

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra geografie



## **TERMÁLNE SPRÁVANIE VYBRANÝCH ČASTÍ KRAJINNEJ SFÉRY**

Kristína TIMKOVÁ

Bakalárska práca

Vedúci práce: doc. RNDr. Miroslav Vysoudil, CSc.

Olomouc 2022

## Bibliografický záznam

<b>Autor (osobné číslo):</b>	Kristína Timková (R19113)
<b>Študijný odbor:</b>	Regionální geografie
<b>Názov práce:</b>	Termálne správanie vybraných častí krajinej sféry
<b>Title of thesis:</b>	Thermal behaviour of selected parts of landscape
<b>Vedúci práce:</b>	doc. RNDr. Miroslav Vysoudil, CSc.
<b>Rozsah práce:</b>	55 strán (10 795 slov)
<b>Abstrakt:</b>	Bakalárska práca <i>Termálne správanie vybraných častí krajinej sféry</i> skúma vybrané body v krajinej sfére a ich termálne správanie. Lokality boli vyberané podľa typu krajiny a body podľa charakteru aktívneho povrchu. Práca je doplnená o grafy, tabuľky, termálne snímky, vlastné fotografie a mapy.
<b>Kľúčové slová:</b>	termálny monitoring, infračervený teplomer, povrchová teplota, termálna kamera, aktívny povrch, krajinný typ, radiačné a advekčné počasie
<b>Abstract:</b>	The bachelor thesis <i>Thermal behaviour of selected parts of landscape</i> examines selected points in the landscape sphere and their thermal behaviour. The areas were selected according to the type of landscape and measured points according to the types of the active surface. The work is supplemented with graphs, tables, thermal images, private photos and maps.
<b>Keywords:</b>	thermal monitoring, infrared thermometer, surface temperature, thermal camera, active surface, landscape type, radiative and advective weather

## **Poďakovanie**

Rada by som sa poďakovala môjmu vedúcemu práce doc. RNDr. Miroslavovi Vysoudilovi, CSc., za metodické vedenie, pomoc pri terénnom výskume, za podnety a konštruktívne pripomienky pri vypracovaní práce. Ďakujem tiež doc. Vladimírovi Dekýšovi, z katedry aplikovanej mechaniky zo Žilinskej Univerzity, za vypožičanie termálnej kamery (Flir E50).

### **Čestné prehlásenie**

Prehlasujem, že som bakalársku prácu vypracovala samostatne pod vedením doc. RNDr. Miroslava Vysoudila, CSc. Všetky použité materiály a zdroje sú odcitované.

V Olomouci, dňa.....

Podpis.....

# UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2020/2021

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Kristína TIMKOVÁ**  
Osobní číslo: **R19113**  
Studijní program: **B1301 Geografie**  
Studijní obor: **Regionální geografie**  
Téma práce: **Termální chování vybraných částí krajinné sféry**  
Zadávací katedra: **Katedra geografie**

### Zásady pro vypracování

Na základě pozemního termálního monitoringu bude popsáno chování (režim) pole povrchové teploty na vybraných lokalitách s ohledem na jejich geografickou polohu a/nebo charakter aktivních povrchů, denní a roční dobu. Experiment proběhne na území města Olomouce, případně jeho okolí. Potřebná termální data budou získána terénními měření infračerveným teploměrem a ruční termální kamerou. Vybrané aktivní povrchy (lokality) budou monitorovány ve vybraných dnech roku 2021 s ohledem na charakter počasí a denní dobu. Zjištěné rozdíly budou vyhodnoceny tabelárně, graficky a formou textu.

Rozsah pracovní zprávy: **5 000 – 8 000 slov**  
Rozsah grafických prací: **Podle potřeb zadání**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**  
Jazyk zpracování: **Slovenština**

#### Seznam doporučené literatury:

- Bossard, M., Feranec, J., Ořáhel, J. (2000): Definice tříd CLC (Zpracováno podle &#x201e;CORINE land cover technical guide &#x2013; Addendum 2000&#x201c;).
- Dosoudilová, B. (2010): Vliv georeliéfu a aktivního povrchu na režim povrchové teploty na základě vyhodnocení termálních snímků. [Bakalářská práce] Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Katedra geografie, Olomouc.
- Dosoudilová, B. (2013): Využití termální kamery pro studium místního klimatu. [Diplomová práce] Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Katedra geografie, Olomouc.
- Fluke® (2007): IR FlexCam Thermal Imager. Getting Started Guide, Fluke Corporation, Everett.
- Chudovsky, A., Ben-Dor, E., Saaroni, H. (2004): Diurnal thermal behaviour of selected urban objects using remote sensing measurements. *Energy and Buildings*. 36. pp 1063&#x2013;1074.
- Kácovská, K. (2017): Termální přírodního parku údolí Bystřice. [Diplomová práce] Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Katedra geografie, Olomouc.
- Středová, H., Středa, T., Vysoudil, M. (2014): Cave rock surface temperature evaluation using non-contact measurement methods [Meritve temperatur jamskih sten z brezstičnimi metodami]. *Acta Carsologica*. 43 (2&#x2013;3). pp. 257-268.
- Vysoudil, M., Ogrin, D. (2009): Portable Thermal Camera as a Tool in Topoclimatic research. Dela 31, Department of Geography, Faculty of Arts, University of Ljubljana, p- 115-127.
- Vysoudil, M. (2015): Urban space and climate: Introduction to the Special Issue. *Moravian Geographical Reports* 23 (3), 2-7. DOI: 10.1515/mgr-2015-0012.

VYSOUDIL, M. et al. (2012): Podnebí Olomouce: Climate of Olomouc. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 211 s.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. RNDr. Miroslav Vysoudil, CSc.**  
Katedra geografie

Datum zadání bakalářské práce: **21. ledna 2021**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2022**

L.S.

---

**doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.**  
děkan

---

**prof. RNDr. Marián Halás, Ph.D.**  
vedoucí katedry

V Olomouci dne 21. ledna 2021

## Obsah

1.	Úvod.....	8
2.	Cieľ práce .....	9
3.	Prehľad literatúry .....	10
3.1.	<i>Aktívny povrch a krajina</i> .....	10
3.2.	<i>Termálny monitoring</i> .....	11
3.3.	<i>Zmeny slnečného žiarenia na aktívnom povrchu</i> .....	12
4.	Metódy práce .....	13
4.1.	<i>Práca v teréne</i> .....	13
4.2.	<i>Povrchové teploty</i> .....	13
4.3.	<i>Typy monitorovaných povrchov</i> .....	13
4.4.	<i>Výber jednotlivých lokalít</i> .....	14
4.5.	<i>Zaobstaranie termálnych snímok</i> .....	14
4.6.	<i>Spracovanie a vyhodnotenie termálnych snímok</i> .....	15
4.7.	<i>Zaobstaranie bodových teplôt</i> .....	16
4.8.	<i>Spracovanie a vyhodnotenie bodových teplôt</i> .....	17
5.	Termálna kamera pri štúdiu krajinnej sféry .....	18
6.	Charakteristika spracovaných lokalít a snímok .....	19
6.1.	<i>Geografická poloha a charakteristika mesta Žilina a okolia</i> .....	19
6.2.	<i>Podnebie mestskej krajiny v Žiline</i> .....	20
7.	Typy krajín.....	21
7.1.	<i>Súvislá mestská zástavba (Hliny VIII)</i> .....	22
7.2.	<i>Mestská nesúvislá zástavba (Vodné dielo Žilina)</i> .....	31
7.3.	<i>Periféria mesta (Zástranie)</i> .....	38
8.	Diskusia .....	45
9.	Záver .....	47
10.	Summary .....	48
11.	Zoznam použitej literatúry.....	50
12.	Zoznam tabuliek .....	53
13.	Zoznam obrázkov .....	54

## 1. Úvod

Práca popisuje termálne správanie vybraných častí krajinnej sféry na území mesta Žilina a okolia. Na vybraných aktívnych povrchoch boli v priebehu roku 2021 pozorované a monitorované povrchové teploty počas dňa a noci.

Skúmané povrchy, objekty boli vybrané na základe krajinnej charakteristiky jednotlivých lokalít. Termálny monitoring bol vykonávaný ručnou termálnou kamerou Flir E50 a ručným infračerveným teplomerom Testo 835-T2.

Motivačným faktorom práce bola možnosť vlastného výskumu v teréne, v rodnom meste. Bakalárska práca vznikla ako príspevok ku poznaniu termálneho správania krajiny okolia môjho bydliska. Ďalším faktorom bola možnosť pozorovať zmeny termálneho správania aktívnych povrchov. Všetky merané hodnoty sú relatívne.

Získané materiály môžu nájsť využitie v územnom plánovaní a rozvoji. Praktické využitie nachádza aj pri identifikácii teplotných rozdielov aktívneho povrchu a lokalizácií miest možnými výskytmi klimatických prvkov, ktoré môžu vytvoriť reálne prírodné riziká. Práca môže slúžiť aj ako obraz termálnej charakteristiky krajiny v okolí Žiliny.



## 2. Cieľ práce

Cieľom práce je popísať jednotlivé časti krajinnej sféry a termálne správanie pomocou merania povrchovej teploty ručnou termálnou kamerou a infračerveného teplomera. Získané termálne záznamy bolo potrebné upraviť a vyhodnotiť a zohľadniť pri tom charakter reliéfu a typ aktívneho povrchu. Získané dáta môžu byť vhodným príspevkom o termálnom správaní jednotlivých typov krajinnej sféry.

Porovnávané budú výsledky z denných a nočných hodín skúmané na jednotlivých lokalitách počas dní s rôznym charakterom počasia. Zásadným charakterom počasia bolo radiačné. Následne sú výsledky porovnávané na základe ich lokality a ročného obdobia a typu krajinnej sféry.

Záverom práce bude zhrnutie najdôležitejších výsledkov bodových povrchových teplôt. Pre lepšie porovnanie a popísanie rozdielov, sú povrchové teploty vyhodnotené v tabuľkách a grafoch.

### 3. Prehľad literatúry

Obsahom kapitoly je rešerše dostupnej literatúry. Jedným zo základných predpokladov pre spracovanie bakalárskej práce je znalosť odbornej literatúry so zameraním na pozemný termálny monitoring a zadelenie typov krajiny. Konkrétne ide o problematiku radiačnej a energetickej bilancie aktívneho povrchu. Rovnako dôležité je aj znalosť pojmov a delenie krajinej sféry na základe CLC (Corine Land Cover) a obsah literatúry zameranou na termálny monitoring, hlavne na pozemný (ručný).

#### 3.1. Aktívny povrch a krajina

Pojem aktívny povrch zaviedol ruský klimatológ Vojejkov (1824 - 1916). Aktívny povrch definuje ako prechodnú plochu medzi litosférou alebo hydrosférou a atmosférou napríklad povrch pôdy, vody, porastov či umelé povrchy ako vozovky, strechy domov či plochy na rekreáciu a šport (ČMeS, 2007). Aktívny povrch patrí medzi jeden z najhlavnejších klimatických faktorov. Členitosť reliéfu zemského povrchu, albedo, tepelná vodivosť, zloženie a štruktúra pôdy, vegetačné pásmo, vlhkosť a podobne, patria medzi atmosférické deje, ktoré aktívny povrch ovplyvňujú svojimi fyzickými, fyzicko-chemickými vlastnosťami.

Aktívny povrch je časť krajinej sféry, na ktorej dochádza k odrazu krátkovlnného slnečného žiarenia, zároveň v nej prebieha jeho premena na tepelnú energiu. A teda tiež potvrdzuje významnosť aktívneho povrchu ako klimatického faktoru. Aktívny povrch podstatne ovplyvňuje tvorbu klímy na všetkých priestorových úrovniach, najvýraznejšie pri mikroklíme a miestnej klíme.

V rámci Českej republiky sa téme definície krajiny venoval Demek (1981). Ten poňal krajinu ako systém, ktorý chápe ako relatívne stále a zároveň samostatné časti reálneho sveta. Znak systému zostávajú po určitú dobu relatívne stále a systém je preto opísateľný. Znak sú ohraničené vzhľadom ku svojmu prostrediu.

Porozumenie dopadov zmien krajinej sféry je potrebné ako základ pre udržateľný rozvoj daného územia. Dané dopady sú bližšie popísané v analýze Corine Land Cover Českej informačnej kultúry životného prostredia CENIA. V prípade Českej republiky ide o „Vývoj krajinného pokryvu dle CORINE Land Cover na území ČR“ dostupného na webovej stránke Cenia.cz (Ponocná, Hejná, et al., 2012). Pre jednoduchšiu orientáciu je využiteľný katalóg definície tried CLC (Bossard, Feranec, Ořahel, 2000). Zmeny v krajinej sfére môžu na jednej

strane negatívne ovplyvňovať integritu prírodných systémov a tým aj ovplyvňovať funkcie územia ekosystémov. V opačnom prípade môže zlepšovať kvalitu ľudského života.

Metodika CORINE Land Cover bola vytvorená v roku 1985 európskou komisiou s cieľom zaistiť zber a koordináciu a prístup ku kvalitným informáciám o životnom prostredí a prírodných zdrojov. Program má tri časti: Land Cover teda krajinná pokrývka, Biotopes teda biotopy a Air, ovzdušie. Databáza CORINE Land Cover je vytvorená ako celoeurópska vrstva s mierkou 1:100 000 (Bossard, Feranec, Ořahel, 2000). Katalógy CORINE Land Cover boli v rokoch 2000, 2006, 2012 a 2018 vždy novo aktualizované. V týchto rokoch boli prijaté viaceré zmeny na základe vývoja krajiny (Copernicus Land Monitoring Service, 2018).

### **3.2. Termálny monitoring**

Metódy termálneho monitoringu sú využívané na zisťovanie povrchových teplôt a priliehajúcu prízemnú vrstvu atmosféry. Dáta, ktoré sú zaobstarávané pomocou lietadiel, satelitov (Landsat, Aster, METEOSAT atď.) sa využívajú na výskum rozsiahlych území. Na detailný výskum sa využíva skôr ručná termálna kamera či infračervený teplomer, tieto prístroje majú totiž lepšie priestorové rozlíšenie. A teda sú vhodnejšie na využitie menších lokalít pre detailnejšie spracovanie (Geletič, Vysoudil, 2012).

Termálne kamery sú dosť využívané hlavne v technických oboroch ale tiež majú uplatnenie napríklad v prírodných vedách. Termálny monitoring sa uplatňuje v diaľkovom prieskume Zeme. Využívajú ich napríklad Weng a Lu (2006) kedy sa na základe satelitných termálnych snímok zaoberajú teplotnými pomermi mestských aglomerácií. Infračervený teplomer, je použitý napríklad pri Wengovom (2009) skúmaní teploty v mestskom prostredí a využívaný k tvorbe environmentálnych štúdií.

Na území Českej republiky sa touto tematikou zaoberajú napríklad Geletič a Vysoudil (2012), ktorí sa venujú analýze povrchovej teploty v mestskej a prímestskej krajine na základe analýzy satelitných termálnych snímok v Olomouci a jeho okolí. Ich príspevok sa zaoberá sa priestorovou variabilitou povrchovej teploty v Olomouci a jeho okolí na základe vyhodnotenia termálnych satelitných snímok LANDSAT-6 (senzor TM) a TERRA (senzor ASTER).

Využitiu termálneho monitoringu sa venujú, vo svojom článku, Baroň, Bečkovský, Míča (2014), kde používajú aplikáciu infračerveného žiarenia popri mapovaní otvorených trhlín v hlbokých a nestálych masívoch. Výskum prebiehal na flyšovom území vonkajších západných Karpát, konkrétne oblasti Kněhyně a Kopce. A taktiež prieskum prebehol na území severných vápenatých Álp, konkrétne Gschliefgraben. Cieľom bolo pozorovať rozdiely povrchových teplôt v trhlínach a na povrchu.

Termálny monitoring je tiež použitý a spomínaný pri riešení diplomových či bakalárskych prác na Katedre Geografie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Čech (2018) pomocou termálnych snímok popisuje termálne správanie hornín. Kácovská (2017), ktorá sa venuje vo svojej práci termálnemu obrazu prírodného parku údolia Bystřice. Dosoudilová (2013) sa vo svojej diplomovej práci zaoberá využitím ručnej termálnej kamery pre štúdium miestnej klímy. Palatka (2011) sa pomocou termálnych snímok venuje režimu povrchovej teploty a aktívnemu povrchu.

V zahraničí sa ručným termálnym monitoringom zaoberajú autori Voogt, Oke, Christen, Mills (2017) ktorí skúmajú povrchovú teplotu jednotlivých typov povrchov. Hedquist, et al. (2009) skúmajú tepelný ostrov mesta Phoenix v Arizone na základe meraní povrchovej teploty pomocou teplotnej kamery.

### **3.3. Zmeny slnečného žiarenia na aktívnom povrchu**

Dôležitá súčasť termálneho monitoringu je znalosť termodynamických javov, ktoré prebiehajú na aktívnom povrchu alebo v aktívnej vrstve. Podkapitola sa venuje jednotlivým znalostiam o dejoch, ktoré je potrebné poznať pre lepšie pochopenie termálneho monitoringu.

Žiarenie v meteorológii definujeme ako šírenie elektromagnetického slnečného žiarenia zemskou atmosférou. Hlavným zdrojom energie pre úplný klimatický systém je žiarivá energia Slnka. Zdroje energie ako sú geotermálna energia, gravitačná energia, energia kozmického žiarenia či rádioaktívneho žiarenia sú bezvýznamné (Prošek, Rein, 1982).

Pre aktívny povrch je typické, že na ňom dochádza k premene energie krátkovlnného slnečného a dlhovlnného slnečného žiarenia oblohy na tepelnú energiu. Medzi aktívnym povrchom a atmosférou dochádza k transportu energie prostredníctvom turbulentného toku  $H$ , latentného toku tepla  $LE$ , tokom tepla  $G$  do pásma alebo z pásma aktívneho povrchu a molekulárnym vedením  $M$  (Prošek, Rein, 1982).

Rovnica tepelnej (energetickej) bilancie aktívneho povrchu:  $R_z = H + LE + G$ . Súčet všetkých príjmov a strát tepla, ku ktorým dochádza na aktívnom povrchu sa musí rovnať nule.

Bilancia energie zemského povrchu sa mení na základe ročnej doby či denného režimu. Cez deň je energetická bilancia pozitívna, tok tepla je smerovaný do pásma aktívneho povrchu. K negatívnej energetickej bilancii dochádza v noci, kedy tok tepla smeruje z pásma aktívneho povrchu do atmosféry (Prošek, Rein, 1982).

