



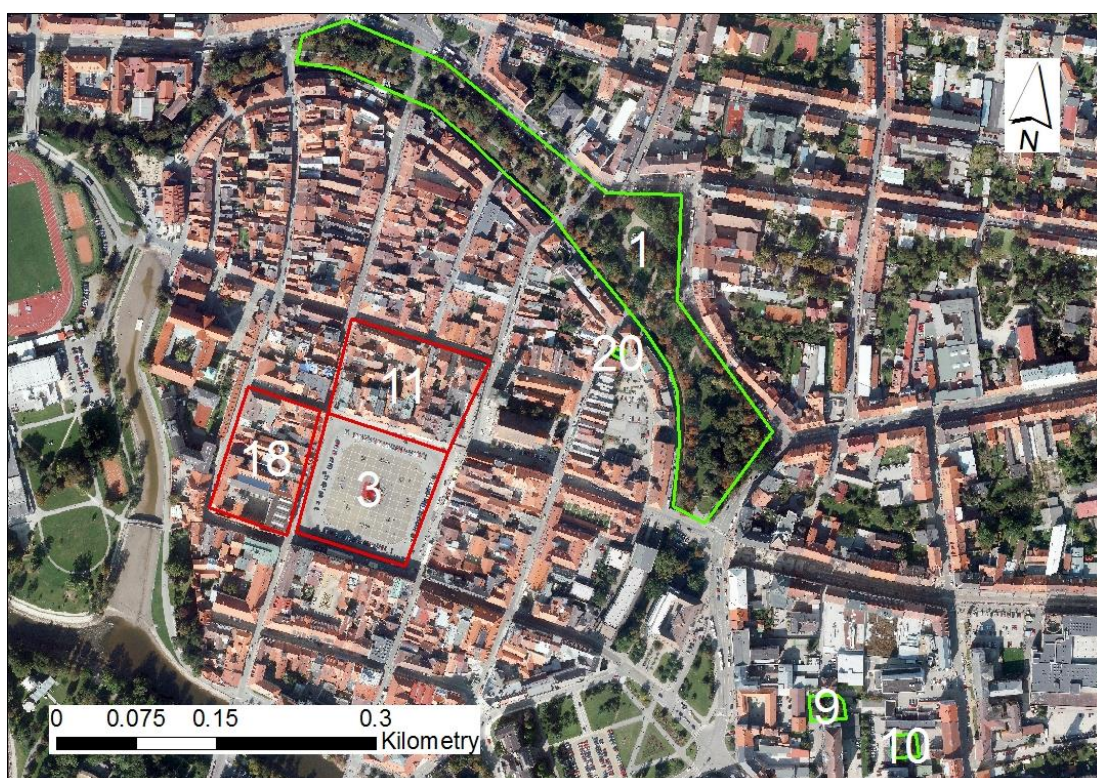


Obr 7: Celkový pohled na rozmístění sledovaných ploch na leteckém snímku z roku 2011. 1) park Sady, 2) Pražské sídliště, 3) náměstí Přemysla Otakara II., 4) sídliště Máj, 5) náměstí v Hrádku a okolí, 6) Na děkanských polích, 7) Bauhaus, 8) Sconto, 9) 2 stromy v bloku budov, ulice Fišfkova, 10) 1 strom mezi ulicemi Fišfkova a Jeronýmova, 11) blok budov u náměstí, 12) vzletová plocha letiště České Budějovice, 13) supermarket Globus, 14) NC Géčko, 15) NC Zóna Centrum nábytku, 16) park Tytý a Dvory (1), 17) park Tytý a Dvory (2), 18) blok budov u náměstí (v etn. radnice), 19) Palackého náměstí, 20) strom v ulici Kněžská, 21) Stromovka (1), 22) Stromovka (2), 23) rybník, 24) les, 25) pole.



Park Sady ( . 1) se nachází v centru eských Bud jovic. Park vznikl mezi st edovými m stskými hradbami a vn jím okruhem pozd jho opevn ní. Nachází se severovýchodní sm rem od nám stí P emysla Otakara II. Vznikal v letech 1874 a 1880 a jeho celková vým ra je cca 3,5 ha ([www.inbudejovice.cz/](http://www.inbudejovice.cz/)).

Nám stí P emysla Otakara II. ( . 3, 11, 18) je tvo eno tvercem o stranách dlouhých 132- 135 metr . Na obvodu nám stí se nacházejí m – anské domy (Ková a Koblasa 1998).



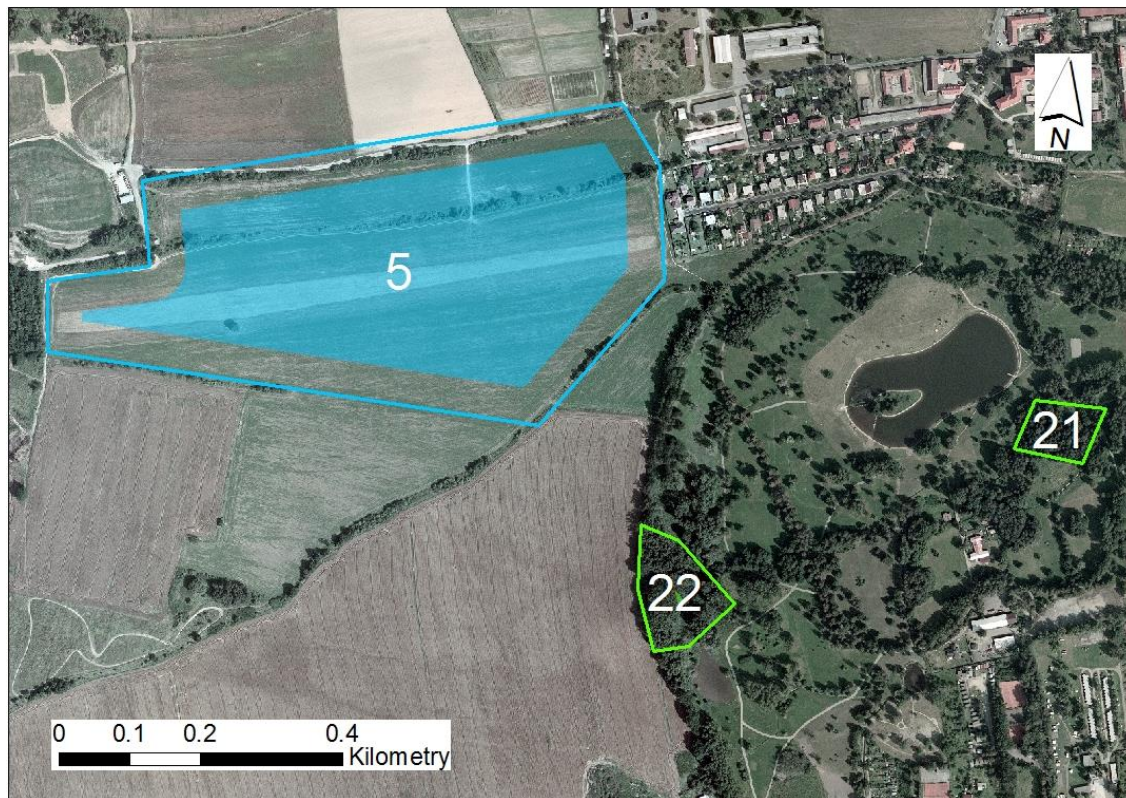
Obr 8: Letecký snímek z roku 2011 lokalit nám stí P emysla Otakara II. (3) a p ílehlých blok ů budov (11 a 18), parku Na Sadech (1) a solitérních strom ů v okolí ulice fífkova (9 a 10).

Nov ů vznikající zástavba rodinných domk ů na východních svazích tzv. Třábova Hrádku ( . 5). Na p íložených leteckých snímcích je vid ět, že v roce 2004 zde je-t řádné rodinné domky nestály. Jejich roz-í ování je patrné z leteckých snímk ů z roku 2008. Zástavba se nachází v t sné blízkosti parku Stromovka.

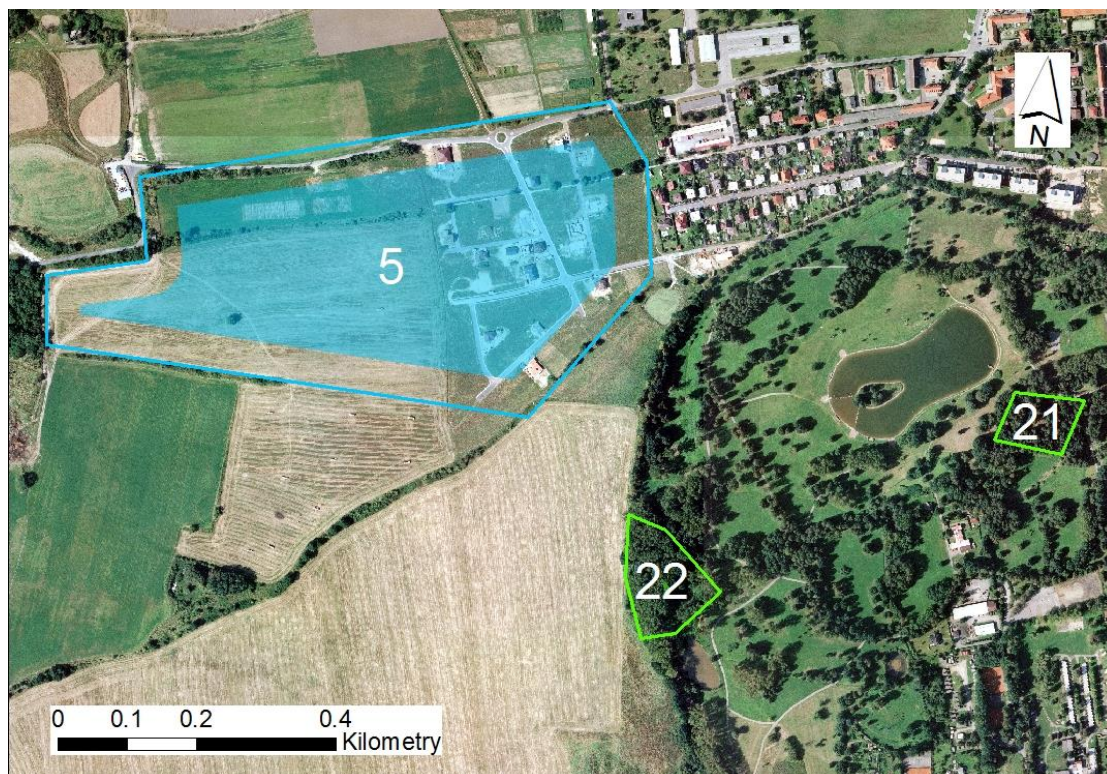
Park Stromovka ( . 21, 21) byl založen v 50. a 60. letech 20. století p eváfn v rámci brigádnické svépomoci místních podnikatel ů a ob an ů. V minulosti se zde



nes je park Stromovka registrován jako významný

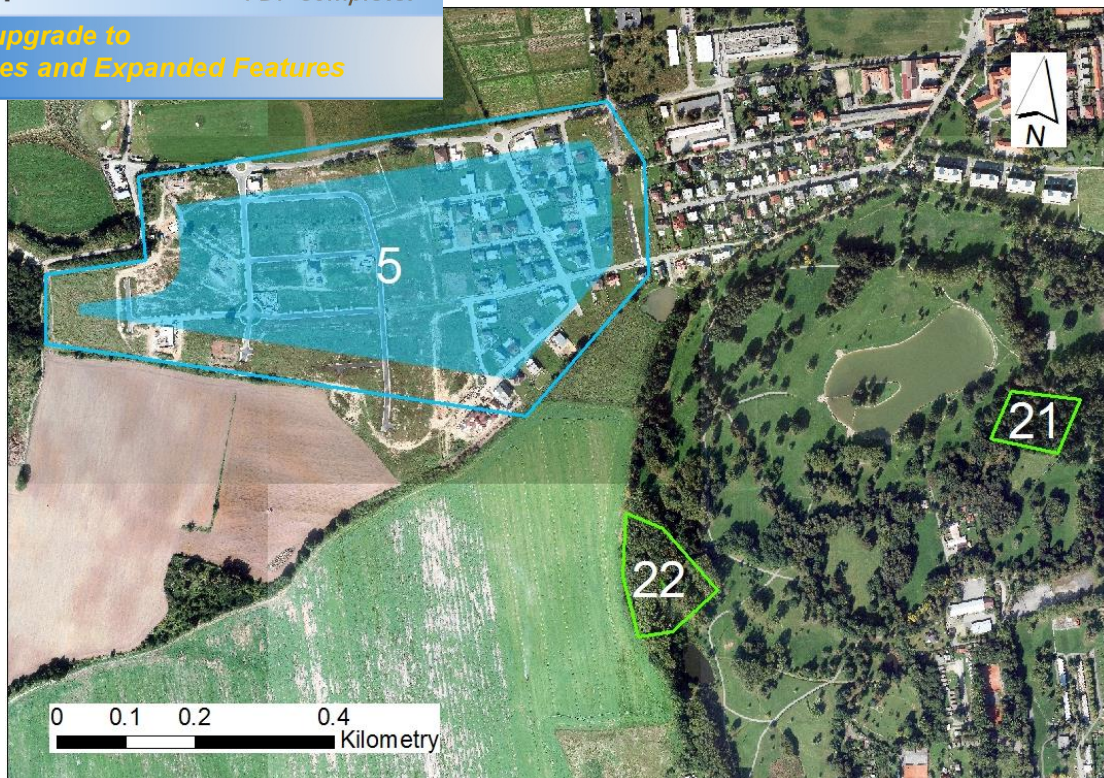


Obr 9: Letecký snímek z roku 2004 z lokalit <sup>TM</sup>váb v Hrádek (5) a Stromovka (22 a 23).



Obr 10: Letecký snímek z roku 2008 z lokalit <sup>TM</sup>váb v Hrádek (5) a Stromovka (22 a 23). U lokality . 5 je vid t za ínejší výstavba rodinných dom .

