



## Stratégia adaptačných opatrení na zmenu klímy pre mesto Nitra

Máj 2019

**Zhotoviteľ:** SLOVHOLDING, a.s., Kpt. Nálepku 4, 93401 Želiezovce [www.slovholding.sk](http://www.slovholding.sk)

**Objednávateľ :** Mesto Nitra  
[www.nitra.sk](http://www.nitra.sk)

**Zostavili:** Ing. Alojz Hančín,  
Ing.arch.Mojmír Jankovič

## Obsah

Úvod.....	5
1 Prípravná fáza.....	8
1.1 Hranica riešeného územia projektu .....	8
1.2 Prírodná a socialno-ekonomická charakteristika mesta Nitry .....	10
1.3 Analýza súčasných klimatických podmienok mesta Nitry .....	13
1.3.1. Teplota vzduchu a zrážky v meste Nitra .....	14
1.3.2. Sucho .....	20
1.4 Prognózy vývoja zmeny klímy na území mesta Nitry .....	22
1.5 Predpokladané dôsledky zmeny klímy na mesto Nitra .....	25
2 Adaptačné opatrenia v oblasti využívania dažďovej vody.....	26
2.1 Posúdenie nebezpečenstva príválových dažďov .....	26
2.2 Posúdenie nebezpečenstva záplav v urbanizovanom prostredí mesta Nitry .....	30
2.3 Identifikácia najvhodnejších lokalít na zadržiavanie dažďovej vody na teréne z pohľadu reliéfu a funkčného využívania plôch .....	32
2.4 Spôsoby hospodárenia s dažďovou vodou na teréne vrátane vzorových príkladov, rezov a konštrukčných riešení .....	37
2.5 Zadržiavanie dažďovej vody z komunikácií , vzorové príklady, konštrukčné riešenia	47
2.6 Zadržiavanie dažďovej vody z parkovísk vrátane vzorových príkladov, rezov a konštrukčných riešení.....	49
2.7 Zadržiavanie dažďovej vody zo striech municipálnych, obytných a priemyselných budov, ako i zo striech objektov občianskej vybavenosti vrátane vzorových príkladov, rezov a konštrukčných riešení .....	59
2.7.1 Spôsob výpočtu množstva vôd z povrchového odtoku z nehnuteľností odvádzaných do verejnej kanalizácie .....	64
3 Adaptačné opatrenia v oblasti zvyšovania teploty vzduchu mestskej oblasti.....	66
3.1 Výskyt netienených spevnených plôch a identifikácia tepelných ostrovov v meste.	67

3.2	Tepelná priepustnosť obytných budov a mapovanie podstrešných poschodí nezateplených budov .....	70
3.3	Identifikácia striech pre možnosť aplikácie extenzívnych a intenzívnych strešných porastov .....	72
3.4	Dostupnosť zelených plôch s prekryvnosťou korún nad 60%.....	79
3.5	Dostupnosť klimatizácie MHD a tienenie na zastávkach.....	81
3.6	Návrh spôsobov tienenia plôch za využitia prírodných biotických materiálov a iných konštrukčných riešení.....	82
3.7	Informačné aktivity o správnych vzorcoch správania sa počas horúčav a dostupnosť zdravotníckej pomoci .....	84
4	Adaptačné opatrenia v oblasti zelenej infraštruktúry a ochrany životného prostredia ....	89
4.1	Zásady projektovania zelenej infraštruktúry .....	94
4.2	Odporúčaná druhová skladba rastlín pre výsadby v mestskom prostredí /stromy, kry, byliny/.....	104
4.3	Typológia vhodných výsadiieb v mestskom prostredí z pohľadu kompozície a ekologickej účinnosti.....	107
4.4	Definovanie minimálnej výmery zelene s primeranou ekologickou účinnosťou z pohľadu minimalizácie dopadov zmeny klímy .....	108
4.5	Využívanie alternatívnych foriem zelene ako adaptačných nástrojov na zmiernenie dopadov zmeny klímy /strešná zeleň, vertikálna zeleň, mobilná zeleň, vegetačné otvory v rámci spevnených plôch a pod./ .....	116
4.6	Vzorové a typologické konštrukčné riešenia, skladby vegetačných striech, rezy vegetačnými otvormi.....	121
4.6.1	Extenzívne zelené strechy .....	122
4.6.2	Intenzívna zelená strecha .....	126
5	Adaptačný plán mesta Nitra na dopady zmeny klímy.....	127
6	Akčný plán na roky 2020 – 2025 .....	130
	Zoznam máp.....	134

Zoznam obrázkov .....	134
Zoznam tabuliek .....	136
Zoznam príloh .....	136
Použité zdroje .....	137
Prílohy .....	139



## Úvod

Veľká pozornosť sa venuje tomu, čo sa javí ako nárast extrémnych poveternostných javov v rámci Európy. Počnúc napríklad „polárnym vortexom“ v zime v rokoch 2017 – 2018 alebo „Beštiou z východu“ s nezvyčajne chladnými arktickými vetrami, ktoré priniesla do mnohých častí Európy až po vlnu horúčav „Lucifer“, Európania môžu v budúcnosti očakávať ešte nezvyčajnejšie extrémne teplotné javy.

Kľúčovým aspektom klimatickej zmeny je vplyv na vodný cyklus Zeme, ktorý neustále distribuuje vodu z našich oceánov do atmosféry, pôdy, riek a jazier a potom späť do našich morí a oceánov. Klimatická zmena zvyšuje úrovne vodnej pary v ovzduší a spôsobuje horšiu predvídateľnosť dostupnosti vody. To môže viesť k intenzívnejším lejakom v niektorých oblastiach, zatiaľ čo iné regióny môžu čeliť závažnejším suchám, najmä v letných mesiacoch.

Zmiernovanie klimatickej zmeny – zníženie emisií skleníkových plynov – je základom politik EÚ týkajúcich sa klimatickej zmeny. Skúsenosti a predpovede súvisiace s častejšími povodňami, suchami, stúpajúcimi hladinami morí a inými extrémnymi poveternostnými javmi však čoraz častejšie motivujú verejné orgány v celej EÚ k prijatiu opatrení na adaptáciu na nové klimatické podmienky. Kľúčovým prvkom týchto adaptačných stratégií je používanie menšieho množstva vody a šetrenie vodou. Európske krajiny zaviedli stratégie a plány na adaptáciu a vykonali posúdenie zraniteľnosti a rizík, ktoré im pomôžu riešiť vplyvy klimatickej zmeny.

Cielené právne predpisy EÚ podporujú takéto posudzovanie rizík a zraniteľnosti. Konkrétne v smernici EÚ o povodniach sa vyžaduje, aby členské štáty identifikovali zóny ohrozené povodňami pozdĺž ich vnútrozemských vôd a pobreží, faktor v predpokladaných rizikách klimatickej zmeny a aby prijali opatrenia na zníženie týchto rizík.

Problematikou adaptácie na klimatické zmeny a nutnosťou obmedzovať vplyv zmeny klímy na ľudskú spoločnosť, prírodné ekosystémy a biodiverzitu sa zaoberá rad medzinárodných a európskych strategických dokumentov a koncepcií. V medzinárodnom kontexte sa jedná o nedávno uzavretú Parížsku dohodu k Rámcovému dohovoru OSN o zmene klímy (Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change) a Sendajský rámec na zmiernenie následkov katastrof 2015-2030 (Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030). Na európskej úrovni sa jedná najmä o Stratégiu EÚ na prispôsobenie sa zmene klímy a Stratégiu EÚ v oblasti ochrany biodiverzity do roku 2020.

Adaptačné opatrenia môžeme v zásade rozdeliť v rámci nasledujúcich kategórií:

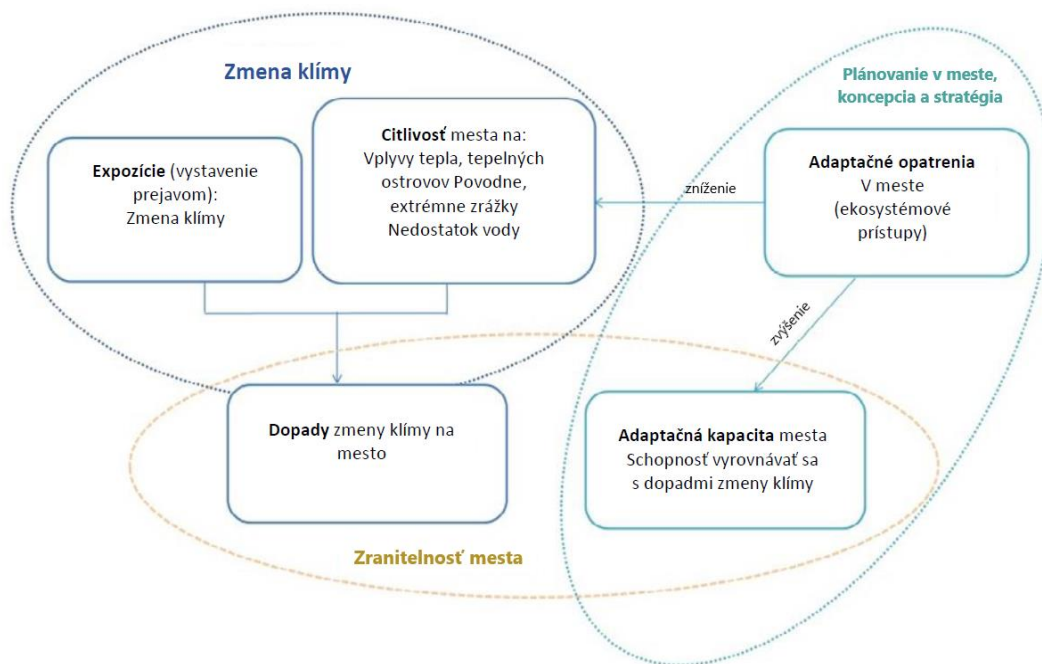
**Neinvestičné (mäkké)** - zahŕňajúce napríklad plánovanie, regulatívy, celkový manažment územia, či aktivity zvyšujúce uvedomenie (motiváciu a vedomosti) alebo ovplyvňujúce správanie zodpovedných subjektov. Príkladom je vzdelávanie občanov o tom, ako sa správať v prípade horúčav alebo v povodňovej situácii; neplánovanie investícií na zimné aktivity vyžadujúce trvalú snehovú pokrývku do výšky menej ako 1000 m n. m.; lepšia koordinácia záchranných zložiek a verejnej správy; zavedenie nových „adaptačných“ podmienok pre developerov a pod.

**Technologické/technické (sivé)** - zaoberajúce sa technologickými/technickými riešeniami. Zahŕňajú napríklad tepelnú izoláciu budov; využívanie svetlých farieb a odrazivých povrchov pre zmiernenie vplyvu horúčav; využívanie odpadovej a dažďovej vody pre zmiernenie dopadov dlhších období sucha; či výstavbu protipovodňových bariér v rámci protipovodňových opatrení.

**Prírodné (zelené)** - ktoré využívajú pre adaptáciu prírodné prvky (zeleň, vodné prvky). Napríklad zelené strechy a steny, parky, mokrade, jazierka, fontány a pod.

Hlavnými cieľmi a zásadami adaptácie v meste je:

- **vytvoriť systém ekologickej infraštruktúry** pre zníženie rizík spojených s vlnami horúčavy, mestským tepelným ostrovom, zároveň funkčne prepojiť jednotlivé prvky zelenej infraštruktúry v rámci mesta a zvýšiť heterogénnosť urbanizovaného územia;
- **zvýšiť efektivitu hospodárenia so zrážkovou vodou** v zmysle "zadržať a využiť" - zvýšením podielu plôch s priepustným povrchom a zavádzaním udržateľných odvodňovacích systémov umožňujúcich vsakovania dažďovej vody, jej retencii a opätovné využitie;
- s využitím ekosystémového založených prístupov pri realizácii protipovodňových opatrení **zabezpečiť stabilný vodný režim;**
- **podporiť osvetu a vzdelávanie verejnosti v oblasti zmeny klímy**, podporiť aktivity vedúce k zvýšeniu environmentálneho povedomia obyvateľov a ekologicky šetrného chovania, podpora osvetu verejnosti najmä v oblasti šetrného hospodárenia s pitnou a zrážkovú vodou, a tiež z hľadiska predchádzania vzniku škôd na súkromnom majetku v záplavových územiach.



**Obr. 1 Adaptácia mesta na zmenu klímy**

Existujúce i budúce reakcie spoločnosti na klimatickú zmenu teda zahŕňajú dva prístupy:

## 1) MITIGACIU

- zmiernovanie následkov klimatických zmien prostredníctvom zníženia emisií skleníkových plynov, predovšetkým oxidu uhličitého (obmedzenie spaľovania fosílnych palív, využívanie alternatívnych zdrojov energie, zatepl'ovanie budov, podpora trvalo udržateľnej mobility, a pod.).

## 2) ADAPTÁCIU

- reakcia na prebiehajúce klimatické zmeny prostredníctvom opatrení, ktoré znižujú alebo eliminujú jej vplyvy. Typicky sa jedná o protipovodňové opatrenia, šetrenie pitnou vodou prostredníctvom zachytávania a využívania zrážkových vôd, znižovanie teploty v mestách s cieľom zvýšiť kvalitu života obyvateľov, apod.

Stratégia adaptácie na klimatické zmeny je zameraná predovšetkým na adaptačné opatrenia (obr.1).

Možné prejavy budúcich zmien klímy:

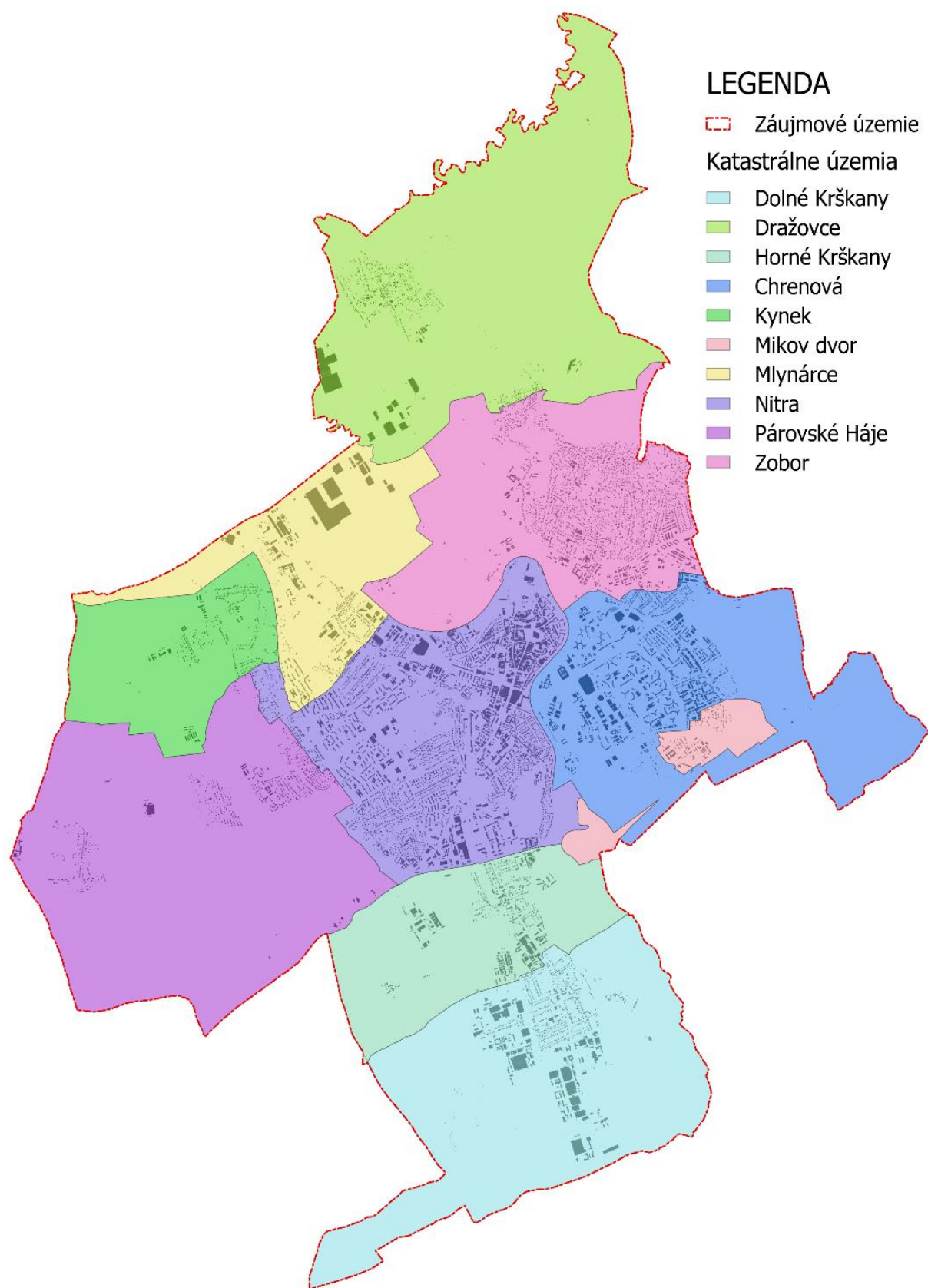
- zvýraznia sa doterajšie negatívne javy (napr. zvýši sa frekvencia a sila povodní, predĺži sa obdobie sucha a horúčav, zvýši sa frekvencia extrémnych klimatických javov),

- podporí negatívne javy, ktoré sa za súčasných podmienok doteraz neprejavili (napr. erózia v ešte nezasiahnutých území, nové prejavy sucha, atd.).

## ***1      Prípravná fáza***

### ***1.1 Hranica riešeného územia projektu***

Ako skúmané územie boli určené katastrálne územia: Dolné Krškany, Horné Krškany, Staré Mesto, Čermáň, Klokočina, Diely, Párovské Háje, Kynek, Mlynárce, Zobor, Drážovce, Chrenová, Janíkovce ktoré ako celok tvoria kataster mesta Nitra. Riešené územie je vymedzené hranicou mesta Nitry mapa č. 1.



*Mapa 1 Zájmové územie mesta Nitra*

## ***1.2 Prírodná a socialno-ekonomická charakteristika mesta Nitry***

Mesto Nitra plní funkciu administratívno-správneho, hospodárskeho a kultúrneho centra Nitrianskeho kraja a okresu. Poloha sídelného útvaru v celkovej štruktúre osídlenia SR, jeho funkcie hospodárskeho a spoločenského centra určujú jeho nadregionálny význam (vysoké školy, vedecko-výskumné ústavy, výstavisko Agrokompex a ďalšie inštitúcie). Nitra je sídlom najstaršej cirkevnej provincie v SR (MEDERLY, HALADA&DOBRUCKÁ 2003).