## 4. Metódy práce

### 4.1. Práca v teréne

Pre prácu v teréne je nutné sa oboznámiť s využívaním termálnej kamery. Manuál FLIR Exx series (2011) obsahuje informácie o ručnej termálnej kamere a podrobný návod ako postupovať. Postup ako pracovať pri vytvorení a spracovaní termálnych snímok je tiež možné čerpať z príručky FLIR Exx Series (2011) k programu FLIR Tools. Príručka, informácie o termálnych kamerách i software, ktorý je nutný pre spracovanie snímok sú k dispozícii na internetových stránkach [www.flir.eu](http://www.flir.eu) (FLIR, 2016).

Hodnoty emisivity materiálov z jednotlivých lokalít sú čerpané z tabuliek na internetových stránkach [elso.sk](http://elso.sk) (ELSO, 2021). Na výber jednotlivých lokalít a ich geografický popis boli využité internetové mapové zdroje (Mapy.cz a Google Maps) a vlastný prieskum. Na vytvorenie vlastných máp bol použitý software ArcGis Pro.

### 4.2. Povrchové teploty

Vypočítané povrchové teploty z termálnych snímok sa vzťahujú predovšetkým k dobe ich vytvorenia. Teda ide o obdobie hneď ako boli snímky vytvorené. Prirodzene sa vyskytujú vyššie teploty v oblastiach so súvislou mestskou zástavbou, naopak oblasti s vyšším výskytom lesného porastu majú nižšie povrchové teploty. V rámci zástavby sa berie do úvahy aj geometria konkrétnej budovy či rozloženie zelene a budov v okolí. Vďaka týmto vlastnostiam a výskumu je možné si vytvoriť približný obraz termálneho správania krajiny v meste. Cieľom výskumu bolo monitorovať jednotlivé aktívne povrchy a vytvoriť analýzu konkrétnych povrchov.

V prípade okrajových častí ide skôr o aktívny povrch kde prevláda skôr rozptýlená zástavba, ktorá má skôr prímestský charakter. Kde dochádza k zloženiu aktívneho povrchu z mozaiky blokov budov či domov a menších plôch vegetácie a tie majú skôr ochladzujúci efekt.

### 4.3. Typy monitorovaných povrchov

Pred začiatkom práce boli vytvorené jednotlivé kategórie inšpirované rozdelením kategórií základných druhov povrchu v meste Brno (Dobrovolný, 2012). V prípade mojej práce išlo o 4 základné typy, ktoré majú aj svoje podkategórie, pre detailnejšie porozumenie.

- **Obytná zóna:** súvislá a nesúvislá
- **Priemyselné, dopravné a obchodné jednotky:** doprava, priemyselné zóny, obchodné zóny
- **Zeleň:** mestská zeleň, lesy a sady
- **Vodné plochy:** vodné elektrárne, nádrže, rieky

Termálny monitoring prebiehal v jednotlivých typoch kategórií a na konkrétnych miestach, ktoré boli porovnané na základe ich termálneho správania. Vzhľadom na to, že v prípade výskumu Dobrovoľného išlo o termálny monitoring s leteckým snímokovaním dokázal vytvoriť prehľad na viacerých územiach v rovnakom čase. V mojom prípade išlo o pozemný termálny monitoring s ručnou termálnou kamerou a infračerveným teplomerom, v takom prípade bolo potrebné vybrať vhodné lokality, ktoré bolo možné skúmať v rovnakom čase a zastupovali jednotlivé typy krajiny (Dobrovoľný, 2012).

#### 4.4. Výber jednotlivých lokalít

Lokality boli vyberané na základe viacerých kritérií aby bol splnený cieľ práce. Jedným z hlavných kritérií bolo zaradenie lokality v rámci databázy Corine Land Use, teda zaradenia typu krajiny. Ďalšie kritéria boli typ povrchu, tvar reliéfu a poloha v rámci mesta (tabuľka 1).

**Tabuľka 1:** Rozdelenie lokalít na základe typu krajiny a sledovaných aktívnych povrchov

Typ krajiny	Názov lokality	Typy aktívnych povrchov	Súradnice	Počet meraných bodov
Obytná zóna: súvislá	Hliny VIII	mestská zeleň, dopravné komunikácie, mestská zástavba	49, 21553° S, 18,73423° V	7
Obytná zóna: nesúvislá	Vodné dielo	mestská zeleň, vodné plochy, dopravné komunikácie	49, 20297° S, 18,80788° V	7
Periféria mesta	Zástranie	Zeleň, lúky, sady	49, 23755° S, 18,82647° V	5

#### 4.5. Zaoštaranie termálnych snímok

Na výbere vhodného dňa v každom ročnom období záviselo predovšetkým od počasia. Najvhodnejšie podmienky boli v prípade predpokladu radiačných dní. Preto bolo potrebné sledovať predpoveď počasia každý deň. Zdrojom sledovanej predpovede bol Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ, 2021). Podmienky pre radiačné dni musia spĺňať pokrytie oblačnosti do 20 %, rýchlosť vetra nemôže byť väčšia ako 2 m/s či tiež nárazovosť vetra do 4 m/s.

Pri výskume je merané množstvo energie, ktorú vyžaruje meraný objekt k termálnej kamere. Pri meraní je podstatná emisivita materiálu, ktorého povrch je meraný. Emisivita je definovaná ako pomer intenzity vyžarovania reálneho telesa ku intenzite vyžarovania absolútne čierneho telesa s rovnakou teplotou, kedy spolu s emisivitou sa určuje aj reflexivita, ktorá vyjadruje koľko energie meraný objekt odráža. Vzájomným súčtom emisivity a reflexivity je 1,

kedy emisivita absolútne čierneho telesa je 1, emisivita ideálneho zrkadla je 0. Materiál povrchovej vrstvy objektu je rozhodujúci pri meraní (Dosoudilová, 2013).

Kirchhoffov zákon vyjadruje zákon zachovania energie pre tepelné žiarenie. Každé teleso, ktorého teplota prevyšuje 0 K, emituje energiu. Pre čierne teleso, podľa zákona platí, že čím viac energie teleso absorbuje, tým viac energie vyžiari (Tipler, Mosca, 2004).

**Tabuľka 2:** Hodnoty emisivity vybraných materiálov

Materiál	Emisivita	Materiál	Emisivita
asfalt	0,90 - 0,98	sklo	0,92
betón-drsný	0,94	sneh	0,85
cement	0,85	štrk	0,95
drevo-prírodné	0,90 - 0,95	tehla	0,93
ľad	0,96 - 0,98	voda	0,98
piesok	0,90	zemina	0,92 - 0,98

Zdroj: Elso.sk, 2021

Emisivitu je potrebné nastaviť pred začiatkom získavania snímok na ručnej termálnej kamere. Presné nastavenie emisivity nie je možné vzhľadom na to, že na snímkach krajiny sa vyskytuje veľa druhov povrchov (tabuľka 2). Na kamere sa podľa potreby dajú meniť aj ďalšie nastavenia kamery napríklad teplotná stupnica. Využíva sa hlavne v noci kedy je potrebné posunúť úroveň prelínania úrovni viac do infračerveného spektra. Vďaka tomuto nastaveniu sa zvýrazia farebné rozdiely medzi plochami, taktiež uľahčuje zaostrovanie. Snímky, termogramy sú ukladané na pamäťovú kartu a keď je všetko správne nastavené dochádza k mechanickému zaostraniu.

#### 4.6. Spracovanie a vyhodnotenie termálnych snímok

Termálne snímky a dáta z ručnej termálnej kamery je najskôr potrebné pomocou čítačky stiahnuť z pamäťovej karty do notebooku. Na úpravu a analýzu snímok je nutné, použiť špecializovaný software, ktorý je možné stiahnuť na internetovej stránke [www.flir.eu](http://www.flir.eu), s názvom FLIR Tools.

Vyhodnotenie snímok bolo spracované v programe FLIR Tools, kde je možné zobrazit a prezerat všetky snímky jednej lokality naraz. Po stiahnutí program je nutné nahrat snímky z pamäťovej karty. Snímky bolo nutné upraviť do potrebnej dichromatickej stupnice pre vyjadrenie rôznych hodnôt povrchových teplôt. Následne boli zvýraznené merané body

a očíslované. Následne boli snímky upravené a exportované do formátu JPG a vložené do práce ako obrázky.

Pre každú lokalitu bola vytvorená tabuľka, do ktorej sú zaznamenané hodnoty povrchových teplôt na sledovaných plochách. Teplota bola zaznamenaná a vyhodnotená do priemerných, maximálnych, minimálnych hodnôt a rozdiel medzi minimálnymi a maximálnymi priemerných teplôt. Následne boli porovnané priemerné hodnoty nočných a denných snímok, taktiež priemerne hodnoty jednotlivých dní v rámci ročných období. Pri všetkých analýzach boli zohľadnené odlišné typy krajinej sféry a expozície.

#### 4.7. Zaobstaranie bodových teplôt

Jednotlivé bodové teploty boli zaznamenané na vybraných lokalitách. Na každej lokalite boli vybrané jednotlivé body s rôznymi typmi aktívnych povrchoch. Body boli snímané infračerveným teplomerom Testo, ich presné miesto bolo zaznamenané pomocou GPS.

Každý bod má svoje zaradenie v rámci vymedzenia Corine land use a svoju danú emisivitu (ELSO, 2021). Bližšia charakteristika jednotlivých bodov sa nachádza v kapitole 7.

Merania pomocou infračerveného teplomera prebiehali počas dní s advekčným typom počasia v rovnakom čase, cez deň aj v noci. Avšak charakter počasia sa každý sledovaný deň líšil. Potrebné bolo pre analýzu charakteru počasia sledovať predpoveď a zapisovať si denný priebeh teploty, miery oblačnosti, úhrn zrážok, rýchlosť a smer vetra. Na základe týchto údajov boli zhotovené charakteristiky počasia na jednotlivé dni (tabuľka 3).

**Tabuľka 3:** Vzor záznamu meraných údajov predpovede počasia pre mesto Žilina (14. 6. 2021)

Čas	Teplota (C°)	Úhrn zrážok (mm/h)	Oblačnosť (%)	Rýchlosť vetra (m/s)	Smer vetra	Čas	Teplota (C°)	Úhrn zrážok (mm/h)	Oblačnosť (%)	Rýchlosť vetra (m/s)	Smer vetra
0:00	10	0	9	1	V	12:00	17	0	20	3	S
1:00	9	0	7	1	V	13:00	18	0	20	3	S
2:00	9	0	2	1	V	14:00	19	0	30	3	S
3:00	8	0	0	0	JV	15:00	19	0	49	3	S
4:00	8	0	2	0	JV	16:00	19	0	45	3	S
5:00	8	0	0	0	JJV	17:00	19	0	32	2	SV
6:00	8	0	1	1	JJV	18:00	19	0	5	3	VSV
7:00	11	0	2	0	JJV	19:00	18	0	0	2	SSV
8:00	13	0	3	1	SV	20:00	17	0	0	2	SSV
9:00	15	0	5	2	SSV	21:00	15	0	0	1	SSV
10:00	16	0	7	3	S	22:00	14	0	0	0	VJV
11:00	17	0	19	3	SSV	23:00	12	0	0	1	VJV

Zdroj: SHMÚ (2021)

Súčasťou práce bolo tvorenie záznamov jednotlivých meteorologických prvkov. Každý deň som sledovala počasie na internetových stránkach Slovenského hydrometeorologického ústavu. Na základe charakteru počasia som sa rozhodla či je vhodné merať povrchové teploty.



Merania bodových teplôt boli zhotovené v rovnakom čase (SEČ), cez deň o 13:00 a v noci 0:00. Medzi lokalitami bol 5-10 minútový odstup, z dôvodu presunu. Merania som začínala na lokalite 1 a 2. Potom som sa presunula na lokality 3 a 4, kde boli merania zhotovené 13:05 a v noci 0:05. O 10 minút som začínala merania na lokalitách 5 a 6, a teda v čase 13:15 a 0:15.



**Obrázok 1:** Ukážka merania pomocou IR teplomera (Testo 835-T2) na vodnej ploche

#### **4.8. Spracovanie a vyhodnotenie bodových teplôt**

Teploty merané infračerveným teplomerom boli zapisované a ukladané do pamäti teplomera. Po skončení merania boli stiahnuté do notebooku, spracované do tabuliek v programe Excel.

Po spracovaní nameraných údajov, som vytvorila tabuľky a grafy, pre jednoduchšie porovnanie rozdielov. Grafy sú vytvorené na základe jednotlivých aktívnych povrchov, pre rozlíšenie denného režimu a nočného režimu.

Analýzy jednotlivých typov povrchu boli vyhodnotené na základe ich teploty, kde sa bral dôraz aj na ich zaradenie v rámci členenia krajiny. Na spracovanie bol použitý už spomínaný katalóg Corine. Bodové teploty boli zaznamenané v rovnakých časoch (SEČ) ako boli zhotovené termálne snímky. Cez deň lokalita 1 a 2 (13:00), lokalita 3 a 4 (13:05), lokality 5 a 6 (13:15). V noci lokalita 1 a 2 (0:00), lokalita 3 a 4 (0:05). lokalita 5 a 6 (13:15).

Povrchové bodové teploty boli zaznamenávané maximálne s 15 metrovou vzdialenosťou. Vzdialenosť do 15 metrov bola odporúčaná ako najväčšia možná vzdialenosť pre možnosť najpresnejšieho výsledku. Termálne snímky boli snímané s väčšou vzdialenosťou maximálne do 1 kilometra.

## 5. Termálna kamera pri štúdiu krajinnej sféry

Využitie termálnej kamery v geografii pre zaistenie povrchovej teploty je modernou metódou štúdia režimu povrchovej teploty, prípadne teploty nad aktívnym povrchom. Oproti tradičným metódam je termálny monitoring s ručnou kamerou obohatený o nové možnosti, ktoré ponúkajú možnosť presnejšieho skúmania danej oblasti. Taktiež táto metóda pomáha pri uplatňovaní ochrany krajiny pred nebezpečnými prírodnými javmi, ktoré majú pôvod v termodynamických procesoch. Získané materiály môžu pomôcť pri identifikácii teplotných rozdielov aktívneho povrchu a lokalizácií miest možnými výskytmi klimatických prvkov, ktoré môžu vytvoriť reálne prírodné riziká.

V práci som využila hneď dva spôsoby zaznamenávania termálneho monitoringu. A to ručnú termálnu kameru (Flir), ktorá zaznamenáva plochy a vytvára vo výsledku snímky s teplotami povrchov, a druhý spôsob, ktorý som využila primárne bol ručný infračervený teplomer (Testo), ktorý meria bodové teploty povrchu.

Za pozitívne prínosy termálneho monitoringu ručnou kamerou je napríklad jednoduchšie porovnávanie povrchových teplôt, kedy kamera dokáže zaznamenať veľké množstvo dát v jednom okamihu. Pri používaní iných metód termálneho monitoringu, ako je napríklad letecké snímkovanie, dáta zaznamenávajú väčšiu plochu, kedy môže dôjsť k väčšiemu skresleniu dát. Vďaka ručnej termálnej kamere je tiež veľmi ľahko zreteľný výsledok, kde sú teplotné rozdiely medzi jednotlivými plochami hneď viditeľné.

Nevýhody termálneho monitoringu ručnou kamerou sú možné nepresnosti. Odchýlky vznikajú vďaka rozdielnej emisivite rôznych typov aktívneho povrchu. Vodná hladina či kovové povrchy patria medzi problematické typy aktívneho povrchu, kedy nie je zrejmalá povrchová teplota. A teda kamera nie je schopná povrchovú teplotu týchto povrchov správne vyhodnotiť.

Počasiť tiež výrazne ovplyvňuje výsledky termálneho monitoringu. Pre štúdium miestnej klímy a krajiny je potrebné vykonávať termálny monitoring počas dní s radiačným počasím. Ak ide o nepriaznivé počasie dochádza ku problému kedy sa teplotné rozdiely zlievajú medzi sebou.

## 6. Charakteristika spracovaných lokalít a snímok

### 6.1. Geografická poloha a charakteristika mesta Žilina a okolia

Mesto Žilina sa nachádza na severe Slovenskej republiky v Žilinskej kotline. Okolie Žiliny obklopuje zo severnej strany Kysucká vrchovina, z východnej strany Malá Fatra, zo severozápadnej strany Javorníky. Žilina je krajské mesto Žilinského samosprávneho kraja. Mesto je dopravným uzlom celého severného ťahu z východu na západ SR a taktiež je dopravným uzlom hraničných štátov ČR a Poľska. (Šťastný et al., 2015)

Mesto Žilina sa nachádza v centre Žilinskej kotliny. Žilinská kotlina a jej okolie zahrňuje väčšinu územia na severe Slovenskej republiky, predovšetkým ide o oblasť Fatransko-tatranskú, oblasť Beskyd a Slovensko-moravských Karpát. Územie patrí do geomorfologického systému Karpát, konkrétne do provincie Západných Karpát. Väčšina územia je tvorená subprovinciou Vonkajších Západných Karpát, hlavne v severnej časti územia. Juh oblasti je tvorený subprovinciou Vnútorých Západných Karpát. V celej oblasti sa nachádzajú známe geomorfologické útvary ako je Žilinská kotlina, Malá Fatra, Kysucká vrchovina, Javorníky a Oravská Magura (Lapin, Faško, et al., 1990). Najvyšším bodom oblasti je Veľký Fatranský Kriváň s nadmorskou výškou 1708,7 m n. m., najnižší bod (326 m n. m.) sa nachádza pri Žiline (mestská časť Budatín) pri toku rieky Váh. Vplyvmi fluviálnej činnosti sa na území nachádza viacero zaujímavých geomorfologických tvarov. Medzi tieto tvary patrí Domašínsky meander pri obci Strečno na vodnom toku rieky Váh. Tento útvar vznikol pôsobením fluviálnej erózie, kedy sa vytvorila zákruta vodného toku o vnútornom uhle 180°.

Vodný tok rieky Váh preteká celým územím z východu na západ. Čo sa týka ďalších významných úžitkových vodných plôch, určite medzi ne patria vodné elektrárne Vodné dielo Žilina a Vodná nádrž Hričov. Ďalším vodným tokom je aj rieka Kysuca, ktorá sa vlieva do Váhu pri Budatínskom parku v Žiline (Slovenský geoportál, 2021).