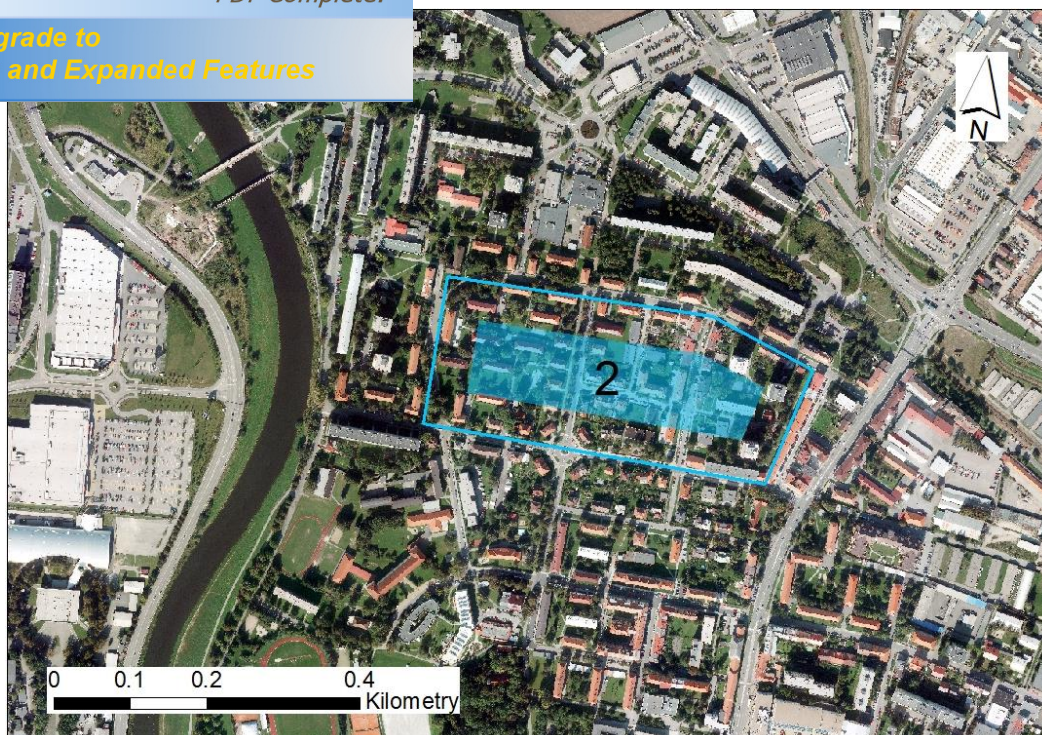




Obr 11: Letecký snímky z roku 2011 lokality <sup>TM</sup>áb v Hrádek (5) a Stromovka (22 a 23). U lokality . 5 je vid t postupné zahu– ování zástavby rodinnými domy se zahradami.

Prafské sídli-t ( . 2) navázalo na výstavbu po roce 1950 západn od prafské t ídy v prostoru ulic é ova a Nerudova. V roce 1970 se pokračovalo s výstavbou na západ od Prafské t ídy. Poslední fáze roz-í ení byla v letech 1970 aíl 1973, kdy vznikly domy v okolí Vo í-kova dvora. Jedná se o sídli-t s pom rn zna ným podílem vnitroblokové zelen (obr. x) (Ková a Koblasa 1998).





Obr 12: Letecký snímek z roku 2011 zachycující oblast Pražského sídliště .

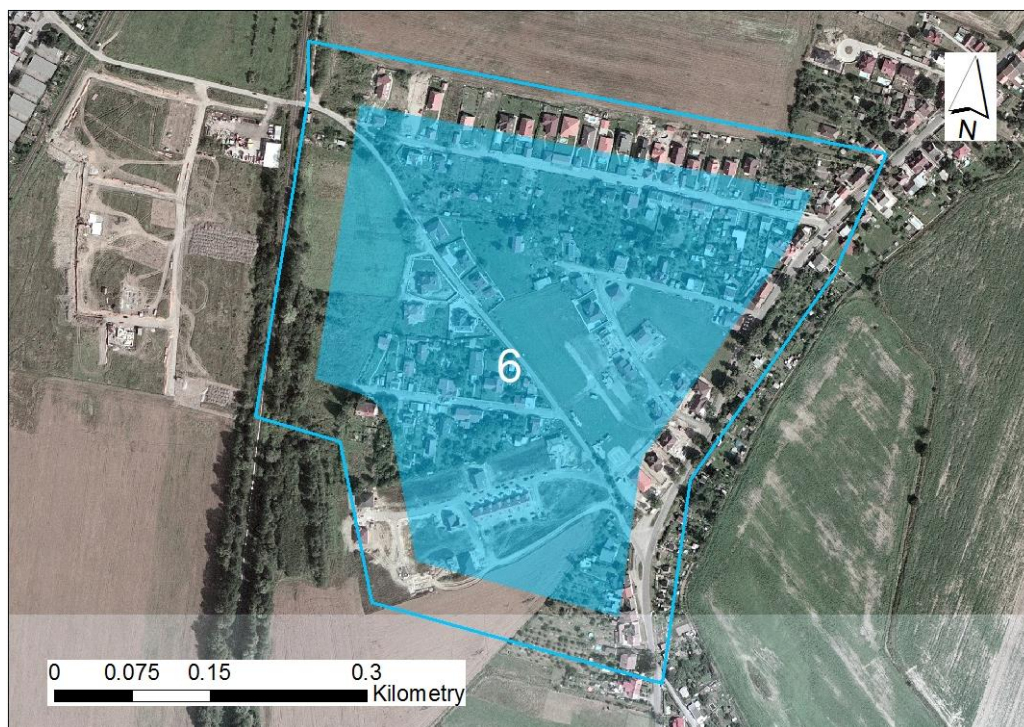
Na podzim roku 1896 již existovala žilná část Palackého náměstí ( . 19), ale až v roce 1914 došlo k rozšíření náměstí do současné podoby. P vodní část náměstí v žilné části prošla na přelomu století parkovou, která se zde nachází do dnes. Práv tato část náměstí s parkem je sledována v této studii (Kovář a Koblasa 1998).



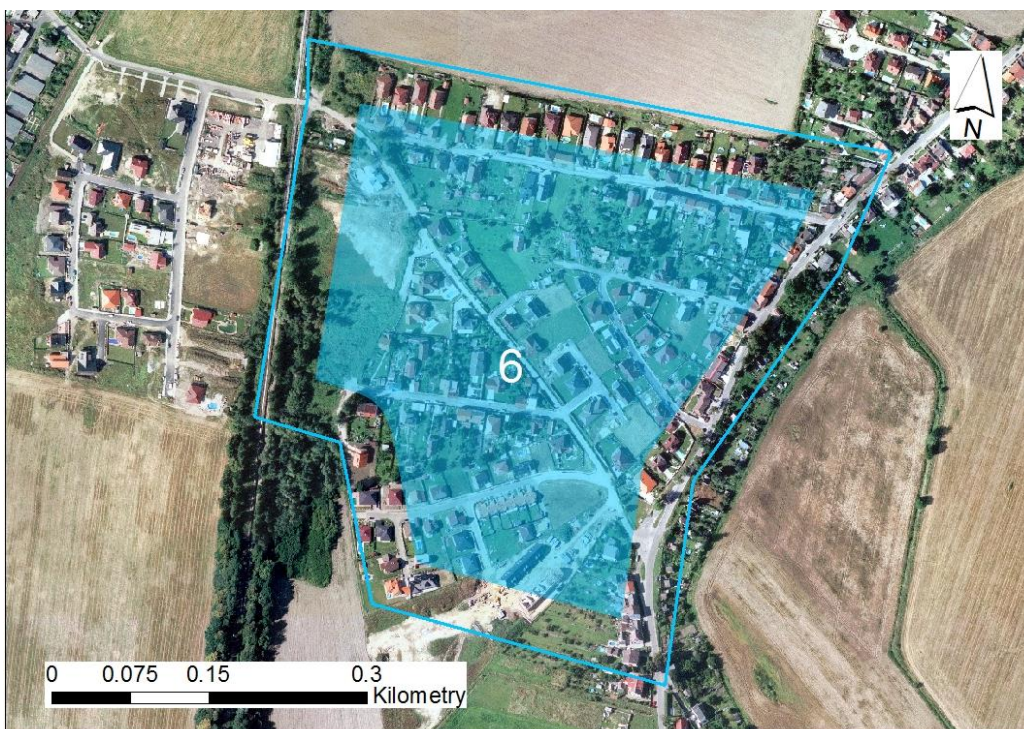
Obr 13: Letecký snímek z roku 2011 ukazující oblast Palackého náměstí.



(oblast Nové Roudné) se nachází další zástavba rodinných domů tzv. Na d kanských polích ( . 6). Op t se jedná o roztroušenou zástavbou se zastoupením zeleně (zobrazeno na obr 14 a 15).



Obr 14: Lokalita Na d kanských polích v roce 2004.

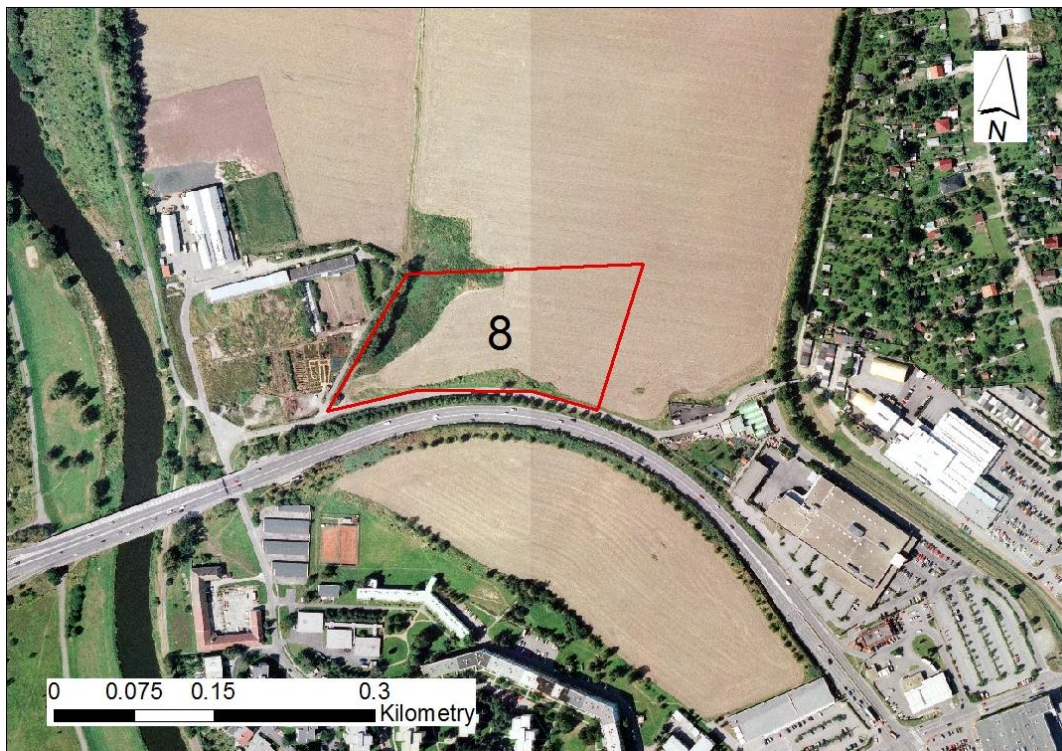


Obr 15: Na d kanských polích v roce 2008, je zde vid t postupné p íbívání rodinných domů se zahradami.

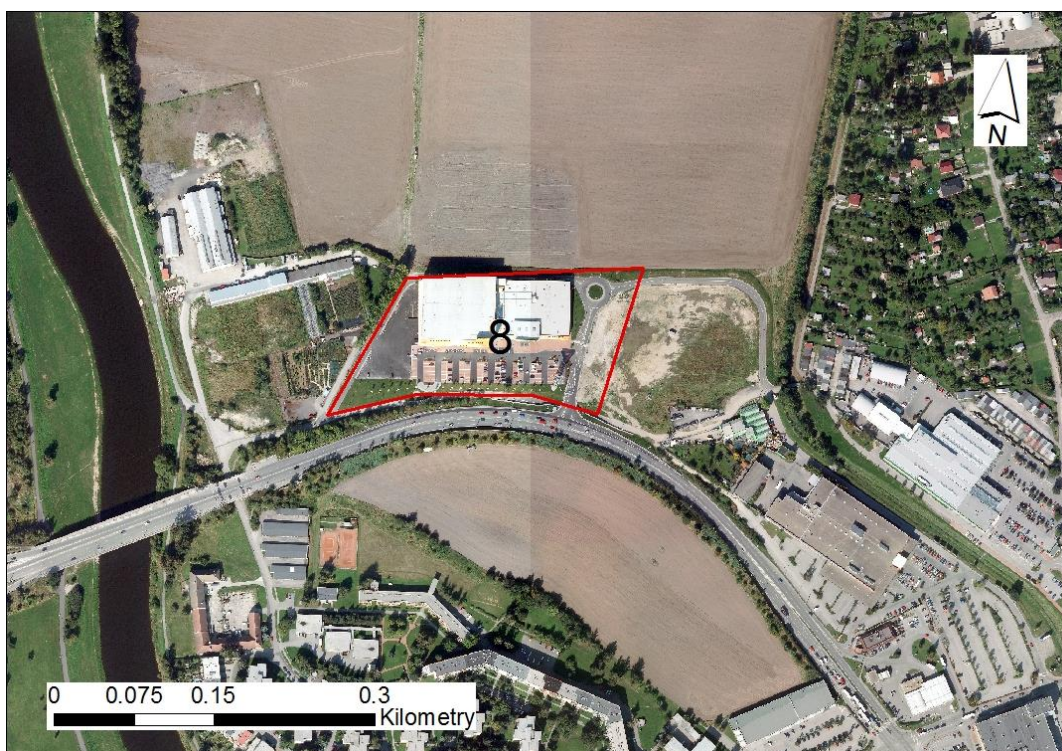


také hala obchodu Sconto, ležící na ulici Strakonická

tída (v části Vojkova Dvůr) (zobrazeno na obr. 16 a 17).