Administratívno-správne sídlo Nitra bolo vytvorené v roku 1873 administratívnym zlúčením Horného a Dolného mesta. V roku 1886 sa k Nitre pričlenila samostatná obec Párovce, v roku 1911 obec Zobor, v roku 1950 obec Čermáň a Párovské háje, v roku 1960 obec Horné Krškany, Chrenová, Kynek a Mlynárce, v roku 1974 obec Dolné Krškany a Nitrianske Hrnčiarovce, v roku 1975 obce Dolné Štitáre, Veľké Janíkovce a Dražovce, v roku 1976 obce Ivanka pri Nitre a Lužianky. V roku 1990 sa odčlenila obec Nitrianske Hrnčiarovce, v roku 1992 obec Ivanka pri Nitre, v roku 1993 obec Lužianky a v roku 2002 obec Dolné Štitáre (od 1. 1. 2003 premenované na Štitáre) (Hreško, 2006).

V súčasnosti Nitriansky región a jeho jadrové územie mesto Nitra leží na jednej z hlavných urbanizačných osí Slovenska: západ – stred - východ , je vzdialené približne 70 km východne od hlavného mesta Bratislavy. Preteká ňou rovnomenná rieka Nitra. Panorámu Nitry tvorí Sedem pahorkov: zo severnej strany sa týči vrch Zobor, Hradná skala, Vášok, Kalvária, Borina, Čermáň, spolu s Martinským vrchom. Nitra je najstarším mestom na Slovensku. Mesto Nitra sa v súčasnosti člení na 7 mestských častí :

Č.1 Dolné Krškany, Horné Krškany, č.2 - Staré mesto , č.3 – Čermáň, č.4 – Klokočina , č.5 - Diely, Kynek, Mlynárce, Párovské Háje, č.6 - Dražovce, Zobor, č.7 - Chrenová, Janíkovce.

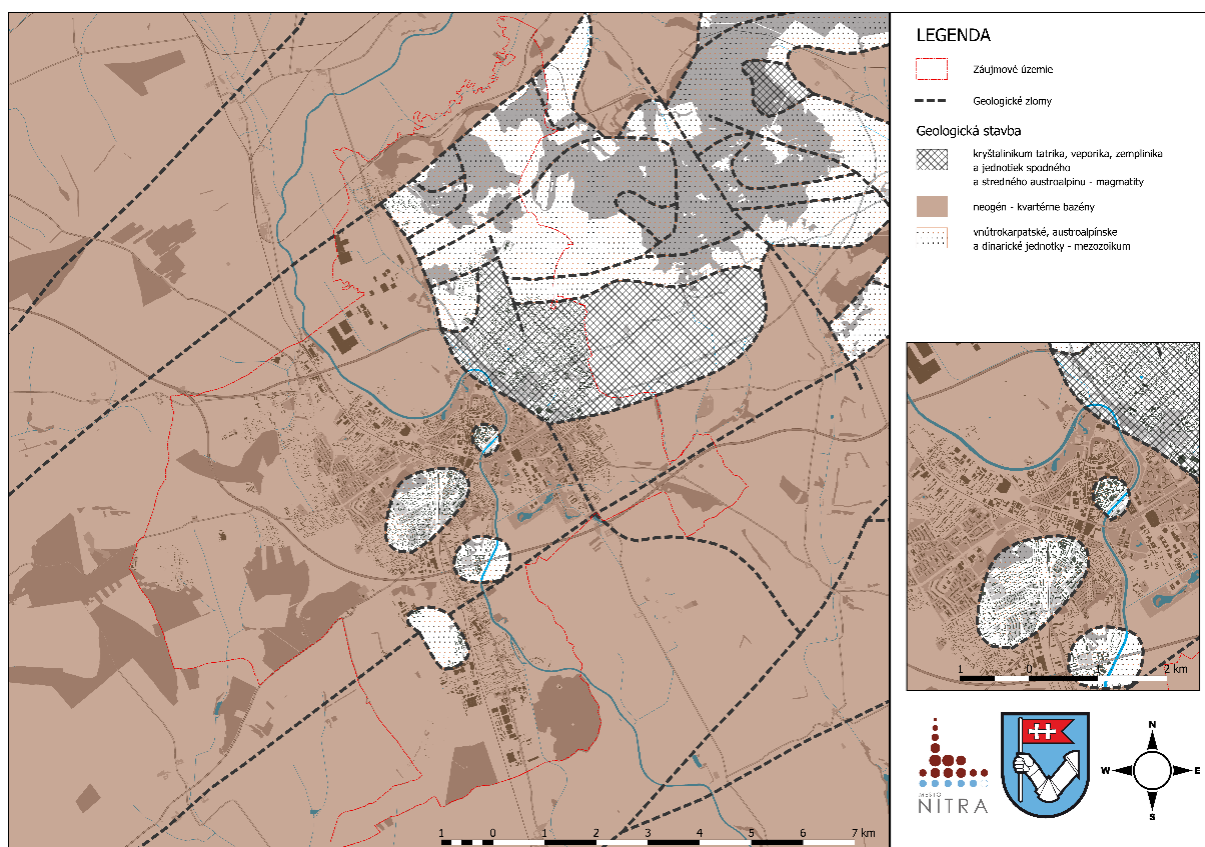
Nitra je jedno z najstarších a najvýznamnejších miest na Slovensku, rozprestiera sa na Podunajskej pahorkatine . Je prirodzeným centrom na rieke Nitra, Prítoky: Handlovka, Nitrica – Belianka, Bebrava, Radošinka, Dlhý kanál a Žitava.. Je sídlom okresu i kraja a šiestym najväčším mestom na Slovensku. Dobrá dopravná dostupnosť regiónu je vďaka výhodnej polohe mesta, križovatkou ciest zo západu (R1 od Trnavy a II/513 od Hlohovca), severu (I/64 od Topoľčian a II/593 z Partizánskeho), východu (R1 a I/65 od Zlatých Moraviec a I/51 od Vrábieľ) a juhu (I/64 od Nových Zámkov a II/562 od Šale). V blízkosti mesta sa križujú železničné trate Nové Zámky – Prievidza a Leopoldov – Kozárovce. Trnava leží 47 km západne, Topoľčany 35 km severne, Zlaté Moravce 29 km východne a Nové Zámky 37 km



južne. Bratislava leží 87 km juhozápadne a s Nitrou je prepojená rýchlostnou cestou na diaľničnej trase D1 Bratislava – Trnava a R1 Trnava – Banská Bystrica. V juhozápadnom polkruhu do 180 km sa nachádzajú európske metropoly Bratislava, Viedeň, Budapešť.

Mesto Nitra sa rozprestiera na ploche 100,5 km<sup>2</sup>, v meste žije 79 131 obyvateľov. Na 1 km<sup>2</sup> žije priemerne 790 Nitranov. Najvyšší počet obyvateľov mesta Nitra spadá do kategórie 35-39 rokov, čo zhruba zodpovedá podobnej situácii v rámci celej SR a taktiež NR kraja. Podľa údajov štatistického úradu SR bol priemerný vek obyvateľov v roku 2018 v rámci SR 39,7 rokov a okres Nitra mal priemerný vek 41 rokov.

Geologická stavba: mesto Nitra s geologického hľadiska (mapa 2) spadá pod tri typy geologických stavieb prevažne neogén – kvartérne bazény, menšie časti spadajú pod kategóriu kryštalinikum tatrikum, veporika, zemplinika a jednotiek spodného a stredného austroalpinu – magmatiky, a časť vnútrokarpatské, austroalpínske a dinarické jednotky – mezozoikum.



*Mapa 2 Geologická stavba mesta Nitra*

Pamiatky: Dominantou je Nitriansky hrad , ako najznámejšia kultúrna pamiatka, pozostáva z katedrály, biskupského paláca, fortifikačných hradieb a hospodárskych budov. Potvrdené písomné správy o hradisku pochádzajú z roku 871 a záznamy v Maurovej kronike z polovice 11. storočia už spomínajú baziliku svätého Emeráma, ktorá dodnes tvorí súčasť hradného komplexu z 11. storočia, v 15. storočí prestavaný a upravovaný ešte v období baroka. Od roku 1962 je súbor hradných stavieb národnou kultúrnou pamiatkou.

Médiá:

Televízie regionálne : TV Central , TV Nitrička , Mediálne centrum FF UKF v Nitre , Nitra 4ever

Regionálne rádiá vysielajúce z Nitry: Rádio Max, Rádio One , Rádio Plus

Športoviská : Zimný štadión Nitra (NITRA ARÉNA), Hokejová hala Klokočina , Futbalový štadión , Tenisové kurty Chrenová, Green Club Nitra , TCN Nitra, Mestský kúpeľ Nitra , Letné kúpalisko , športové haly - Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitra, Univerzita Konštantína Filozofa Nitra , Gymnázium, Párovská 1, Nitra, Mestská hala , Atletický štadión .

Výborne rozvinutá je Mestská hromadná doprava (MHD), ktorá na vysokej úrovni zabezpečuje spojenie centra mesta, mestských častí, priemyselných oblastí, ale aj okolitých obcí (27 liniek). Od roku 2013 premávajú v Nitre cez víkendy okrem výnimočných prípadov len moderné bezbariérové vozidlá. Doprava je zabezpečovaná britskou spoločnosťou Arriva.

Školstvo: 19 základných škôl, 21 stredných škôl .

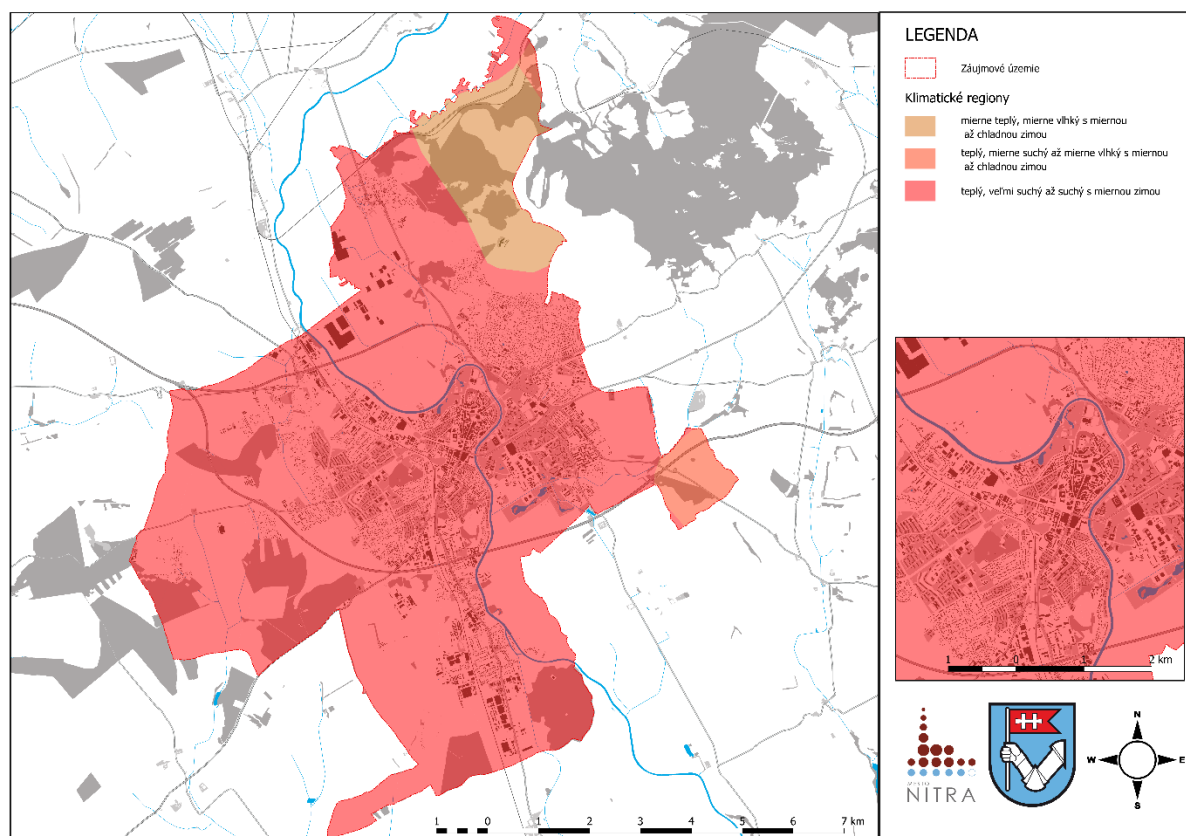
V Nitre pôsobia univerzity: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre , Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre , Rímskokatolícka cyrilometodská bohoslovecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave .

Ovzdušie : Ovzdušie v Nitre patrí na Slovensku medzi stredne znečistené. Pôvodcom je najmä priemysel, hoci za posledné roky sa jeho ekologický dopad znížil. Problematické a nadmerné hodnoty dosahujú najmä oxidy dusíka, uhlíka a síry a tzv. pevné častice.

Voda: Celé mesto je napojené na pitnú vodu, a to cez 3 zdroje: Ponitriansky skupinový vodovod, skupinový vodovod Jelka – Galanta – Nitra a samostatný zdroj Dražovce. Voda má vyhovujúcu kvalitu.

Klimatický región mesta Nitra: mesto spadá pod tri kategórie klimatického regiónu (mapa 3) prevažná časť mesta Nitra sa radí do regiónu teplý veľmi suchý s miernou zimou.





**Mapa 3 Klimatický región mesta Nitry**

Rieka Nitra pretekajúca mestom patrí medzi najznečistenejšie európske rieky. Je to najmä dôsledok priemyselnej činnosti po celom jej toku. Neodporúča sa v nej ani rybolov. V roku 2006 bola v meste spustená moderná čistiareň odpadových vôd, ktorá značne obmedzuje znečisťovanie rieky odpadovou vodou z mesta.

### **1.3 Analýza súčasných klimatických podmienok mesta Nitry**

Teplota európskeho kontinentu sa počas posledného storočia zvýšila v priemere o 1,2 ° C, z toho počas posledných troch desaťročí o 0,45 ° C, čo sú hodnoty takmer o polovicu vyššie ako globálne. Kým priemerný trend nárastu bol v poslednom storočí v celej Európe približne 0,1 ° C / 10 rokov, v posledných tridsiatich rokoch sa zvýšil na viac než dvojnásobok. Európa sa ako celok najviac otepľuje na jar a v lete, najmenej v jesenných mesiacoch. Ubúda chladných extrémov (ľadové a mrazové dni pod.), zatiaľ čo počet tropických dní sa počas posledného storočia strojnásobil, počet letných dní zdvojnásobil. Je potrebné počítať s nárastom pravdepodobnosti výskytu, intenzity i dĺžky trvania vln extrémne vysokých teplôt.

Premenlivosť zimných teplôt, resp. počet ľadových a mrazových dní, bude aj naďalej postupne klesať. Tiež sa predpokladá zvýšený výskyt extrémnych hydrologických situácií, ako sú povodne a suchá. Zrážky sa budú zvyšovať v severnej Európe, suchá a vyššie teploty budú častejšie v Stredomorí a strednej Európe. V strednej Európe sa môžu suché bez zrážkové obdobia v priemere predĺžiť až o jeden týždeň oproti súčasnému stavu.

### 1.3.1. Teplota vzduchu a zrážky v meste Nitra

Po náraste priemernej teploty v druhej polovici 18. storočia nastal pokles priemerných teplôt, ktorý sa začal obracať k postupnému nárastu od konca 19. storočia. Tento nárast prebieha doteraz, kedy pri krátkom spomalení v polovici 20. storočia sa od osemdesiatych rokov významne zrýchlil, a to až do súčasnosti. S týmto hlavným trendom viacmenej súvisí tiež zmena sezónnych chodov teplôt. Zo zmien priemerných ročných teplôt v posledných 150 rokoch je zrejмый postupný nárast teploty; v období 1861 - 1910 bola priemerná ročná teplota 9,1 °C, v období 1911 - 1960 bola 9,6 °C a v období 1961 - 2010 10,4 °C.

Pre jednoduchú analýzu teploty vzduchu a vývoj zrážok sme použili dáta s meteo staníc Nitra a okolitého vidieku za posledných 5 rokov obr. č. 2. Výber lokalít sa uskutočnil s dôvodu porovnania rozdielov mestskej krajiny s vidieckou krajinou kde je jasný rozdiel v teplotách ako aj priemerných ročných úhrnoch zrážok.



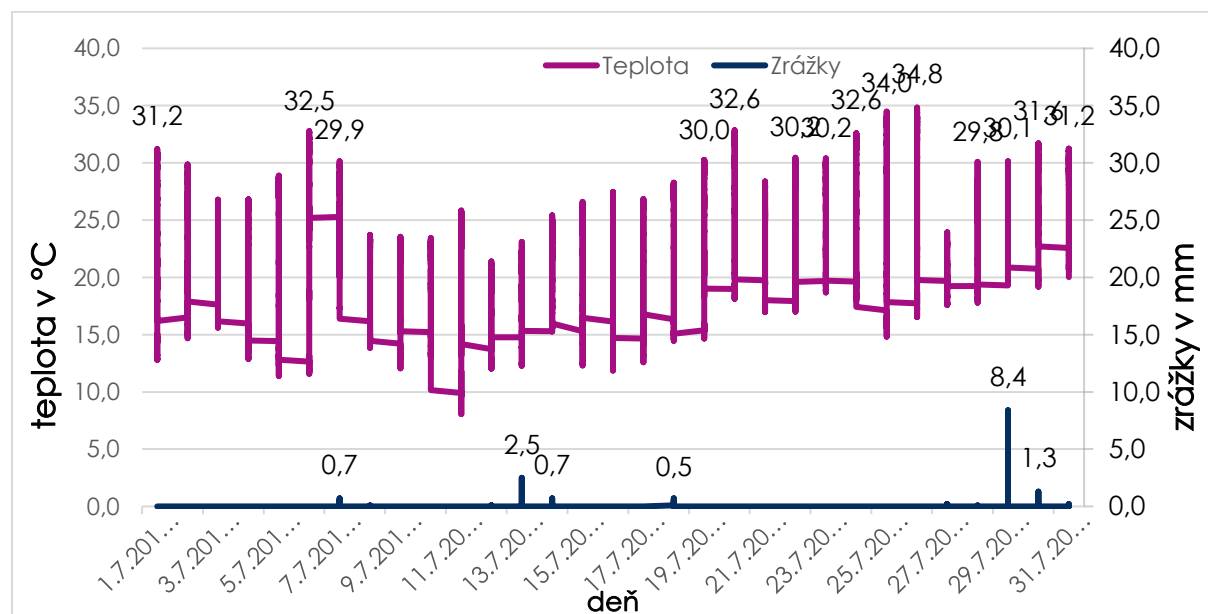
Obr. 2 Porovnanie zrážok a teplôt v meste Nitra a okolitej vidieckej krajine za roky 2015 - 2019

Súčasný vývoj priemerných teplôt za rok 2019 v jednotlivých mesiacoch v porovnaní s priemerom rokov 1951-2000 znázorňuje tab.1. Mesiac august 2019 je uvádzaný, ako nadpriemerne veľmi teplý s porovnaním dlhodobého priemeru rokov 1951-2000.