Na západe územia končí diaľnica D1, zo smeru Bratislava, ktorá pokračuje na Košice. Cez územie prechádzajú obchodníci, návštevníci z Českej republiky, či z Poľska. Taktiež je územie dopravným uzlom aj v celej Slovenskej republike a to vzhľadom na jeho polohu v strede na severe hlavného ťahu zo západu na východ. Významné sú aj železnice, ktoré sú spojené s okolitými štátmi či celou Slovenskou republikou.

## 6.2. Podnebie mestskej krajiny v Žiline

Územie Slovenska patrí v rámci sveta do severného mierneho klimatického pásma s pravidelným striedaním 4 ročných období. Na území dochádza k premenlivému počasiu s relatívne rovnomerným rozložením zrážok v rámci 1 roka. Podnebie Slovenskej republiky je ovplyvňované hlavne západným prúdením vzduchu v miernych šírkach medzi stálymi tlakovými útvarmi (Azorská tlaková výš a Islandská tlaková níz). Od Atlantického oceánu prináša západné prúdenie vlhký oceánsky vzduch miernych širok (SHMÚ, 2020).

Vybrané územie sa nachádza na severe stredného Slovenska a teda v severnom miernom klimatickom pásme. Podľa Quittovej klasifikácie (1971) vplyvom vertikálnej členitosti spadá do viacerých klimatických oblastí. Konkrétne časť oblasti Žilinskej kotliny patrí do chladnej oblasti, konkrétne do podoblasti CH4. Zvyšné územie, sledovanej oblasti, hlavne vo vnútri kotliny sa rozprestiera v mierne teplej oblasti (MT2, MT3) (Lapin, Faško et al., 1990).

V SR sa na rozdelenie klimatických oblastí najviac využíva klasifikácia podľa Končeka (1957). Na základe tejto klasifikácie sa sledovaná oblasť nachádza v miernom teplom pásme. Konkrétne oblasť najvyšších nadmorských výšok (Malá Fatra) sa nachádza v chladnej oblasti C2 až C3 v najvyšších polohách. Oblasť východnej časti Žilinskej kotliny sa nachádza v chladnej oblasti C1. Zvyšok sledovaného územia sa rozprestiera v mierne teplej oblasti, konkrétne M5, M6, M7.

Mesto Žilina sa podľa Končeka (1961) nachádza v teplej, vlhkej oblasti, v rámci Slovenskej republiky, s chladnou zimou. Priemerná ročná teplota vzduchu je 7 až 8 °C. Teplotné maximá sa počas roka dokážu vyšplhať aj nad 30 °C. Teplotné minimá presahujú priemernú hranicu -20 °C. Počas roka na území padne priemerne 700 - 800 mm zrážok. Snehová pokrývka sa na území drží od 45 do 60 dní. Ku snehovým zrážkam dochádza ročne približne 50 až 60 dní a nový sneh dosahuje výšku 100 - 150 cm (Šťastný et al., 2015).

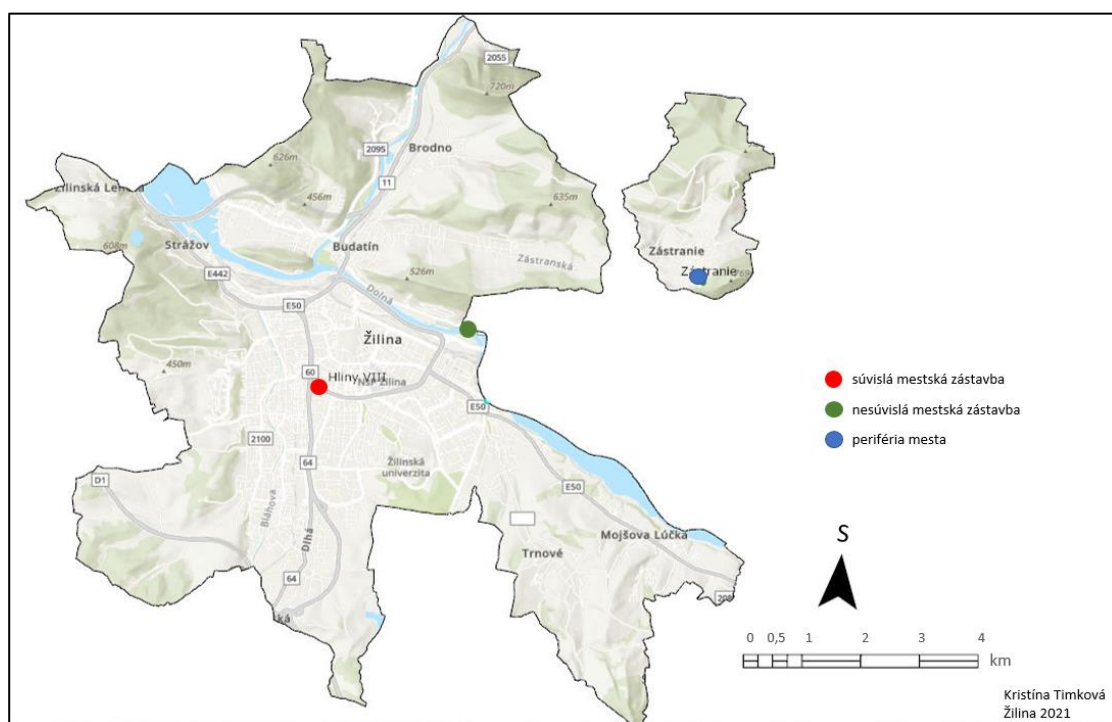
## 7. Typy krajín

Obsahom kapitoly je charakteristika, na základe spôsobu využitia krajiny, jednotlivých lokalít, na ktorých boli merania počas roku 2021 vykonané. Lokality sú rozdelené podľa typu krajiny, v ktorom sa nachádzajú, počnúc od mestskej súvislej zástavby až po perifériu mesta, vodné plochy a podobne.

Charakteristika lokalít je doplnená o výsledky meraní počas roka 2021. Pre jednotlivé lokality boli spracované tabuľky a grafy s výsledkami meraní.

Lokality som vyberala podľa ich typológie a taktiež som zvažovala ich vzdialenosť od seba aby bolo možné uskutočniť merania s minimálnym časovým rozdielom. Na presun medzi lokalitami som využíval primárne automobil ale aj bicykel najmä v denných hodinách.

Typy krajiny podľa spôsobu využitia sa vyhodnocujú v 18 základných jednotkách, ktoré vyjadrujú rôzne spôsoby využitia územia. Základné jednotky vychádzajú z Corine Land Map. V rámci Slovenskej republiky dominuje využitie zeme ornou pôdou a lesmi, ktoré patria do kategórie poľnohospodársko-lesnej krajiny.



**Obrázok 2:** Študované územie s vyznačenými lokalitami

Zdroj dát: (Slovenský geoportál, 2021)

Na obrázku 2 sú zobrazené jednotlivé lokality, na ktorých prebiehali merania termálnou kamerou a infračerveným teplomerom. V tabuľke 4 sú pomenované lokality spolu s pomenovaním typov krajiny.

**Tabuľka 4:** Typy krajiny s vybranými lokalitami a ich aktívnymi povrchmi

Typ krajiny	Lokalita	Aktívne povrchy
súvislá obytná zóna	Hliny VIII-západ	panel, mestská zeleň, asfalt
	Hliny VIII- východ	asfalt, mestská zeleň
nesúvislá obytná zóna	Vodné dielo Žilina	vodné plochy
	Extreme park	asfalt
periféria mesta	Straník	zeleň (tráva, stromy)
	Zástranie	zeleň, kameň

### 7.1. Súvislá mestská zástavba (Hliny VIII)

Oblasť mestskej zástavby bola sledovaná v centre mesta na sídlisku Hliny 8. Je hraničným sídliskom s centrom mesta. Sídlisko ohraničujú frekventované dopravné komunikácie, ktoré sú v pracovnom týždni počas dňa výrazne preplnené.

Termálne snímky boli vytvorené na dvoch častiach, a to na severnej a južnej strane. Na obidvoch svetových stranách sú viditeľné mestské súvislé zástavby v podobe panelových a rodinných domov. Ďalej sú pozorované cestné komunikácie, ktorých povrch je tvorený asfaltom. Taktiež sa v časti nachádzajú plochy s mestskou zeleňou, či už formou vysadených stromov alebo trávnatou plochou.

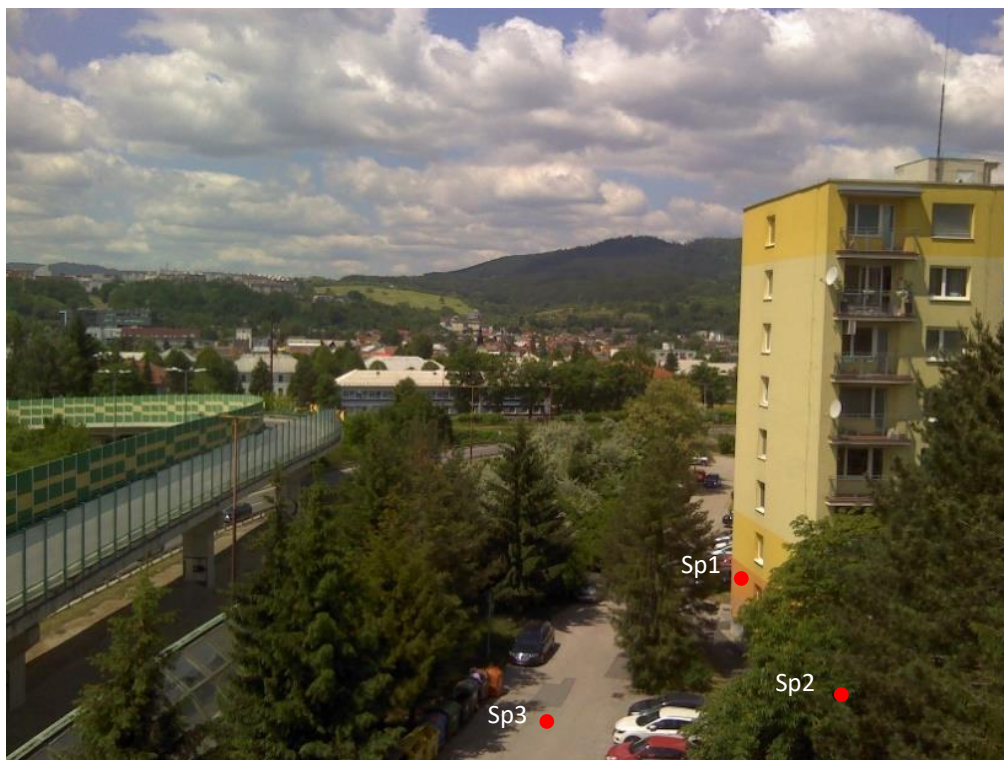
#### Lokalita 1: Hliny Západ

##### Geografický popis

Nadmorská výška: 360 m n. m.

Súradnice: 49, 21553° s z. š., 18,73423° v z. d.

Lokalita 1 sa nachádza v mestskej časti Hliny a je orientovaná na západnú stranu. Na pravej strane fotografie je kúsok juhovýchodnej strany panelového domu na ulici Lichardova (Sp1), dole na snímke popri panelovom dome vedie asfaltová cesta (Sp3), ktorá spája viaceré obytné zóny sídliska. Medzi panelovými domami sa nachádza park, mestská zeleň (Sp2). Ďalším viditeľným prvkom na snímke je výhľad na mestskú časť Závodie a Hájik, ktoré sú na základe databázy CORINE LAND USE definované ako súvislé mestské zástavby a v prípade mestskej časti Závodie ide aj o priemyselnú zónu.

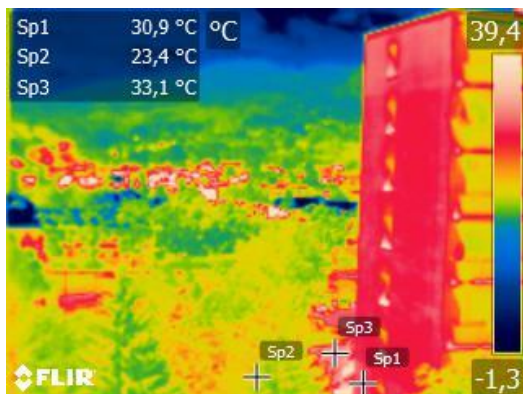


**Obrázok 3:** Lokalita 1 (Hliny- západ) vo viditeľnom spektre s vyznačenými meranými bodmi

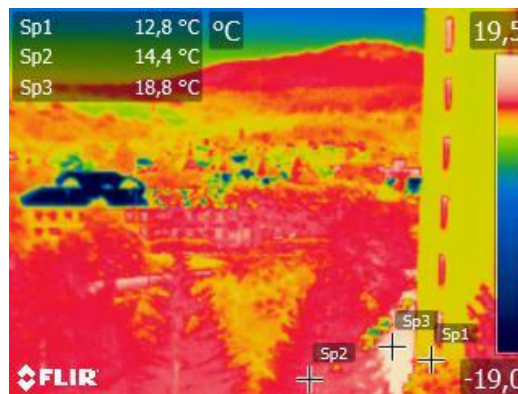
Na obrázku 3 sú zvýraznené jednotlivé body, ktoré boli predmetom skúmania pre spomínanú lokalitu. V tabuľke 5 sú definované jednotlivé aktívne povrchy bodov a ich typ krajiny.

**Tabuľka 5:** Typy krajiny s vybranými lokalitami a ich aktívnymi povrchmi

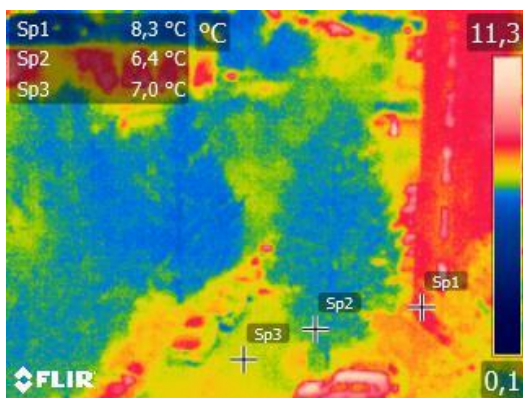
Značka	Aktívny povrch	Typ krajiny
Sp1	panel	súvislá zástavba
Sp2	zeleň	mestská zeleň
Sp3	asfalt	dopravná komunikácia



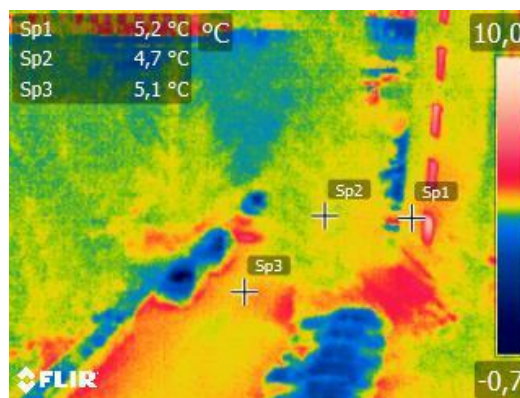
**Obrázok 4:** Termálna snímka dennej teploty povrchu (Lokalita 1, 14.6.2021)



**Obrázok 5:** Termálna snímka nočnej teploty povrchu (Lokalita 1, 15.6.2021)



**Obrázok 6:** Termálna snímka dennej teploty povrchu (Lokalita 1, 13.11.2021)



**Obrázok 7:** Termálna snímka nočnej teploty povrchu (Lokalita 1, 14.11.2021)

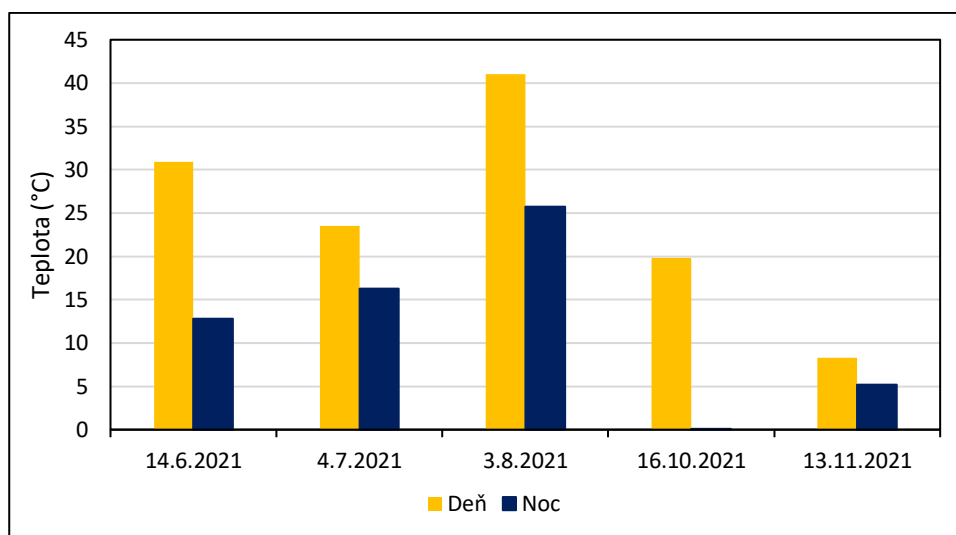
Juhovýchodná strana panelového domu, je bod, ktorý počas meraní v priebehu roka vykazoval najväčšie teplotné rozdiely medzi dennou teplotou a nočnou teplotou povrchu. Teplotu povrchu ovplyvňovala aj svetlá farba (konkrétne odtieň žltej), ktorá spôsobila menšie prehrievanie povrchu počas dňa. Ak by bol povrch tmavšej farby tak by došlo k nameraniu podstatne vyšších hodnôt počas dňa. V októbri došlo k najvýraznejšiemu rozdielu medzi teplotami, ktorý mal hodnotu až 19,7 °C. Naopak najmenšia diferenciacia bola zaznamenaná v novembri, čo bolo zapríčinené ochladením. V novembri sa denné a nočné teploty vzduchu výrazne nelíšia, preto túto skutočnosť pozorujeme na príklade všetkých meraných aktívnych povrchoch (obrázky 4 - 7).