Obr. 16: Snímek z roku 2008, kdy byla na místě haly Sconto zemědělská půda.



Obr. 17: Letecký snímek z roku 2011. Hala Sconto je již postavena.

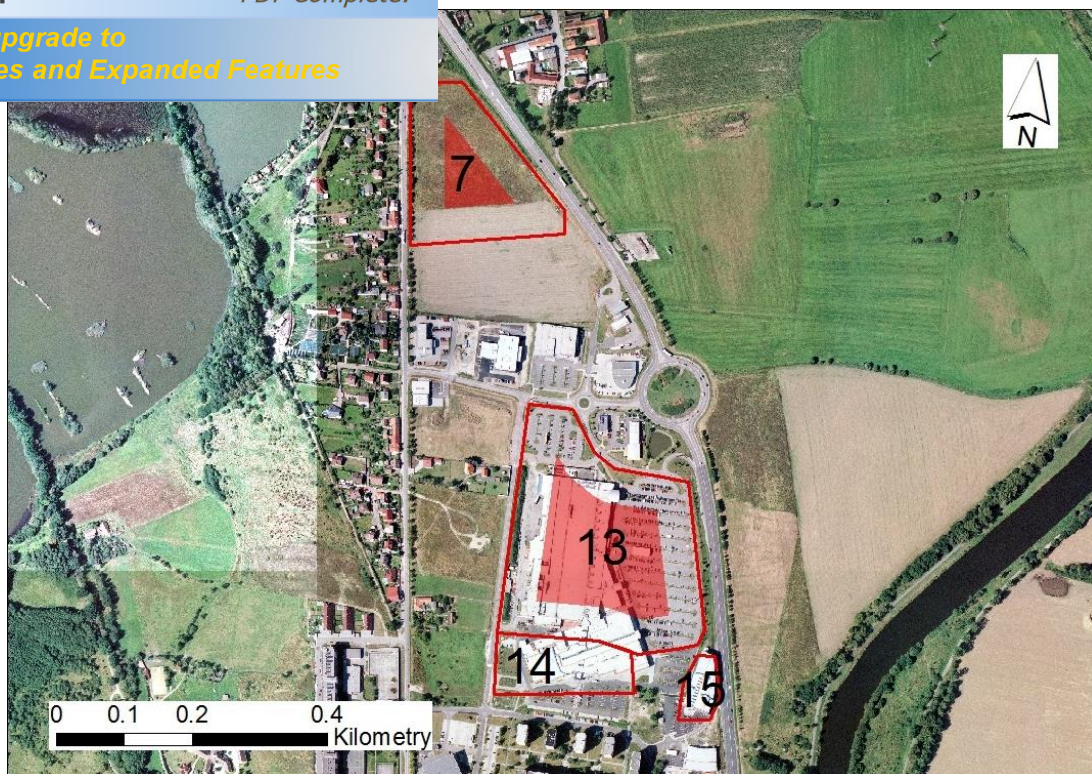


. 13) ( část eské Vrbné, u sídli-t Vltava) vznikalo v letech 2002 aíl 2003 (v etn parkovací plochy s více neíl 1 000 parkovacích míst) (www.hoftief.cz). Globusu byl po pár letech roz-í en o nákupní centrum NC Gé ko ( .14), které je spojeno s Globusem a je tedy voln pr chozí. V jejich t sné blízkosti vzniklo dal-í centrum známé jako NC Zóna Centrum nábytku ( . 15). Nedaleko vznikla i prodejna Bauhaus ( . 7). Prodejna byla otev ena v dubnu 2010, p ed výstavbou prodejny se zde nacházela louka.

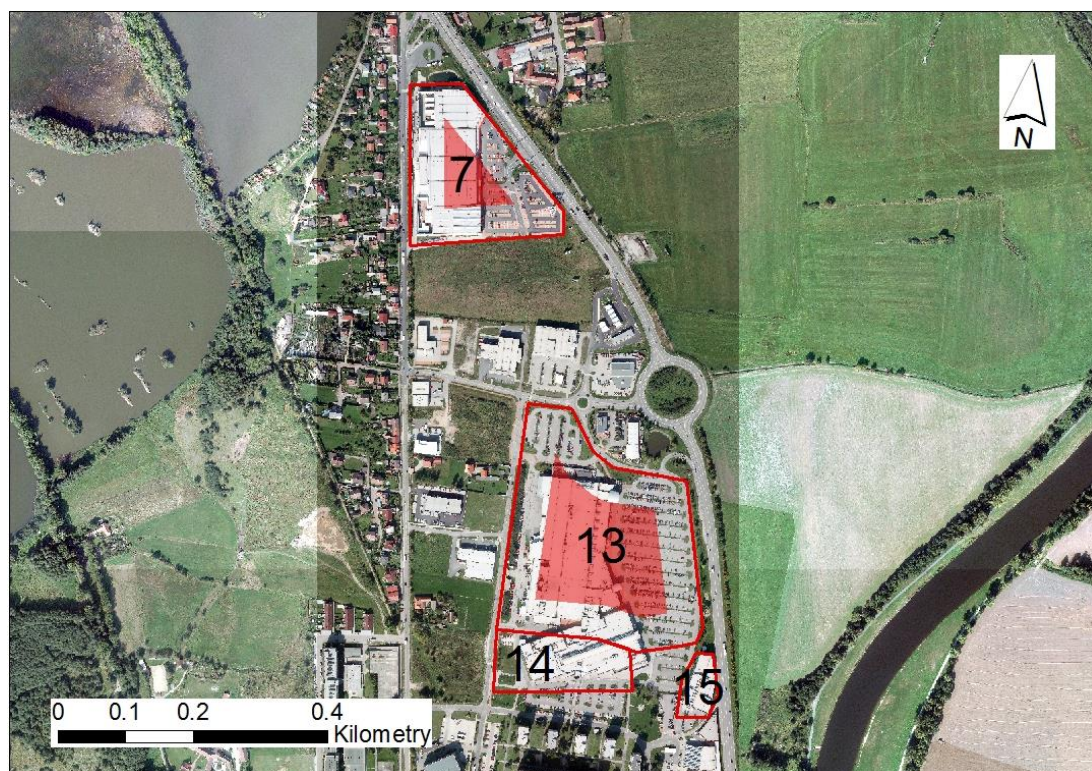


Obr 18: Letecký snímek z roku 2004, kde je vid t pouze Globus (13).





Obr 19: Snímek z roku 2008. Globus (13) byl roz-í en o NC Gé ko (14) a p í bylo i NC Zóna Centrum nábytku (15).

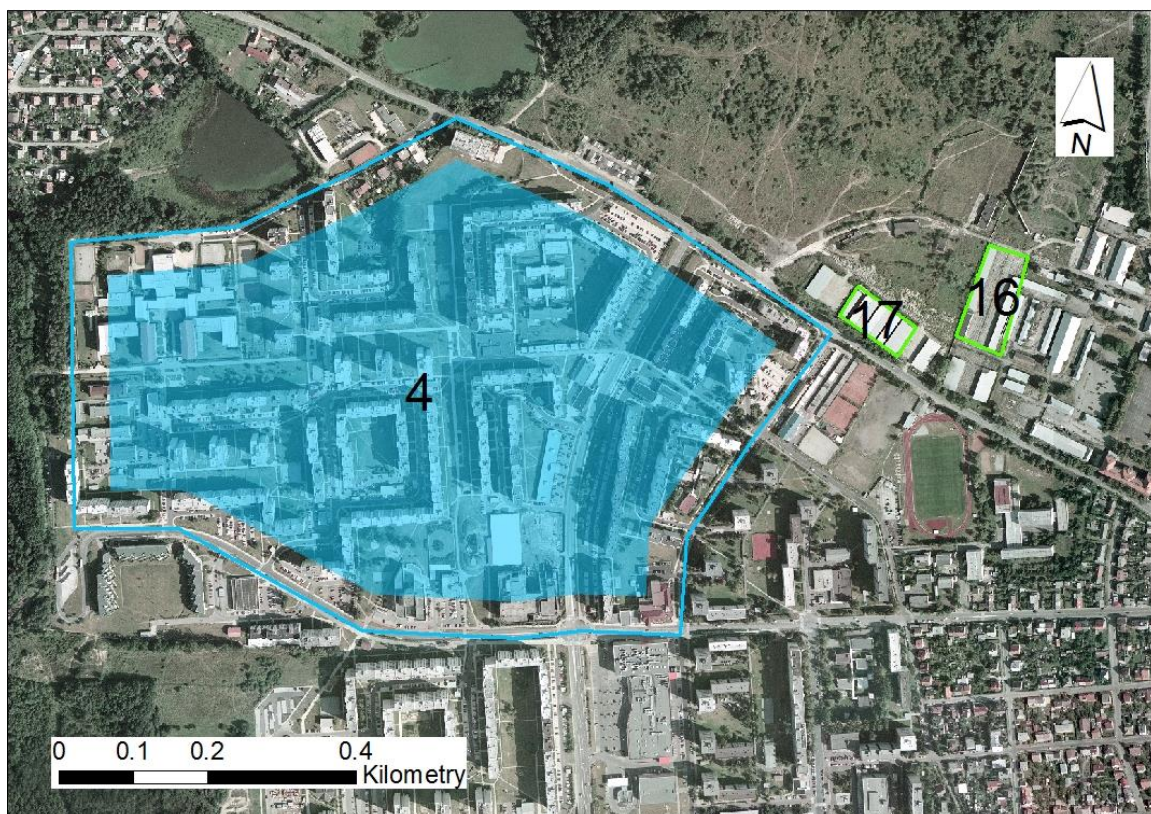


Obr 20: Letecký snímek z roku 2011 oblasti Globus (13), NC Gé ko (14), NC Zóna Centrum nábytku (15) a Bauhaus (7). V roce 2011 je postavena jíř i budova Bauhausu.



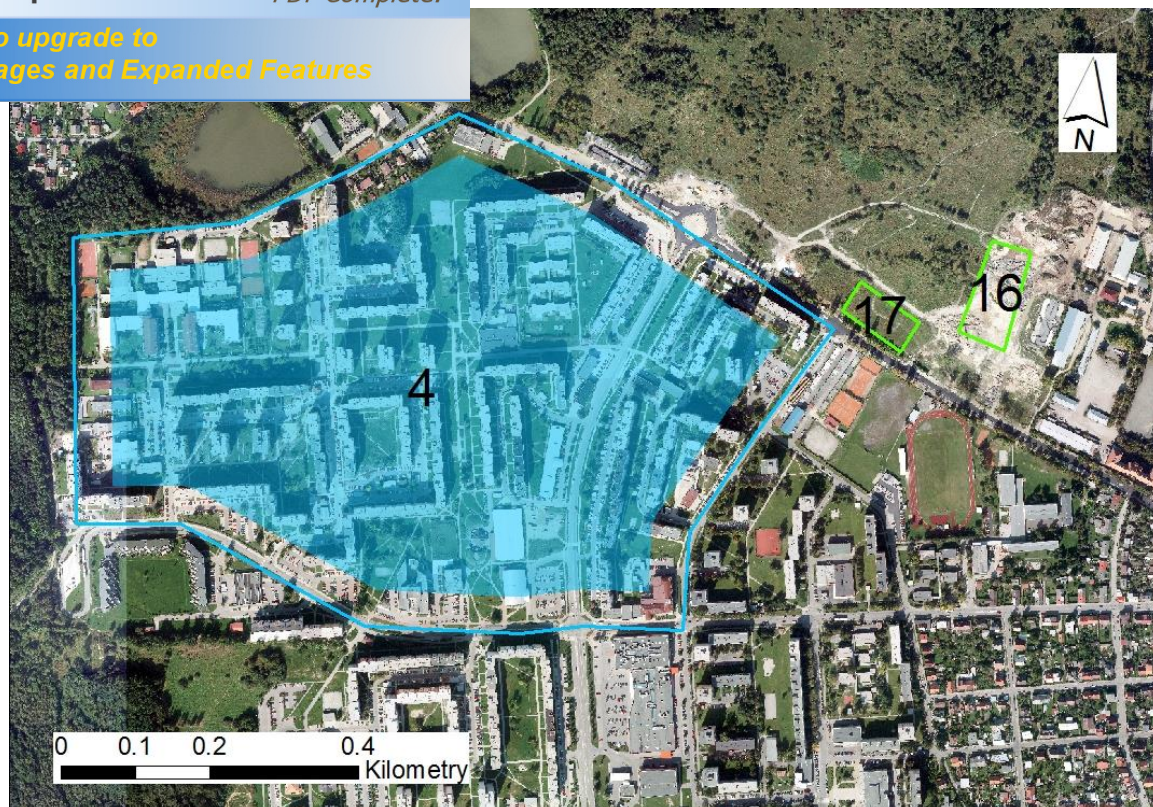
vojenského cvičiště v Dvory (mezi sídlištěm Máj a ...). K oficiálnímu otevření nového Parku 4 Dvory došlo v polovině září 2014 (zobrazeno na obr. 21 a 22).

V lokalitě Dvory začala v roce 1972. V roce 1977 výstavba navázala na sídliště, které je dnes známé jako sídliště Máj. Sídliště Máj navazuje na již zmíněné Dvory a na část Třmava. Sídliště Máj je opticky roztroušená zástavba s podílem vegetace (zobrazeno na obr. 21 a 22) (Kovář a Koblasa 1998).



Obr. 21: Letecký snímek Sídliště Máj (4) a přilehlý park Dvory (16 a 17) z roku 2004.