**Tab. 1 Priemerné mesačné teploty za rok 2019 Nitra v porovnaní s priemerom 1951-2000**

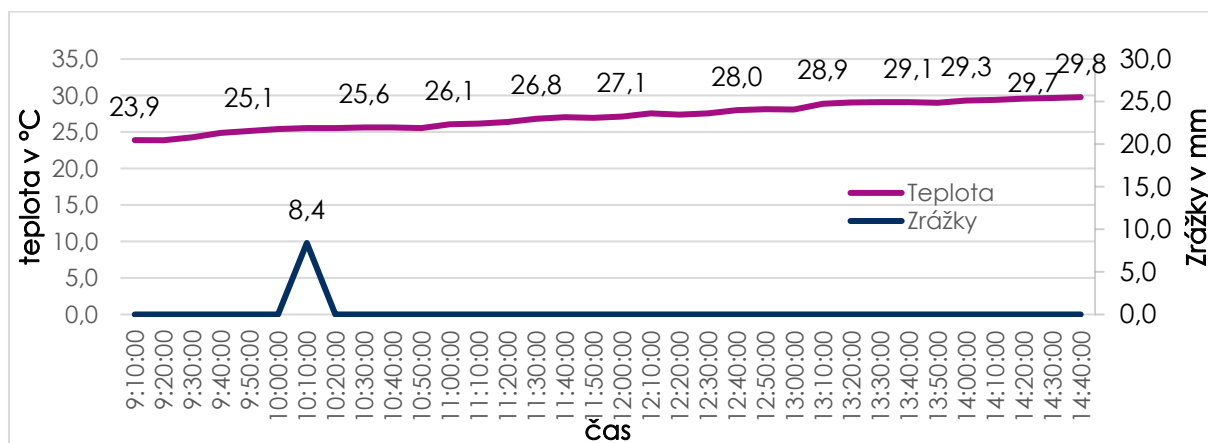
Mesiac	t [°C]	Normál 1951-2000	Dt [°C]	Charakteristika
I.	-2,3	-1,4	-0,9	normálny
II.	3,2	0,5	2,7	teplý
III.	8,1	4,8	3,3	veľmi teplý
IV.	9,4	10,4	-1,0	normálny
V.	9,3	15,2	-5,9	mimoriadne studený
VI.	18,7	18,3	0,4	normálny
VII.	21,9	20,0	1,9	teplý
VIII.	22,3	19,7	2,6	veľmi teplý
IX.	16,2	15,5	0,7	normálny
X.	12,0	10,2	1,8	teplý
XI.	8,4	4,6	3,8	veľmi teplý
XII.	3,3	0,5	2,8	teplý
Rok	10,9	9,9	1,0	

Pre vývoj zrážok s porovnaním teplôt vzduchu sme vybrali letné mesiace júl a august obr.3 a obr.5. V júli 2019 sa vyskytlo na území mesta Nitry 13 tropických dní, a 6 tropických nocí.



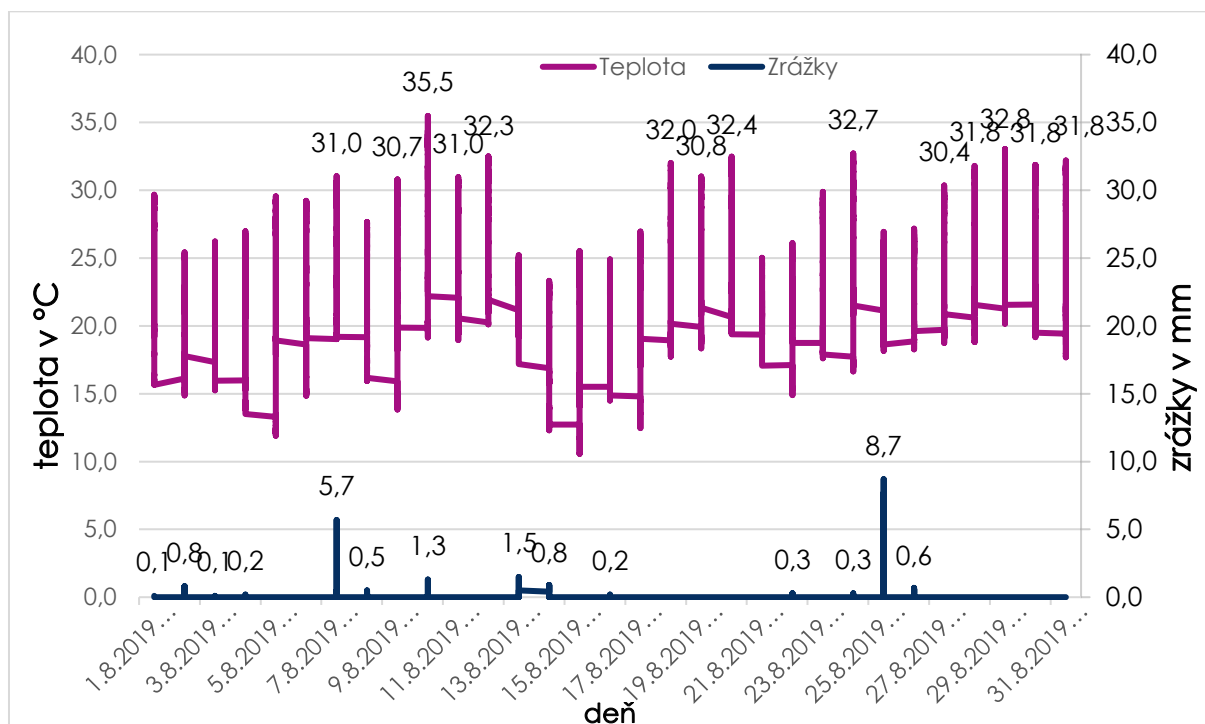
**Obr. 3 Vývoj zrážok v mm za mesiac júl 2019 v porovnaní s teplotami v °C**

Pre spresnenie prívalového dažďa a vývoja teplôt v júli 2019 (obr. 4), kedy vidno že počas trvania 10 minút spadlo na merané územie 8,4 mm zrážok , čo je podľa viacerých dostupných lit. definované, že sa jedná o prívalový dážď. Namerané hodnoty prebiehali v ranných hodinách, kedy teplota vzduchu týmto prívalovým dažďom nebola vôbec ovplyvnená, ako keď by sa jednalo o normálny dážď ktorý by okolité prostredie ochladil.



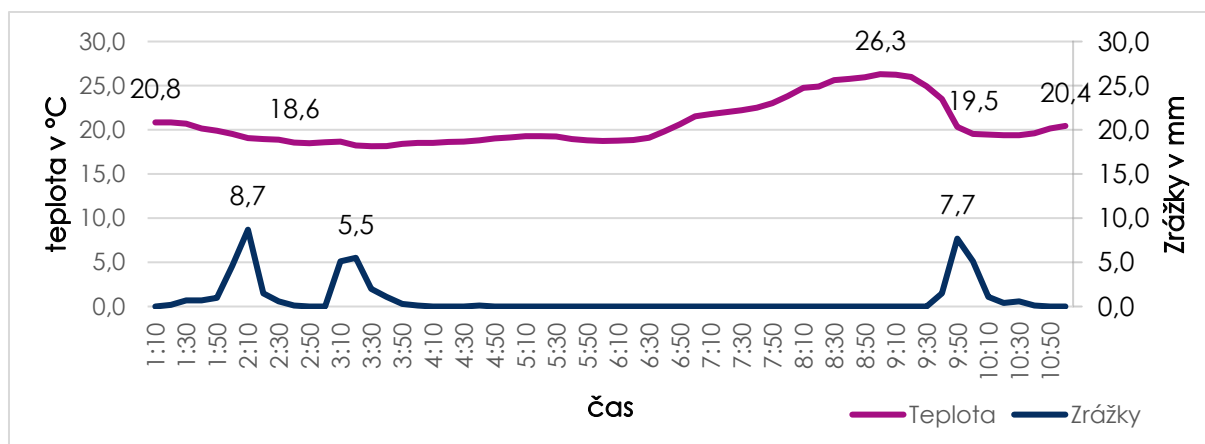
**Obr. 4 Množstvo zrážok v mm v priebehu dňa 29.07.2019 a vývoj teplôt behom dažďa**

V mesiaci august 2019 sa na záujmovom území mesta Nitra vyskytlo 14 tropických dní a 10 tropických nocí s porovnaním mesiaca júl daného roka je tento mesiac teplejší a potvrdzujú to aj hodnoty podľa dlhodobého priemeru 1951-2000. Pritom mesiac august bol bohatší na zrážky ako mesiac júl 2019, kedy sa v mesiaci august vyskytli 3 prívalové zrážky v mesiaci júl sa jednalo o 2 prívalové zrážky.



**Obr. 5** Vývoj zrážok v mm za mesiac august 2019 v porovnaní s teplotami v °C

Porovnanie teploty vzduchu a množstva a dĺžky zrážok nám poukazuje obr. 6, kde sú behom jedného dňa v priebehu 4 hodín tri príválové dažde, čo môže mať za následok miestnych záplav s dôvodu preťaženia kanalizačnej siete a po období sucha slabej infiltrácie povrchu.

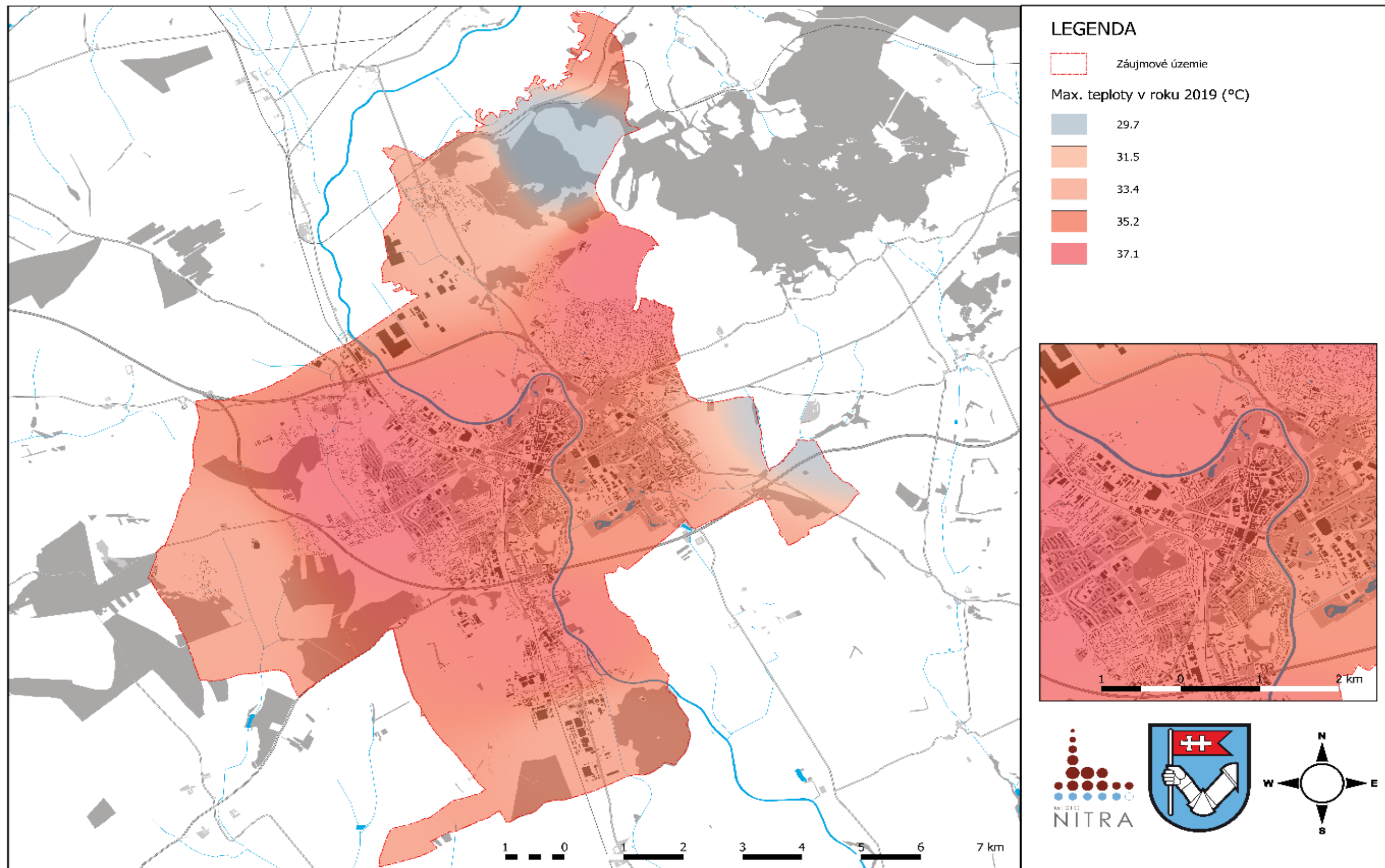


**Obr. 6** Množstvo zrážok v mm v priebehu dňa 25.08.2019 a vývoj teplôt behom dažďa

Maximálna teplota vzduchu v mesiaci august 2019 interpolovaná na mesto Nitra s nameraných hodnôt na stanici Janikovce, Nitra – botanická záhrada areál SPU Nitra, Nitra – mesto, Nitra – Zobor areál SPU Nitra (mapa č.4). Podľa spomínanej mapy 2, ktorá znázorňuje rozdelenie mesta do klimatických regiónov vidno aj na mape 3 rozdiely práve v tých častiach

ktoré spadali do chladnejšieho regiónu. Jasne vidíme v ktorých častiach mesta dochádza k nárastu teplôt s dôvodu malého zastúpenia prírodných prvkov.





Mapa 4 Maximálna teplota vzduchu v °C pre rok 2019

### 1.3.2. *Sucho*

Sucho je často označované ako "zakrádajúci sa jav" a jeho vplyv sa líši od regiónu k regiónu. Sucho je ťažké definovať, a preto mu ľudia zle rozumejú.

To, čo môže byť považované za sucho v oblastiach tropických dažďových lesov (napríklad na Bali šesť dní bez dažďa), nemôže byť považované za sucho v púštnych oblastiach (napr. v Líbyi, kde ročné zrážky dosahujú menej než 180 mm). V najvšeobecnejšom zmysle slova dochádza k suchu pri nedostatku zrážok v dlhšom časovom období (na Slovensku v rozsahu týždňov až mesiacov) a vedie k nedostatku vody pre istú aktivitu, skupinu ľudí alebo životné prostredie. Jeho dopady sú výsledkom vzájomnej súhry prírodného javu (menej zrážok než sa očakávalo) a požiadavky ľudí na dodávku vody. Ľudská činnosť tak môže zhoršiť dopady sucha. Na Slovensku spôsobuje sucho problémy hlavne v poľnohospodárstve, lesníctve a vodnom hospodárstve. Sucho obvykle delíme do štyroch typov, a to podľa dominujúcich prejavov:

Meteorologické – záporná odchýlka zrážok od normálu behom určitého časového obdobia

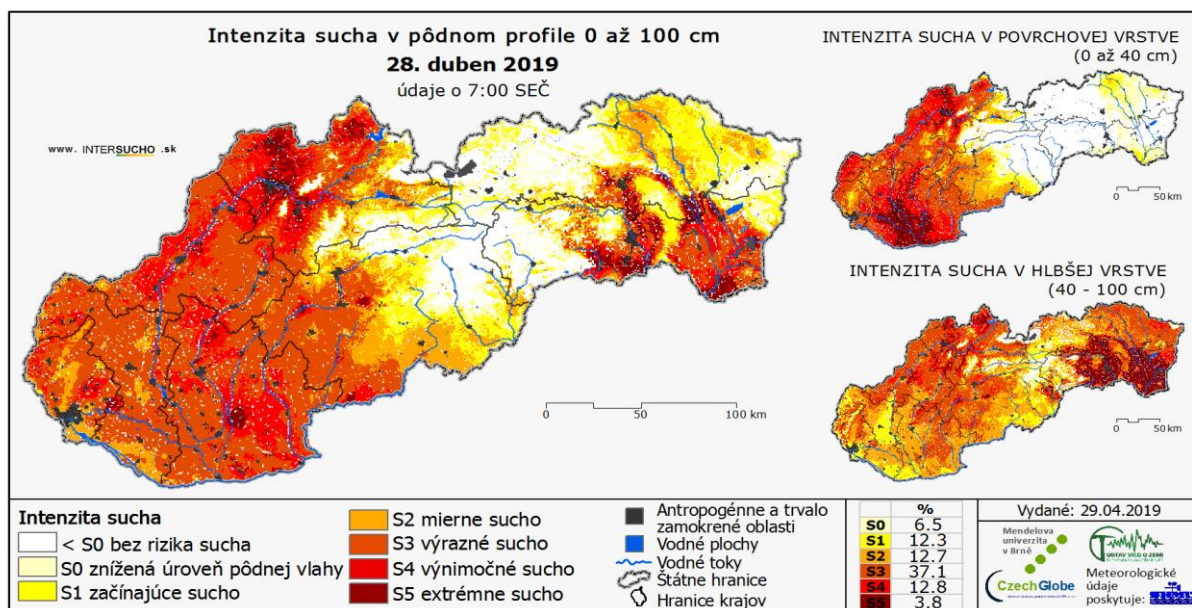
Poľnohospodárske – pôdne sucho, nedostatok vlahy pre plodiny

Hydrologické – významné zníženie hladín vodných tokov

Socioekonomické – dopady sucha na kvalitu života (Wilhite, 2005).

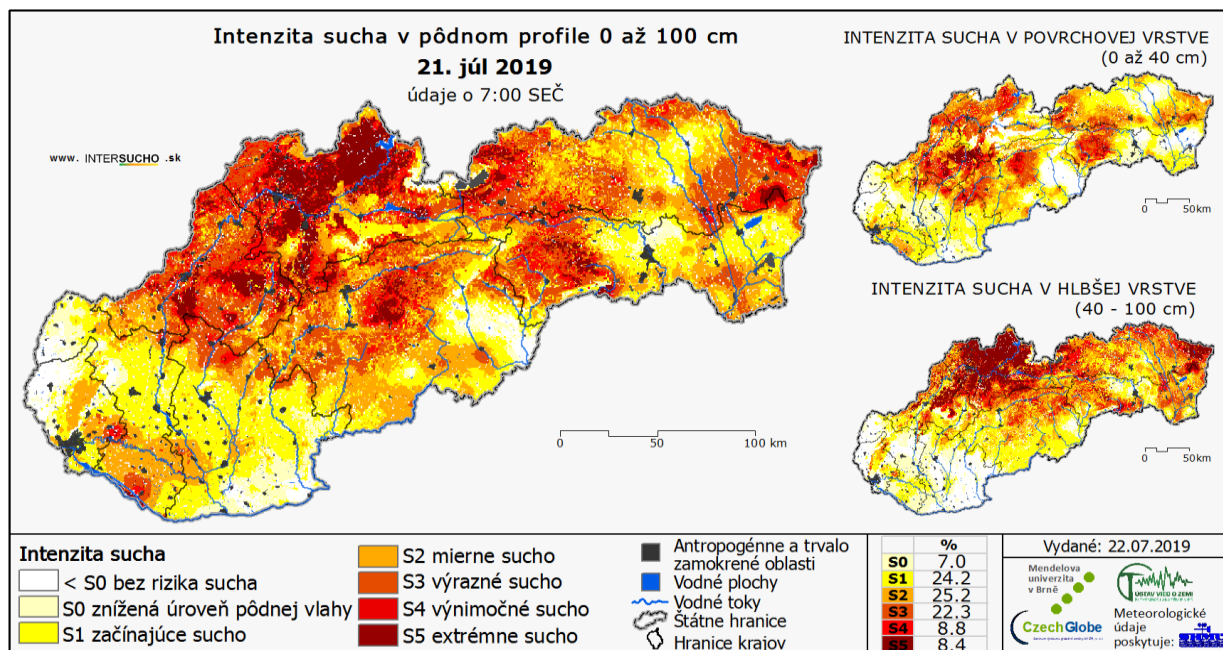
V apríli 2019 nastalo v okrese Nitra výrazné sucho (mapa 5), kedy pôdna vlhkosť dosahovala hodnoty opakujúce sa v priemere jedenkrát za 10-20 rokov. Obsah dostupnej vlahy dosahoval interval 5-10 percentilu. Relatívne nasýtenie pôdy sa pohybovalo okolo 50%.