**Tabuľka 6:** Denná a nočná teplota (°C) povrchu a rozdiel medzi nimi na lokalite Hliny JZ

Značka	Aktívny povrch	Dátum	Teplota (°C)		Rozdiel teploty (°C)
			Deň	Noc	
Sp1	panel	14.6.2021	30,9	12,8	18,1
Sp2	zeleň		23,4	14,4	9
Sp3	asfalt		33,1	18,8	14,3
Sp1	panel	4.7.2021	23,5	16,3	7,2
Sp2	zeleň		20,6	16,4	4,2
Sp3	asfalt		35,2	20,8	14,4
Sp1	panel	3.8.2021	41	25,7	15,3
Sp2	zeleň		29,6	19,4	10,2
Sp3	asfalt		36	26,3	9,7
Sp1	panel	16.10.2021	19,8	0,1	19,7
Sp2	zeleň		20,1	6,1	14
Sp3	asfalt		16,3	1,7	14,6
Sp1	panel	13.11.2021	8,3	5,2	3,1
Sp2	zeleň		6,4	4,7	1,7
Sp3	asfalt		7	5,1	1,9



Panelový a rovnako aj asfaltový povrch patria medzi aktívne povrchy, ktoré majú menšie albedo. Spomínané aktívne povrchy nemajú schopnosť absorbovať a následne premeniť slnečné žiarenie na chemickú či inú energiu. V prípade rastlín, stromov k tejto premene dochádza a tým pádom si vedia udržať takmer rovnakú teplotu aj v noci. Táto skutočnosť bola overená počas jednotlivých meraní, kde je vidno, že mestská zeleň preukázala najmenšie rozdiely vo všetkých meraných dňoch (vid' tabuľka 6).

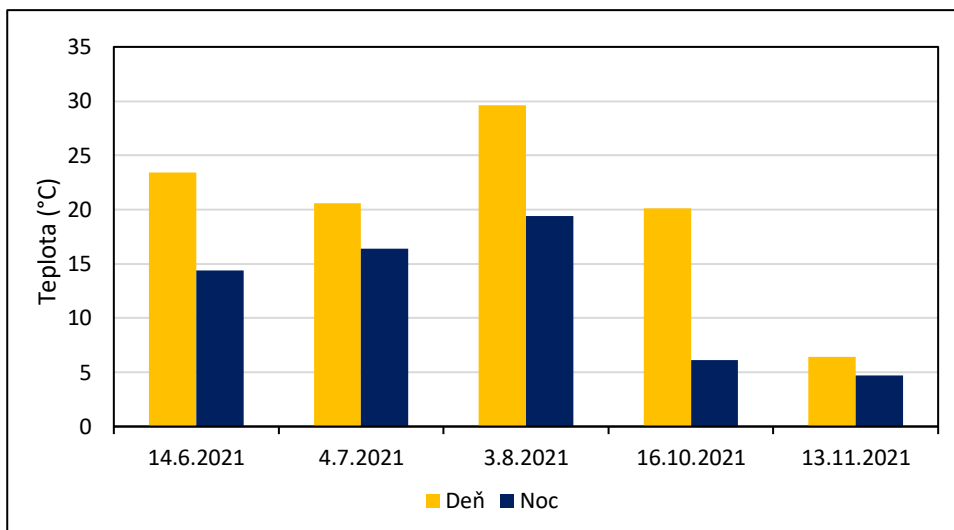


**Obrázok 8:** Denná a nočná teplota na aktívnom povrchu **panel** počas meraných dní

Na obrázku 8 môžeme vidieť rozdiely medzi denným a nočným teplotným režimom na panelovom aktívnom povrchu. Najvyššia denná aj nočná teplota bola zaznamenaná 3.8.2021, kedy počas dňa došlo k prehriatiu povrchu a z dôvodu nízkeho ochladenia v nočných hodinách sa teplota povrchu vyšplhala až na viac ako 25 °C.

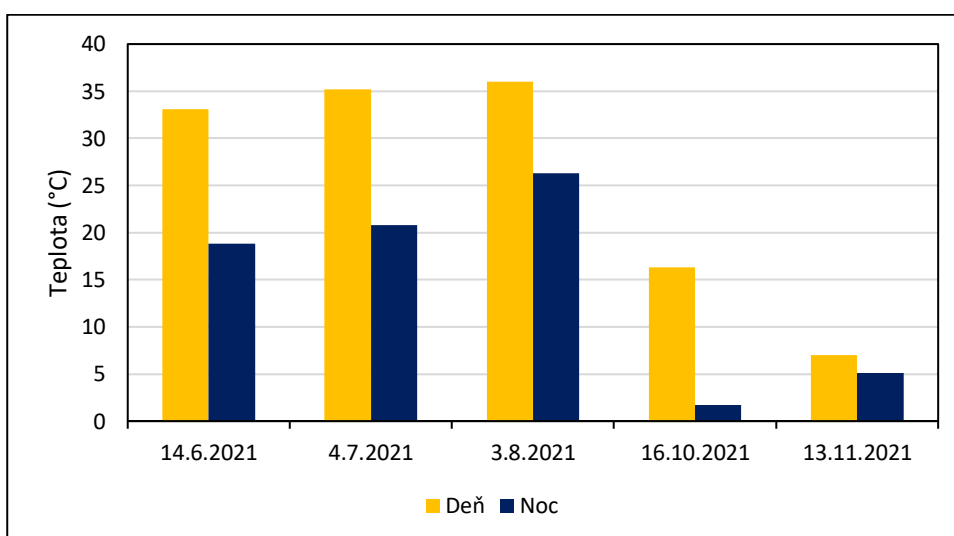
Najväčší pozorovateľný rozdiel bol v októbri kedy v nočných hodinách došlo k výraznému ochladeniu a teda došlo ku výraznému úniku tepla z povrchu. Rozdiel v teplotách bol vyše 19 °C. Naopak najmenší rozdiel je pozorovaný v novembri, kedy sa denné a nočné teploty vzduchu výrazne nelíšili a teda nedošlo ku dennému prehriatiu povrchu alebo k nočnému ochladeniu povrchu.

Na druhom sledovanom aktívnom povrchu, ktorým bola zeleň (obrázok 9) nedošlo až ku takým markantným rozdielom. Opäť najvyšší rozdiel bol pozorovaný v októbri. Rovnako ako pri panelovom povrchu tak aj pri zeleni v novembri došlo ku takmer nulovému rozdielu teplôt medzi denným a nočným režimom. Najvyššia teplota na povrchu zeleň bola zaznamenaná v letnom období a to, v auguste, kedy sa vyšplhala až na takmer 30 °C.



**Obrázok 9:** Denná a nočná teplota na aktívnom povrchu **zeleň** počas meraných dní

Aktívny asfaltový povrch (obrázok 10) mal rovnakú teplotnú tendenciu ako panelový povrch, líšila sa akurát v teplotných hodnotách ale trend bol takmer rovnaký. Najvyššia denná teplota presiahla 35°C v auguste a najnižšia teplota bola nameraná v novembri, konkrétne 7 °C. Pri nočných teplotách došlo ku teplotnému maximum opäť v auguste (26,3 °C) a minimum bolo namerané v októbri, kedy teplota nepresiahla ani 2 °C.



**Obrázok 10:** Denná a nočná teplota na aktívnom povrchu **asfalt** počas meraných dní

## Lokalita 2: Hliny Východ

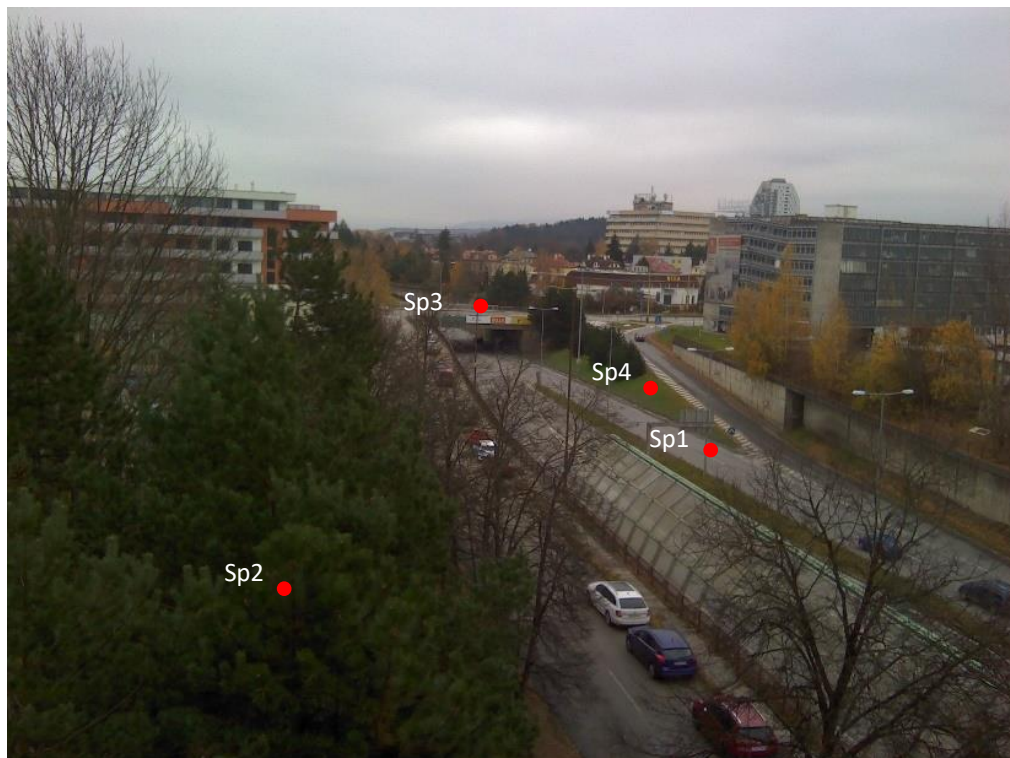
### Geografický popis

Nadmorská výška: 360 m n. m.

Súradnice: 49, 21553° s z. š., 18,73423° v z. d.

Lokalita 2 sa nachádza rovnako ako Lokalita 1, v mestskej časti Hliny. Avšak je orientovaná na východnú stranu. Snímky pomocou ručnej termálnej kamery boli zhotovené z rovnakého miesta v obidvoch prípadoch.

Na pravej strane fotografie sa nachádza frekventovaná cestná komunikácia (Sp1), ktorá slúži ako obchvat pozdĺž mesta. Popri cestnej komunikácii sa nachádza kúsok mestskej zelene (Sp4) s trávnatou plochou a stromami. V strede fotografie je most, cez ktorý vedie menej frekventovaná cestná komunikácia (Sp3). Na ľavej strane fotografie je vidieť mestskú zeleň v podobe menšieho parku s trávnatou plochou a stromov (Sp2).

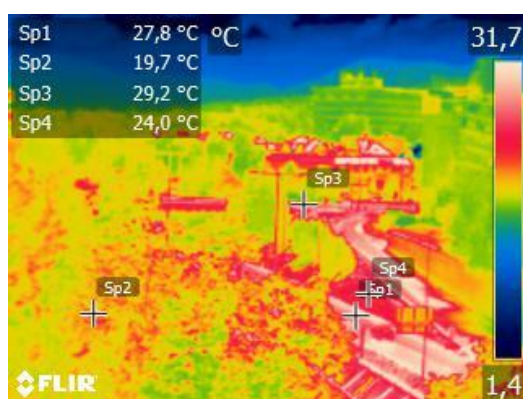


**Obrázok 11:** Lokalita 2 (Hliny- východ) vo viditeľnom spektre s vyznačenými meranými bodmi

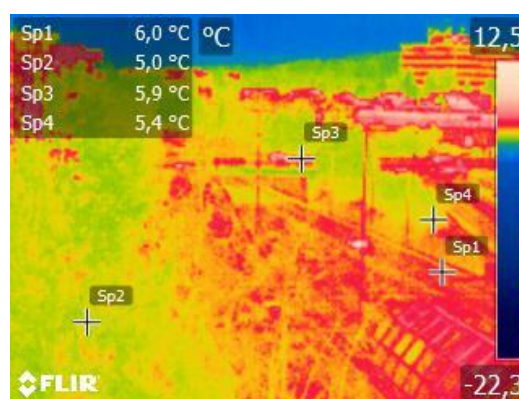
Na obrázku 11 sú zvýraznené jednotlivé body, ktoré boli predmetom skúmania pre spomínanú lokalitu. Obsahom tabuľky 7 sú jednotlivé aktívne povrchy bodov a ich typ krajiny.

**Tabuľka 7:** Typy krajiny s vybranými lokalitami a ich aktívnymi povrchni

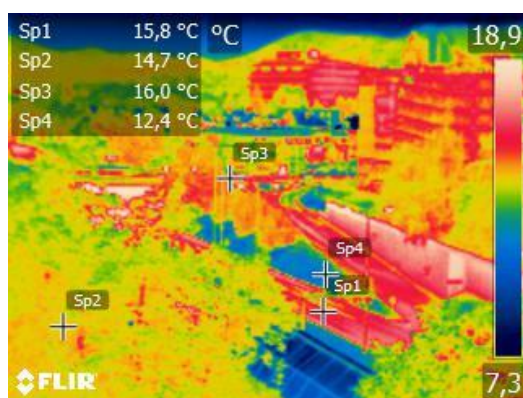
Značka	Aktívny povrch	Typ krajiny
Sp1	asfalt	dopravná komunikácia
Sp2	zeleň	mestská zeleň
Sp3	asfalt	dopravná komunikácia
Sp4	zeleň	mestská zeleň



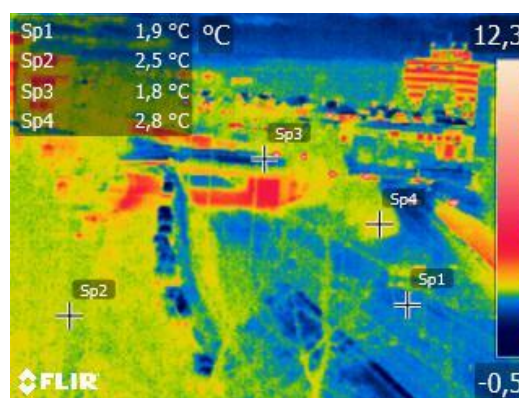
**Obrázok 12:** Termálna snímka dennej teploty povrchu (Lokalita 2, 14.6.2021)



**Obrázok 14:** Termálna snímka nočnej teploty povrchu (Lokalita 2, 15.6.2021)



**Obrázok 13:** Termálna snímka dennej teploty povrchu (Lokalita 2, 13.11.2021)



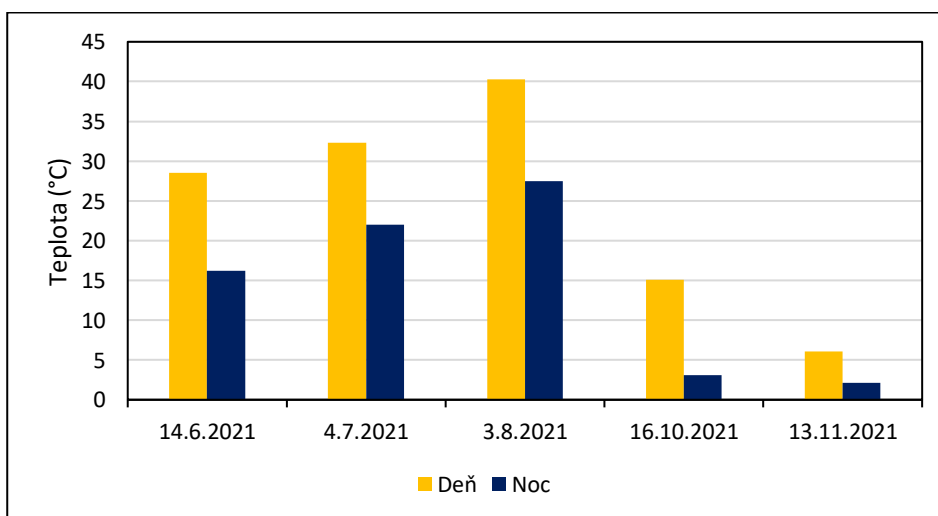
**Obrázok 15:** Termálna snímka nočnej teploty povrchu (Lokalita 2, 14.11.2021)

Na východnej strane lokality Hliny (obrázky 12 – 15) sa opäť najvyššie teplotné rozdiely objavovali na aktívnom povrchu asfalt (tabuľka 8). V prípade mestskej zelene išlo o menšie rozdiely s výnimkou mesiaca október, kedy teplota výrazne klesla počas noci. Vďaka sledovaniu teploty vzduchu z predpovede počasia SHMÚ, je zrejmé, že došlo k výraznému ochladeniu v popoludňajších a nočných hodinách. Teplota vzduchu klesla o 10 °C, čo v rámci jednotlivých meraných dní bol najväčší skok.

**Tabuľka 8:** Denná a nočná teplota (°C) povrchu a rozdiel medzi nimi na lokalite Hliny SV

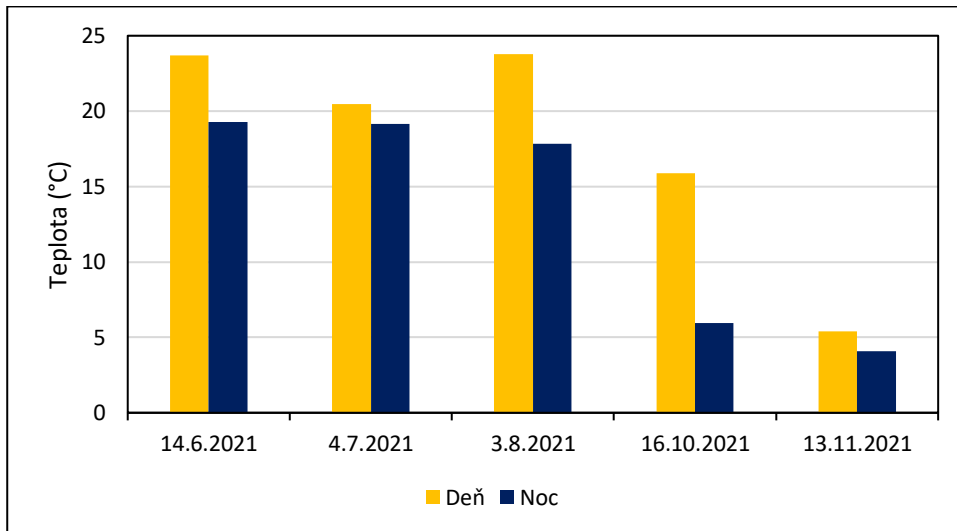
Značka	Aktívny povrch	Dátum	Teplota (°C)		Rozdiel teploty (°C)
			Deň	Noc	
Sp1	asfalt	14.6.2021	27,8	15,8	12
Sp2	zeleň		19,7	14,7	5,0
Sp3	asfalt		29,2	16,0	13,2
Sp4	zeleň		24,0	12,4	11,6
Sp1	asfalt	4.7.2021	31,4	21,3	10,1
Sp2	zeleň		19,1	16,5	2,6
Sp3	asfalt		33,2	22,7	10,5
Sp4	zeleň		21,8	12,3	9,5
Sp1	asfalt	3.8.2021	37,7	21,5	16,2
Sp2	zeleň		24,4	15,3	9,1
Sp3	asfalt		42,8	19,8	23,0
Sp4	zeleň		23,2	13,9	9,3
Sp1	asfalt	16.10.2021	12,5	3,3	9,2
Sp2	zeleň		16,6	-3,3	19,9
Sp3	asfalt		17,7	2,9	14,8
Sp4	zeleň		15,2	-3,0	18,2
Sp1	asfalt	13.11.2021	6,1	1,9	4,2
Sp2	zeleň		5,0	2,5	2,5
Sp3	asfalt		5,9	1,8	4,1
Sp4	zeleň		5,4	2,8	2,6

Pred spracovaním grafov (obrázok 16 a 17), som vytvorila priemer z jednotlivých typov aktívnych povrchov, aby vznikla lepšia možnosť pre porovnanie. Najvyššia denná teplota na asfalte (obrázok 16) bola nameraná v auguste kedy sa vyšplhala priemerná teplota nad 40 °C. Aj najvyššia nočná teplota bola nameraná v rovnaký deň a jej priemerná hodnota bola 27,5 °C. Naopak najnižšia nočná teplota bola zaznamenaná v októbri, kedy teplota nepresiahla ani 0 °C. Najnižšia denná teplota mala hodnotu 5,9 °C, nameraná bola v novembri.