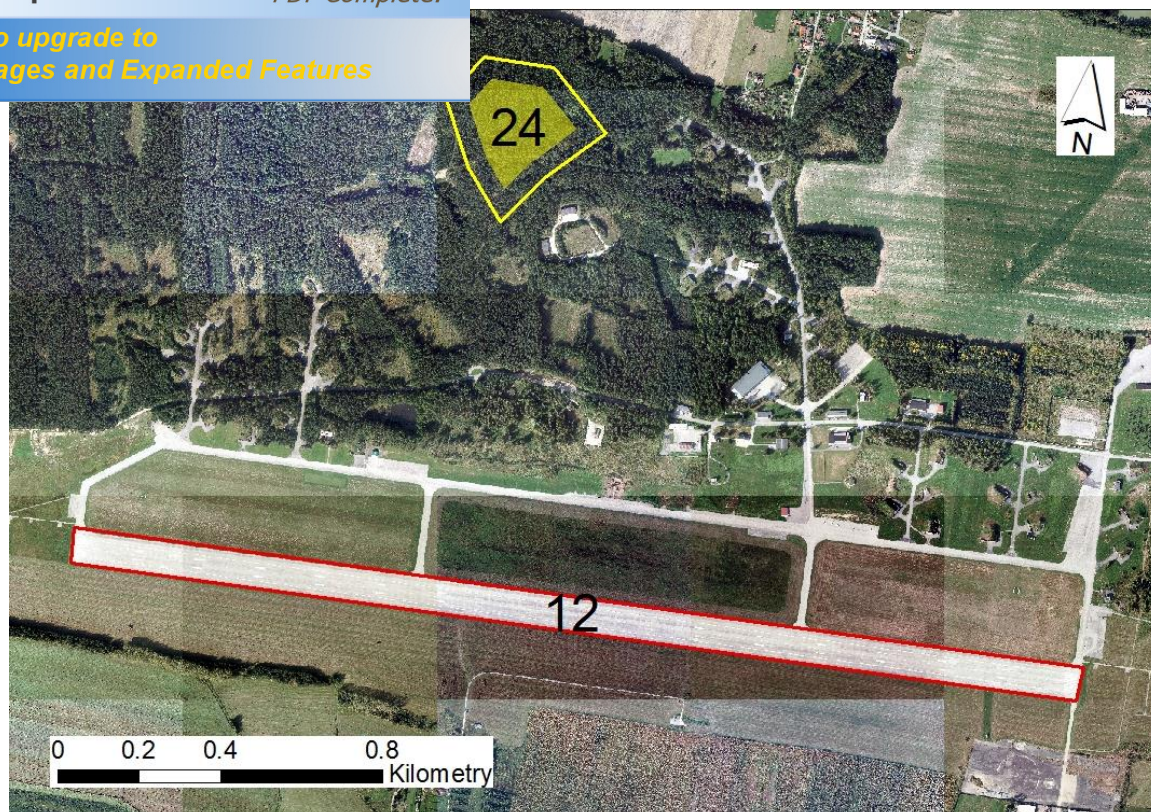




Obr 22: Sídli-t Máj (4) a p ílehlý park -ty i Dvory (16 a 17) z roku 2011. Na snímku z roku 2004 jsou je-t vid t budovy bývalého areálu kasáren, dnes je na tomto míst -park -ty i Dvory.

Leti-t eské Bud -jovice ( . 12), lefící mezi obcemi Planá a Homole, vznikalo jífl v letech 1932 afl 1937. Okolo roku 1950 zde byla vybudována betonová vzletová a p ístávací dráha (zobrazeno na obrázku . 23) ([www.airport-cb.cz](http://www.airport-cb.cz)).





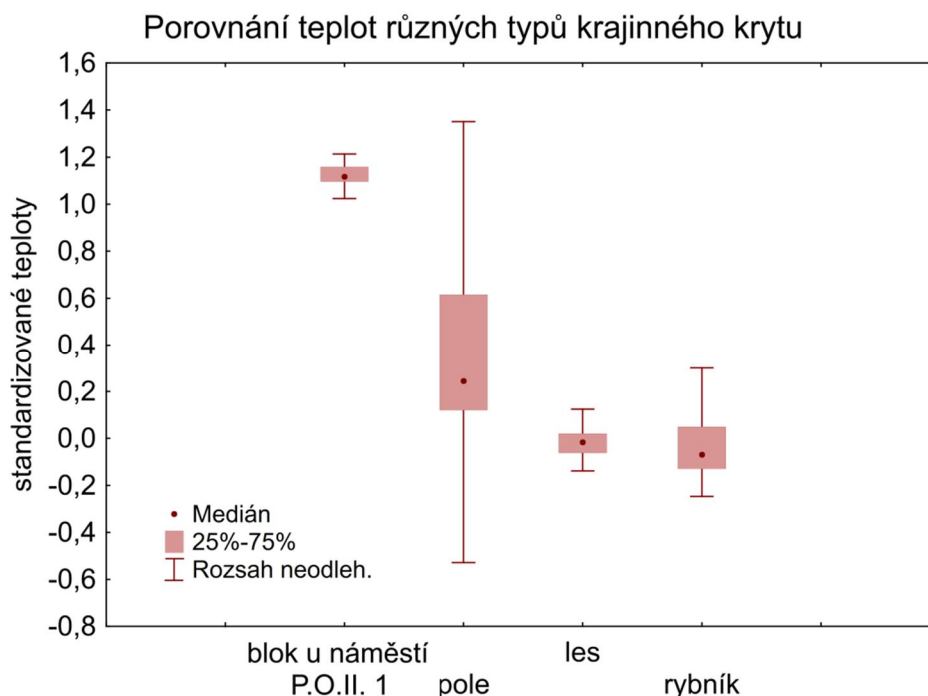
Obr 23: Letecký snímek z roku 2011, na kterém je vidět vzletová plocha letiště (12) a přilehlý polygon lesa (24).

Standardizované teploty pro všechny lokality z jednotlivých let byly dále graficky a statisticky zpracovávány v programu Statistica. Jako statistická metoda byl použit neparametrický Kruskal-Wallis test. Bohužel došlo ke ztrátě polygonu . 20, solitérní strom v ulici Kněží, dále vodem byla přehřena malá velikost polygonu a proto se v dalších analýzách neobjevuje.

Výsledky jsou rozdílné do tří skupin. Nejdříve jsme porovnávali, jak se teploty projevují jednotlivé typy krajinného krytu (land- coveru). Poté jsme porovnávali teplotní projevy ploch s vegetací (případně vodou) oproti plochám s roztroušenou nebo ucelenou zástavbou. A to včetně teplotních projevů ploch s vegetací o různých velikostech. Posledním druhem výsledků jsou pak teplotní trajektorie ploch, které se měnily v čase (od roku 1984, kdy začala naše sledování).

#### 4.1 Porovnání teplot ploch s různým typem krajinného krytu

Jako referenční plochy byly zvoleny tři kontrolní plochy- pole, les a rybník, u kterých bylo také sledováno rozptýlení teplot. U těchto ploch předpokládáme známé rozložení teplot (zobrazeno v obr. 24). Pro názornost byla přidána plocha bloku budov na náměstí P. emysla Otakara II. Vzájemná odlišnost těchto ploch byla statisticky otestována neparametrickým Kruskal- Wallisovým testem ( $H(3, N=25992) = 10591,55, p=0,000$ ). Tabulka 4 ukazuje vzájemné srovnání jednotlivých ploch.



Obr. 24: Porovnání standardizovaných teplot různých druhů krajinného krytu (pole, rybník, les). Pro názornost byla přidána i plocha ucelené zástavby- blok budov u náměstí P. emysla Otakara II.



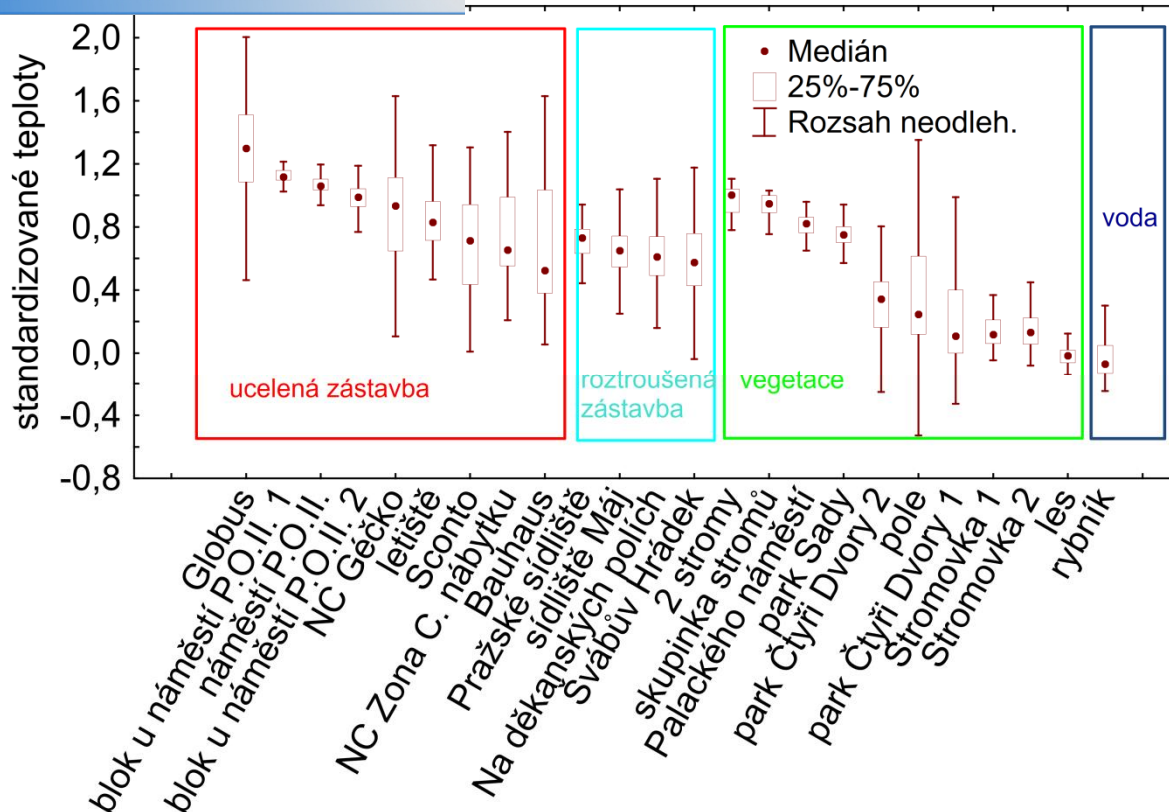
Tab. 4: Vzájemné srovnání ploch bloku budov u nám stí, pole, lesa a rybníku.

	blok u nám. 1	pole	les	rybník
blok u nám. 1		<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>	<b>0,0000</b>
pole	<b>0,000000</b>		<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>
les	<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>		0,010552
rybník	<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>	0,010552	

Z grafu (obr 24) i tabulky (. 4) je zcela jasné, že se od sebe jednotlivé plochy s rozdílným typem krajinného krytu významně liší. Pouze u plochy lesa a rybníku není rozdíl průkazný. U pole máme vidět velkou variabilitu dat, oproti ostatním plochám, kde není variabilita tak velká.

Následující graf (obr 25) ukazuje srovnání všech sledovaných ploch na základě rozdílného typu land- coveru v období let 1984 až 2011. Výsledky jednoznačně ukazují, že plochy s rozdílným typem krajinného krytu se od sebe výrazně liší, a to i ve stanovených skupinách ploch (ucelená zástavba, roztroušená zástavba a plochy s vegetací). Všechny plochy byly vzájemně statisticky otestovány neparametrickým Kruskal-Wallisovým testem ( $H(23, N=94416) = 44594,46, p=0,000$ ). Tabulka (. 10) znázorňuje rozdíl jednotlivých ploch se nachází v příloze.

## různých druhů krajinného krytu



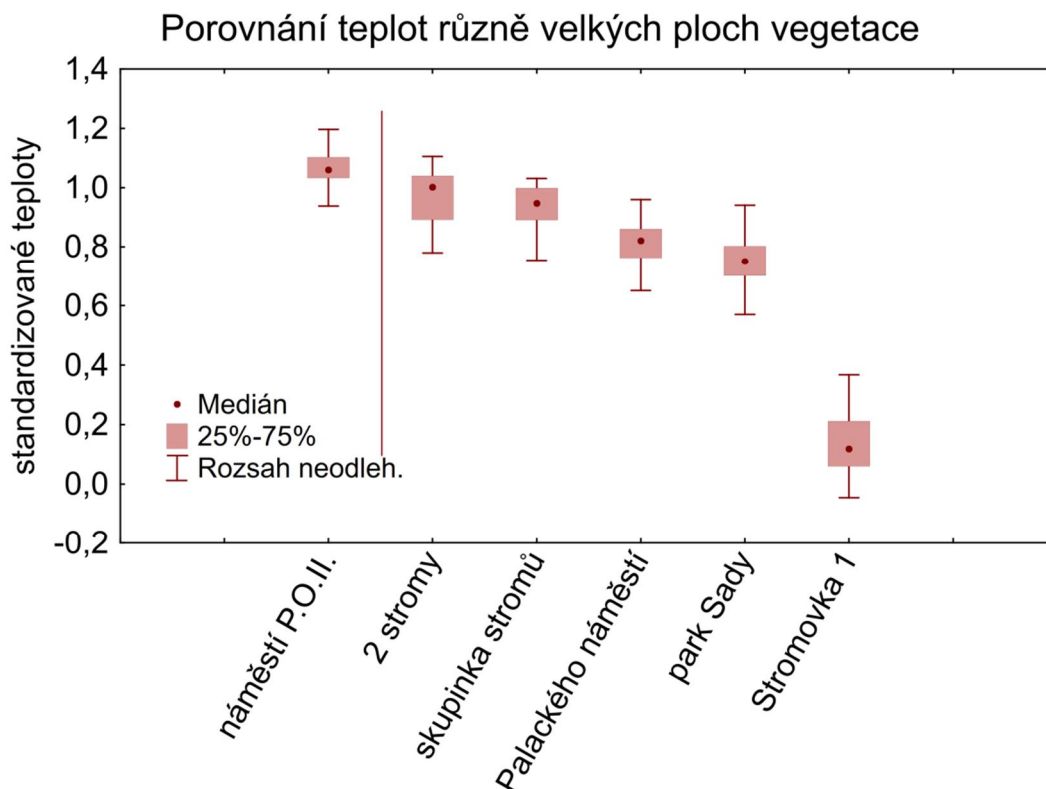
Obr 25: Graf s porovnáním teplot různých druhů krajinného krytu. Plochy jsou sestupně seřazeny ze směru zleva doprava s ohledem na rostoucí množství vegetace (případně vody). Hodnoty povrchových teplot jsou pro roky 1984 a 2011.