**Mapa 5 Intenzita sucha 28.04.2019 pre SR zdroj zdroj: [www.intersucho.cz](http://www.intersucho.cz), 2019**

Júl 2019 sa vyznačoval začínajúcim suchom (mapa 6), kedy pôdna vlhkosť dosahovala hodnoty opakujúce sa v priemere jedenkrát za 5-10 rokov. Obsah dostupnej vlhky dosahoval interval 10-20 percentilu. Relatívne nasýtenie pôdy sa pohybovalo okolo 40% kedy nedosahovalo ani hranicu 50% bodu zníženej dostupnosti.



**Mapa 6 Intenzita sucha 28.04.2019 pre SR zdroj: [www.intersucho.cz](http://www.intersucho.cz), 2019**

#### ***1.4 Prognózy vývoja zmeny klímy na území mesta Nitry***

##### Scenáre budúcej klímy

Klimatológovia dokážu v súčasnosti, s určitou mierou neistoty, odhadnúť možný vývoj klimatického systému Zeme - používajú k tomu počítačové modely klímy, ktoré sú založené na preverených fyzikálnych princípoch. Okrem tzv. globálnych modelov sa používajú aj tzv. regionálne modely klímy, ktoré nepočítajú vývoj atmosféry na celej Zemi, ale len v rámci určitej obmedzenej oblasti. Klimatické modely sú veľmi zložité, na globálnej úrovni sa počítajú pre niekoľko miliónov tzv. gridových bodov, preto je potrebné pre ich efektívny chod používať veľmi výkonné počítače. Klimatický systém samozrejme neobsahuje len atmosféru. Tvoria ho aj oceány, biosféra alebo snehový a ľadový povrch, a rovnako aj litosféra. Dobrý klimatický model preto okrem modelu atmosféry musí obsahovať aj model pre oceány, biosféru, kryosféru (sneh a ľad), pričom veľmi dôležité sú najmä fyzikálne väzby medzi jednotlivými modelmi.

Narastajúce koncentrácie skleníkových plynov evidentne spôsobia zmeny v celom klimatickom systéme Zeme. Akým konkrétnym spôsobom, na to aspoň čiastočne dávajú odpoveď práve klimatické modely. Pre každý konkrétny trend budúcich emisií (podľa tzv. emisných scenárov SRES) skleníkových plynov sa pripravuje celý rad scenárov budúceho vývoja klímy. Získavame teda vždy určité rozpätie výsledkov, nie teda len jednu konkrétnu hodnotu. Rast priemernej globálnej teploty vzduchu sa pre scenáre s vysokými emisiami (A1FI) vôbec neprekrýva s výsledkami optimistickejších scenárov (B1). Z toho vyplýva, že vývoj globálnych teplôt, a to najmä v druhej polovici 21. storočia, bude do značnej miery závisieť na hodnotách emisií.

Ak bude aj naďalej pokračovať rast emisií skleníkových plynov, celkom určite nás už do konca 21. storočia čakajú závažné zmeny klimatických podmienok na celej Zemi. V závislosti od toho, koľko fosílného uhlíka do atmosféry vypustíme, môže globálna teplota vzduchu do konca tohto storočia vzrásť o ďalších 1,1 až 6,4 °C, čo znamená, že v porovnaní s predindustriálnym obdobím to bude predstavovať nárast o 2 až 7 °C. Len pre porovnanie, v najchladnejších obdobiach posledných dôb ľadových bol celosvetový priemer teploty vzduchu asi o 4 až 7 °C nižší ako v súčasnosti. Dôsledkom tohto oteplenia môžeme očakávať významné zmeny v celom klimatickom systéme Zeme - niektoré je možné predvídať s väčšou, iné s menšou istotou. Niektoré oblasti Zeme sa stanú vlhšími, naopak iné častejšie

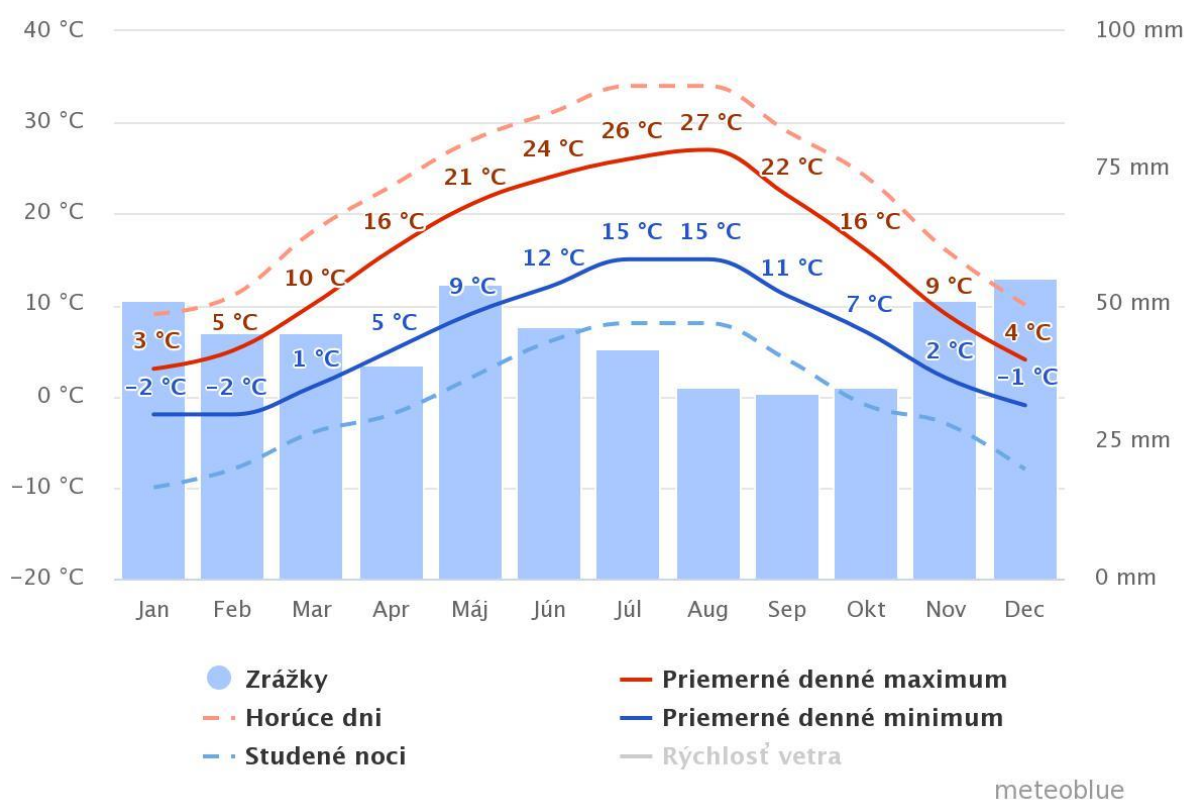
postihne dlhotrvajúce a teda aj intenzívnejšie sucho. Vlny horúčav budú prichádzať častejšie a je potrebné počítať aj s tým, že budú extrémnejšie. Na druhej strane sa zvýši aj riziko výskytu náhlych a regionálnych povodní, a to dokonca aj v oblastiach pravidelnejšie postihovaných suchom. Najmä na severnej pologuli bude pokračovať dramatický ústup snehovej pokrývky v chladnej časti roka. Podobný osud čaká aj morský ľad, ktorý bude výraznejšie ustupovať predovšetkým v lete. Väčšia časť horských ľadovcov do konca storočia zmizne a hladina svetových oceánov pravdepodobne vzrastie aj o viac ako jeden meter. Veľmi radikálne ovplyvní pokračujúce otepľovania život v oceánoch, a to predovšetkým v dôsledku rastúcej kyslosti morskej vody. Ak ľudstvo v najbližších desaťročiach neprehodnotí svoj prístup k získavaniu a využívaniu energie a nedokáže tak výrazne zredukovať emisie skleníkových plynov do zemskej atmosféry, uvedené zmeny budú pokračovať v pravdepodobne ešte rýchlejšom tempe aj v ďalších storočiach.

Zmeny klímy pri určitom zvýšení koncentrácie skleníkových plynov však nebudú rovnaké na všetkých miestach planéty. Všeobecne možno povedať, že oteplenie bude výraznejšie na pevninami ako nad oceánmi. Je to dané predovšetkým väčšou tepelnou kapacitou oceánov, ktoré sú schopné absorbovať väčšie množstvo tepla ako pevniny v rovnakých zemepisných šírkach. Väčšie oteplenie možno očakávať aj vo vyšších zemepisných šírkach a v polárnych oblastiach, naopak v oblasti rovníka nebude otepľovania až tak markantné.

Zosilnenie skleníkového efektu nebude mať však len priamy dopad na zvyšovanie priemernej globálnej teploty vzduchu. Klimatické modely naznačujú aj ďalšie možné dopady. Ide najmä o zmenu v rozložení atmosférických zrážok na Zemi, zmeny v častosti a intenzite extrémnych prejavov počasia a pod. Napríklad jedným z hlavných rizík pre oblasť strednej Európy je predpoklad častejšieho výskytu suchých období, a to najmä v lete a na začiatku jesene. Majú to na svedomí viaceré príčiny. Jednou z nich je výrazný úbytok snehu v zime a jeho skoršie topenie na jar, skorší nástup vegetačného obdobia a tým aj výraznejší výpar na jar (rýchlejšie spotrebovanie pôdnej vlhkosti rastlinami) a nakoniec aj nižšie zrážky a vyššie teploty v lete. Konečným dôsledkom je potom výrazný nedostatok pôdnej vlhkosti v druhej polovici leta a na začiatku jesene. Negatívne dôsledky to bude mať predovšetkým v poľnohospodárstve a vodnom hospodárstve. Ďalším dôsledkom klimatickej zmeny by mohol byť častejší výskyt nebezpečných poveternostných javov, ktoré spôsobujú veľké škody. Ide najmä o víchrice, extrémne vysoké zrážky, povodne, dlhé obdobia bez zrážok - suchá, vlny horúčav, intenzívne búrky a pod.

Rast priemernej globálnej teploty, ktorý je možné v priebehu 21. storočia očakávať v dôsledku zvyšujúcej sa koncentrácie skleníkových plynov v atmosfére, s veľkou mierou pravdepodobnosti presahuje doposiaľ zaznamenané zmeny klímy v priebehu posledného tisícročia. Je pravda, že tento nárast je nižší ako pravidelné výkyvy teploty, ku ktorým dochádzalo v priebehu štvrtohôr, avšak závažná je rýchlosť súčasných zmien.

Podľa Územnej štúdie Slovenska o zmene klímy sa globálne otepľovanie môže prejaviť na našom území rastom priemerov teploty vzduchu do roku 2075 o 2 až 4°C. Takéto klimatické zmeny neboli u nás zaznamenané počas celého holocénu a v praxi znamenajú presun teplotných pomerov Podunajskej nížiny na Liptov. Je vysoko pravdepodobné, že negatívne ovplyvnia vodnú bilanciú, biologické výroby ako sú poľnohospodárstvo, lesné hospodárstvo a rybárstvo, zvýšia ohrozenie biodiverzity a rovnako ohrozenie ľudského zdravia (Lapin et al., 2006).



**Obr. 7 Primerané denné teploty a úhrny zrážok rok 2019 prerušované čiary predpoklad nárastu teplot za 30 rokov**

"Priemerné denné maximum" (plná červená čiara) zobrazuje maximálnu teplotu priemerného dňa v každom mesiaci pre Nitra. A naopak, "priemerné denné minimum" (plná modrá čiara)

zobrazuje priemernú minimálnu teplotu (obr.7). Horúce dni a studené noci (prerušovaná červená a modrá čiara) ukazujú priemer najhorúcejších dní a najstudenších nocí v každom mesiaci za posledných 30 rokov.

### ***1.5 Predpokladané dôsledky zmeny klímy na mesto Nitra***

Predpokladané problémy mesta Nitra:

1. Množstvo zelene v meste: centrum verzus okolia (v centre nedostatok zelene, mimo centra poľa, rezervy - vnútrobloku). Žiaduce je zvýšenie podielu zelene, najmä pomocou zelených striech. Z hľadiska kvality zelene sú veľké rozdiely medzi sídliskovou zeleňou (zlý stav, suché trávniky) a napríklad záhradkáorskými kolóniami, ktoré sú stabilizačným prvkom (do budúcnosti však budú niektoré prevedené na rezidenčné zástavby).
2. Vlny horúčav a tepelný ostrov mesta: problematické najmä centrum mesta, niektoré sídliskové časti Klokočiny a Chrenovej. Do budúcnosti sa očakáva rastúca významnosť tohto problému.
3. Prívalové zrážky, nedostatočné vsakovania zrážkovej vody (odtokové podmienky v meste): nutné opatrenia na spomalenie odtoku, zadržanie zrážkovej vody (napr. využitím priepustných povrchov v meste) a jej efektívne využívanie.
4. Pokles hladiny podzemnej vody: považované za veľmi významný problém do budúcnosti
5. Povodne: kopcovitý reliéf, povodne predstavujú relatívne nevýznamný problém.
6. Ďalšie identifikované súčasné a potenciálne budúce problémy mesta Nitra:
  - (a) nárast zraniteľnej populácie,
  - (b) vplyv zmeny klímy na zdravie obyvateľov,
  - (c) mimoriadny nárast populácie v dôsledku migrácie spôsobenej zmenou klímy,
  - (d) nerovnomerné rozloženie zrážok,
  - (e) kvalita ovzdušia, prízemný ozón, prachové častice v ovzduší,
  - (f) nízke prietoky v riekach,
  - (g) podzemné vody (ochrana) - nedostatok.

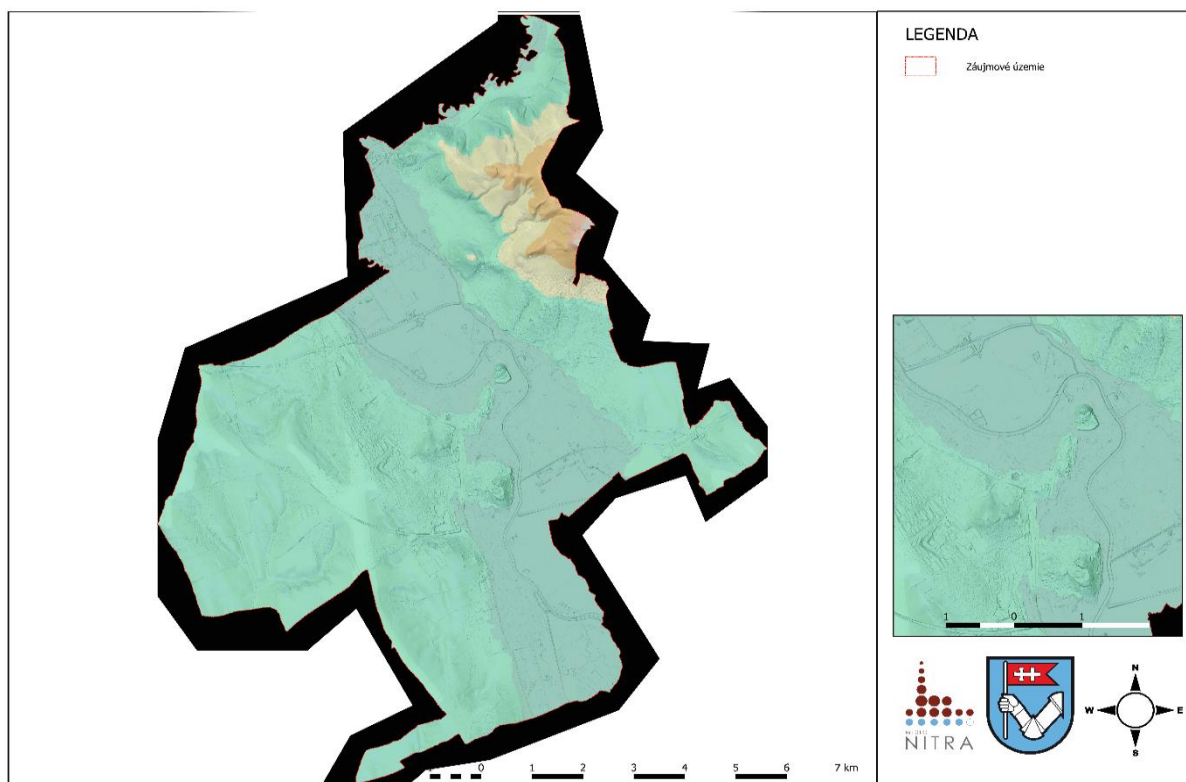


## 2 *Adaptačné opatrenia v oblasti využívania dažďovej vody*

### 2.1 *Posúdenie nebezpečenstva prívalových dažďov*

Počasie v lete prináša zvýšené riziko výskytu extrémnych poveternostných javov, horúčavy striedajú silné búrky, sprevádzané intenzívnym dažďom, víchricami, bleskami niekedy a s krúpami, dokonca tornádami. Nie sú to však len letné búrky, ktorých lokálne, ale o to intenzívnejšie zrážky. Vyskytujú sa aj poveternostné situácie cyklónálneho charakteru, kedy v priebehu pár dní spadne na väčšom území niekoľkonásobne viac vody na meter štvorcový ako za normálnych okolností za celý mesiac. Takáto situácia môže viesť k rozvodneniu miestnych riek, a teda k vzniku lokálnych povodní. Vzniknuté regionálne povodne, spolu s lokálnymi prívalovými a búrkovými lejakmi, predstavujú najväčší prírodný negatívny úkaz spojený s extrémnosťou letných zrážok. Prebiehajúca klimatická zmena bude v budúcnosti zosilňovať extrémnosť letných zrážok. Konvektívne zrážky – predstavujú dažď, ktorý dokáže ničiť, sú spojené s rozvojom intenzívnych konvektívnych búrok, s ktorými sa v letnom období stretávame často aj na našom území a poznáme ich pod názvom „bleskové povodne“. Takmer všetka vodná para, ktorá vstupuje do výstupného prúdu konvektívnej búrky, skondenzuje, avšak iba časť z tohto množstva dopadá na zemský povrch, čím je definovaná tzv. zrážková účinnosť. Zrážková účinnosť izolovaných búrok býva väčšinou len okolo 20 %. Treba si však uvedomiť, že niektoré typy búrok, ako napríklad supercely (supercelárne búrky), dokážu vyvolať silné prívalové zrážky aj pri nízkej zrážkovej účinnosti. Konvektívne búrky sú lokálnym, ale pritom značným zdrojom dažďovej vody.