**Obrázok 16:** Priemer dennej a nočnej teploty na aktívnom povrchu **asfalt** počas meraných dní

V prípade aktívneho povrchu zeleň (obrázok 17), bola nameraná najvyššia priemerná denná teplota v auguste kedy sa vyšplhala až na hodnotu 23,1 °C. Naopak najvyššia priemerná nočná teplota bola nameraná v júny a jej hodnota prekročila hranicu 19 °C. V novembri môžeme pozorovať minimálny rozdiel medzi denným a nočnými režimami teplôt.



**Obrázok 17:** Priemer dennej a nočnej teploty na aktívnom povrchu **zeleň** počas meraných dní

## 7.2. Mestská nesúvislá zástavba (Vodné dielo Žilina)

Druhé skúmané územie výskumu je oblasť pri Vodnom diele Žilina. Na území sa nachádza vodná elektrárňa, vodné nádrže, ktoré sú využívané vodnou elektrárnou, asfaltová cyklotrasa či reštauračné komplexy.

Vodné dielo sa nachádza približne 5 minút autom na západ od centra mesta. Je to populárne miesto pre oddych a relax občanov Žiliny. V jeho okolí sa nachádzajú reštaurácie, volejbalové kurty s piesočnatým povrchom, parky, vodné plochy či cyklotrasy. Oblasť nie je zastavaná žiadnymi rodinnými domami či obchodnými zónami.

### Lokalita 3: Vodné dielo Žilina

#### Geografický popis

Nadmorská výška: 338 m n. m.

Súradnice: 49, 20297° s z. š., 18,80788° v z. d.

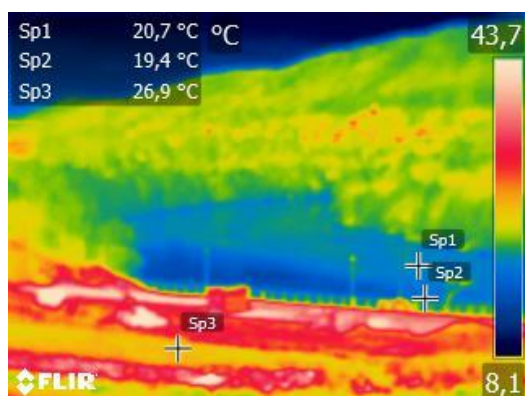


**Obrázok 18:** Lokalita 3 (Vodné dielo) vo viditeľnom spektre s vyznačenými meranými bodmi

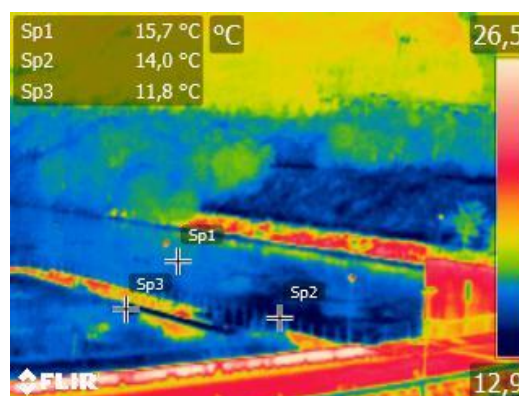
Na obrázku 18 sú zvýraznené jednotlivé body, ktoré boli predmetom skúmania pre spomínanú lokalitu. V tabuľke 9 sú definované jednotlivé aktívne povrchy bodov a ich typ krajiny.

**Tabuľka 9:** Typy krajiny s vybranými lokalitami a ich aktívnymi povrismi

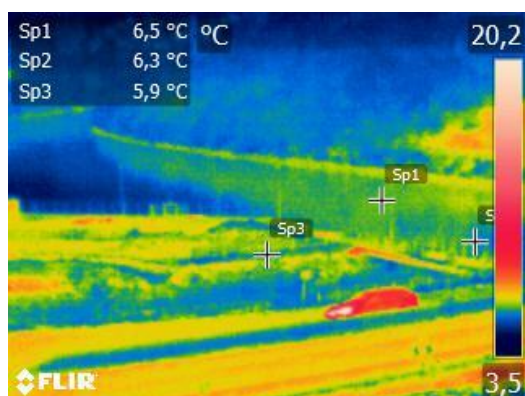
Značka	Aktívny povrch	Typ krajiny
Sp1	vodná hladina	vodná plocha
Sp2	breh vodnej hladiny	vodná plocha
Sp3	potok	vodná plocha



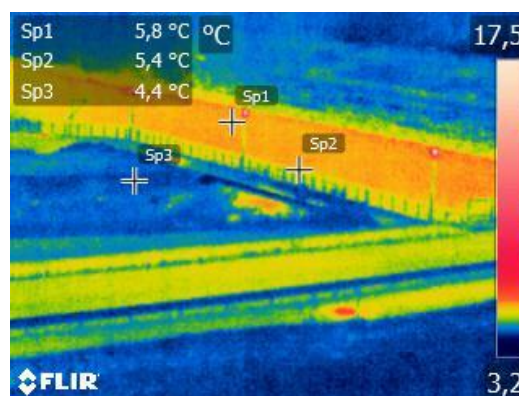
**Obrázok 19:** Termálna snímka dennej teploty povrchu (Lokalita 3, 14.6.2021)



**Obrázok 20:** Termálna snímka nočnej teploty povrchu (Lokalita 3, 15.6.2021)



**Obrázok 21:** Termálna snímka dennej teploty povrchu (Lokalita 3, 13.11.2021)



**Obrázok 22:** Termálna snímka nočnej teploty povrchu (Lokalita 3, 14.11.2021)

Na lokalite 3 bola skúmaná vodná plocha (obrázky 19 - 22), konkrétne plocha Vodného diela Žilina. Merania boli vytvorené na brehu vodnej nádrže, v strede vodnej nádrže a na prítoku do nádrže. Cieľom bolo zaznamenať teplotné rozdiely na rôznych typoch hladiny v jednotnej zemepisnej šírke a nadmorskej výške.

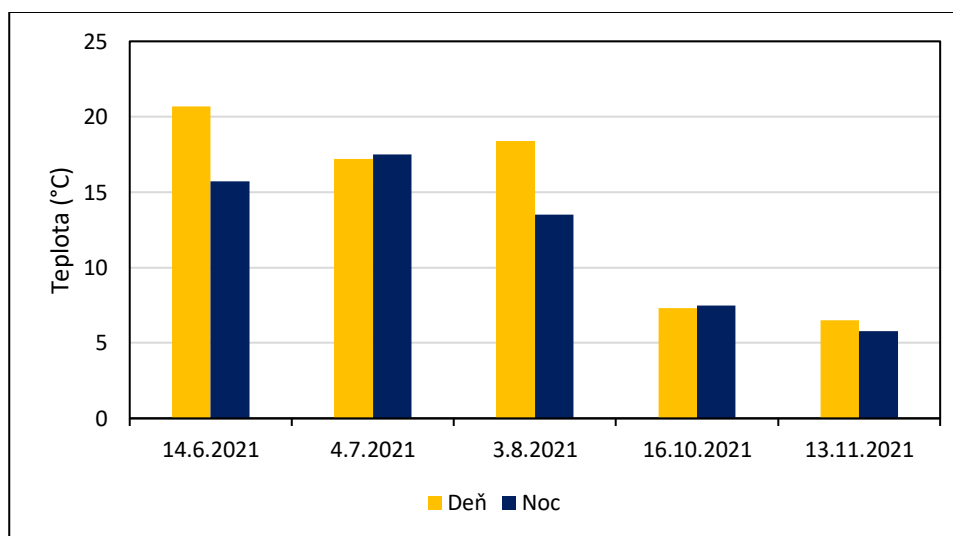
Najvyšší rozdiel teplôt bol vyše 15 °C, zaznamenaný v júni (tabuľka 10). Rozdiel bol spôsobený väčším poklesom poobedného režimu teploty. V júli boli zaznamenané takmer rovnaké teploty aj počas dňa aj počas noci, ich rozdiel sa pohyboval okolo 0 – 0,2 °C. Rovnako aj nasledujúce dni je pozorovateľné, že rozdiely medzi dennými teplotami a nočnými nie sú veľmi výrazne ako pri predchádzajúcich spomínaných aktívnych povrchoch.



**Tabuľka 10:** Denná a nočná teplota (°C) povrchu a rozdiel medzi nimi na lokalite Vodné dielo

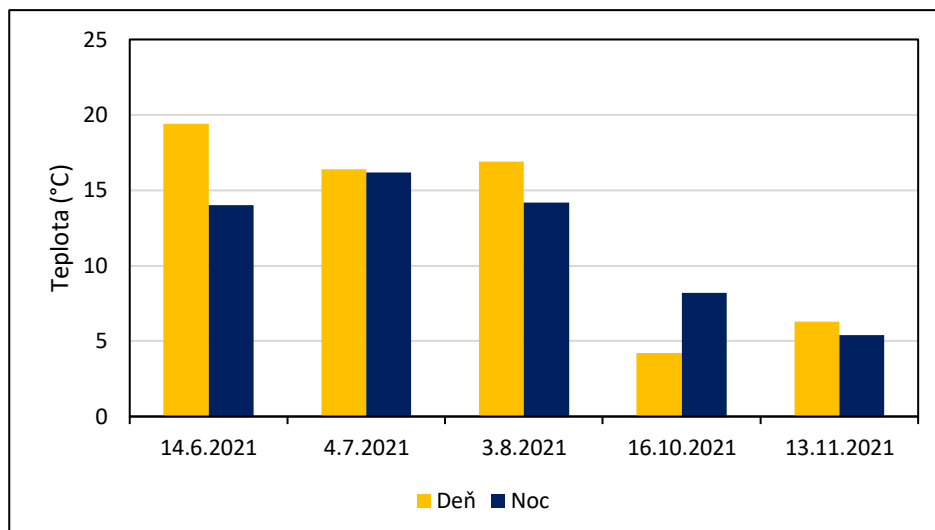
Aktívny povrch	Dátum	Teplota (°C)		Rozdiel teploty (°C)
		Deň	Noc	
VP- breh	14.6.2021	20,7	15,7	5,0
VP- stred		19,4	14,0	5,4
VP- prítok		26,9	11,8	15,1
VP- breh	4.7.2021	17,2	17,5	-0,3
VP- stred		16,4	16,2	0,2
VP- prítok		13,3	13,3	0
VP- breh	3.8.2021	18,4	13,5	4,9
VP- stred		16,9	14,2	2,7
VP- prítok		15,1	11,7	3,4
VP- breh	16.10.2021	7,3	7,5	-0,2
VP- stred		4,2	8,2	-4,0
VP- prítok		1,4	3,0	-1,6
VP- breh	13.11.2021	6,5	5,8	0,7
VP- stred		6,3	5,4	0,9
VP- prítok		5,9	4,4	1,5

(Použitá skratka: VP= vodná plocha)



**Obrázok 23:** Denná a nočná teplota na aktívnom povrchu **VP-breh** počas meraných dní

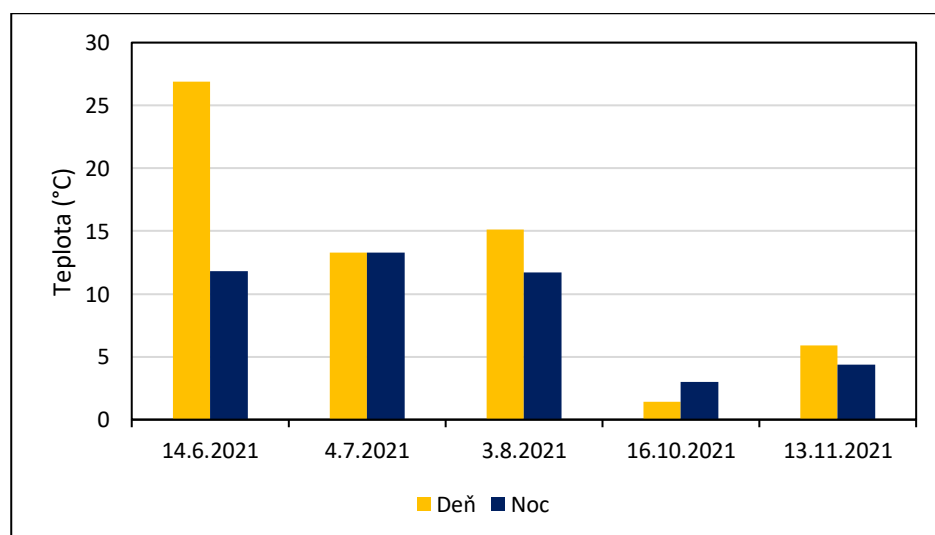
Vodná plocha na brehu Vodného diela mala v meraných dňoch 4.7., 16.10., 13.11. takmer rovnaký denný a nočný režim (obrázok 23). Teploty sa takmer vôbec nelíšili. Avšak počas najteplejších dní (SHMÚ) sa vodná plocha najviac zohriala a v noci došlo k väčšiemu ochladeniu a teda došlo k vyššiemu teplotnému rozdielu.



**Obrázok 24:** Denná a nočná teplota na aktívnom povrchu **VP-stred** počas meraných dní

Podobné správanie bolo možné sledovať aj v strede hladiny vodnej plochy (obrázok 24). Avšak v prípade meraného dňa 16.10. došlo k nízkej dennej teplote povrchu. Táto skutočnosť bola pravdepodobne spôsobená nízkymi teplotami počas a teda sa hladina v strede vodnej plochy nestihla zohriať a teda pri miernom oteplení večer došlo ku vyhriatiu plochy. Rovnako mohlo dôjsť aj ku chybe v meraní pomocou infračerveného teplomera.

Správanie vodnej plochy prítoku (obrázok 25) bolo podobné ako predchádzajúce plochy. Avšak 14.6. došlo k výraznejšej teplote povrchu počas dňa z neznámej príčiny. Išlo o pravdepodobnú chybu v meraní, zachytení kamenného povrchu v plytčine.



**Obrázok 25:** Denná a nočná teplota na aktívnom povrchu **VP-prítok** počas meraných dní

#### Lokalita 4: Extreme park

##### Geografický popis

Nadmorská výška: 338 m n. m.

Súradnice: 49, 20297° s z. š., 18,80788° v z. d.

Ďalšie skúmané územie výskumu je oblasť pri Vodnom diele Žilina, konkrétne ide o voľno časový komplex Extreme park. Na území sa nachádza reštaurácia, fitness centrum, asfaltová cyklotrasa či parkoviská.

Extreme park sa nachádza približne 5 minút na západ od centra mesta. Je to populárne miesto pre oddych a relax občanov Žiliny (obrázok 26). V jeho okolí sa nachádzajú volejbalové kurty s piesočnatým povrchom, parky, vodné plochy či cyklotrasy. Oblasť nie je zastavaná žiadnymi rodinnými domami či obchodnými zónami.

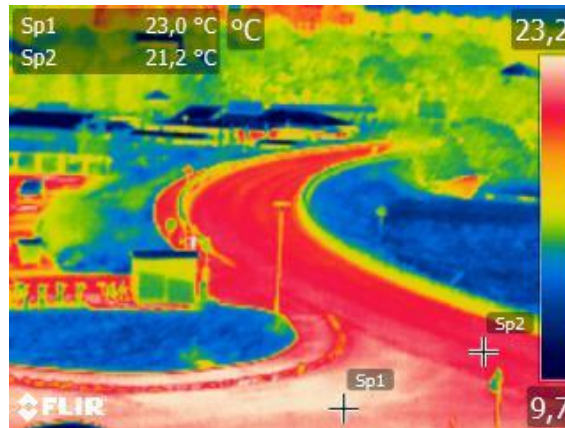


**Obrázok 26:** Lokalita 4 (Extreme park) vo viditeľnom spektre s vyznačenými meranými bodmi

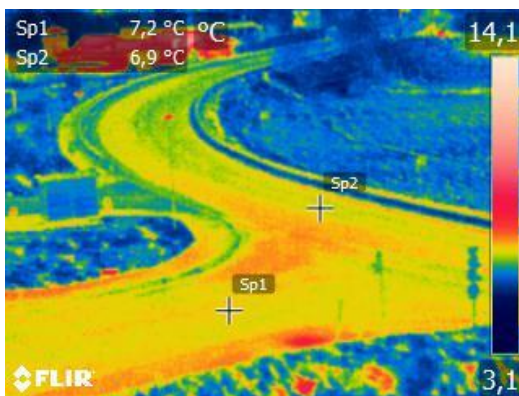
Na skúmanej lokalite bol meraný asfaltový povrch (tabuľka 11), bod 1 je na menej frekventovanej ceste smerom na cyklotrasu a parkovisku. Bod 2 je frekventovanej ceste, ktorá vedie do prímestskej dediny Mojš. Cieľom bolo poukázať na rozdiel medzi rovnakým aktívnym povrchom na základe jeho využívania.