V předchozích grafech (obr 24 a 25) je vidět, že na které sledované plochy dosahují velkého rozpětí dat, například Globus, NC Gečko. Tuto variabilitu jsme se dále rozhodli otestovat.

### 4.2 Vliv vegetace na mikroklima zástavby

Dalším druhem výsledků je porovnání vlivu ploch s vegetací o různé rozloze na teplotu okolí. Tedy jaké množství vegetace se dokáže projevit i v rámci termálních družicových snímků s rozlišením 120 x 120 m. Následující graf (obr 26) ukazuje porovnání teplot ucelené zástavby (náměstí P. O. II. Otakara II.), dvou stromů a skupinky stromů v zástavbě, parku na Palackého náměstí, parku Na Sadech a jedné z ploch v parku Stromovka. Rozdílnost ploch byla vzájemně statisticky otestována neparametrickým

(N= 3456) = 2450, 896,  $p=0,000$ ). Tabulka 5 ukazuje  
och.



Obr 26: Porovnání teplot ploch s vegetací o různé velikosti. Zleva doprava se plocha (množství) vegetace zvyšuje. Pro snadné porovnání je přidána i plocha náměstí P. O. II., kde je ucelená zástavba a proto je od zbytku ploch odděleno čarou.

Tab. 5: Vzájemné srovnání odlišnosti ploch náměstí, 2 stromů a skupinky stromů v zástavbě, Palackého náměstí, parku Sady a parku Stromovka.

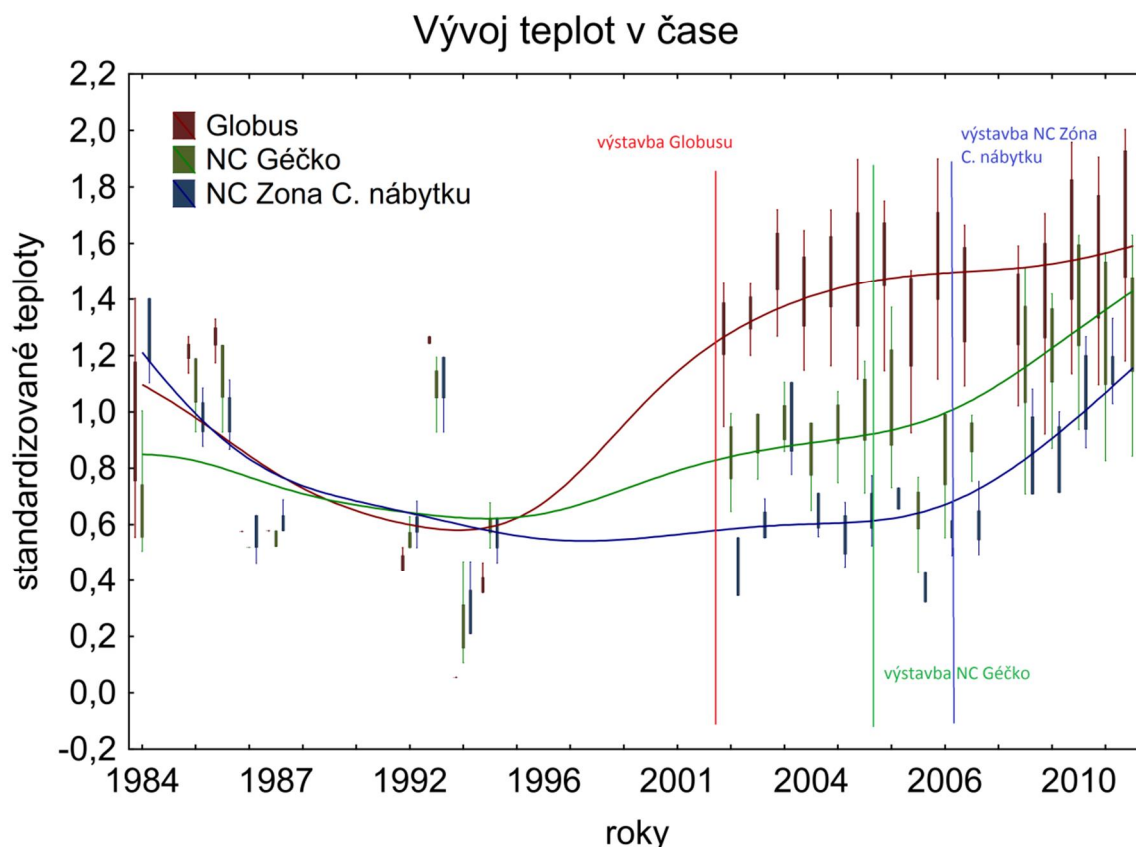
	náměstí	2 stromy	sk. strom	Palackého nám.	park Sady	Stromovka
náměstí		0,276875	0,006898	<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>
2 stromy	0,276875		1,000000	<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>
sk. strom	0,006898	1,000000		0,000149	<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>
Palackého nám.	<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>	0,000149		<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>
park Sady	<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>		<b>0,000000</b>
Stromovka	<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>	

Graf (obr 26) i tabulka (Tab. 5) ukazují, že se od sebe v t-testu ploch signifikantně liší. Nejvýznamnější rozdíl je u ploch náměstí a 2 stromů a skupinky stromů v zástavbě. Je zde sice

úřím pádem ochlazují okolí i p es malou plochu, kterou  
ký jako u v t-ích ploch vegetace. Nejniř-ími teplotami  
v dob snímání se projevuje park Stromovka, což je také nejv t-í plocha zelen .

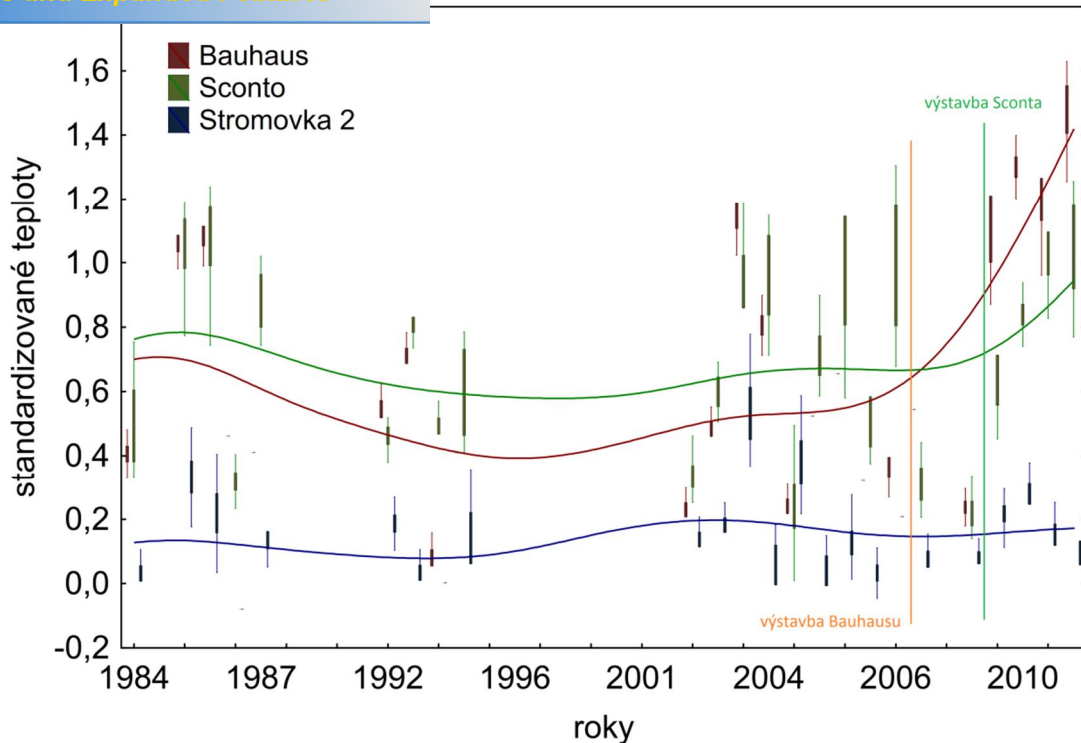
### 4.3 Sledování zm n v ase

Posledním druhem výsledk je sledování zm n v ase (spektrální trajektorie). Spektrální trajektorie byly vytvořeny p edev-ím pro plochy, u kterých v pr b hu sledování (mezi lety 1984- 2011) do-lo k výrazn j-ím m nám nebo vývoji. Následující grafy (obr 27, 28, 29 a 30) ukazují vývoj ploch v ase pro oblasti Globus, NC Géčko, NC Zóna Centrum nábytku, Bauhaus, Sconto, Na d kanských polích, Třáb v Hrádek, park ty i Dvory (1 a 2). U v-ech t chto ploch docházelo k výstavb nových objekt a p edpokládáme tedy na t chto plochách nár st teplot.



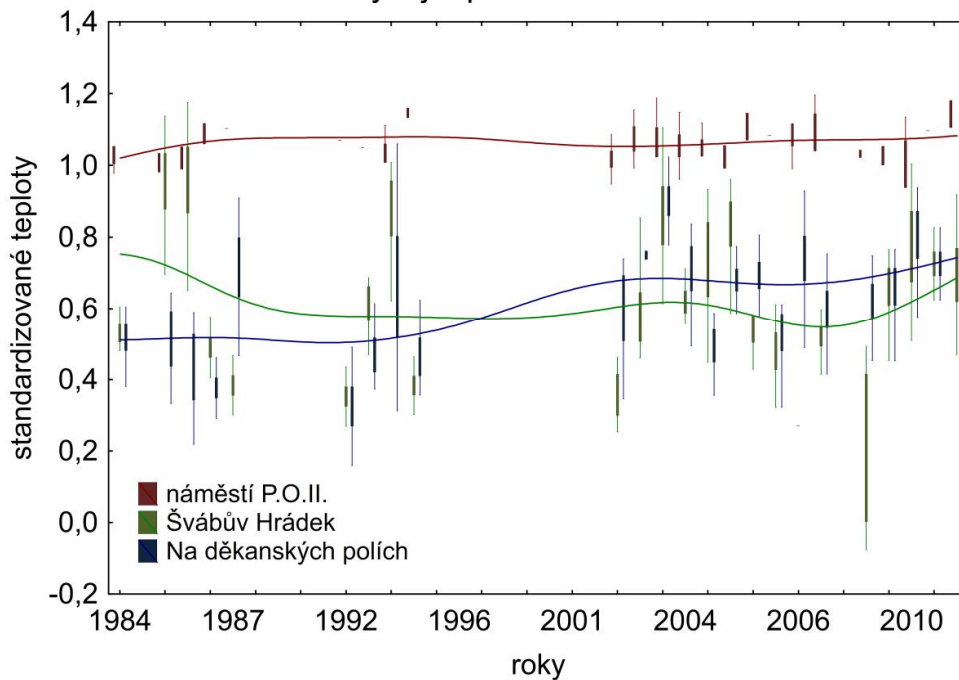
Obr 27: Graf znázor ůjící vývoj teplot v ase na plochách Globusu, NC Géčko a NC Zóna Centrum nábytku. V grafu jsou také znázorn no, kdy do-lo k výstavbám jednotlivých objekt .

### Vývoj teplot v čase



Obr 28: Graf znázorující vývoj teplot v čase na plochách Bauhaus a Sconto. Pro srovnání je přidána plocha z parku Stromovka (2). Zelená a červená čára znázorují období, kdy došlo k výstavbě Sconta a Bauhausu.

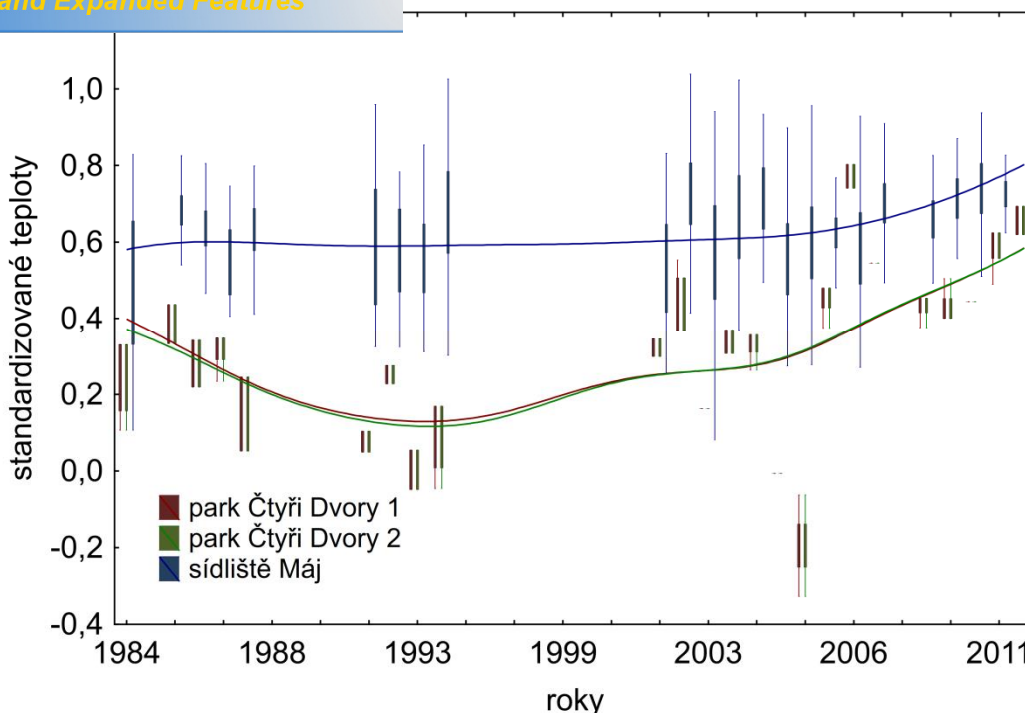
### Vývoj teplot v čase



Obr 29: Graf znázorující vývoj teplot v čase na plochách s rozdílnou výstavbou rodinných domů (Švábův Hrádek a Na děkanských polích). Pro srovnání byla opět přidána plocha ucelené zástavby náměstí P. O. II.