Výsledný efekt na zemskom povrchu je ovplyvnený členitosťou povrchu a schopnosťou vody odtekať. Vysoké nebezpečenstvo hrozí hlavne sídlam v údolí. Nitra je z tohto hľadiska bezpečná a to hlavne kvôli dostatočnej členitosti povrchu, prítomnosť rieky Nitra s prítokmi a prevýšením na hornom a dolnom toku vyše 16 m. Mapa č. 7 reliéfu znázorňuje postavenie mesta k okolitému prostrediu. Pre vypracovanie mapy reliéfu bolo potrebné spracovať mapu digitálneho modelu reliéfu príloha 1.



*Mapa 7 Mapa reliéfu*

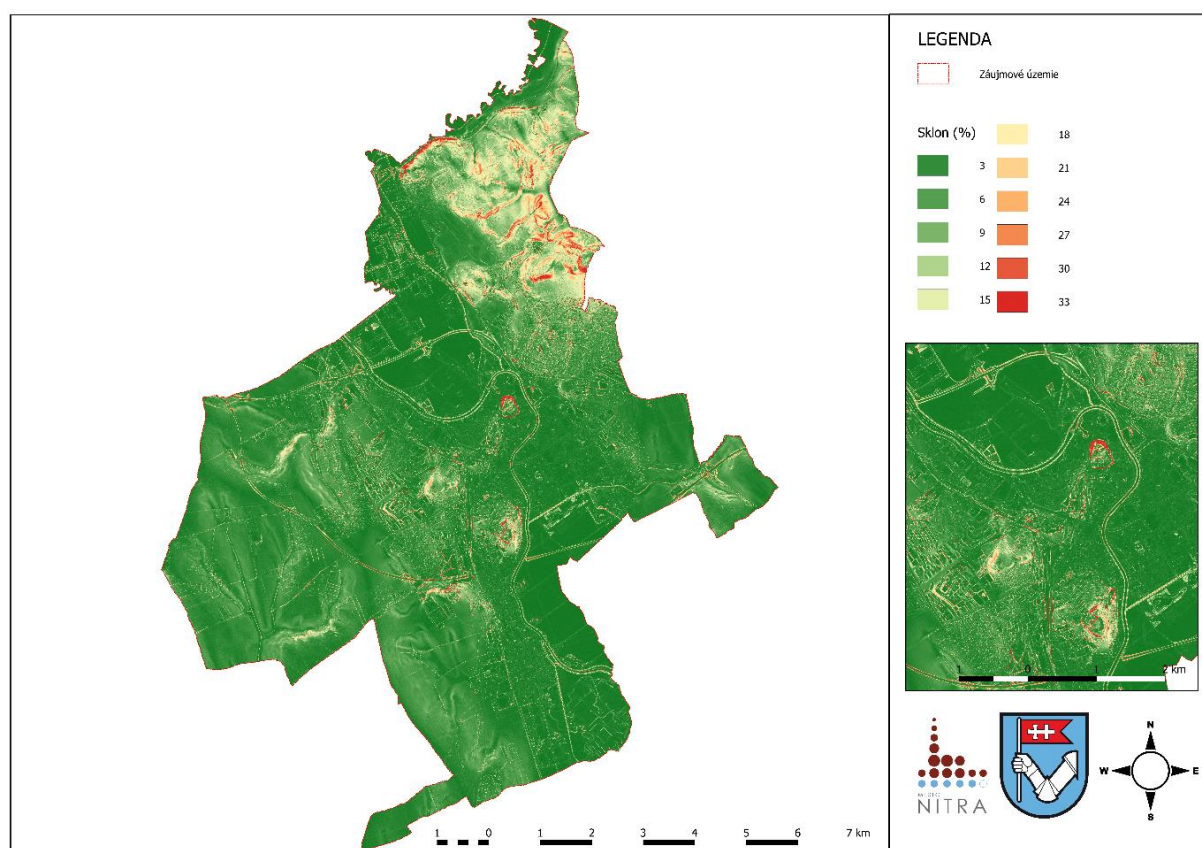
Všeobecne platí, že najvyššie úhrny zrážok sa vyskytujú tam, kde je najvyššia intenzita, a súčasne najdlhšie trvanie zrážok. Intenzita dažďa, najčastejšie vyjadrená množstvom spadnutej zrážkovej vody (napr. v mm) za určitý čas (napr. za 15 minút), závisí najmä od dynamiky procesov tvorby zrážkových častíc, ako aj rýchlosti výstupných pohybov vzduchu v búrkovom oblaku. Lokalitu môže zasiahnuť celá sériu za sebou postupujúcich búrok. Celkový úhrn zrážok môže dosiahnuť hodnoty vysoko nad 100 mm (100 litrov na m<sup>2</sup>) za 24 hodín. Potom už závisí najmä od času, v priebehu ktorého takto veľké zrážky na konkrétnom mieste spadli. Čím je tento časový úsek kratší, tým sú následky prívalových zrážok závažnejšie, nakoľko voda nestíha odtekať, rastie tak pravdepodobnosť vzniku prívalových povodní. Pre vznik regionálne rozsiahlejších povodní majú veľký význam najmä poveternostné situácie spojené s vývojom a postupom „letných“ cyklón. Tie sa nad strednou Európou vytvárajú v dôsledku prieniku studeného vzduchu vo vyšších vrstvách atmosféry. Štruktúra týchto rozsiahlych, špirálovito zatočených oblačných systémov je veľmi zložitá. Nebezpečný potenciál majú tlakové nízke v priestore strednej Európy v lete preto, že pri dostatočne vysokej teplote vzduchu býva obsah vodnej pary v atmosfére niekoľkonásobne vyšší ako v zime, a pri

kondenzačných procesoch sa uvoľňuje „skryté“ skupenské teplo, ktoré energetický potenciál tlakovej níže ešte viac podporuje.

Kritériá na definovanie dažďa, lejaka alebo prívalového dažďa sú rozličné. V Nemecku G. Hellmann rozdelil krátkodobé zrážky na lejaky, silné lejaky a prívalové dažde. Kritériom je intenzita v mm za minútu v závislosti od trvania dažďa tab. č. 2.

**Tab. 2 Klasifikácia dažďa na základe intenzity (mm/minúta)**

trvanie v minútach	1 - 5	6 - 15	16 - 30	31 - 45	46 - 60	61 - 120	121 - 180	180
lejak	0,50	0,30	0,20	0,20	0,20	0,10	0,10	0,09
silný lejak	1,00	0,80	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,10
prívalový dážď	2,00	1,60	1,20	1,00	0,80	0,60	0,45	0,30



**Mapa 8 Mapa sklonu záujmového územia mesta Nitra**

Kvalifikované riešenie problematiky dažďovej vody je v súčasnosti ústrednou úlohou každého stavebného zámeru. Aktuálny vývoj (uzatváranie povrchov prírodných plôch, nebezpečenstvo záplav, poruchy hydrologickej bilancie, citelné klimatické zmeny) poukazuje



na dôležitosť tejto témy. A práve systém hospodárenia s dažďovou vodou prináša pestré možnosti riešenia stále náročnejších požiadaviek kladených na moderné odvodňovacie systémy. Každý jednotlivец si má byť vedomý svojej spoluzodpovednosti a má prejavíť ochotu zúčastniť sa na tomto procese, aby sme uchránili a zachovali zásoby vody aj pre ďalšie generácie.

**Tab. 3 Prehľad výhod a nevýhod zasakovacích metód**

Typ zasakovania	prednosti	nedostatky
Plošné	veľmi dobré čistiace schopnosti pri prerastenej ploche, malé kvalitatívne nároky na zasakovanú vodu dobré možnosti údržby – jednoduchá kontrola nízke technické nároky, nízke náklady	vysoké nároky na plochu malá retenčná schopnosť
Náhradné polia (prielohy)	dobré retenčné schopnosti, dobré podmienky na údržbu, nízke technické nároky, dobrá integrácia do zelených plôch, možnosť rozmanitého vysadenia	možnosť zneužitia, napr. pri zaplnení, odpadkami alebo záhradným odpadom, v obytných oblastiach s malou plochou, nárok na plochu – 10 % až 20 % požadovanej plochy,
Kombinácia ryha a náhradné polia	relatívne malé nároky na plochu, dobré retenčné a transportné schopnosti	žiadne možnosti údržby rýh
Ryhové a rúrové	nízke nároky na plochu, dobré retenčné schopnosti, málo obmedzená možnosť využitia povrchu (zastavania ľahkými stavbami, garáže, ...), rýchle rozdelenie bodových vtokov (rúrové)	žiadne možnosti údržby, veľmi malá alebo žiadna čistiaca schopnosť, voda nesmie obsahovať žiadne plávajúce substancie
Šachtové	malé nároky na plochu, žiadne, popr. veľmi nízke obmedzenie využívania pozemku, použitie tiež u nepriepustných vrstiev blízkych terénu, dobré možnosti kontroly	žiadne čistiace schopnosti, obmedzené možnosti údržby, zasakovaná voda nesmie obsahovať žiadne plávajúce substancie, pri upchaní je sanácia veľmi nákladná,
Zasakovacie nádrže	relatívne malý nárok na plochu, dobré retenčné schopnosti, možnosť	vyžaduje sa pravidelná údržba, riziko zarastania a zanášania

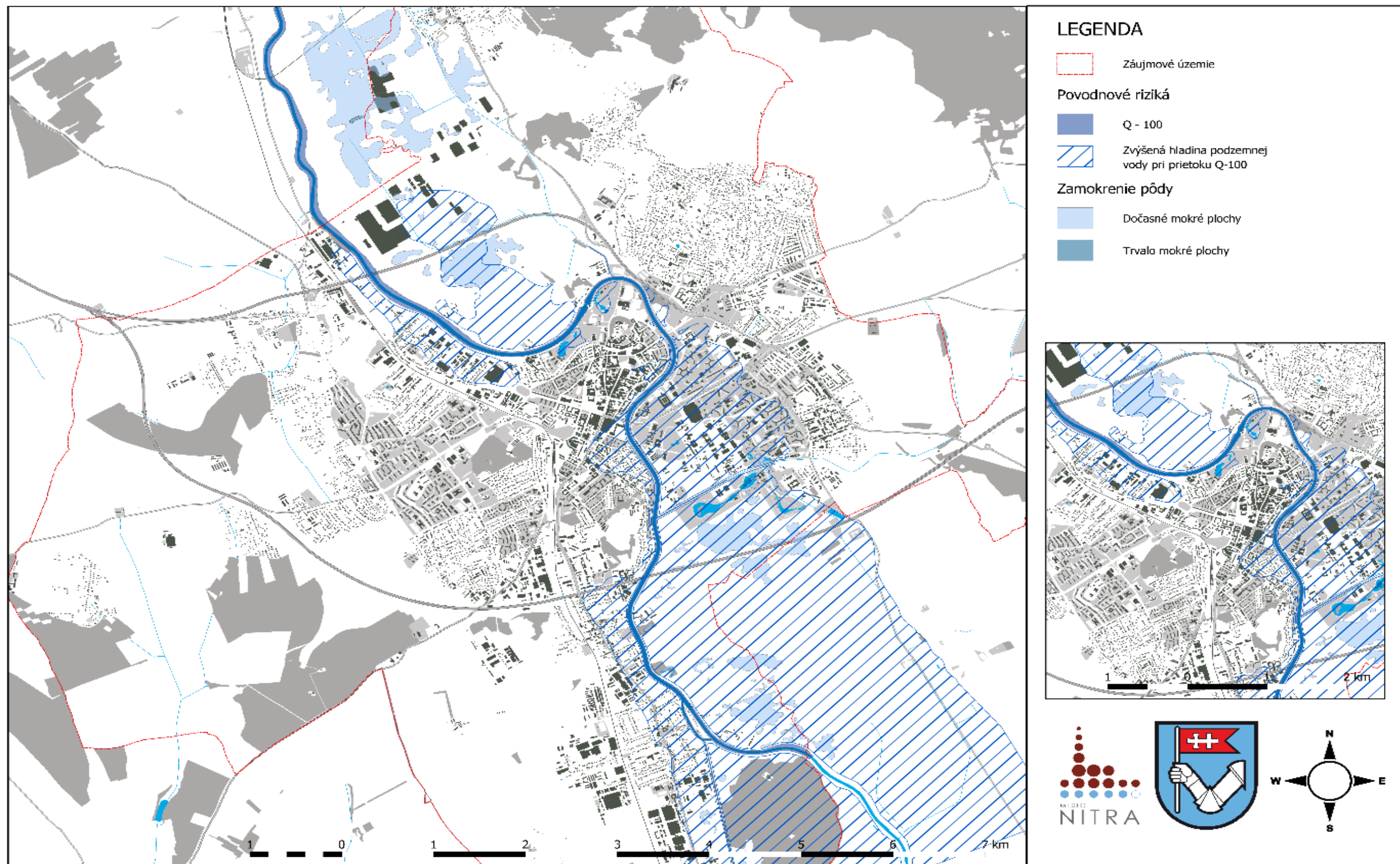
	zaradenia ako biotopu, dobré možnosti údržby	
--	--	--

Pre jednoduchšie učenie členitosti územia bola dopracovaná mapa sklonu č. 8 záujmového územia Nitra. Pri mape sklonu bolo potrebné vytvoriť ako medzi krok mapu aspektu územia mesta Nitra príloha 2.

## ***2.2 Posúdenie nebezpečenstva záplav v urbanizovanom prostredí mesta Nitry***

Nebezpečenstvo záplav a miesta zamokrenia (zvýšená hladina podzemnej vody môže spôsobiť prerážanie vody do pivničných priestorov a pod.) v urbanizovanom prostredí sme znázornili na mape 9 pomocou programu QGIS, kde boli použité údaje s databázy Copernicus a hydrologických máp, príloha 3 hydrologické rajóny .

Copernicus je program Európskej únie, založený na monitorovaní Zeme a životného prostredia. Cieľom toho pozorovania je využitie týchto údajov tak, aby to malo pozitívny prínos pre všetkých občanov Európy. Jeho výstupom sú informačné služby založené na družicových pozorovaniach Zeme a pozemnom zbere priestorových údajov.



Mapa 9 Povodňové riziká a zamokrené plochy



### ***2.3 Identifikácia najvhodnejších lokalít na zadržiavanie dažďovej vody na teréne z pohľadu reliéfu a funkčného využívania plôch***

Stále pribúdajú spevnené plochy, pri ktorých je potrebné vyriešiť otázku efektívneho odvedenia dažďových vôd. V minulosti dažďové vody prirodzene vsakovali a dopĺňali tak prirodzenou cestou deficit podzemných vôd. V súčasnej dobe je prevažná časť dažďovej vody, ktorá odtečie zo spevnených plôch, odvádzaná cez kanalizačné zberače do riek. Táto voda sa už späť do podzemných vôd na našom území nevráti (Hlavínek a kol., 2007).

V 90. rokoch bolo v štúdiách publikované, že na každý 1 °C oteplenia bude potrebné v ročnom úhrne dodať do systému (na zemský povrch) 100 až 150 mm viac vody, aby nevznikol zrážkový a nakoniec aj vlhový deficit, v konečnom dôsledku pôdne sucho (tých 150 mm platí pre naše najteplejšie oblasti). Keďže takýto nárast zrážok sa nepredpokladá, musí sa chýbajúca voda vybalansovať závlahou, resp. zmenou skladby pestovaných drevín smerom k suchovzdorným druhom, zavedenie mulčovania a zabránenie jej odtoku z územia.

Aby bolo možné zrážkovú vodu zachovať v území (a zabrániť jej odtoku, resp. odkanalizovaniu) je dôležité poznať trasy odtoku, kritické miesta a množstvá odtekajúcej vody. Medzi ďalšie analytické dokumenty by mali preto patriť zrážkovo-odtokové modely riešeného územia, nakoľko tieto efektívne napomôžu pri návrhoch prvkov udržateľného hospodárenia so zrážkovými vodami za pomoci zelenej infraštruktúry.

Modelovanie odtokových trás a hydrodynamiky prúdenia vody pri extrémnych dažďoch je dôležitou súčasťou analýz a výskumov, ktoré majú predchádzať voľbe vhodných opatrení. Postupy na zisťovanie trás odtoku vody a simuláciu dynamiky odtoku umožňujú získať výsledky potrebné pre posúdenie a vyhodnotenie efektívnosti a účelnosti adaptačných opatrení.