**Tabuľka 11:** Typy krajiny s vybranými lokalitami a ich aktívnymi povrchmi

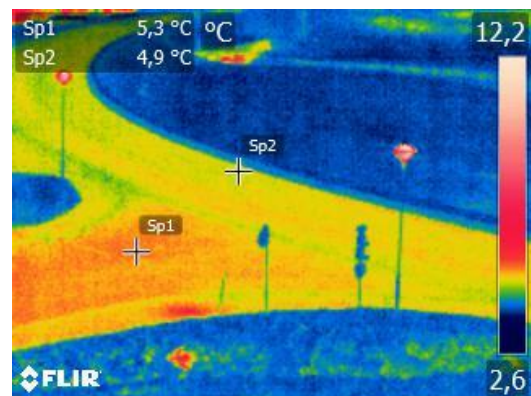
Značka	Aktívny povrch	Typ krajiny
Sp1	asfalt	dopravná komunikácia
Sp2	asfalt	dopravná komunikácia



**Obrázok 27:** Termálna snímka nočnej teploty povrchu (Lokalita 4, 15.6.2021)



**Obrázok 28:** Termálna snímka dennej teploty povrchu (Lokalita 4, 13.11.2021)



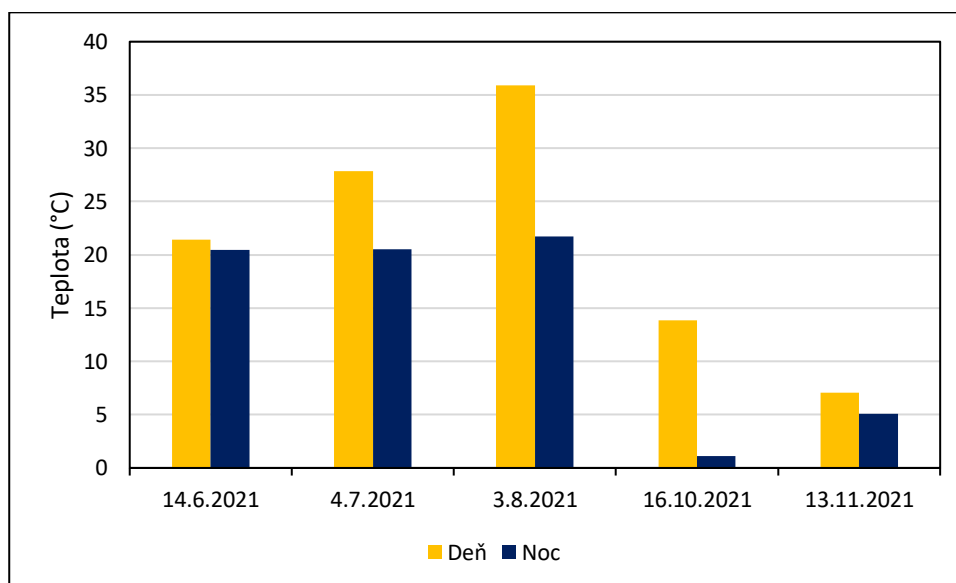
**Obrázok 29:** Termálna snímka nočnej teploty povrchu (Lokalita 4, 14.11.2021)

Teplota povrchu jednotlivých bodov sa výrazne nelíšila (obrázky 27 – 29), až na pár konkrétnych výnimiek. Príklad väčšieho rozdielu medzi bodmi bol zaznamenaný v júny kedy povrchová teplota počas dňa aj počas noci dosiahla rozdiel vyše 3 °C počas rovnakého meraného času. K rovnako podobnému rozdielu došlo v októbri kedy na menej frekventovanej ceste bola zaznamenaná vyššia teplota o 1,3 °C cez deň a v noci došlo ku rozdielu 2 °C (tabuľka 12).

**Tabuľka 12:** Denná a nočná teplota (°C) povrchu a rozdiel medzi nimi na lokalite Extreme park

Značka	Aktívny povrch	Dátum	Teplota (°C)		Rozdiel teploty (°C)
			Deň	Noc	
Sp1	asfalt	14.6.2021	24,5	23,0	1,5
Sp2	asfalt		21,2	17,9	3,3
Sp1	asfalt	4.7.2021	27,8	19,4	8,4
Sp2	asfalt		27,9	21,7	6,2
Sp1	asfalt	3.8.2021	36,3	21,5	14,8
Sp2	asfalt		35,5	21,9	13,6
Sp1	asfalt	16.10.2021	14,5	2,1	12,4
Sp2	asfalt		13,2	0,1	13,1
Sp1	asfalt	13.11.2021	7,2	5,3	1,9
Sp2	asfalt		6,9	4,9	2,0

Na grafe (obrázok 30) je viditeľný rozdiel priemerných nočných a denných teplôt z aktívneho povrchu asfalt. Je to tretia skúmaná lokalita s takýmto typom povrchu, pri lokalite Extreme park je vidieť nižšie teploty povrchu z dôvodu geografickej polohy v rámci mesta. Keďže sa oblasť nachádza v krajnej mestskej časti, s nesúvislou zástavbou, dochádza k menšiemu prehrievaniu povrchu počas dňa a rovnako aj k pomalšiemu ochladzovaniu počas noci.



**Obrázok 30:** Priemerná denná a nočná teplota na aktívnom povrchu **asfalt** počas meraných dní

### 7.3. Periféria mesta (Zástranie)

Ďalšou lokalitou je pod vrcholom Stránik, v mestskej časti Zástranie. Mestská časť Zástranie sa nachádza približne 10 minút na sever od centra Žiliny. Väčšina územia je tvorená rodinnými domami, trávnatými pozemkami, lúkami a poľami na okolí.

#### Lokalita 5: Stránik

##### Geografický popis

Nadmorská výška: 769 m n. m.

Súradnice: 49, 23755° s z. š., 18,82647° v z. d.

Vrch Stránik sa nachádza vo výške 769 metrov nad morom, leží približne 6 kilometrov na východ od Žiliny. Na vrchol sa turisti dostanú pomocou žltej značky zo Zástrania, odkiaľ je výhľad na Malú Fatru, Žilinskú kotlinu a Kysuce.

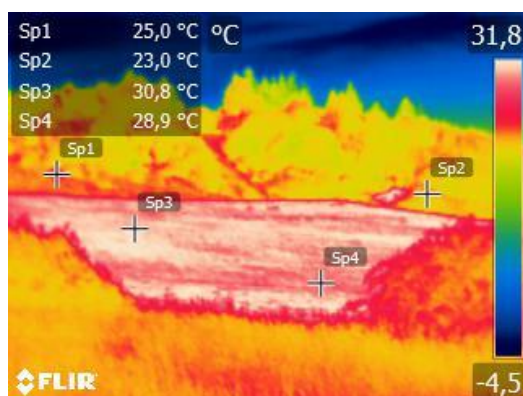
Merania povrchových teplôt boli vyhotovené pod vrcholom, nie priamo na vrchole. Lepšie podmienky na termálny monitoring boli pod vrcholom a to najmä z dôvodu vzdialenosti okolia. Termálny monitoring ručnou termálnou kamerou a infračerveným teplomerom je stavaný na meranie z blízka. Pod vrcholom boli v dostatočnej vzdialenosti viaceré atraktívne body do výskumu. Meranými bodmi boli časti lúky a pastviny. Taktiež bola meraná poľná cesta, ktorá je z časti tvorená asfaltovým povrchom a bližšie ku vrcholu sa mení na kamennú cestu (obrázok 31 a tabuľka 13).



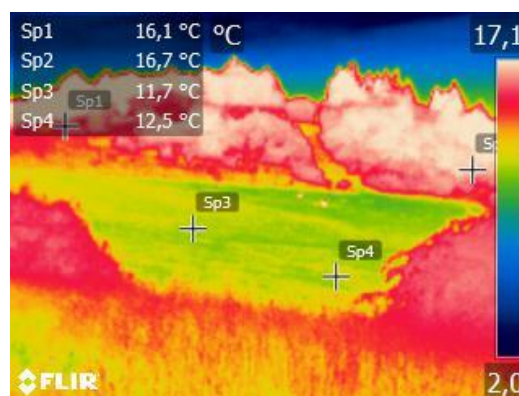
**Obrázok 31:** Lokalita 5 (Stránik) vo viditeľnom spektre s vyznačenými meranými bodmi

**Tabuľka 13:** Typy krajiny s vybranými lokalitami a ich aktívnymi povrchmi

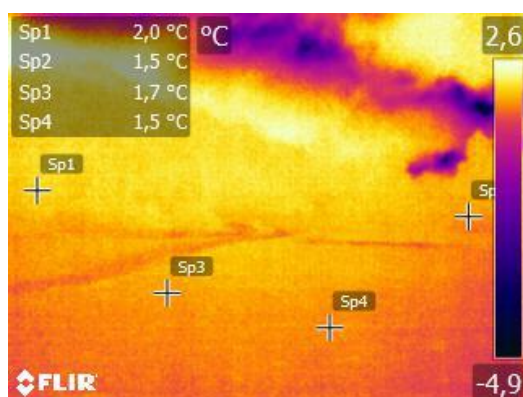
Značka	Aktívny povrch	Typ krajiny
Sp1	stromy	lesy a lúky
Sp2	stromy	lesy a lúky
Sp3	tráva	lesy a lúky
Sp4	tráva	lesy a lúky



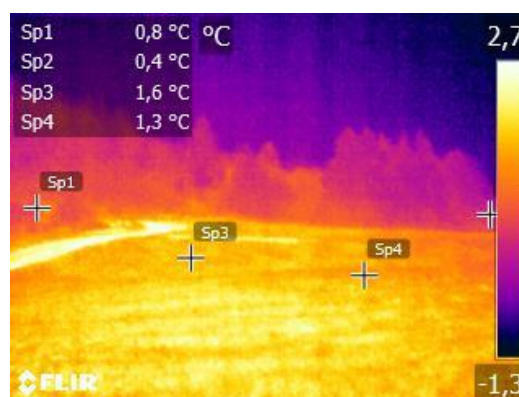
**Obrázok 32:** Termálna snímka dennej teploty povrchu (Lokalita 5, 14.6.2021)



**Obrázok 34:** Termálna snímka nočnej teploty povrchu (Lokalita 5, 15.6.2021)



**Obrázok 33:** Termálna snímka nočnej teploty povrchu (Lokalita 5, 14.11.2021)

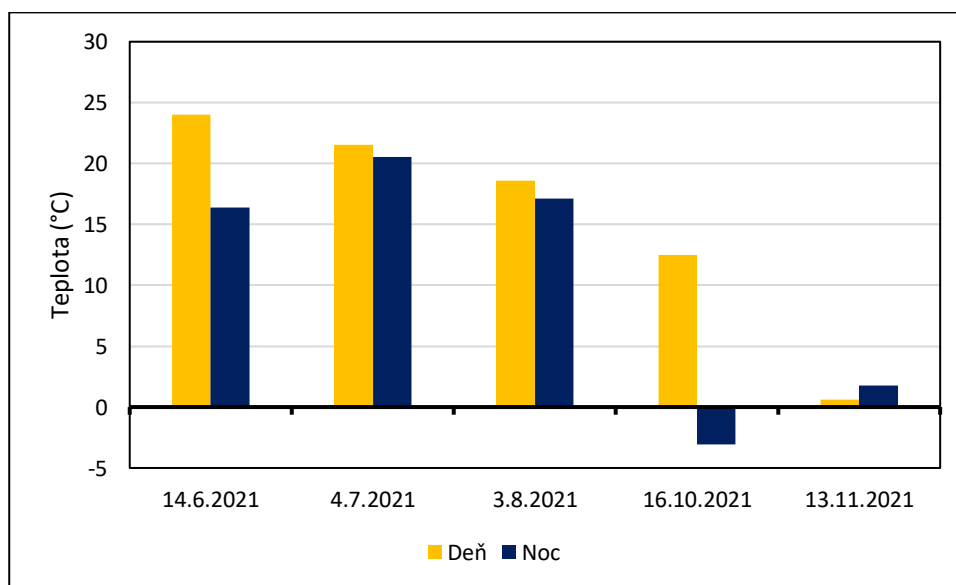


**Obrázok 35:** Termálna snímka nočnej teploty povrchu (Lokalita 5, 14.11.2021)

Na príklade lokality, ktorá sa nachádza mimo zástavbu na periférií mesta, boli zamerané body hlavne na aktívny povrch zelene (obrázky 31 – 34). Skúmané boli povrchové teploty na stromoch a na tráve (tabuľka 14), ktorá sa na lúke nachádza v najväčšom zastúpení z pomedzi prítomných typov aktívneho povrchu.

**Tabuľka 14:** Denná a nočná teplota (°C) povrchu a rozdiel medzi nimi na lokalite Stránik

Aktívny povrch	Dátum	Teplota (°C)		Rozdiel teploty (°C)
		Deň	Noc	
strom	14.6.2021	25,0	16,1	8,9
strom		23,0	16,7	6,3
tráva		30,8	11,7	19,1
tráva		28,9	12,5	16,4
strom	4.7.2021	21,2	19,8	1,4
strom		21,9	21,3	0,6
tráva		25,0	21,7	3,3
tráva		24,3	24,0	0,3
strom	3.8.2021	19,2	18,8	0,4
strom		18,0	15,4	2,6
tráva		19,1	18,3	0,8
tráva		20,9	17,9	3,0
strom	16.10.2021	12,3	-3,1	15,4
strom		12,7	-3,0	15,7
tráva		10,3	-3,9	14,2
tráva		12,7	-4,0	16,7
strom	13.11.2021	0,8	2,0	-1,2
strom		0,4	1,5	-1,1
tráva		1,6	1,7	-0,1
tráva		1,3	1,5	-0,2

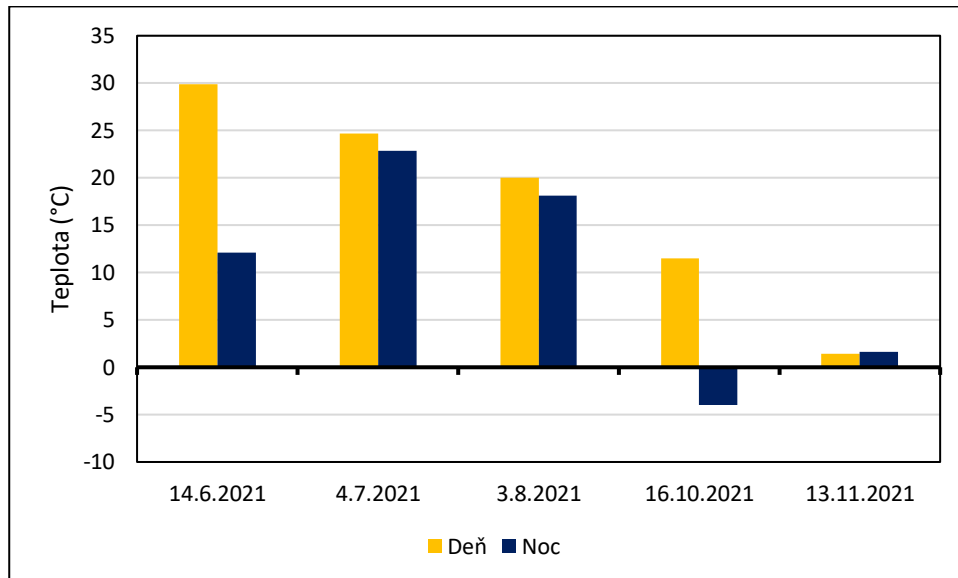


**Obrázok 36:** Priemerná denná a nočná teplota na aktívnom povrchu **strom** počas meraných dní

Najväčšie rozdiely na tráve (obrázok 37), medzi priemerným denným a nočným režimom teploty povrchu, boli namerané v júny kedy v noci ešte dochádzalo k vyššiemu ochladeniu oproti iným meraným letným dňom (konkrétne v júli, auguste). Naopak pri priemerných povrchových



teplotách namerané na strome (obrázok 36) v rovnaký deň nedošlo až k takému rozdielu ako pri tráve. Avšak obidva typy aktívneho povrchu mali najväčšie rozdiely zaznamenané v októbri kedy denná teplota vzduchu bola vyššia a výrazne sa ochladilo v poobedných hodinách, čo spôsobilo aj výrazný pokles povrchových teplôt jednotlivých bodov (tabuľka 14).



**Obrázok 37:** Priemerná denná a nočná teplota na aktívnom povrchu **tráva** počas meraných dní

## Lokalita 6: Zástranie

### Geografický popis

Nadmorská výška: 550 m n. m.

Súradnice: 49, 23755° s z. š., 18,82647° v z. d.

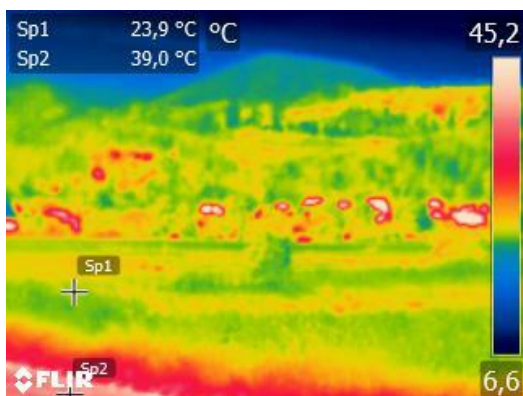
Lokalita 6 je poslednou spomínanou lokalitou mojej bakalárskej práce. Na jej území boli skúmané hneď dva povrchy, a to zeleň a kameň. Oblasť sa nachádza v dedinke, ktorá patrí pod mesto Žilina, a teda je radená ako mestská časť, s názvom Zástranie. Konkrétne išlo o pohľad na mestskú časť z výstupu na vrchol Straník, spomínaný v prechádzajúcej lokalite. Z dôvodu využívania ručného infračerveného teplomeru bolo lepšie využiť aktívny povrch dosiahnuteľný na blízku vzdialenosť, hlavne kvôli najpresnejším možným výsledkom. Vybrala som preto trávnatý povrch, ktorý tvorí väčšinu územia a skúmala som aj príjazdovú cestu tvorenú kameňom (obrázok 38 a tabuľka 15).