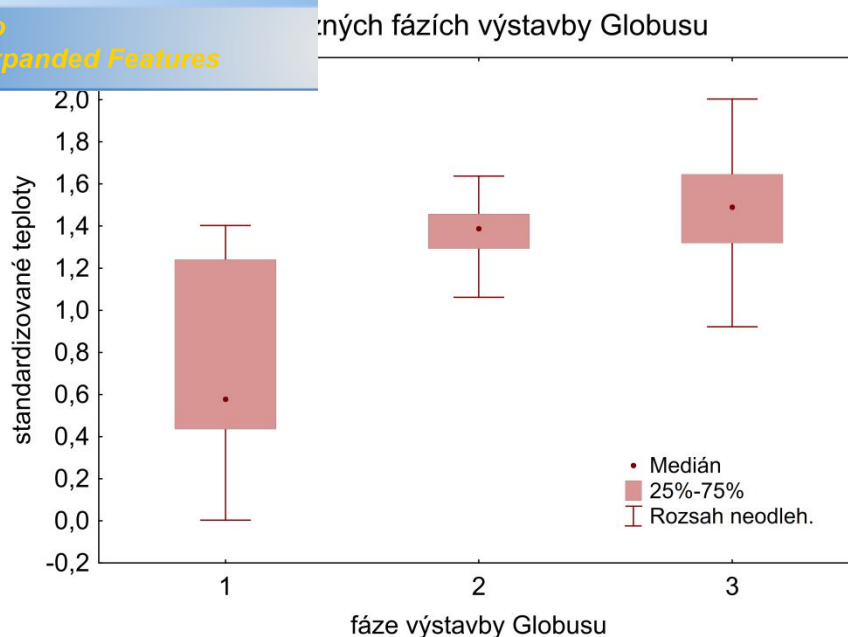
### Vývoj teplot v čase



Obr 30: Graf znázorující vývoj teplot v čase na plochách nově vzniklého parku Čtyři Dvory (1 a 2) a sídliště Máj, u kterého se ale vzhledem k mírnému postupnému rozvoji neočekáváme výrazné změny.

Grafy (obr 27 a 30) ukazují, že u ploch jako jsou Globus, Sconto apod. lze identifikovat období, kdy došlo k výstavbě. Dochází zde totiž k nárůstu teplot. Také je zde znatelná vyšší variabilita v datech před výstavbou těchto objektů.

Kvůli zjevné odlišnosti teplot před výstavbou a po výstavbě objektů jsme se rozhodli porovnat teploty právě před výstavbou, během výstavby a po výstavbě na příkladu Globusu a Sconta. Také jsme se rozhodli otestovat, jak se teplotní liší jednotlivé měřící body před výstavbou, to jsme opět provedli na příkladu Globusu a Sconta (Obr. 31, 32, 33 a 34). Vše bylo statisticky otestováno neparametrickým Kruskal-Wallisovým testem, tabulky (tab. 6, 7, 8 a 9) ukazují jak se od sebe jednotlivé fáze/ měřící body liší.



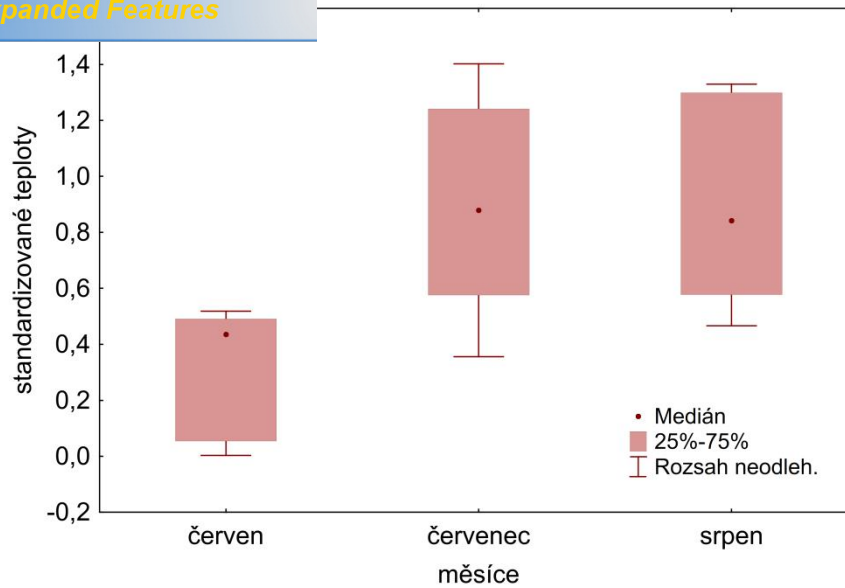
Obr 31: Graf znázorňuje rozptyl teplot během různých fází výstavby Globusu, fáze 1 je před výstavbou Globusu (1984- 2001), fáze 2 je během výstavby (roky 2002 a 2003) a fáze 3 je po výstavbě Globusu (od roku 2004). Kruskal- Wallisův test vyjel prokazatelně ( $H(2, N= 1848) = 1033,091, p= 0,000$ ).

Tab. 6: Porovnání rozdílů mezi jednotlivými fázemi výstavby Globusu (1- před výstavbou, 2- během výstavby, 3- po dokončení výstavby).

	fáze 1	fáze 2	fáze 3
fáze 1		<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>
fáze 2	<b>0,000000</b>		<b>0,000004</b>
fáze 3	<b>0,000000</b>	<b>0,000004</b>	

Graf (obr 31) i tabulka ( . 6) potvrzují, že se od sebe jednotlivé fáze výstavby Globusu významně liší.

Standardizované teploty v jednotlivých měsících před výstavbou Globusu

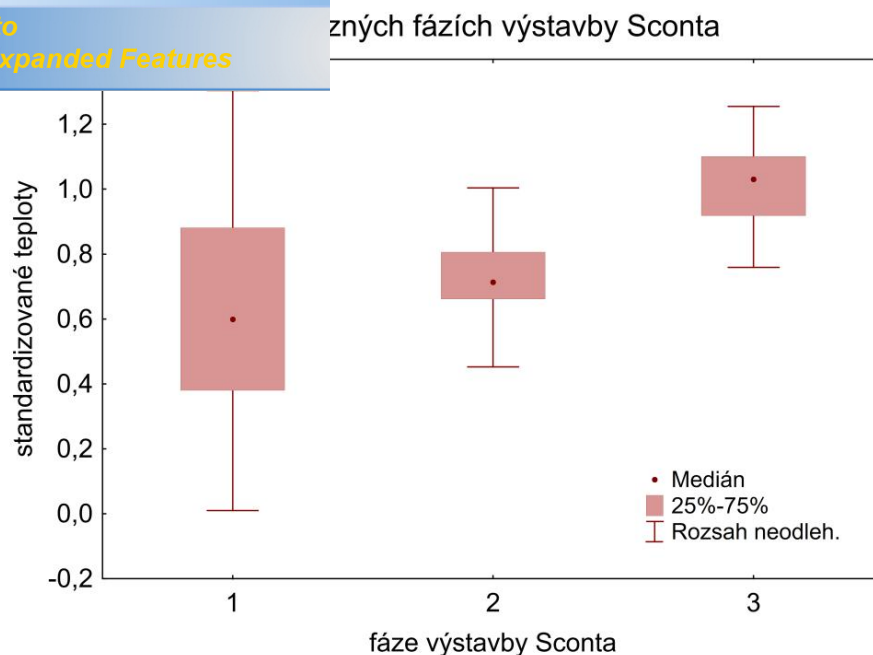


Obr 32: Graf zobrazuje rozdílné teploty během jednotlivých měsíců na ploše Globusu před jeho výstavbou (do roku 2001). Kruskal-Wallisův test pro celou vzorkovou populaci je statisticky významný ( $H(2, N=694) = 266,1302, p=0,000$ ).

Tab. 7: Porovnání rozdílů teplot jednotlivých měsíců před výstavbou Globusu (do roku 2001).

	červenec	srpen	červen
červenec		0,004048	<b>0,000000</b>
srpen	0,004048		<b>0,000000</b>
červen	<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>	

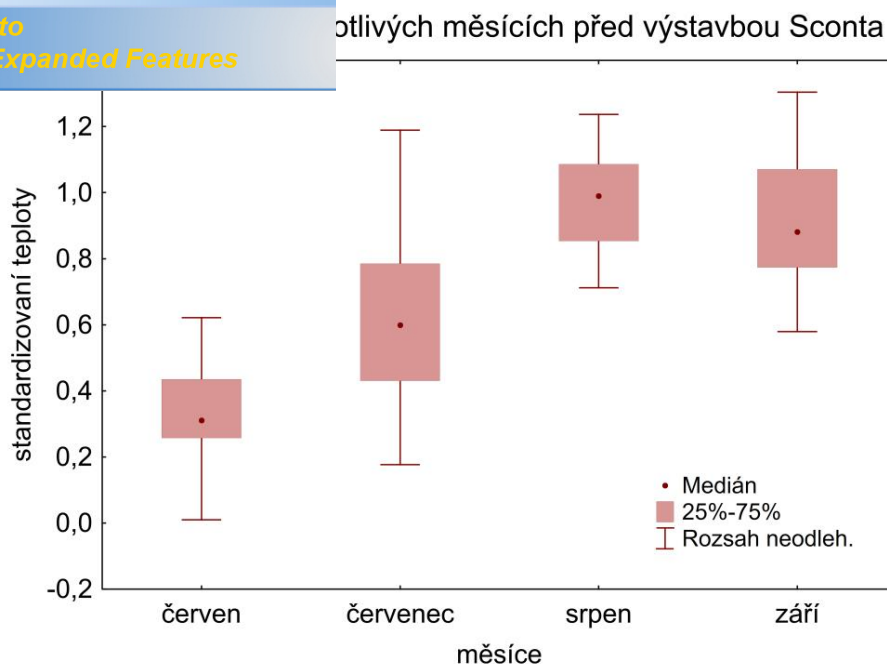
Graf (obr 32) i tabulka (Tab. 7) ukazují, že se od sebe jednotlivé měsíce před výstavbou Globusu liší. Červen je chladnější než červenec a srpen, to může být způsobeno například stavem zemědělských kultur.



Obr 33: Graf znázorňuje rozdíl teplot během různých fází výstavby Sconta, fáze 1 je před výstavbou Sconta (1984- 2009), fáze 2 je během výstavby (roky 2010) a fáze 3 je po výstavbě Sconta (rok 2011). Kruskal- Wallisův test vyjel prokazatelně ( $H(2, N= 1488) = 183,4031, p= 0,000$ ).

Tab. 8: Porovnání rozdílů mezi jednotlivými fázemi výstavby Sconta (1- před výstavbou, 2- během výstavby, 3- po dokončení výstavby).

	fáze 1	fáze 2	fáze 3
fáze 1		0,002869	<b>0,000000</b>
fáze 2	0,002869		<b>0,000000</b>
fáze 3	<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>	



Obr 34: Graf zobrazuje rozdílné teploty během jednotlivých měsíců na ploše Sconta před jeho výstavbou (do roku 2009). Kruskal-Wallisův test pro celou prokazatelnost ( $H(3, N=1244) = 794,4162, p = 0,000$ ).

Tab. 9: Porovnání rozdílů teplot jednotlivých měsíců před výstavbou Sconta (do roku 2009).

	červenec	srpen	červen	září
červenec		<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>
srpen	<b>0,000000</b>		<b>0,000000</b>	0,256558
červen	<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>		<b>0,000000</b>
září	<b>0,000000</b>	0,256558	<b>0,000000</b>	

I v tomto případě graf (obr 34) i tabulka (Tab. 9) potvrzují, že se od sebe jednotlivé měsíce významně liší, pouze srpen a září dosahují podobných teplot. Nejchladnějším měsícem je červen, další letní měsíce jsou potom teplejší.



## 5.1 Termální data

Termální data z Landsatu TM 4 a 5 jsou dostupné v rozlišení 120 x 120 metrů a jsou převzorkovány pomocí metody kubické, kdy je výsledek geometricky přesný, ale dochází ke změnám povodních hodnot. To může být problémem především v oblastech, kde dochází k výrazným změnám hodnot (okrajové a přechodové části). I přesto tyto limitace, termální snímky družic Landsat TM 4 a 5 poskytují vyhovující data pro hodnocení LST v městském prostředí.

## 5.2 Porovnání teplot ploch s různým typem krajinného krytu

U porovnání tří referenčních oblastí (pole, les, rybník) a kontrolní plochy budov u náměstí P. emysla Otakara II. (ucelená zástavba) je zřejmé, že se od sebe plochy liší. Pouze plocha lesa a rybníka se teplotně projevují podobně. U plochy pole je vidět velká variabilita v datech. Ta by mohla být vysvětlena rozdílným stavem zemědělských kultur. Vzhledem k tomu, že sledujeme snímky v období od března do září, zemědělské kultury se za tento čas mohou výrazně lišit. Také může dojít například ke sklizni plodin a odkrytím plochy, která se rychleji ohřívá. Rozdíly hodnot mohou být také částečně ovlivněny druhem zemědělské kultury, které je zde vysazena. Další možnou příčinou pro toto velké rozdílné datum může souviset s dobou od posledních srážek a jejich vydatností. Nejnižší teploty pro plochy pro plochy lesa a vodní plochy se shodují i s výsledky P. chotové (2012), která ve své práci sledovala teplotní projevy změn krajinného krytu na území CHKO Třebovásko.

Porovnání povrchových teplot všech sledovaných ploch je v souladu s naší hypotézou, že se zvyšujícím se množstvím vegetace, případně vody, je povrchová teplota snižuje. Hesslerová et. al. (2013) ve své studii také potvrdila velké teplotní rozdíly mezi plochami s nízkou vegetací a plochami s plnou funkční vegetací a dostatečným zásobováním vodou. V naší studii lze park Stromovka považovat za plnou funkční vegetaci. Tím pádem má také nejnižší povrchové teploty.