*Obr. 8 Znáznornenie odtokových trás na záujmovom území mesta Nitra v časti sídliska Chrenová*



*Obr. 9 Znáznornenie odtokových trás na záujmovom území mesta Nitra v časti sídliska Klokočina 1*



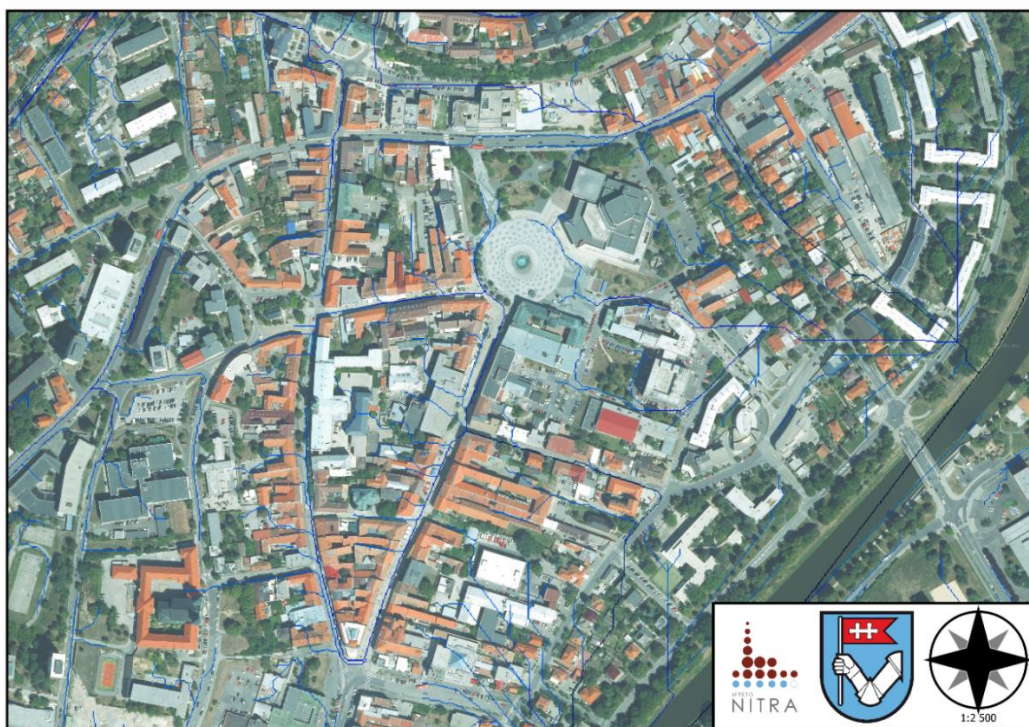


*Obr. 10 Znáozornenie odtokových trás na záujmovom území mesta Nitra v časti sídliska Klokočina 2  
časť*



*Obr. 11 Znáozornenie odtokových trás na záujmovom území mesta Nitra v časti sídliska Klokočina 3  
časť*



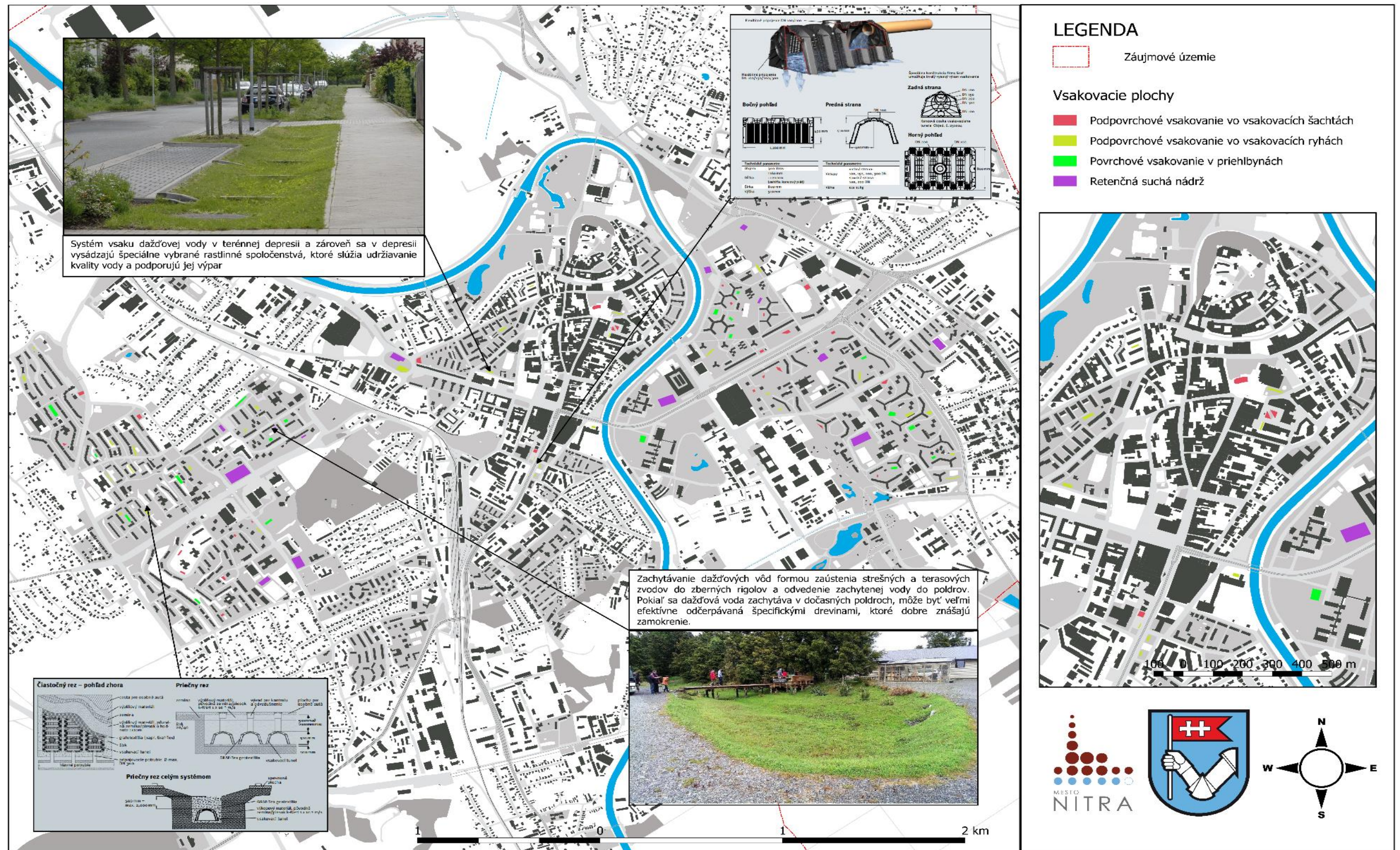


***Obr. 12 Znážornenie odtokových trás na záujmovom území mesta Nitra v časti centra mesta***

Odtokové trasy mesta Nitra boli spracované v prostredí QGIS. Pre lepšiu identifikáciu boli vybrané lokality mesta pre podrobnú identifikáciu. Odtokové trasy na záujmovom území mesta Nitra v časti sídliska Chrenová obrázok 8. Odtokové trasy pre záujmovú lokalitu sídlisko Klokočina bolo rozdelené na 3 časti s dôvodu rozlohy a členitosti terénu (obr. 9,10,11). Časť centra mesta bola spracovaná samostatne pre potrebnú analýzu odtokových trás (obr. 12).

Najvhodnejšie lokality pre aplikáciu zariadení pre zadržiavanie dažďovej vody mapa 10 Vykresľuje lokality ktoré sú najvhodnejšia s pohľadu povrchového odtoku, sklonu terénu a daného reliéfu.





Mapa 10 Najvhodnejšie lokality pre aplikáciu zariadení pre zadržiavanie dažďovej vody



## 2.4 Spôsoby hospodárenia s dažďovou vodou na teréne vrátane vzorových príkladov, rezov a konštrukčných riešení

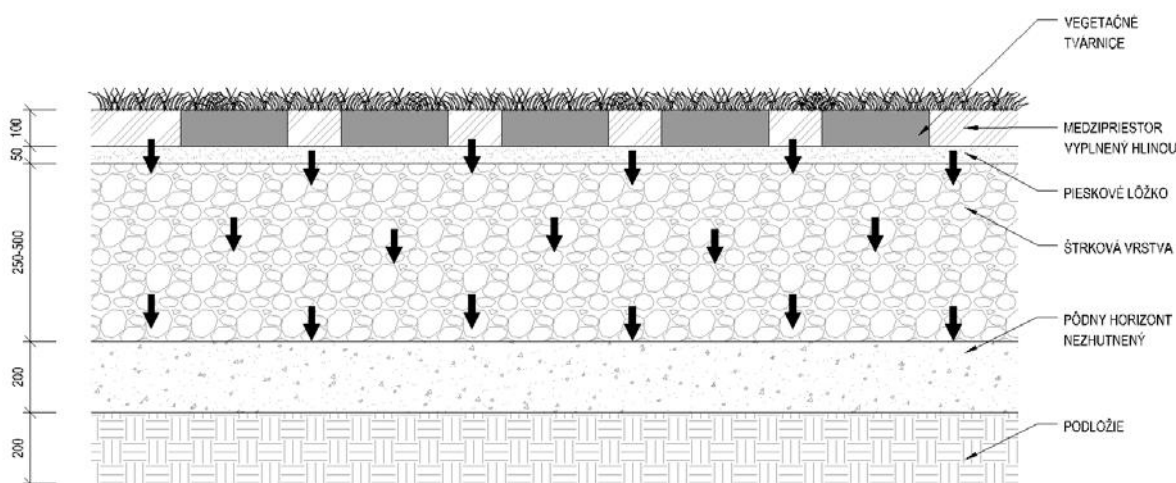
Pri návrhu a realizácii vsakovacích zariadení a zariadení pre zadržiavanie dažďových vôd je potrebné dodržať zásady pre voľbu filtračných materiálov tak, aby boli zaistené požadované hydraulické charakteristiky. Taktiež návrh zloženia vegetačného porastu je treba zosúladiť s možnosťami podpory infiltračnej schopnosti zariadenia, s predpokladaným znečistením, prevádzkovými potrebami, životnosťou rastlín v súvislosti so zmenami stupňa nasýtenia filtračného prostredia a ich vhodnosťou na príslušné geomorfologické a klimatické charakteristiky predmetnej lokality.

Povrchové vsakovacie zariadenia navrhujeme tak, aby boli ľahko udržiavateľné a musia umožňovať únik živočíchov. Povrchové vsakovacie zariadenia sa delia na niekoľko typov:

- objekty plošného vsakovania,
- vsakovacie priehlbne, poldre
- dažďové záhradky,
- retenčné vsakovacie dažďové nádrže,
- umelé mokrade

### Objekty plošného vsakovania

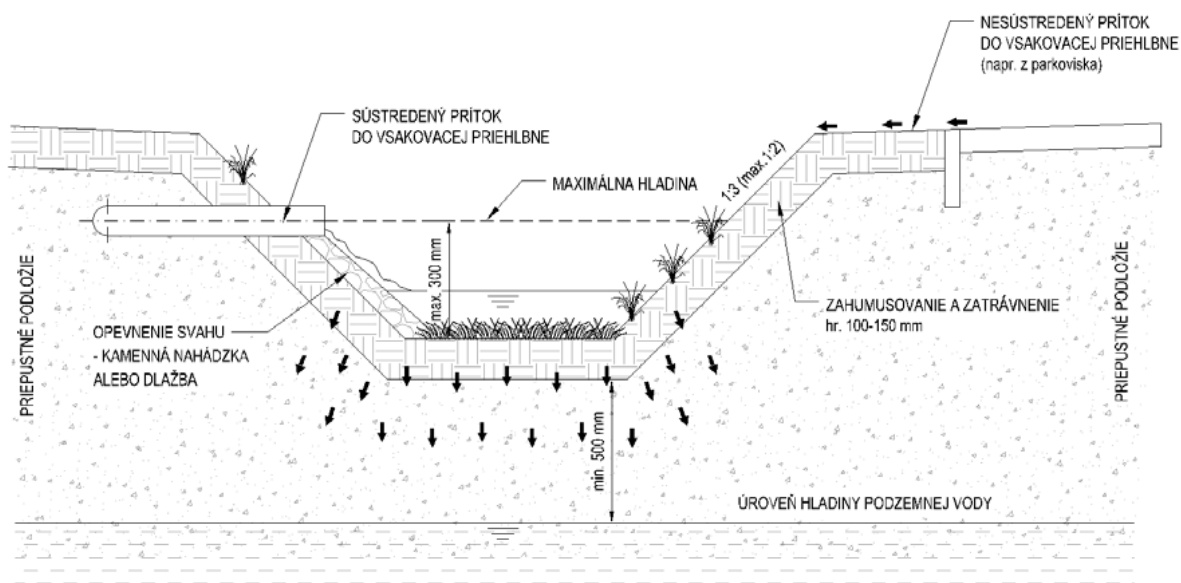
Tento druh vsakovania možno použiť pri veľkých plochách, kde nie je predpoklad na krátkodobú retenciu zrážkových vôd. Plošné vsakovacie objekty (obr. 13) sa navrhujú ako plochy so zatravnenou plochou alebo pri parkoviskách s vegetačnými tvárniciami.



Obr. 13 Príklad riešenia plošného vsakovacieho zariadenia

### ***Vsakovacie priehlbne***

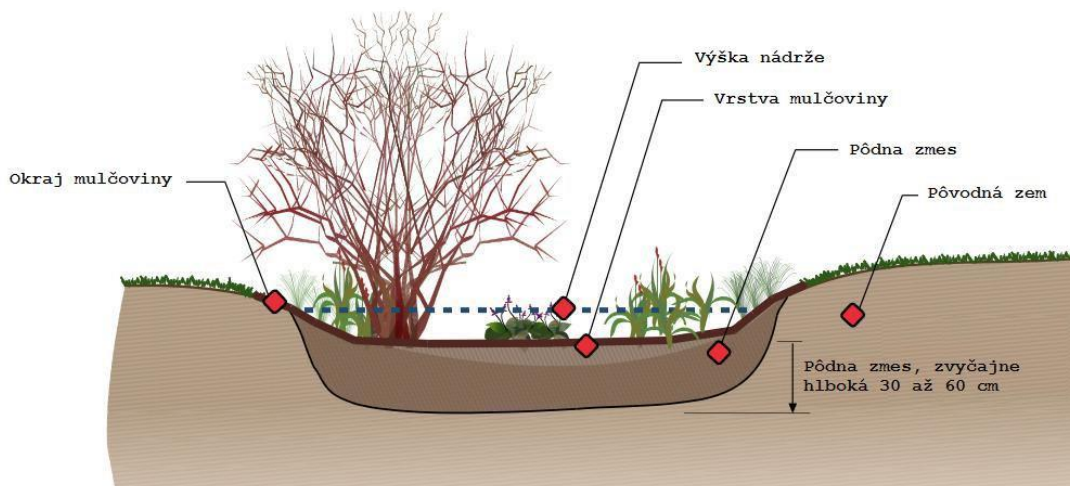
Vsakovacie priehlbne sú umelo vytvorené plytké zníženie v teréne so zatrávnením povrchom, určené na vsakovanie s krátkodobou retenciou dažďových vôd (obr. 14). Tieto zariadenia sa navrhujú pri priestorových obmedzeniach, kde nie sú na pozemku dostatočne veľké plochy na plošné vsakovanie.



***Obr. 14 Príklad riešenia vsakovacej priehlbne***

### ***Daždové záhrady***

Existuje niekoľko možností privádzania dažďovej vody zo strechy a spevnených plôch do dažďovej záhrady. Môžete jednoducho odpojiť dažďové odkvapové rúry od dažďovej kanalizácie a presmerovať vodu do dažďovej záhrady (obr. 15, 16) povrchom vyspádovanou priekopou. Alternatívne môžete osadiť podzemnú PVC rúru pod povrchom s privedením dažďovej vody zo strechy do dažďovej záhrady. Na ochranu pred silným prúdom vody a erózie z potrubia do dažďovej záhrady je vhodné osadiť vyústenie potrubia geotextíliou a kameňmi. Daždová záhrada môže byť kombinovaná pred vstupom ešte osadením suda, do ktorého priteká dažďová voda zo strechy.



*Obr. 15 Príklad riešenia dažďovej záhrady*



*Obr. 16 Ukážky dažďovej záhrady*

zdroj: [www.aces.edu](http://www.aces.edu), 2019

Podzemné vsakovacie zariadenia delíme na:

- vsakovacie ryhy,
- vsakovacie priekopy,
- vsakovacie šachty,
- potrubné vsakovanie,
- zariadenia pre využívanie dažďovej vody.

### ***Zberné (akumulačné) nádrže***

Je zariadenie, do ktorého sa sústreďuje zachytávaná voda a jej veľkosť závisí od potreby zrážkových vôd na bežnú prevádzku objektu. Preto pri určení veľkosti nádrže je nutné si

stanoviť, na čo všetko chceme vodu využívať. Nádrž je vybavená otvorom na prítok vody a otvorom na odtok – bezpečnostný prepád. Vzhľadom na umiestnenie nádrže ich rozdeľujeme na podzemné a nadzemné. Pri rozhodovaní kam bude nádrž umiestnená treba brať do úvahy samotnú veľkosť nádrže, veľkosť pozemku prípadne dispozičné riešenie najnižšieho podlažia objektu v prípade umiestnenia nádrže vo vnútri budovy. V dnešnej dobe sa nádrže najčastejšie vyrábajú v plastovom alebo betónovom prevedení pričom každý materiál má svoje výhody aj nevýhody.

#### Betónová nádrž

Môžu byť buď monolitické alebo prefabrikované. U prefabrikovaných, ktoré nie sú tvorené z jedného dielu dochádza časom ku zhoršeniu tesnosti v mieste spojov. Betónové nádrže sú odolné voči veľkým tlakom, preto v prípadoch, keď je nutné umiestnenie napríklad pod cestu je možné použiť práve betónovú nádrž. Z pravidla sa vyrábajú o väčších objemoch ako plastové.

#### Plastové nádrže

Vyrábajú sa z polyetylénu. Majú malú hmotnosť, čo umožňuje jednoduché osadenie do výkopu bez použitia zdvíhacích mechanizmov. Nádrže majú z výroby pripravené všetky potrebné otvory. Na objednávku je možné vyrobiť pojazdné nádrže – nádrže odolné voči vyšším tlakom. V prípade veľkých objemov je možné napájanie viacerých nádrží k sebe.

Nádrže môžu byť bezšvové alebo zvárané, tvar valcový alebo pravouhlý, samonosné, alebo určené k obetónovaniu. Osadzujú sa na zhutnené štrkové lôžko alebo na betónovú dosku.

Podľa umiestnenia sú nádrže podzemné, nadzemné prípadne umiestnené vo vnútri budovy.

#### Podzemná nádrž

Umiestnenie nádrže mimo objekt pod úroveň terénu je najvýhodnejšie riešenie. Nedochádza tak ku ohrievaniu vody vplyvom slnečného žiarenia, čo by mala za dôsledok zhoršenie kvality vody. Voda uskladnená pod zemou si zachováva stálu teplotu a po dlhšiu dobu dobrú kvalitu.

Veľkou výhodou je, že nie sú priestorové požiadavky na veľkosť objektu. Nutné je len zabezpečiť potrebnú plochu pozemku na umiestnenie nádrže.

Nadzemná nádrž Umiestňuje sa v tesnej blízkosti objektu v ktorom bude voda využívaná. Výhodou pri tomto type nádrže je jej ľahká obsluha, dostupnosť, monitorovanie a údržba.

Nevýhodou sú priestorové nároky dané najmä požadovanou veľkosťou, resp. objemom nádrže.

Nádrž umiestnená vo vnútri objektu

Pri takto umiestnenej nádrži sa zvyšujú nároky na priestory objektu. Umiestnenia aj údržba samotnej nádrže je podstatne jednoduchšie ako u podzemne uloženej nádrže vzhľadom na jednoduchý prístup, avšak pri takomto umiestnení hrozí zaplavenie objektu načo je potrebné myslieť pri návrhu zabezpečenia proti preplaveniu. Veľkosť nádrže je teda limitovaná priestorovými možnosťami. V nádrži nedochádza k ohrievaniu vody vplyvom slnečného žiarenia.

### ***Technika zabezpečujúca chod systému využívajúceho zrážkovú vodu***

Čerpadlá

Sú podstatnou súčasťou celého systému, ktoré zabezpečujú prúdenie vody s dostatočným tlakom po celom objekte. Najčastejšie používané čerpadlá na zrážkovú vodu sú odstredivé čerpadlá ovládané pomocou tlakovej jednotky, ktorá spúšťa chod čerpadla počas odberu vody a vyrovnáva kolísanie tlakov. Používané typy čerpadiel podľa umiestnenia sú samonasávacie alebo ponorné čerpadlá.