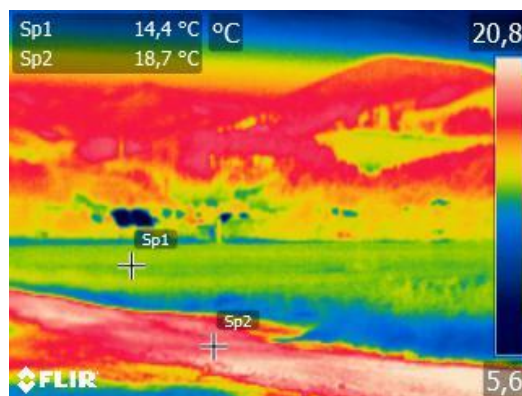
**Obrázok 38:** Lokalita 6 (Zástranie) vo viditeľnom spektre

**Tabuľka 15:** Určenie aktívneho povrchu a typu krajiny jednotlivých bodov pre lokalitu Zástranie

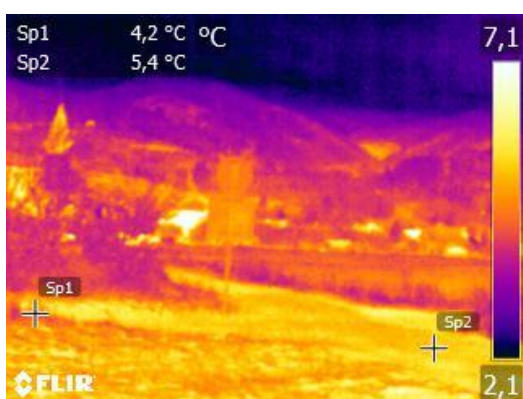
Značka	Aktívny povrch	Typ krajiny
Sp1	tráva	lesy a lúky
Sp2	kameň	dopravná komunikácia



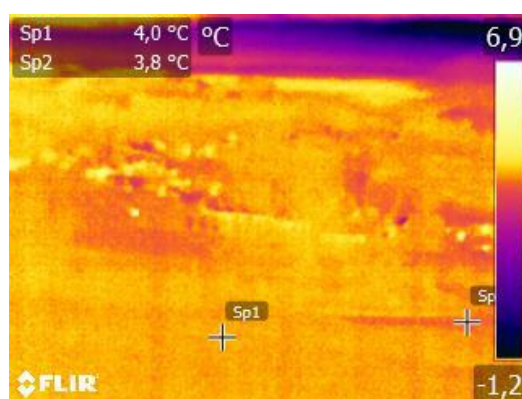
**Obrázok 39:** Termálna snímka dennej teploty povrchu (Lokalita 6, 14.6.2021)



**Obrázok 40:** Termálna snímka nočnej teploty povrchu (Lokalita 6, 15.6.2021)



**Obrázok 41:** Termálna snímka dennej teploty povrchu (Lokalita 6, 13.11.2021)



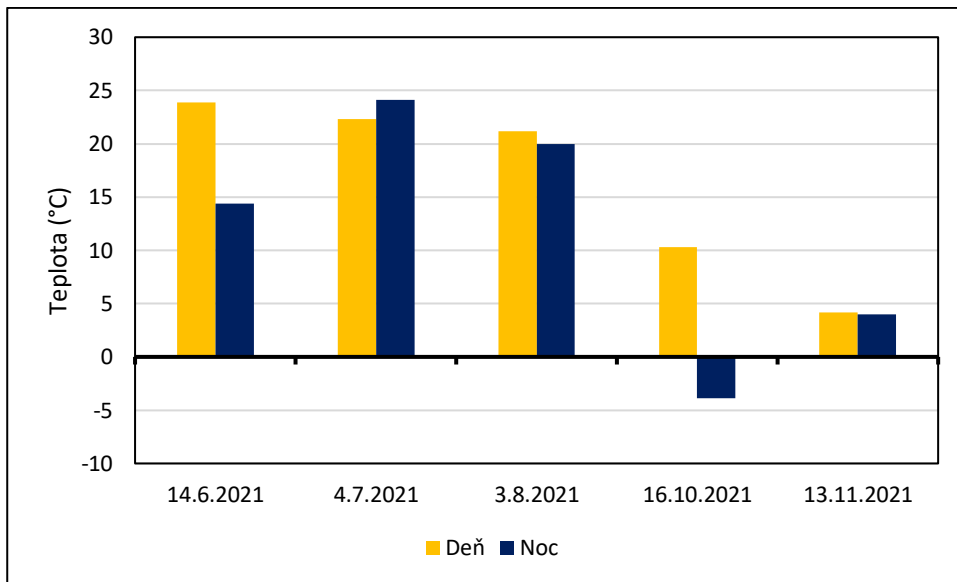
**Obrázok 42:** Termálna snímka nočnej teploty povrchu (Lokalita 6, 14.11.2021)

Teplota povrchu trávy mala počas sledovaných dní menej výrazne rozdiely teploty medzi dennými a nočnými teplotami (obrázky 39 – 42). Naopak pri kameni boli zaznamenané obrovské rozdiely s porovnaním trávy či asfaltu z predchádzajúcich lokalít. Rozdiel v júny bol vyše 20 °C, čo bolo opäť spôsobené rozdielom teploty vzduchu (tabuľka 16).

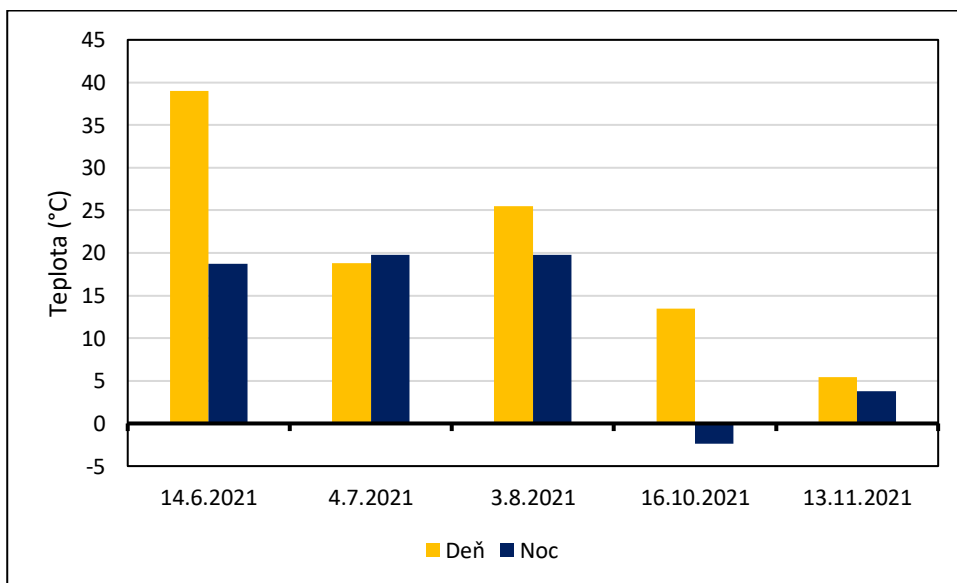
**Tabuľka 16:** Denná a nočná teplota (°C) povrchu a rozdiel medzi nimi na lokalite Zástranie

Aktívny povrch	Dátum	Teplota (°C)		Rozdiel teploty (°C)
		Deň	Noc	
tráva	14.6.2021	23,9	14,4	9,5
kameň		39,0	18,7	20,3
tráva	4.7.2021	22,3	24,1	-1,8
kameň		18,8	19,8	-1,0
tráva	3.8.2021	21,2	20,0	1,2
kameň		25,5	19,8	5,7
tráva	16.10.2021	10,3	-3,9	14,2
kameň		13,5	-2,4	15,9
tráva	13.11.2021	4,2	4,0	0,2
kameň		5,4	3,8	1,6

Najvyššia teplota na kamennom povrchu (obrázok 44) bola zaznamenaná v júny kedy počas dňa dosiahla 39 °C, čo v porovnaní s inými dňami bolo výrazne viacej. Môže to byť spôsobené aj nezvyčajnou anomáliou, ku ktorej v daný deň došlo alebo naopak to mohli to ovplyvniť aj iné faktory. Je to nezvyčajné pozorovanie keďže počas iných dní bola výrazne vyššia denná teplota a teda došlo k vyššiemu otepľovaniu povrchu, čo je viditeľné na príklade trávnatého povrchu (obrázok 43), kedy teploty sú v teplých dňoch podobné.



**Obrázok 43:** Denné a nočné teploty na aktívnom povrchu *tráva* počas meraných dní



**Obrázok 44:** Denné a nočné teploty na aktívnom povrchu *kameň* počas meraných dní

## 8. Diskusia

Práca popisuje možnosti využitia primárne bezkontaktného merania povrchovej teploty (IR kamera, IR teplomer) pre štúdium termálneho správania krajiny. Snímky z kamery a bodové teploty boli zaznamenávané počas denného aj nočného režimu. Hlavná pozornosť bola venovaná rozdielom v dennom a nočnom chode teplôt na rovnakom aktívnom povrchu a rozdiely medzi nimi na základe charakteru krajiny. Pri vyhodnocovaní nameraných povrchových teplôt sa bral do úvahy charakter počasia, krajiny a typ povrchu.

Monitorovaných bolo 6 lokalít, kde sa skúmalo konkrétne 18 bodov na základe rôznych typov aktívneho povrchu. Podľa aktívneho povrchu išlo o osem bodov, kde aktívny povrch predstavovala zeleň (tráva, stromy). Päť bodov tvoril aktívny povrch asfalt, na frekventovaných aj pokojnejších dopravných komunikáciách. Na vodnej ploche boli skúmané tri body, ktoré reprezentovali vodnú plochu stojatú (breh a stred) a tečúcu (prítok). Po jednom skúmanom bode bolo na aktívnych povrchoch kameň a panel.

**Tabuľka 17:** Priemerné teploty povrchu počas meraných dní vo vybraných krajinách

Krajina	Režim	T priemer (° C)					Priemerný celoročný chod
		14.6.	4.7.	5.8.	16.10.	13.11.	
mestská zeleň	deň	23,6	20,5	25,7	17,3	5,7	18,6
	noc	17,7	18,2	17,7	6,0	4,3	12,8
lesy a lúky	deň	26,9	23,1	19,3	12,0	1,0	16,5
	noc	14,3	21,7	17,6	-3,5	1,7	10,3
mestská zástavba, dop. komunikácie	deň	29,0	28,3	36,4	15,4	6,7	23,1
	noc	17,7	20,3	22,9	1,1	4,1	13,2
vodné plochy	deň	22,3	15,6	16,8	4,3	6,2	13,1
	noc	13,8	15,7	13,1	6,2	5,2	10,8

(Použité skratky: dop. = dopravné, T= teplota)

V tabuľke 17 sa nachádza porovnanie priemerných povrchových teplôt jednotlivých typov krajiny počas skúmaných dní. Najvyšší ročný priemer denného režimu bol nameraný na mestskej zástavbe. Táto skutočnosť sa dala predpokladať vzhľadom na to, že antropogénne plochy sa zahrievajú viac a tvoria celkovo teplejšie plochy v krajine. Naopak najchladnejší priemer teplôt bol nameraný na vodných plochách, čo preukázala aj Káčovská (2017) pri spracovaní termálneho obrazu údolia Bystřice. Nočné priemerné teploty potvrdili túto skutočnosť. Avšak mierne chladnejšie boli povrchy lesov a lúk na periférii mesta.

V tabuľke 18 je zhrnutie maximálnych a minimálnych denných a nočných teplôt na základe typu krajiny. Rovnako je tabuľka doplnená o spracovanie amplitúdy teploty.

Najvýraznejšie rozdiely denného režimu boli zaznamenané v mestskej zástavbe a dopravných komunikáciách. Keďže počas teplého polroka dochádzalo k vysokým povrchovým teplotám, ktoré presahovali 40 °C a naopak v chladnom polroku boli zaznamenané teploty aj pod 6 °C. Rovnako sa to opakovalo aj v prípade nočného režimu. Avšak oproti ostatným krajinám to nebolo až taký markantný rozdiel ako v prípade dennej teploty.

Na vodných plochách boli zaznamenané najmenšie rozdiely medzi minimálnou a maximálnou teplotou, avšak medzi nočnými a dennými amplitúdami bol veľký rozdiel, prevýšil až 10 °C. Naopak vyrovnané amplitúdy bolo možné sledovať pri mestskej zeleni rovnako aj pri lesoch a lúkach. Lesy a lúky v nočných teplotách klesali viac v porovnaní s mestskou zeleňou.

**Tabuľka 18:** Teplotné maximá a minimá počas meraných dní podľa jednotlivých typov krajín

Krajina	Režim	T <sub>max</sub> (°C)	Dátum	T <sub>min</sub> (°C)	Dátum	T <sub>a</sub> (°C)
mestská zeleň	deň	29,6	5.8.2021	5,1	13.11.2021	24,5
	noc	24,0	14.6.2021	-3,3	17.10.2021	27,3
lesy a lúky	deň	30,8	14.6.2021	0,4	13.11.2021	30,4
	noc	24,0	5.7.2021	-4,0	17.10.2021	28,0
mestská zástavba a dopravné komunikácie	deň	42,8	3.8.2021	5,4	13.11.2021	37,4
	noc	28,2	3.8.2021	-2,4	17.10.2021	30,6
vodné plochy	deň	26,9	14.6.2021	1,4	16.10.2021	25,5
	noc	17,5	5.7.2021	3,0	17.10.2021	14,5

(Použité skratky: T<sub>max</sub>= teplotné maximum, T<sub>min</sub>= teplotné minimum, T<sub>a</sub> = teplotná amplitúda)

## 9. Záver

V práci je spracovaná charakteristika termálneho správania krajiny, ktoré bolo charakterizované pomocou termálneho snímkovania ručnou termálnou kamerou (Flir E50) a primárne infračerveným teplomerom (Testo 835-T2). Sledované body boli rozdelené podľa lokalít s rozdielnou charakteristikou krajiny. Typy krajiny boli vyberané na základe katalógu Corine Land Use (Bossard, M., Feranec, J., Ořáhel, J. 2000). Spomínané bodové merania boli aplikované na povrchoch určené v tabuľke 19.

**Tabuľka 19:** Zhrnutie skúmaných lokalít a ich typu krajiny vrátane aktívneho povrchu

Lokalita	Typ krajiny	Aktívny povrch
Hliny VIII (západ, východ)	mestská zeleň	stromy, tráva
	mestská súvislá zástavba a dopravné komunikácie	panel, asfalt
Vodné dielo a Extreme park	vodné plochy	voda
	dopravné komunikácie	asfalt
Zástranie a Straník	lesy a lúky	stromy, tráva
	dopravné komunikácie	kameň

Dáta boli monitorované v rámci celého roka. Sledované boli počas denného (13:00) aj nočného (0:00) režimu, s cieľom zaznamenať, ktoré povrchy majú najväčší rozdiel. Zo získaných dát z infračerveného teplomera boli vytvorené tabuľky s dennými a nočnými povrchovými teplotami a rozdielmi medzi nimi. Rovnako boli spracované aj grafy pre jednotlivé povrchy, ktoré poukazovali na teplotné rozdiely denných a nočných režimov počas celého roka. Snímky z termálnej kamery boli použité ako ukážka termálneho správania krajiny na celej ploche sledovaných území.

Denné a nočné režimy teploty povrchu boli popísané na základe spomínaných grafov a tabuliek, kde som sa zamerala na podstatné rozdiely v teplote medzi aktívnymi povrchmi a pri rovnakých aktívnych povrchoch na rozdiely medzi denným a nočným termálnym správaním. V diskusií som použila výsledky uvedené v tabuľke, kde sú spracované priemerné, maximálne, minimálne teploty povrchu a amplitúdy teploty povrchu. Slúžia na zhrnutie celkového výskumu a poukázanie na relatívnych anomáliách počas skúmaných dní na aktívnych povrchoch.

Výskum ukazuje rozdiely medzi rôznymi typmi povrchu na rovnakom krajinnom type. Rovnako ako poukazuje aj na rozdiely rovnakých aktívnych povrchov v odlišnej krajine. Na poukázanie výsledkov bolo vhodné použiť aj odlišnosti medzi denným a nočným režimom. Na základe týchto znalostí bolo objasnené, že antropogénne povrchy, tvoria teplejšie povrchy v krajine. Naopak povrchy zelene, lúk, lesov sú chladnejšími, najstudenšími povrchmi sú vodné plochy.

## 10. Summary

The work deals with the characteristics of the thermal behaviour of the landscape, which was characterized by thermal imaging, by using a handheld thermal camera (Flir E50) and primarily an infrared thermometer (Testo 835-T2). The monitored points were divided according to localities with different landscape characteristics. Landscape types were selected on the basis of the Corine Land Use catalogue (Bossard, M., Feranec, J., Ořahel, J. 2000).

Data were monitored throughout the whole year. They were monitored during day (13:00) and night (0:00) modes, in order to record which surfaces, show the largest difference. Tables with day and night surface temperatures and the differences between them were created on the base of data measured by infrared thermometer. The graphs for individual surfaces were also processed. The graphs showed the temperature differences of day and night regimes. The images from the thermal camera were used as an example of the thermal behaviour of the landscape over the entire area of the monitored areas.

Day and night surface temperature regimes were described by obtained data and using the mentioned graphs and tables. They are focused on significant differences in temperatures between active surfaces. They also describe the same active surfaces based on their differences of thermal behaviour during day and night.

In summary were made tables that contain average, maximum, minimum surface temperatures. In addition, there were calculated the temperature amplitudes. They are used to summarize the overall research and to point out relative anomalies during the researched days on active surfaces (Table 20 and 21).

**Tabel 20:** *Temperature maximum and minimum during the measured days according to individual types of countries*

Country	Regime	T <sub>max</sub> (C °)	Date	T <sub>min</sub> (C °)	Date	T <sub>a</sub> (C °)
green urban areas	day	29,6	5.8.2021	5,1	13.11.2021	24,5
	night	24,0	14.6.2021	-3,3	17.10.2021	27,3
forests and meadows	day	30,8	14.6.2021	0,4	13.11.2021	30,4
	night	24,0	5.7.2021	-4,0	17.10.2021	28,0
urban areas and roads	day	42,8	3.8.2021	5,4	13.11.2021	37,4
	night	28,2	3.8.2021	-2,4	17.10.2021	30,6
water areas	day	26,9	14.6.2021	1,4	16.10.2021	25,5
	night	17,5	5.7.2021	3,0	17.10.2021	14,5

(T= temperature)



Table 21 compares the average surface temperatures of individual landscape land cover types during the researched days. The highest annual average temperature of the daily routine was measured on urban areas and roads. This was expected, given that the anthropogenic areas heat up more and form warmer areas overall. On the contrary, the coldest average temperatures appeared on water bodies, which was also declared by Káčovská (2017) during her thesis on processing the thermal image of the Bystřice valley. Night average temperatures confirmed this fact.