U některých ploch ucelené zástavby, například Globus, Sconto, Bauhaus apod., je vidět velká variabilita dat. Tato variabilita je daleko vyšší než u ploch, které se v rámci pozorování nijak zásadně neliší, tzn. plocha náměstí P. emysla Otakara II. a přilehlých

to variabilita by mohla op t souviset s existencí  
cházeli p ed výstavbou t chto objekt .

U ploch s roztrou-enou zástavbou nejsou viditelné p íli- velké rozdíly mezi  
plochami sídli- Máj a Pražského sídli-t a plochami zástavby s rodinnými domy.

U ploch s vegetací je op t vid t jifl zmi ovaná velká variabilita v datech. Velkou  
variabilitu m fleme také vid t u obou ploch parku ty i Dvory. Ta m fle být spojena  
s existencí budov a betonových ploch, které byli postupn nahrazeny nov vznikajícím  
parkem.

### 5.3 Vliv vegetace na mikroklima zástavby

U ploch s vegetací jsme také sledovali, zda jifl jeden nebo dva solitérní stromy  
mohou teplotn ovlivnit své okolí a zda jsou takovéto zm ny odhalitelné i na termálních  
druficových snímcích s rozli-ením 120 x 120 metr .

Z grafu (obr. x) je z ejmé, fle jifl i dva solitérní stromy v zástavb mohou ochladit  
své okolí. Povrchové teploty klesají se zvy-ujícím se podílem vegetace. Nejchladn ji se  
tedy projevuje skupinka strom v parku Stromovka. Park Stromovka je velký ucelený park  
mimo zástavbu s dostatkem vody. Pozitivní vliv vegetace na snížení teplot potvrdil ve své  
studii například i Shiflett et. al. (2017), který sledoval jak povrchové teploty, tak teploty  
vzduchu. Schopnost vegetace transpirovat a tím sniflovat okolní teplotu za p edpokladu  
dostate ného množství vody v p d ve své studii popisuje TMr et al. (2004). Tesa et al.  
(2004) ve své studii zjistil, fle vegetace ovliv uje teplotu p dy a okolí v závislosti na  
klimatických podmínkách.

### 5.4 Sledování zm n v ase

Také jsme sledovali vývoj ploch v ase. Výsledky potvrzují, fle u v t-iny p ípad je  
moflné rozeznat, kdy zapo ala výstavba jednotlivých projekt .

Supermarket Globus zahájil výstavbu v roce 2002, kdy zde m fleme vid t nár st  
povrchových teplot. Nár st teplot se prakticky zastavil po dokon ení výstavby v roce 2003.  
Tento trend potvrzuje i NC Gé ko a NC Zóna Centrum nábytku.

U plochy Stromovky se nikterak zásadně neměnila a tím pádem zde nejsou znatelné žádné teplotní skoky.

U ploch s nově vznikající rodinné zástavby, která se postupem času zahřívá, jsme neočekávali přílišný nárůst teplot. Předpokládali jsme, že vegetace na zahradách rodinných domů bude své okolí ochlazovat. To se nám potvrdilo i na grafu (obr.x).

V oblasti nově vzniklého parku Tytův i Dvory jsme předpokládali mírný pokles v důsledku nově vysázené vegetace. Tento trend se nám však nepotvrdil. Naopak u těchto dvou ploch došlo ve sledovaném období (1984- 2011) k mírnému nárůstu teplot. Jedním z možných vysvětlení, proč nedošlo k poklesu povrchových teplot může být i fakt, že se zde projevuje období po zbourání budov kasáren a odstranění betonových panelů, ale je třeba zde nevytvorila ucelená vegetace s dostatkem závlahy, která by teploty mohla snížit. Proto by bylo vhodné sledovat tyto plochy i v budoucnu.

Pro zřetelnější odlišné povrchové teploty před výstavbou a po výstavbě na plochách nově vzniklých budov, jsme se rozhodli testovat, zda se teplotní liší jednotlivé fáze výstavby. U Globusu (výstavba v letech 2002 a 2003) i u Sconty (vznik v roce 2010) jsou vidět největší rozdíly před samotnou výstavbou. Nárůst teplot se za účinkem teploty může být spojen s odhalením půdy odstraněním vegetace nebo zemědělských kultur. Také je zřetelné, že ve fázi 1 (před výstavbou) je opět velká variabilita v datech. Tato variabilita by mohla být opět spojena s vlivem zemědělských ploch, které se zde nacházely před výstavbou. Také Hesslerová et. al. (2013) ve své studii potvrzuje, že pokud k odlesnění, odvodnění nebo odstranění vegetace, budou povrchové teploty stoupat. Také Brom et. al. (2012) ve své studii na výsypkách v Podkrušnohoří potvrdil, že odstranění vegetačního krytu způsobilo nárůst povrchových teplot a snížení vlhkosti.

Blíže jsme se podívali na teplotní projevy jednotlivých měsíců v období sledování ( červen, červenec, srpen a září) před výstavbou objektu. U Globusu i Sconty se nejchladnější projevuje měsíc červen, v dalších měsících teplota stoupá. Tento nárůst teplot může být například spojený s celkovými výšemi teplotky v období těchto měsíců. Také může hrát vliv stav zemědělských kultur (sklizené/neskizené) nebo přísun vody. V září mohou být vyšší teploty způsobeny spíše sklizní a usychající vegetací v pozdním létě.





**PDF Complete**

*Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

eské Bud jovice doru ujeme v novat v t-í pozornost  
í pé i i o solitérní stromy, které mohou lokáln také  
pomoci k p íjemn j-ímu mikroklimatu m sta. Samoz ejmou výhodou by byl vznik dal-ích  
nových park , to ale m fle být samoz ejm vzhledem se stávající podob m sta problém.

Jedním z hlavních výsledků této práce je, že s přibývajícím podílem vegetace v ucelené zástavbě se snižují hodnoty povrchových teplot v městské části České Budějovice. To koresponduje s naším předpokladem významu vegetace, zejména stromů, pro snižování teplot v zástavbě. Změna teplot vlivem dvou stromů je tedy snížena pod hranici statistické pravděpodobnosti (tu bylo pravděpodobně možné dosáhnout zvýšením podílu stromů), s dalším nárůstem podílu vegetace jsou však rozdíly v teplotách oproti ucelené zástavbě prokazatelné. To dokazuje dostatečnou citlivost termálních dat družice Landsat TM pro hodnocení změny teplot v městském prostředí navzdory relativně malému prostorovému rozlišení a způsobu vzorkování těchto dat.

Další úlohou byla multitemporální studie teplotních změn u zástavby, která vznikala v průběhu let 1984 až 2011. Spektrální trajektorie termálních dat ukazují nárůst teplot v době výstavby a zprovoznění těchto budov. Před výstavbou vykazují tyto objekty nejen nižší hodnoty, ale také vyšší variabilitu. Důvodem této variability je pravděpodobně měsíční snímání dat, kdy nejnižší teploty připadají na měsíc červenec, kdy je vegetace ve svém maximu, zatímco v dalších měsících jsou teploty významně vyšší v souvislosti se sklizní zemědělských plodin a postupnému usychání travních porostů.

Albrecht, J., a kol. Českobudějovicko. Chráněná území ČR, svazek VIII. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha 2003. ISBN 80-86064-65-4.

Algeciras, J. A. R., et. al. 2016. Human thermal comfort conditions and urban planning in hot-humid climates- The case of Cuba. *International J Biometeorol* 60, 1151-1164.

Al-Gretawee, H., et. al. 2016. The cooling effect of a medium sized park on an urban environment. *International Journal of Geomate* 26, 2541-2546.

Brom, J., 2008. Úloha vegetace v kulturní krajině ve vztahu k disipaci sluneční energie. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.

Brom, J., et. al. 2012. Changes in vegetation cover, moisture properties and surface temperature of a brown coal dump from 1984 to 2004 using satellite data analysis. *Ecological Engineering* 43, 45-52.

Clarke, A., Gaston, K. J., 2006. Climate, energy and diversity. *Proceedings of the Royal Society B* 273, 2257-2266.

Dobrovolný, P., 1998. Dálkový průzkum Země. Digitální zpracování obrazu. 1. vydání. Masarykova univerzita, Brno, 208 s.

Estoque, R. C., et. al. 2017. Effects of landscape composition and pattern on land surface temperature: An urban heat island study in the megacities of Southeast Asia. *Science of the Total Environment* 577, 349-359.

Fanhua, K., et. al. 2016. Retrieval of three-dimensional tree canopy and shade using terrestrial laser scanning (TLS) data to analyze the cooling effect of vegetation. *Agricultural and Forest Meteorology* 217, 22-34.

Hesslerová, P., et. al. 2013. Daily dynamics of radiation surface temperature of different land cover types in a temperate cultural landscape: Consequences for the local climate. *Ecological Engineering* 54, 1456154.



temporal and spatial variability of urban heat island and  
in agglomeration. *Building and Environment* 83, 91-

103.

Howard, L., 1818. *The Climate of London*. 1. W. Phillips, London.

Huang, Y., Chen, Ch., Tsai, Y., 2016. Reduction of temperatures and temperature fluctuations by hydroponic green roofs in a subtropical urban climate. *Energy and Buildings* 129, 174-185.

Huryňa, H. et. al. 2014. The importance of wetlands in the energy balance of an agricultural landscape. *Wetlands Ecol. Manage.* 22, 363-381.

Jensen, J.R., 2000. *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*, Upper Saddle River: Prentice-Hall.

Jian, P., et. al. 2016. Urban thermal environment dynamics and associated landscape pattern factors: A case study in the Beijing metropolitan region. *Remote Sensing of Environment* 17, 145-155.

Ková, D., Koblása, P.. *Ulicemi m sta eských Bud jovic*. Jelmo 1998.

Kyrián, R., Magistrát m sta eské Bud jovice, Nám stí P emysla Otakara II 1/1, eské Bud jovice. Odbor ochrany flivotního prost edí, odd lení ochrany p írody a krajiny. 27.3. 2017.

Pérez, G., et. al. 2017. Green facade for energy savings in buildings: The influence of leaf area index and facade orientation on the shadow effect. *Applied Energy* 187, 424-437.

Pokorný, J., 2001. Dissipation of solar energy in landscape-controlled by management of water and vegetation. *Renewable Energy* 24, 641-645.

Seto, K. C., Shepherd, J. M., 2009. Global urban land-use trends and climate impacts. *Environmental Sustainability* 1, 89-95.

Shiflett, S. A., 2017. Variation in the urban vegetation, surface temperature, air temperature nexus. *Science of the Total Environment* 579, 495-505.

breakdown of the night time urban heat island energy  
3, 50-64.

Mr, M., et. al. 2004. Self- kontrol of hydrological cycle. česká bioklimatologická  
spole nost, Permanentní elektronická publikace dostupná z:  
<http://www.cbks.cz/sbornikRackova03/sections/4/Sir.pdf>

Tesa , M., et. al. 2004. Vliv vegetace na vodní a teplotní režim p í povodí ve vrcholovém  
pásmu Tmavy. Aktuality Tmavského výzkumu II, Srní, 84-88.

Tolasz, R. Atlas podnebí eska. Climate atlas of Czechia. 1. vydání. Praha- Olomouc  
2007. ISBN 978- 80- 86690- 26- 1.

Wang, S., 2005. Dynamics of surface albedo of boreal forest and its simulation. Ecological  
Modelling 183, 477-494.

Ward, K., et. al. 2016. Heat waves and urban heat islands in Europe: A review of relevant  
drivers. Science of the Total Environment 569-570, 527-539.

Wenhui, K., et. al. 2015. What are hot and chat are not in an urban landscape: quantifying  
and explaining the land surface temperature pattern in Beijing, China. Landscape Ecology  
30, 357-373.

Xiaoxiao, L., et. al. 2016. Remote sensing of the surface urban heat island and land  
architecture in Phoenix, Arizona: Combined effects o fland composition and configuration  
and cadastral-demographic-economic factors. Remote Sensing of Environment 174, 233-  
243.

Zenzi, M., 2016. Exploring the potentialities of cool facies to improve the termal response  
of Mediterranean residential buildings. Solar Energy 135, 386-397.

Zhi-Hua, W., et. al. 2016. Cooling and energy saving potentials of shade trees and urban  
Laos in a desert city. Applied Energy 161, 437-444.

Magistrát města České Budějovice [online] [citováno 27. 3. 2017]. Dostupné z: <http://www.c-budejovice.cz/cz/mesto/o-meste/stranky/o-meste.aspx>.

Giasat.cz [online] [citováno 25. 3. 2017]. Dostupné z: <http://www.giasat.cz/content/cz/dpz/prehled-druzicovych-systemu/landsat>.

Matematická biologie [online] [citováno 25. 3. 2017]. Dostupné z: <http://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=analyza-a-hodnoceni-biologickych-dat--vicerozmerne-metody-pro-analyzu-dat--vicerozmerne-rozdeleni-pravdepodobnosti--transformace-dat--standardizace-dat>.

inbudejovice.cz [online] [citováno 27. 3. 2017]. Dostupné z: [http://www.inbudejovice.cz/13\\_56051\\_na\\_sadech\\_park\\_ceske\\_budejovice/](http://www.inbudejovice.cz/13_56051_na_sadech_park_ceske_budejovice/).

Hochtief.cz [online] [citováno 27. 3. 2017]. Dostupné z: <http://www.hochtief.cz/nase-projekty/referencni-projekty/obcanske-administrativni/ceske-budejovice-obchodni-centrum-globus>.

Jihočeské letiště České Budějovice [online] [citováno 30. 3. 2017]. Dostupné z: <http://www.airport-cb.cz/cz/page/25/historie-letiste-v-ceskych-budejovicich.html?detail=32>.