- Samonasávacie čerpadlá – sa umiestňujú nezávisle od nádrže. Vzďialenosť je limitovaná schopnosťou čerpadla nasávať vodu. Na čerpadlo je napojená spätná klapka a sacie vedenie so sacím košom, na ktorom je umiestnený guľový plavák zabezpečujúci, že sa bude odoberať čistá voda neobsahujúca sedimentujúce častice na dne nádrže, alebo znečistenie plávajúce na povrchu.

Pri realizácii je nutné zabezpečiť:

- čerpadlo bude chránené pred chladom,
- ochranu pred chodom na sucho,
- obmedzenie hlučnosti pomocou flexibilného hadicového spoju medzi čerpadlom a potrubím,
- stúpanie nasávacieho potrubia z nádrže ku čerpadlu,
- aby bol koniec nasávacieho potrubia trvalo pod hladinou vody.
- Ponorné čerpadlá – sú umiestnené priamo v akumulačnej nádrži, zavesené zhruba 15 cm nad dnom nádrže, aby nedochádzalo k nasávaniu znečistenej vody. V prípade, že



je čerpadlo opatrené sacím vedením s guľovým plavákom je možné postaviť čerpadlo na dno nádrže. Nutno do nádrže umiestniť spínač. Ktorý vypne čerpadlo v prípade nedostatku vody.

Výhody ponorného čerpadla sú:

- nie je potrebné počítat' s miestom umiestnenia,
- čerpadla tlmenie hlučnosti čerpadla vodou v zásobníku.

Benefity využívania zberných nádrží:

- znížená spotreba vody z verejných vodovodov, ochrana vzácnych vodných zdrojov v krajine,
- dažďová voda je mäkká, preto je vhodnejšia na pranie a šetrnejšia voči domácej sanite a zariadeniam,
- dažďová voda je z hľadiska svojho chemického zloženia vhodnejšia na polievanie rastlín,
- zadržiavanie vody v prostredí podporuje malý vodný cyklus a ochladzuje okolie,
- úspory na platbách za vodné, stočné a na poplatku za zrážkovú vodu v desiatkach eur ročne,
- pri precíznom spracovaní sa dá využiť dokonca aj ako pitná voda, čo by si ale vyžadovalo rádovo vyššie výdavky.

Kombinované vsakovacie zariadenia - tieto zariadenia môžu byť kombináciou spomenutých vsakovacích zariadení. Ako príklad možno uviesť kombináciu vsakovacej priehlbne a vsakovacej ryhy, prípadne možno využiť dažďové nádrže s kombinovanou retenčnou a detenčnou funkciou.

Aspekty ovplyvňujúce technické riešenie vsakovania sú:

- priestorové možnosti, ktoré sú rozhodujúce pre veľkosť vsakovacej plochy a retenčného objemu vsakovacieho zariadenia;
- pomer pripojenej redukované odvodňovanej plochy a vsakovacej plochy vsakovacieho zariadenia Ared / Avsak, ktorý je smerodajný pre hydraulické zaťaženie vsakovacieho zariadenia a jeho čistiaci účinok; čím nižšia je hydraulické zaťaženie zariadenie, tým vyššia je jeho čistiaci účinok;



- priestorové možnosti, ktoré ovplyvňujú, či je možné realizovať povrchové vsakovacie zariadenie alebo či je nutné použiť podzemné vsakovacie zariadenie;
- sklon terénu, kedy v sklonitom teréne (viac ako 5%) je povrchové vsakovanie (najmä plošné) často nevhodné alebo nemožné.

***Prípustnosť vypúšťať anej dažďovej vody.***

V závislosti od typu plochy sú zrážkovej vody z hľadiska znečistenia klasifikované v STN 75 9010 ako zrážkovej povrchovej vody pre vsakovanie prípustné, podmiennečne prípustné a vody z potenciálne výraznejšie znečistených plôch, tj. Zrážkovej vody potenciálne vysoko znečistené.

Pre vody prípustné je možné použiť povrchová a podzemné vsakovacie zariadenia.

Vody podmiennečne prípustné smie byť vsakovanie povrchovo cez zatrávnenú humusovú vrstvu alebo v podzemných vsakovacích zariadeniach po predčistenia.

Vsakovanie vôd potenciálne vysoko znečistených predstavuje významné environmentálne riziko. Ak majú byť tieto vody vo výnimočných prípadoch vsakovania, je nutné zachytiť celý ich objem, príslušným spôsobom ho predčistiť, a pred vypustením do vsakovacieho zariadenia preukázať ich vyhovujúce akosť vzorkovaním. K ich vsakovaniu je nutný súhlas vodoprávneho úradu.

Pri strechách s neošetrenými kovovými časťami sa za drobnú hranicu znečistenia pre vsakovanie považuje plocha povrchu neošetrených kovových častí 50 m<sup>2</sup>, napojená na jedno vsakovacie zariadenie. Plochou povrchu sa rozumie plocha, ktorá prichádza do kontaktu so zrážkovou vodou.

Prípustnosť vsakovania zrážkových vôd odtekajúcej z plôch u skladísk, manipulačných plôch a účelových komunikácií poľnohospodárskych areálov je nutné posudzovať individuálne s ohľadom na ich znečistenie a možnosti prečistenia.

Pri možnosti akumulácie znečistení v pôde v dôsledku vsakovania je nutné pôdu vsakovacích zariadení považovať za súčasť vsakovacieho zariadenia; nesmie sa na nej pestovať plodiny určené na konzumáciu. Vsakovanie v miestach so starou ekologickou záťažou je zakázané.

Pri návrhu je nutné dodržať tieto priestorové zásady:

- 5 m od obytných budov, ktoré nie sú vodotesne izolované,

- 2 m od obytných budov, ktoré sú vodotesne izolované,
- 3 m od lokálnych vegetačných miest (stromy, kroviny atď.),
- 2 m od hranice pozemku, verejnej komunikácie a pod.,
- 1,5 m od plynovodov a vodovodov,
- 0,8 m od elektrického vedenia,
- 0,5 m od telekomunikačného vedenia,
- 0,5 m odstup od hladiny podzemnej vody,
- (spodná plocha = dno vsakovacích systémov).



Obr. 17 Vzorový príklad riešenia suchej nádrže a umelej mokrade

### ***Odporúčania pre návrh vsakovacieho zariadenia***

Každé vsakovacie zariadenie musí byť vybavené bezpečnostným prepacom – vyvedeným buď na plochu, alebo do verejnej kanalizácie. V tomto prípade musí byť vybavené aj spätnou klapkou, kvôli zamedzeniu vyplavenia spätným vzdutím v kanalizácii.

Odstup vsakovacieho zariadenia od budov je v prípade nepodpivničených budov minimálne 1,5 – násobok hĺbky základov, v prípade podpivničených je minimálne 3,5 – násobok hĺbky základov. Bližšia vzdialenosť je možná po posudku geológa, resp. po vykonaní dodatočných izolačných opatrení na objekte.

V prípade svahovitého terénu treba vsakovacie zariadenie prednostne umiestňovať na pozemku v mieste s nižšou nadmorskou výškou. Všímať si treba aj geologickú štruktúru a vrstevnatosť podložia, resp. prúdenia podzemných vôd.

Vsakovacie zariadenie musí byť vždy umiestnené nad maximálnou hladinou podzemnej vody – odporúčaná vzdialenosť od nej je 0,5 m.

Minimálny odstup od stromov odpovedá očakávanej šírke koruny.

Nad vsakovacím zariadením by mal byť zriadený priestor pre zachytenie prebytku 100 - ročného dažďa. Zásyp medzi povrchom a vsakovacím zariadením by mal byť uskutočnený vode priepustným materiálom. Dno akumulačného priestoru musí byť vodorovné, s hĺbkou do 30 cm so zošíkmenými okrajmi.

Hĺbka uloženia vsakovacieho zariadenia závisí od spádov prírodných potrubí, preto sa nesmie umiestňovať veľmi ďaleko od odvodňovaných plôch.

Hĺbka uloženia závisí od hĺbky vsakovania – mocnosť priepustných vrstiev a druhu povrchového zaťaženia.

V prípade zaťaženia vozidlami sa odporúča nad vsakovacím zariadením zrealizovať betónovú roznášaciu platňu.

### **Bezpečnostný prepac**

Prepac je určený na odvádzanie dažďových vôd pri prekročení retenčnej kapacity vsakovacieho zariadenia. Voda z bezpečnostného prepacu môže byť odvádzaná do kanalizácie (iba v prípade dostatočnej kapacity stoky a súhlasom správcu), vodného toku (so súhlasom správcu/vodohospodárskeho orgánu) alebo iného recipientu. Ďalšou možnosťou



odvedenia vôd z bezpečnostného prepadu môže byť na povrch terénu (najlepšie do terénnej zníženiiny). Pri tomto spôsobe je potrebné preveriť a preukázať, že voda nespôsobí škody na majetku a jej hladina bude spĺňať požiadavky s ohľadom na cestnú komunikáciu.

Prepadové potrubie musí byť zaistené proti spätnému vzdutiu, aby za žiadnych okolností nemohlo dôjsť k plneniu vsakovacieho zariadenia vodou z kanalizácie alebo vodného toku.

### ***2.5 Zadržiavanie dažďovej vody z komunikácií , vzorové príklady, konštrukčné riešenia***

Pre zadržiavanie dažďovej vody sú vhodné viaczožkové vsakovacie prvky. Kombinácia vsakovania v priebehu s potrubným alebo ryhovým vsakovaním je ideálna pre odvádzanie dažďovej vody s ciest (obr. 18, 19).

Pri malej priepustnosti podložia nemôže byť nízka priepustnosť kompenzovaná dočasnou akumuláciou zrážkového odtoku, takže je prvok nutné opatriť odtokom. Pri kombinácii prielohov a ryhy sa akumulácia ryhy prázdni z časti nie príliš intenzívnym vsakovaním, z časti škrtovým odtokom, smerovaným buď do potrubného systému, alebo do priekopy. Spravidla je ku každej vsakovacej ryhe priradená šachta, kde je možné škrtenie regulovať. Systému prieloh/ryha sú ako vsakovacie zariadenia nákladné. Ale i tak prinášajú dobré výsledky v kombinácii s čistením a retenciou.



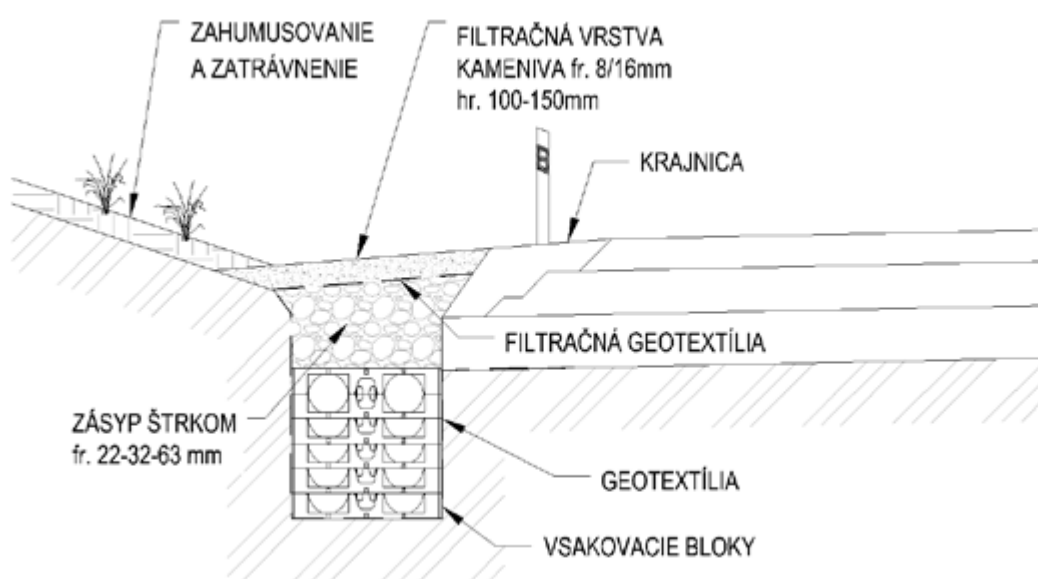
***Obr. 18 Zadržiavanie dažďovej vody s komunikácie***



*Obr. 19 Odvádzanie a zadržiavanie vody s komunikácie*

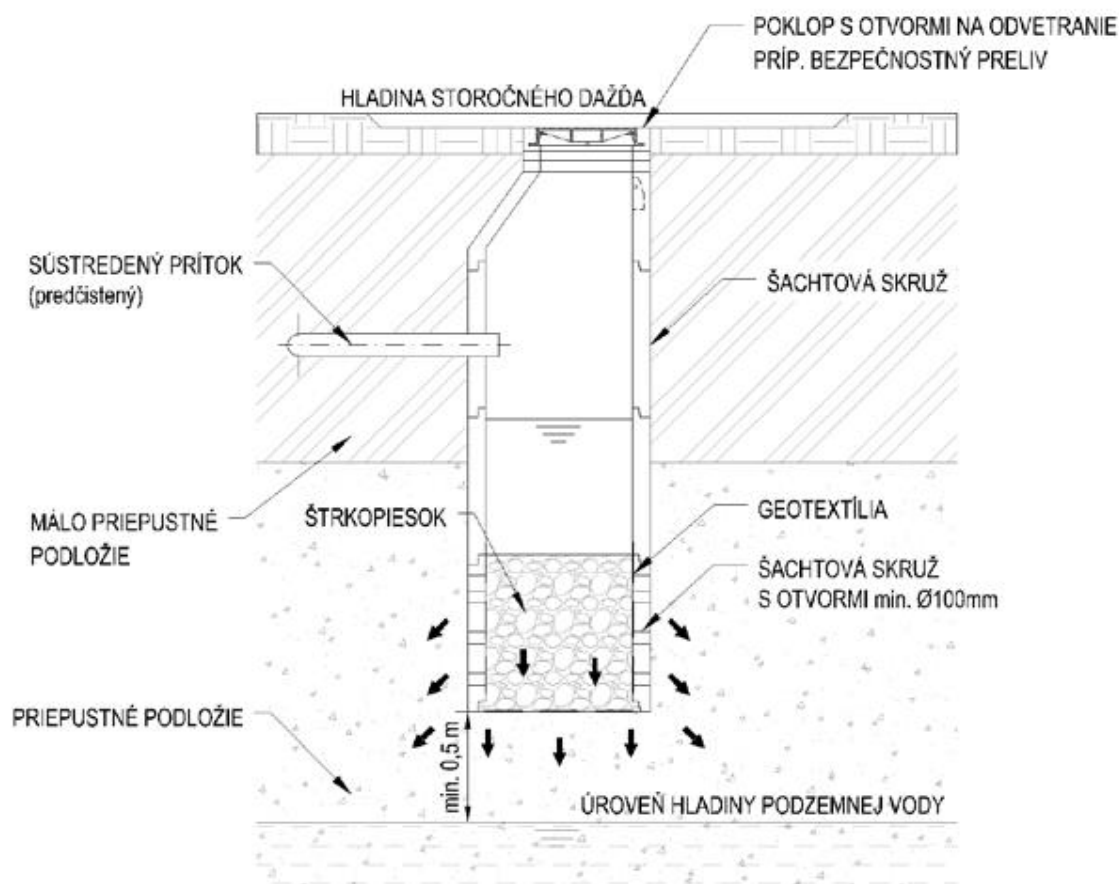
### ***Vsakovacie priekopy***

Vsakovacie priekopy (obrázok 20) sú kombináciou cestnej priekopy a vsakovacej ryhy. Slúžia na odvádzanie vôd z komunikácie do vsaku a voda, ktorá na mieste nevsiakne je priekopou odvedená aj s využitím jej retenčného priestoru do recipientu. Tieto zariadenia slúžia na odvodnenie povrchových vrstiev pozemných komunikácií, ale aj na odvodnenie z konštrukčných vrstiev telesa komunikácie.



*Obr. 20 Príklad riešenia vsakovacej priekopy s použitím plastových blokov*





*Obr. 21 Príklad riešenia vsakovacej šachty*

### ***Vsakovacie šachty***

Vsakovacie šachty sú podzemné decentralizované vsakovacie zariadenia, ktoré slúžia k bodovému vsakovaniu a sú zhotovené zo skruží betónových alebo plastových revízných šacht (obrázok 21). Pred zaústením vôd je potrebné predradiť prvok na predčistenie dažďových vôd, napr. v podobe lapača splavenín.

## ***2.6 Zadržiavanie dažďovej vody z parkovísk vrátane vzorových príkladov, rezov a konštrukčných riešení***

### **Plošné vsakovanie**

Pod pojmom plošné vsakovanie (obr. 22) sa rozumie vsakovanie cez priepustný, spevnený alebo prerastený povrch, pri ktorom nedochádza k zadržaniu dažďovej vody. Pri plošnom vsakovaní musí byť zabezpečené, aby vsakovacia schopnosť pôdy bola väčšia ako očakávaný

dažďový odtok, čo vedie k pomerne vysokým požiadavkám na zasakovaciu plochu. Odvodnenie zemnej pláne drenážou za je žiadúce, ak schopnosť pôdneho podkladu nie je schopná dostatočne prijímať vodu.

Prednosťou plošného vsakovania je to, že v krycej vrstve prerastenej vegetáciou a s vysokým obsahom humusu dochádza k čisteniu presakujúcej dažďovej vody. V tejto vrstve dochádza nielen k zachytávaniu, ale tiež k odbúraniu niektorých znečisťujúcich látok.

Plošné vsakovanie je možné realizovať cez tieto povrchy :

- Trávnaté plochy,
- Zatrávnené štrkové plochy,
- Zatrávňovacie tvárnice,
- Priepustné dláždenie,
- Priepustný asfalt (betón)



*Obr. 22 Možnosti plošného vsakovania : a) priepustná dlažba, b) štrkové plochy, c) zatrávňovacie tvárnice, d) trávnaté plochy*

Pri použití plošného vsakovania sú vhodné predovšetkým cesty v parkoch, športové areály, námestia (obr. 23), plochy dvorov, cesty k obytným domom.

## Návrh

Prítoky je potrebné rozdeliť čo najpravidelnejšie po ploche. Rozhodujúcim parametrom sú stupeň vsakovania a vsakovacia plocha.

Vsakovacia plocha pri nespevnenej ploche –  $A_s$  [m<sup>2</sup>] :

$$A_s = \frac{A_{red}}{\frac{10^7 \cdot K_f}{2 \cdot i_{Tin}} - 1}$$

Kde	$A_{red}$	príslušná spevnená plocha
	$i_{Tin}$	návrhová intenzita dažďa [ $l \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$ ]
	$k_f$	koeficient priepustnosti nasýtenej zóny [ $m \cdot s^{-1}$ ]

Ak sa vsakovacie plochy zároveň používajú ako prevádzkové plochy (parkoviská), počíta sa s redukciou  $k_f$  na základe dodatočného zanesenia pôdy. Pre tento prípad sa využívajú špecifické hodnoty koeficientu vsakovania.