**Tabel 21:** Average surface temperatures during individual measured days in selected countries

Country	Regim	T average (° C)					Average during year
		14.6.	4.7.	5.8.	16.10.	13.11.	
green urban areas	day	23,6	20,5	25,7	17,3	5,7	18,6
	night	17,7	18,2	17,7	6,0	4,3	12,8
forests and meadows	day	26,9	23,1	19,3	12,0	1,0	16,5
	night	14,3	21,7	17,6	-3,5	1,7	10,3
urban areas and roads	day	29,0	28,3	36,4	15,4	6,7	23,1
	night	17,7	20,3	22,9	1,1	4,1	13,2
water areas	day	22,3	15,6	16,8	4,3	6,2	13,1
	night	13,8	15,7	13,1	6,2	5,2	10,8

(T= Temperature)

Research shows differences between active surface types on the same land cover types, as well as pointing out the differences of the same active surfaces in a different country. It was also appropriate to use the differences between day and night regime to show the results. Based on this knowledge, it has been clarified that anthropogenic surfaces form warmer surfaces in the ground. On the contrary, the surfaces of green urban areas, meadows, forests are colder, and the coldest surfaces are water bodies.

## 11. Zoznam použitej literatúry

- Baroň, I., Bečkovský, D., Míča, L. (2014). Application of infrared thermography for mapping open fractures in deep-seated rockslides and unstable cliffs. *Landslides*, 15-27.
- Bossard, M., Feranec, J., Ořahel, J. (2000). *Definice tříd CLC (Zpracováno podle "Corine land cover technical guide - Addendum 2000")*. Evropská agentúra pro životní prostředí.
- Copernicus Land Monitoring Service. (2018). *Copernicus Land Monitoring Service*. Dostupné na Internetu: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>
- Čech, A. (2018). *Termální chování vybraných hornin*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- ČMeS. (2007). *Český meteorologický slovník*. Dostupné na Internetu: Aktivní povrch: <http://slovník.cmes.cz/heslo/2819>
- Demek, J. (1981). *Náuka o krajině*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Dobrovolný, P., et al. (2012). *Klima Brna: víceúrovňová analýza městského klimatu*. Brno: Masarykova Univerzita.
- Dosoudilová, B. (2010). *Vliv georeliéfu a aktivního povrchu na režim povrchové teploty na základě vyhodnocení termálních snímků*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Dosoudilová, B. (2013). *Využití termální kamery pro studium místního klimatu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- ELSO. (2021). *Elsó Philips Service s.r.o.* Dostupné na Internetu: <https://www.elso.sk/sk/blog/technologie/tabulka-emisivity-materialov>
- FLIR. (2016). *FLIR Global assets*. Dostupné na Internetu: Flir Exx Series Users Manual: <https://www.flir.com/globalassets/imported-assets/document/flir-exx-series-user-manual.pdf>

- Geletič, J., Vysoudil, M. (2012). Analysis of Surface Temperatures in Urban and Suburban Landscape from Satellite Thermal Images: A Case Study of Olomouc and Its Environs, Czech Republic. *Moravian Geographical Reports*, s. 2 - 15.
- Grimmond, S. (2006). *Progress in measuring and observing the urban atmosphere*. Theoretical Applied Climatology.
- Hedquist, et al. (2009). The Seventh International Conference on Urban Climate. *PHOENIX URBAN HEAT ISLAND EXPERIMENT: MICROMETEOROLOGICAL ASPECTS*. Yokohama.
- Hruban, R. (2018). *Klasifikace klimatu*. (Moravske Karpaty) Cit. 30. 11 2020. Dostupné na Internetu: <http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klasifikace-klimatu/#Internetove-zdroje>
- Káčovská, K. (2017). *Termální obraz přírodního parku údolí Bystřice*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Konček, M., et al. (1957). Klimatické oblasti Československa. *Meteorologické Zprávy*(5).
- Landsberg, H. E. (1981). *The urban climate*. New York: Academic press.
- Lapin, M., Faško, P., et al. (1990). *O škole*. Dostupné na Internetu: [https://oskole.detiamy.sk/media/userfiles/image/Zofia/marec%20-%202012/Geografia/klimatotvorn%C3%A9%20%C4%8Dinitele%20matur\\_\\_\\_html\\_m5d06dd3.jpg](https://oskole.detiamy.sk/media/userfiles/image/Zofia/marec%20-%202012/Geografia/klimatotvorn%C3%A9%20%C4%8Dinitele%20matur___html_m5d06dd3.jpg)
- Palatka, S. (2011). *Vliv aktivního povrchu a jeho orientace na režim povrchové teploty na základě vyhodnocení termálních snímků* (1. vydanie. vyd.). Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Ponocná, T., Hejná, L., et al. (2012). *Vývoj krajinného pokryvu dle CORINE Land Cover na území ČR v letech 1990- 2012*. Praha: AGAMA poly-grafický ateliér, s.r.o.
- Prošek, P., Rein, F. (1982). *Mikroklimatologie a mezní vrstva atmosféry*. Praha: SPN.
- Quitt, E. (1971). Klimatické oblasti Československa. *Studia Geographica*(16), s. 73.
- Ruddock, R. W. (2010). *Basic infrared thermography principles*. Florida: Ft. Myers.

- SHMÚ. (2020). *Slovenský hydrometeorologický ústav*. Cit. 30. 11 2020. Dostupné na Internetu: Klimatické pomery Slovenskej republiky:  
<http://www.shmu.sk/sk/?page=1064>
- Slovenský geoportál . (2021). *Geoportál*. Dostupné na Internetu: ZBGIS:  
<https://www.geoportal.sk/sk/zbgis/>
- Středová, H., Středa, T., Vysoudil, M. (2013). Cave rock surface temperature evaluation using non-contact measurement methods [Meritve temperatur jamskih sten z brezstičnimi metodami]. *Acta Carsologica*, s. 257-268.
- Šťastný, P. et al. (2015). *Klimatický atlas Slovenska*. Bratislava: Slovenský hydrometeorologický ústav.
- Tipler, P., Mosca, G. (2004). *Physics for Scientists and Engineers: Electricity, Magnetism, Light, and Elementary Modern Physics*. W. H. Freeman.
- Vollmer, M., Möllmann, P. (2018). *Infrared Thermal Imaging: fundamentals, research and applications*. (Druhá. vyd.). Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.
- Voogt, J. A. (2017). *Urban Climates*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Vysoudil, M. (2015). Urban space and climate: Introduction to the Special Issue. *Acta Carsologica*, 43(2), 2-7.
- Vysoudil, M., Ogrin, D. (2009). Portable Thermal Camera as a Tool in Topoclimatic research. In *Dela 31* (s. 115-127). Ljubljana: Department of Geography, Faculty of Arts, University of Ljubljana.
- Weng, Q. (2011). Thermal remote sensing of urban areas: theoretical backgrounds and case studies. In W. Q., *Advances in Environmental Remote Sensing: Sensors, Algorithms, and Applications* (s. 143-160). FL: CRC Press/Taylor and Francis.
- Weng, Q., Lu, D. (2006). Sub-pixel analysis of urban landscapes. In Q. D. Weng Q., *Urban Remote Sensing* (s. 71-90). FL: CRC Press.

## 12. Zoznam tabuliek

<b>TABUĽKA 1:</b> ROZDELENIE LOKALÍT NA ZÁKLADE TYPU KRAJINY A SLEDOVANÝCH AKTÍVNYCH POVRCHOV .....	14
<b>TABUĽKA 2:</b> HODNOTY EMISIVITY VYBRANÝCH MATERIÁLOV .....	15
<b>TABUĽKA 3:</b> VZOR ZÁZNAMU MERANÝCH ÚDAJOV PREDPOVEDE POČASIA PRE MESTO ŽILINA (14. 6. 2021)....	16
<b>TABUĽKA 4:</b> TYPY KRAJINY S VYBRANÝMI LOKALITAMI A ICH AKTÍVNYMI POVRCHMI.....	22
<b>TABUĽKA 5:</b> TYPY KRAJINY S VYBRANÝMI LOKALITAMI A ICH AKTÍVNYMI POVRCHMI.....	23
<b>TABUĽKA 6:</b> DENNÁ A NOČNÁ TEPLOTA (°C) POVRCHU A ROZDIEL MEDZI NIMI NA LOKALITE HLINY JZ.....	24
<b>TABUĽKA 7:</b> TYPY KRAJINY S VYBRANÝMI LOKALITAMI A ICH AKTÍVNYMI POVRCHMI.....	28
<b>TABUĽKA 8:</b> DENNÁ A NOČNÁ TEPLOTA (°C) POVRCHU A ROZDIEL MEDZI NIMI NA LOKALITE HLINY SV .....	29
<b>TABUĽKA 9:</b> TYPY KRAJINY S VYBRANÝMI LOKALITAMI A ICH AKTÍVNYMI POVRCHMI.....	32
<b>TABUĽKA 10:</b> DENNÁ A NOČNÁ TEPLOTA (°C) POVRCHU A ROZDIEL MEDZI NIMI NA LOKALITE VODNÉ DIELO ...	33
<b>TABUĽKA 11:</b> TYPY KRAJINY S VYBRANÝMI LOKALITAMI A ICH AKTÍVNYMI POVRCHMI.....	36
<b>TABUĽKA 12:</b> DENNÁ A NOČNÁ TEPLOTA (°C) POVRCHU A ROZDIEL MEDZI NIMI NA LOKALITE EXTREME PARK..	37
<b>TABUĽKA 13:</b> TYPY KRAJINY S VYBRANÝMI LOKALITAMI A ICH AKTÍVNYMI POVRCHMI.....	39
<b>TABUĽKA 14:</b> DENNÁ A NOČNÁ TEPLOTA (°C) POVRCHU A ROZDIEL MEDZI NIMI NA LOKALITE STRÁNIK .....	40
<b>TABUĽKA 15:</b> URČENIE AKTÍVNEHO POVRCHU A TYPU KRAJINY JEDNOTLIVÝCH BODOV PRE LOKALITU ZÁSTRANIE .....	42
<b>TABUĽKA 16:</b> DENNÁ A NOČNÁ TEPLOTA (°C) POVRCHU A ROZDIEL MEDZI NIMI NA LOKALITE ZÁSTRANIE .....	43
<b>TABUĽKA 17:</b> PRIEMERNÉ TEPLoty POVRCHU POČAS MERANÝCH DNÍ VO VYBRANÝCH KRAJINÁCH .....	45
<b>TABUĽKA 18:</b> TEPLOTNÉ MAXIMÁ A MINIMÁ POČAS MERANÝCH DNÍ PODĽA JEDNOTLIVÝCH TYPOV KRAJÍN .....	46
<b>TABUĽKA 19:</b> ZHRNUTIE SKÚMANÝCH LOKALÍT A ICH TYPU KRAJINY VRÁTANE AKTÍVNEHO POVRCHU .....	47
<b>TABEL 20:</b> TEMPERATURE MAXIMUM AND MINIMUM DURING THE MEASURED DAYS ACCORDING TO INDIVIDUAL TYPES OF COUNTRIES .....	48
<b>TABEL 21:</b> AVERAGE SURFACE TEMPERATURES DURING INDIVIDUAL MEASURED DAYS IN SELECTED COUNTRIES.	49

### 13. Zoznam obrázkov

<b>OBRÁZOK 1:</b> UKÁŽKA MERANIA POMOCOU IR TEPLOMERA (TESTO 835-T2) NA VODNEJ PLOCHE .....	17
<b>OBRÁZOK 2:</b> ŠTUDOVANÉ ÚZEMIE S VYZNAČENÝMI LOKALITAMI .....	21
<b>OBRÁZOK 3:</b> LOKALITA 1 (HLINY- ZÁPAD) VO VIDITEĽNOM SPEKTRE S VYZNAČENÝMI MERANÝMI BODMI .....	23
<b>OBRÁZOK 4:</b> TERMÁLNA SNÍMKA DENNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 1, 14.6.2021) .....	23
<b>OBRÁZOK 5:</b> TERMÁLNA SNÍMKA NOČNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 1, 15.6.2021) .....	23
<b>OBRÁZOK 6:</b> TERMÁLNA SNÍMKA DENNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 1, 13.11.2021) .....	24
<b>OBRÁZOK 7:</b> TERMÁLNA SNÍMKA NOČNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 1, 14.11.2021) .....	24
<b>OBRÁZOK 8:</b> DENNÁ A NOČNÁ TEPLota NA AKTÍVNOM POVRCHU <b>PANEL</b> POČAS MERANÝCH DNÍ .....	25
<b>OBRÁZOK 9:</b> DENNÁ A NOČNÁ TEPLota NA AKTÍVNOM POVRCHU <b>ZELEŇ</b> POČAS MERANÝCH DNÍ .....	26
<b>OBRÁZOK 10:</b> DENNÁ A NOČNÁ TEPLota NA AKTÍVNOM POVRCHU <b>ASFALT</b> POČAS MERANÝCH DNÍ .....	26
<b>OBRÁZOK 11:</b> LOKALITA 2 (HLINY- VÝCHOD) VO VIDITEĽNOM SPEKTRE S VYZNAČENÝMI MERANÝMI BODMI ....	27
<b>OBRÁZOK 12:</b> TERMÁLNA SNÍMKA DENNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 2, 14.6.2021) .....	28
<b>OBRÁZOK 13:</b> TERMÁLNA SNÍMKA DENNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 2, 13.11.2021) .....	28
<b>OBRÁZOK 14:</b> TERMÁLNA SNÍMKA NOČNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 2, 15.6.2021) .....	28
<b>OBRÁZOK 15:</b> TERMÁLNA SNÍMKA NOČNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 2, 14.11.2021) .....	28
<b>OBRÁZOK 16:</b> PRIEMER DENNEJ A NOČNEJ TEPLoty NA AKTÍVNOM POVRCHU <b>ASFALT</b> POČAS MERANÝCH DNÍ ..	29
<b>OBRÁZOK 17:</b> PRIEMER DENNEJ A NOČNEJ TEPLoty NA AKTÍVNOM POVRCHU <b>ZELEŇ</b> POČAS MERANÝCH DNÍ ...	30
<b>OBRÁZOK 18:</b> LOKALITA 3 (VODNÉ DIELO) VO VIDITEĽNOM SPEKTRE S VYZNAČENÝMI MERANÝMI BODMI .....	31
<b>OBRÁZOK 19:</b> TERMÁLNA SNÍMKA DENNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 3, 14.6.2021) .....	32
<b>OBRÁZOK 20:</b> TERMÁLNA SNÍMKA NOČNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 3, 15.6.2021) .....	32
<b>OBRÁZOK 21:</b> TERMÁLNA SNÍMKA DENNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 3, 13.11.2021) .....	32
<b>OBRÁZOK 22:</b> TERMÁLNA SNÍMKA NOČNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 3, 14.11.2021) .....	32
<b>OBRÁZOK 23:</b> DENNÁ A NOČNÁ TEPLota NA AKTÍVNOM POVRCHU <b>VP-BREH</b> POČAS MERANÝCH DNÍ .....	33
<b>OBRÁZOK 24:</b> DENNÁ A NOČNÁ TEPLota NA AKTÍVNOM POVRCHU <b>VP-STRED</b> POČAS MERANÝCH DNÍ .....	34
<b>OBRÁZOK 25:</b> DENNÁ A NOČNÁ TEPLota NA AKTÍVNOM POVRCHU <b>VP-PRÍTOK</b> POČAS MERANÝCH DNÍ .....	34
<b>OBRÁZOK 26:</b> LOKALITA 4 (EXTREME PARK) VO VIDITEĽNOM SPEKTRE S VYZNAČENÝMI MERANÝMI BODMI .....	35
<b>OBRÁZOK 27:</b> TERMÁLNA SNÍMKA NOČNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 4, 15.6.2021) .....	36
<b>OBRÁZOK 28:</b> TERMÁLNA SNÍMKA DENNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 4, 13.11.2021) .....	36
<b>OBRÁZOK 29:</b> TERMÁLNA SNÍMKA NOČNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 4, 14.11.2021) .....	36
<b>OBRÁZOK 30:</b> PRIEMERNÁ DENNÁ A NOČNÁ TEPLota NA AKTÍVNOM POVRCHU <b>ASFALT</b> POČAS MERANÝCH DNÍ .....	37
<b>OBRÁZOK 31:</b> LOKALITA 5 (STRANÍK) VO VIDITEĽNOM SPEKTRE S VYZNAČENÝMI MERANÝMI BODMI.....	38
<b>OBRÁZOK 32:</b> TERMÁLNA SNÍMKA DENNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 5, 14.6.2021) .....	39

<b>OBRÁZOK 33:</b> TERMÁLNA SNÍMKA NOČNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 5, 14.11.2021) .....	39
<b>OBRÁZOK 34:</b> TERMÁLNA SNÍMKA NOČNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 5, 15.6.2021) .....	39
<b>OBRÁZOK 35:</b> TERMÁLNA SNÍMKA NOČNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 5, 14.11.2021) .....	39
<b>OBRÁZOK 36:</b> PRIEMERNÁ DENNÁ A NOČNÁ TEPLota NA AKTÍVNOM POVRCHU <b>STROM</b> POČAS MERANÝCH DNÍ .....	40
<b>OBRÁZOK 37:</b> PRIEMERNÁ DENNÁ A NOČNÁ TEPLota NA AKTÍVNOM POVRCHU <b>TRÁVA</b> POČAS MERANÝCH DNÍ	41
<b>OBRÁZOK 38:</b> LOKALITA 6 (ZÁSTRANIE) VO VIDITEĽNOM SPEKTRE.....	42
<b>OBRÁZOK 39:</b> TERMÁLNA SNÍMKA DENNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 6, 14.6.2021) .....	43
<b>OBRÁZOK 40:</b> TERMÁLNA SNÍMKA NOČNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 6, 15.6.2021) .....	43
<b>OBRÁZOK 41:</b> TERMÁLNA SNÍMKA DENNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 6, 13.11.2021) .....	43
<b>OBRÁZOK 42:</b> TERMÁLNA SNÍMKA NOČNEJ TEPLoty POVRCHU (LOKALITA 6, 14.11.2021) .....	43
<b>OBRÁZOK 43:</b> DENNÉ A NOČNÉ TEPLoty NA AKTÍVNOM POVRCHU <b>TRÁVA</b> POČAS MERANÝCH DNÍ.....	44
<b>OBRÁZOK 44:</b> DENNÉ A NOČNÉ TEPLoty NA AKTÍVNOM POVRCHU <b>KAMEŇ</b> POČAS MERANÝCH DNÍ.....	44