Daily Mail [online] [citováno 22. 3. 2017]. Dostupné z: <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2786723/London-skyscraper-Walkie-Talkie-melted-cars-reflecting-sunlight-fitted-shading.html>

Vdara Hotel [online] [citováno 22. 3. 2017]. Dostupné z: <https://www.vdara.com/en.html>



Fotografie z lokalit



Obr 35: Lokalita s rodinnou zástavbou- <sup>TM</sup>váb v Hrádek.



Obr 36: Fotografie parku Stromovka.



Obr 37: Fotografie nám stí P emysla Otakara II.



Obr 38: Fotografie bloku budov s radnicí na nám stí P emysla Otakara II.





Obr 39: Fotografie parku Na Sadech.



Obr 40: Fotografie dvou vzrostlých strom v blízkosti ulice fiiflkova.





Obr 41: Skupinka stromů s pím sítí zelen v blízkosti ulice fiřkova.



Obr 42: Fotografie lokality s rodinnou zástavbou- Na d kanských polích v ásti eských Bud jovic Nové Roudné.



Obr 43: Fotografie z Pražského sídli-t .



Obr 44: Fotografie prodejny nábytku Sconto.





Obr 45: Fotografie lokality Bauhaus.



Obr 46: Fotografie NC Géčko a Globusu.





Obr 47: Fotografie NC Zona Centrum nábytku.



Obr 48: Fotografie nov vzniklého parku ty i Dvory.



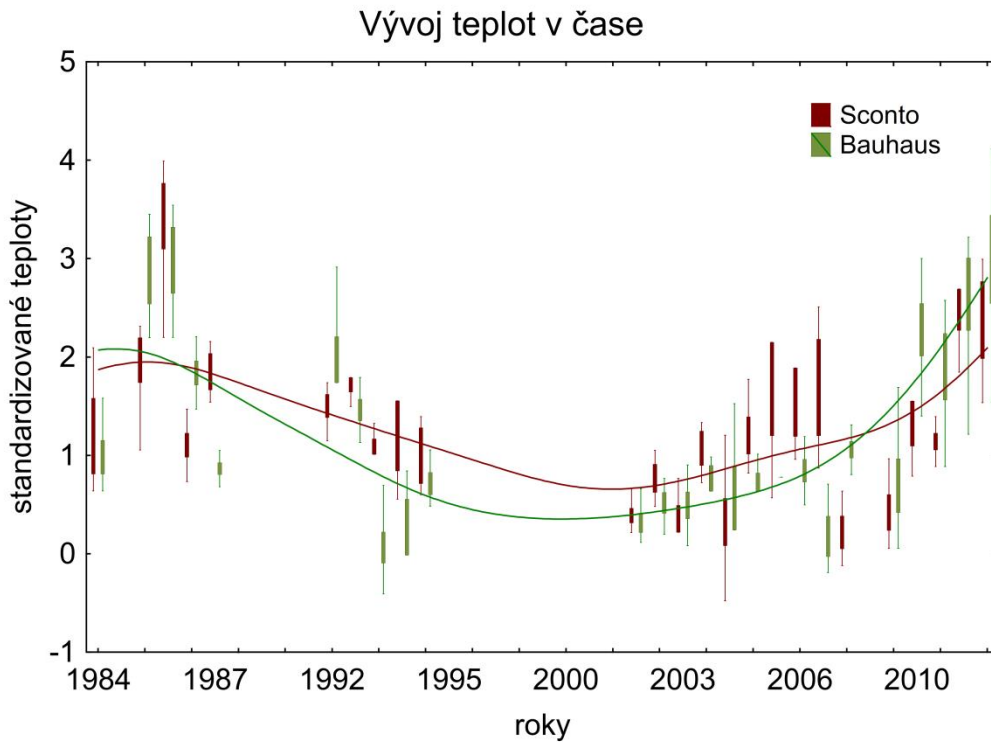
Obr 49: Fotografie sídli-t Máj.



Obr 50: Fotografie parku na Palackého nám stí.

53 a 54) ukazují výsledky z dvou druh standardizací li za ú elem vybrání té nejlepší standardizace.

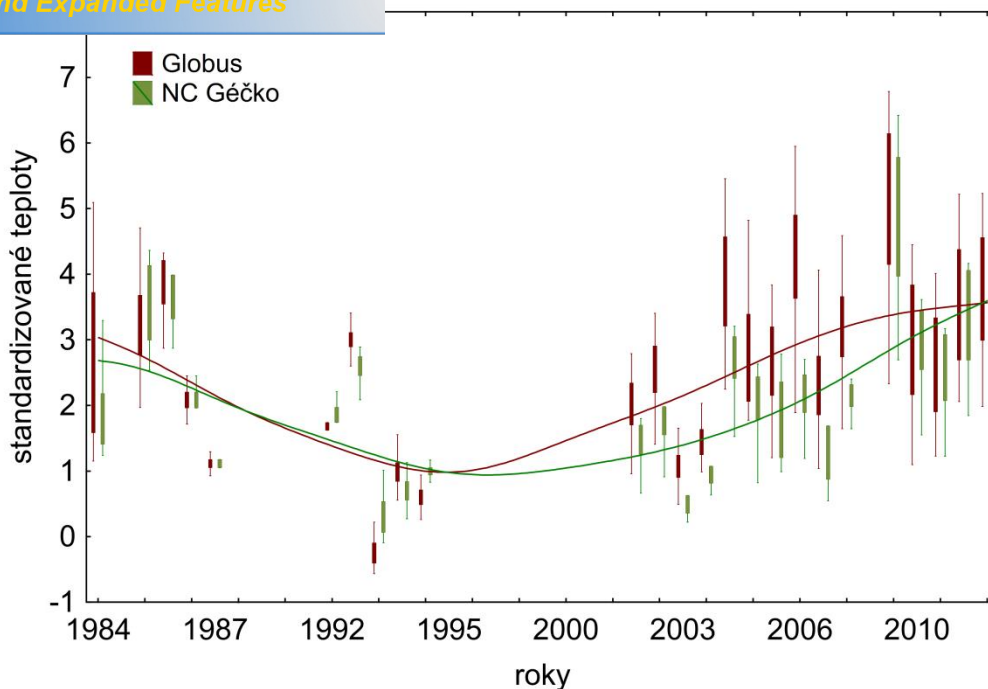
Nejd íve byla provedena standardizace sm rodatnou odchylkou. Jednotlivé termální snímky proti sob ale projevovali velkou variabilitu v rozp t, proto byla provedena standardizace rozp tím. Tato standardizace byla provád na dv ma zp soby. Jedním zp sobem bylo pouflití pr m rných minimálních a pr m rných maximálních hodnot, druhým zp sobem bylo pouflití absolutních minimálních a absolutních maximálních teplot snímek z ploch, které se nem nily v ase (viz. Metodika). Tyto dva zp soby standardizace rozp tím se od sebe p íli–neli–ily, nakonec byla jako finální standardizace zvolena ta s pr m rnými minimálními a maximálními hodnotami.



Obr 51: Graf s teplotním vývojem plochy Sconto a Bauhaus v ase pomocí standardizace sm rodatnou odchylkou.

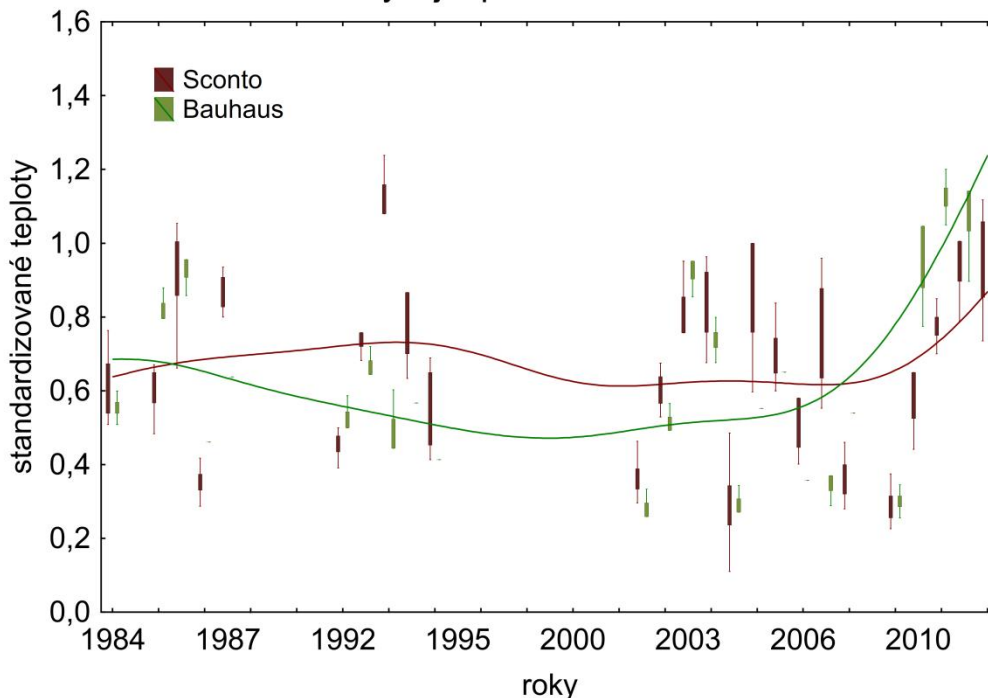


Vývoj teplot v čase



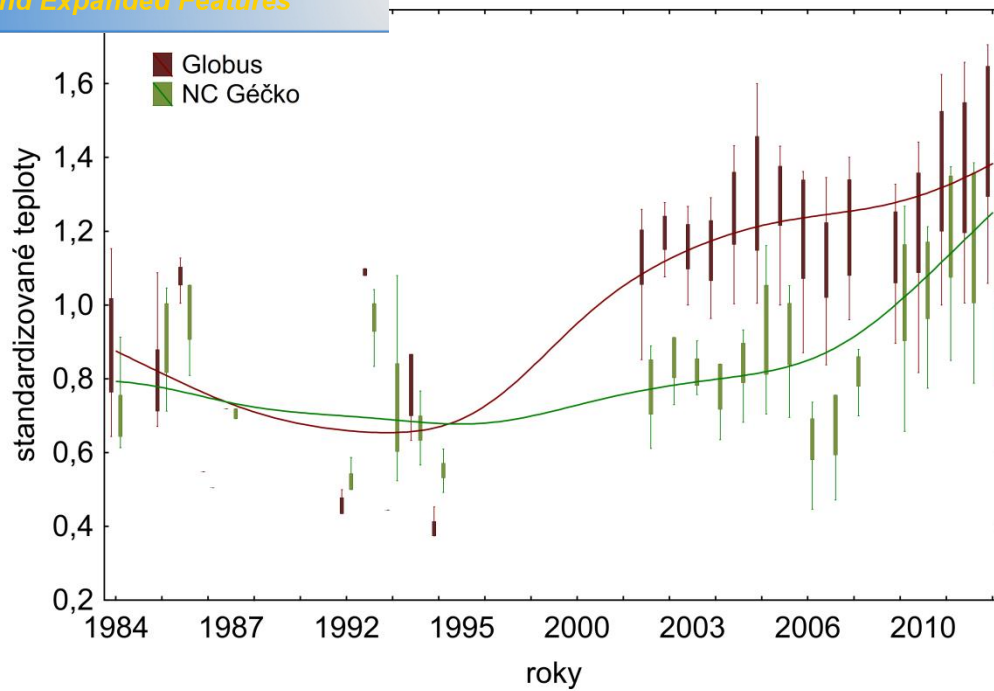
Obr 52: Graf s teplotním vývojem plochy Globus a NC Géčko v čase pomocí standardizace s m rotatnou odchylkou.

Vývoj teplot v čase



Obr 53: Graf s teplotním vývojem plochy Sconto a Bauhaus v čase pomocí standardizace rozp tím za pouffítí absolutn nejnífl-ích a absolutn nejvy-ích teplot.

ývoj teplot v áse



Obr 54: Graf s teplotním vývojem plochy Globus a NC Géčko v áse pomocí standardizace rozpětím za použití absolutně nejnižších a absolutně nejvyšších teplot.

odlišnosti v-ech sledovaných ploch pomocí neparametrického testu Kruskal- Wallis.

Tab.10: Vzájemné srovnání odlišnosti v-ech sledovaných ploch.

	rybník	Globus	NC Gé ko	NC C. Nábytku	Sconto	Bauhaus	pole	sídli-t Máj	park ty i Dvory 1	park ty i Dvory 2	Prafské sídli-t	Palackého nám stí	park Sady	bloku nám stí 1	bloku nám stí 2	nám stí P.O. II Třáb v Hrádek	2 stromy	skupinka strom	Stromovka 1	Stromovka 2	les	leti-t	Na d kanskýc h polích
rybník		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 0378	0	1	0	0
Globus	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 2861	0	0	0,00 0384	0	1	1	0	0	0	0	0
NC Gé ko	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,00 0005	0	0	0	0,36 9508	1	0	0	0	1	0
NC Zóna Centrum Nábytku	0	0	0		1	0,00 0452	0	0,00 0316	0	0	1	0,00 0001	0,06 7067	0	0	0	0	0,00 0007	0	0	0	0	0
Sconto	0	0	0	1		0,00 1063	0	0	0	0	0,00 5754	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bauhaus	0	0	0	0,00 0452	0,00 1063		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
pole	0	0	0	0	0	0		0	1	0,10 2188	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
sídli-t Máj	0	0	0	0,00 0316	0	1	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
park ty i Dvory 1	0	0	0	0	0	0	1	0		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 0002	0,00 0001	0	0	0
park ty i Dvory 2	0	0	0	0	0	0	0,10 2188	0	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 0140	0,00 0132	0	0	0
Prafské sídli-t	0	0	0	1	0,00 5754	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Palackého nám stí	0	0,00 2861	1	0,00 0001	0	0	0	0	0	0		0,00 5422	0	0	0	0	0,61 6494	1	0	0	0	1	0
park Sady	0	0	0,00 0005	0,06 7067	0	0	0	0	0	0	0	0,00 5422		0	0	0	0,00 0364	0,00 4006	0	0	0	0	0