Vsakovanie na čiastočne spevnených plochách –  $A_s$  [ $m^2$ ] :

$$A_s = \frac{A_{red}}{\frac{10^7 \cdot K_f \cdot (1 - \psi_s)}{2 \cdot i_{Tin}} - 1}$$

Kde :  $\psi_s$  súčiniteľ odtoku vsakovacej plochy [-]

Príklad vsakovania na nespenej ploche

Dané :  $A_{red} = 2000 m^2$ ,  $k_f = 10^{-4} m \cdot s^{-1}$ ,  $i_{15;0,2} = 159 l \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$

A) Vsakovacia plocha sa nevyužíva ako prevádzková plocha :

$$A_s = \frac{A_{red}}{\frac{10^7 \cdot K_f}{2 \cdot i_{Tin}} - 1} = \frac{2000}{\frac{10^7 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 159} - 1} = 933 m^2$$

b) Vsakovacia plocha sa využíva ako parkovisko, počíta sa so značným zanesením pôdy, ktoré so sebou prináša zníženie koeficientu  $k_f$  o 25 %.

$$k_f = 10^{-4} \cdot 0,75 = 7,5 \cdot 10^{-5} m \cdot s^{-1}$$

$$A_s = \frac{A_{red}}{\frac{10^7 \cdot K_f}{2 \cdot i_{Tin}} - 1} = \frac{2000}{\frac{10^7 \cdot 7,5 \cdot 10^{-5}}{2 \cdot 159} - 1}$$

Príklad vsakovania na čiastočnej spevnenej ploche

Vsakovacia plocha má byť obložená betónovými tvárnicami s podielom dier 40 %.

Dierovanie týchto tvárnic sa vyplní štrkopieskom ( $k_f = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$ ).

Vsakovacia plocha  $A_s \text{ [m}^2\text{]}$  v úrovni tvárnic :

$$A_s = \frac{A_{red}}{\frac{10^7 \cdot K_f}{2 \cdot i_{Tin}} - 1} = \frac{2000}{\frac{10^7 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot (1 - 0,6)}{2 \cdot 159} - 1} = 378 \text{ m}^2$$

Vsakovacia plocha  $A_s \text{ [m}^2\text{]}$  pod úrovňou tvárnic :

$$A_s = \frac{A_{red}}{\frac{10^7 \cdot K_f}{2 \cdot i_{Tin}} - 1} = \frac{2000}{\frac{10^7 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 159} - 1} = 933 \text{ m}^2 > 378 \text{ m}^2$$

Rozhodujúca vsakovacia rovina tu leží pod čiastočne spevneným povrchom, takže je potrebná plocha  $A_s$  s veľkosťou  $933 \text{ m}^2$ .





*Obr. 23 Plošné vsakovanie na námestí*

Porézny betón (asfalt)

Porézny betón je s materiálu ktorý, dokáže prepustiť až 200l vody na meter štvorcový za minútu a pritom ponúka dostatočnú pevnosť pre stavbu komunikácií (obr. 24).



*Obr. 24 porézny betón (asfalt)*

Spevnené povrchy v mestách sú často vyspádované do jednotnej kanalizácie. Pri príválových dažďoch môže voda kanalizáciu preplniť a poškodiť okolité stavby a infraštruktúru. Ak sa voda cez spevnené povrchy nezasakuje, môže dochádzať k poklesu hladiny podzemnej vody.

Preto boli pre mesto Nitra určené vhodné lokality na zadržiavanie dažďovej vody mapa 11. Určenie prebehlo pomocou spracovania máp odtokových trás. Pre spracovanie máp odtokových trás bolo potrebné vypracovať mapu akumulácie povrchového odtoku príloha 4.

Tabuľka 4 udáva zoznam lokalít s GPS súradnicami, identifikácia pomocou Súradnicového systému S-JTSK a zoznam opatrení vhodných pre danú lokalitu.

**Tab. 4 Zoznam lokalít s priradením vhodných opatrení**

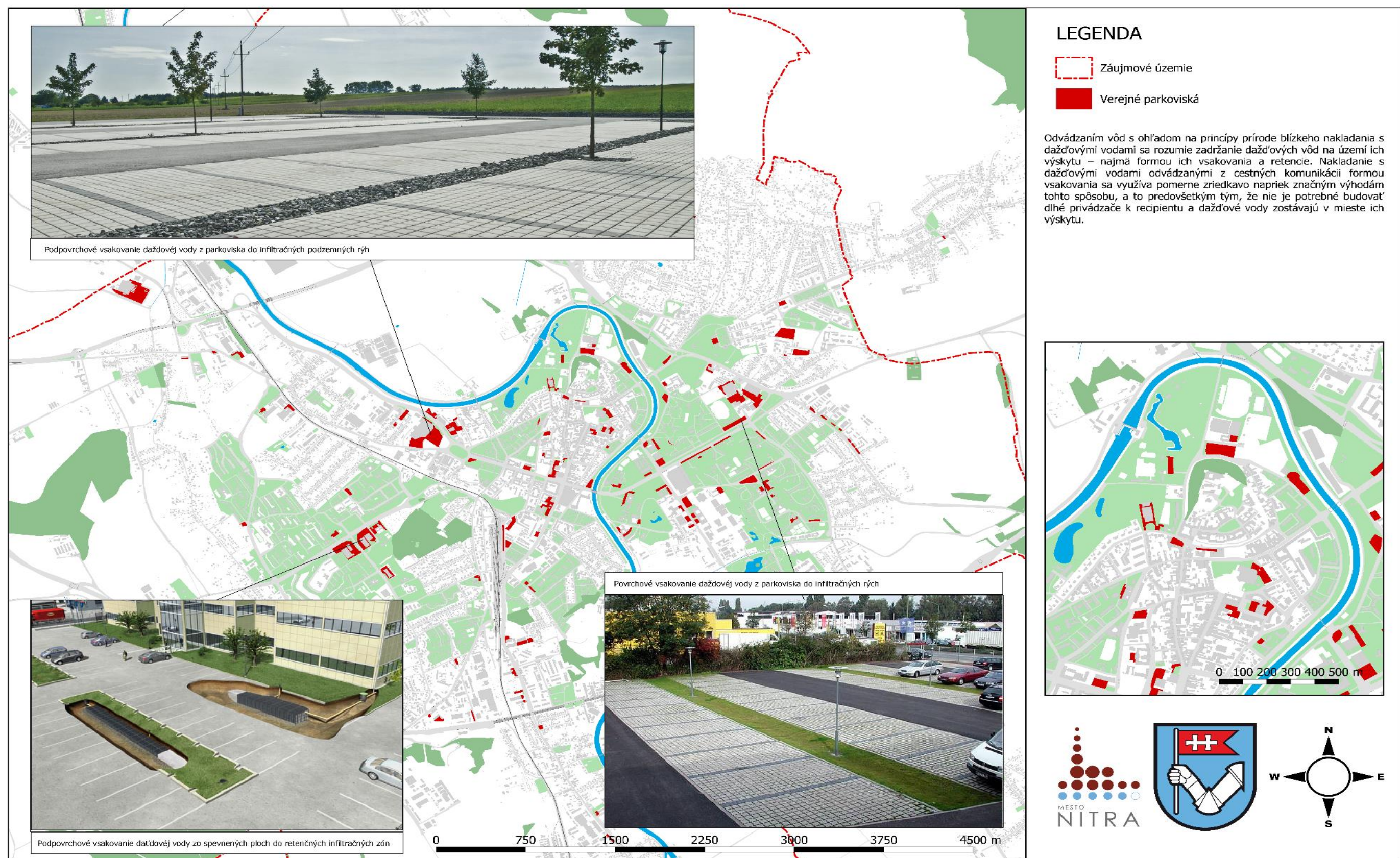
GPS súradnice		Opatrenia pre dané lokality	Súradnicový systém S-JTSK	
X	Y		x	y
48.305842568	18.065115665	Retenčná suchá nádrž	-501218,8188	-1269646,65
48.305223467	18.064937747	Povrchové vsakovanie v priehlbynách	-501238,0467	-1269714,053
48.306333375	18.065920470	Povrchové vsakovanie v priehlbynách	-501154,5313	-1269597,564
48.305541126	18.067339103	Retenčná suchá nádrž	-501057,4895	-1269694,605
48.305643620	18.061274355	Retenčná suchá nádrž	-501504,6068	-1269643,504
48.305616062	18.062995127	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-501377,7302	-1269657,838
48.306945856	18.063667899	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-501314,9537	-1269514,966
48.303257560	18.059209892	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-501680,6078	-1269894,233
48.307220549	18.062445922	Povrchové vsakovanie v priehlbynách	-501402,5437	-1269476,532
48.302581316	18.058495188	Povrchové vsakovanie v priehlbynách	-501740,0685	-1269964,442
48.300625319	18.056393192	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-501914,6314	-1270167,286
48.300408591	18.054432554	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-502061,6479	-1270178,421
48.300202248	18.055015975	Povrchové vsakovanie v priehlbynách	-502020,5649	-1270205,104
48.305890846	18.048721625	Povrchové vsakovanie v priehlbynách	-502429,6829	-1269533,737
48.309293871	18.046840294	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-502535,1722	-1269144,48
48.307565405	18.046337586	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-502589,3398	-1269332,61
48.306982410	18.050649204	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-502276,5118	-1269425,503
48.304055215	18.049793088	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-502368,5866	-1269744,078
48.304321266	18.053239411	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-502111,3158	-1269737,243
48.303558761	18.052204535	Povrchové vsakovanie v priehlbynách	-502195,288	-1269814,899
48.305923911	18.055097833	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-501958,229	-1269571,942
48.303991512	18.055012253	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-501983,5627	-1269785,402
48.302946130	18.054877931	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-502003,7722	-1269900,301
48.302389605	18.053339108	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-502122,9567	-1269951,837
48.298480161	18.059097771	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-501735,8624	-1270422,618
48.297386540	18.059455251	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-501720,1962	-1270546,087
48.295853917	18.060754502	Povrchové vsakovanie v priehlbynách	-501639,244	-1270724,355
48.297253931	18.062502448	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-501496,3064	-1270580,759
48.297269564	18.065547429	Retenčná suchá nádrž	-501271,1224	-1270598,989
48.295192846	18.062693805	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-501502,4178	-1270810,29
48.300546221	18.064169809	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-501340,7407	-1270227,051



48.300608075	18.065391996	Povrchové vsakovanie v priehlbynách	-501249,8167	-1270228,211
48.300100963	18.064716766	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-501304,696	-1270279,951
48.299696157	18.063012722	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-501434,599	-1270313,615
48.310365109	18.073638777	Retenčná suchá nádrž	-500544,6764	-1269201,567
48.309733754	18.074099206	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-500516,8517	-1269274,507
48.314838563	18.097807030	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-498715,2793	-1268863,97
48.314295486	18.096740746	Povrchové vsakovanie v priehlbynách	-498799,3653	-1268917,168
48.313973115	18.097898440	Povrchové vsakovanie v priehlbynách	-498716,9861	-1268960,423
48.313006444	18.098006043	Povrchové vsakovanie v priehlbynách	-498718,4858	-1269068,193
48.312012888	18.096625756	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-498830,1783	-1269169,238
48.313471789	18.102106043	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-498411,0234	-1269043,376
48.315119040	18.099885288	Retenčná suchá nádrž	-498558,9981	-1268846,453
48.314349917	18.100292133	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-498536,4566	-1268934,293
48.312297774	18.100411991	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-498547,6545	-1269162,37
48.316911979	18.099579401	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-498564,0743	-1268645,873
48.316613045	18.095834407	Retenčná suchá nádrž	-498843,6635	-1268654,565
48.312204445	18.104938055	Retenčná suchá nádrž	-498214,1655	-1269202,198
48.310870223	18.100728368	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-498538,2286	-1269322,548
48.311365707	18.101817611	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-498452,9089	-1269274,767
48.309932766	18.101171923	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-498514,616	-1269429,272
48.309127419	18.102169992	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-498448,7396	-1269524,977
48.308345601	18.105307623	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-498224,5406	-1269632,014
48.306329415	18.111003588	Povrchové vsakovanie v priehlbynách	-497823,3392	-1269892,416
48.305813366	18.109844835	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-497913,9981	-1269942,032
48.308663365	18.112016228	Povrchové vsakovanie v priehlbynách	-497725,7453	-1269640,494
48.307084278	18.113837581	Povrchové vsakovanie v priehlbynách	-497606,5661	-1269827,247
48.307371882	18.115211721	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-497502,2242	-1269804,33
48.309576592	18.113194820	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-497629,7531	-1269547,012
48.309344989	18.110452548	Povrchové vsakovanie v priehlbynách	-497834,6338	-1269554,82
48.309398922	18.111723702	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-497740,1843	-1269557,119
48.311104740	18.109692273	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-497873,6371	-1269354,959
48.311322832	18.107788929	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-498012,1378	-1269318,412
48.312369645	18.107972964	Povrchové vsakovanie v priehlbynách	-497988,3227	-1269203,664
48.313646941	18.105525633	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-498156,6682	-1269046,253
48.316081155	18.103279212	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-498298,8606	-1268762,005
48.319149848	18.098171849	Retenčná suchá nádrž	-498646,1838	-1268388,831
48.313462916	18.113392714	Retenčná suchá nádrž	-497577,2284	-1269117,843
48.306016118	18.115406004	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-497501,0869	-1269955,761
48.307814997	18.108344464	Retenčná suchá nádrž	-498005,3291	-1269710,561
48.310048717	18.100122350	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-498591,0322	-1269409,588
48.315477252	18.098235122	Povrchové vsakovanie v priehlbynách	-498677,409	-1268796,02
48.315805871	18.097032545	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-498763,0406	-1268751,781
48.298470296	18.067874701	Retenčná suchá nádrž	-501087,3418	-1270481,251
48.312403932	18.081177642	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-499967,6941	-1269025,061
48.310287379	18.075253619	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-500426,128	-1269220,743
48.309966646	18.080557618	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-500037,3893	-1269290,956
48.314938857	18.082980801	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-499809,639	-1268756,083
48.313792108	18.089523271	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-499337,5171	-1268925,828
48.312902118	18.089298234	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-499362,854	-1269022,933
48.312995436	18.089593656	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-499340,1144	-1269014,526
48.312533423	18.089088978	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-499381,923	-1269062,403

48.307327227	18.088598774	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-499469,1032	-1269635,834
48.304917837	18.084918301	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-499764,649	-1269878,653
48.304372359	18.084640814	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-499790,4959	-1269937,256
48.305318562	18.084468309	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích ryhách	-499793,975	-1269831,329
48.306864720	18.092297225	Povrchové vsakovanie v priehlbynách	-499200,351	-1269711,206
48.309117250	18.093810855	Retenčná suchá nádrž	-499066,4754	-1269471,595
48.303153352	18.062768236	Retenčná suchá nádrž	-501418,6946	-1269929,109
48.305726387	18.084491099	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-499788,2964	-1269786,308
48.314050731	18.087930560	Podpovrchové vsakovanie vo vsakovacích šachtách	-499452,6548	-1268886,784





Mapa 11 Lokality vhodné na zadržiavanie dažďovej vody



Vzorový príklad zdržiavania dažďovej vody - Mestský úrad Nitra, Štefánikova trieda 60, 949 01 Nitra

1.) Parkovisko - výmena krytu spevnených plôch na vodopriepustné:

V prípade výmeny spevnených plôch na povrchu parkoviska Mestského úradu Nitra o rozmere  $2603 \text{ m}^2$  za vodopriepustný povrch s kapacitou infiltrácie  $50 \text{ mm/hod.}$  (dostupné sú aj vodopriepustné povrchy s väčšou infiltračnou kapacitou, pre účely modelového výpočtu uvádzame konzervatívnu variantu):  $2603 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} = 130\,150 \text{ litrov} = 130,150 \text{ m}^3$  infiltrovaných zrážok za hodinu. Za tri hodiny intenzívnej zrážky (v tomto prípade  $60 \text{ mm}$ ) za hodinu dokáže infiltrovať vodopriepustný povrch (s kapacitou  $50 \text{ mm / hod.}$ ) až  $1200 \text{ m}^3$  zrážkovej vody.

2.) Strecha – výmena súčasnej strechy za vegetačnú extenzívnu strechu s hrúbkou  $10 \text{ cm}$  (počítame konzervatívne s nižšou účinnosťou vegetačnej strechy, ostatné intenzívnejšie vegetačné strechy majú retenčnú kapacitu výrazne väčšiu):

Rozloha strechy budovy Mestského úradu Nitra na ktorej bude aplikovaná vegetačná strecha =  $4304 \text{ m}^2$ .

Objem zrážkových vôd, ktoré dopadnú za 1 hodinu na strechu o rozlohe  $4304 \text{ m}^2 \times 60 \text{ l/m}^2$  ( $0,060$ ) =  $258\,240 \text{ l} = 259 \text{ m}^3$ .

Retenčná kapacita  $10 \text{ cm}$  hrubej extenzívnej zelenej strechy pozostávajúcej z 7 druhov rodu Sedum:  $13,5 \text{ l/m}^2$  ( $0,0135 \text{ m}^3$ ).  $13,5 \text{ l/m}^2 =$  objemu  $13,5 \text{ mm}$  zrážky =  $0,0135 \text{ m}^3$ .

Schopnosť extenzívnej vegetačnej strechy o rozlohe  $4304 \text{ m}^2$  zadržať vodu:  $4304 \text{ m}^2 \times 0,0135 \text{ m}^3 = 58\,104 \text{ litrov} = 58,104 \text{ m}^3/\text{hod.}$

Na parkovisko a strechu dopadne v prípade zrážky  $60 \text{ mm/hod.}$  spolu  $388\,390 \text{ litrov} = 389 \text{ m}^3$  zrážkovej vody. tohto objemu zrážkovej vody dokážu len uvedené dve opatrenia zadržať a infiltrovať  $188\,104 \text{ litrov} = 188,104 \text{ m}^3$  predpokladanej intenzívnej zrážky. Pri aplikácii intenzívnejšej vegetačnej strechy alebo ďalších adaptačných opatrení je možné doceliť ešte výrazne vyššie objemy zachytenej alebo infiltrovanej zrážkovej vody.



## ***2.7 Zadržiavanie dažďovej vody zo striech municipálnych, obytných a priemyselných budov, ako i zo striech objektov občianskej vybavenosti vrátane vzorových príkladov, rezov a konštrukčných riešení***

### ***Projekčné zásady***

Už v prvej fáze plánovania vsakovacieho zariadenia je potrebné sa uistiť o tom, či sa v oblasti hydraulického dosahu zariadenia nenachádzajú žiadne zdroje možného znečistenia, napr. staré krajinné záťaže. Pri pochybnostiach je potrebné doložiť predbežným prieskumom, že v priestore plánovaného opatrenia sa nenachádza žiadna antropogénna, či geologická záťaž s vysokou schopnosťou uvoľňovať znečistenie. Ďalej je potrebné dokázať vhodnými prieskumami či analýzami kvality, že všetky materiály vsakovacieho zariadenia, prichádzajúce do styku s priesakovou vodou, nemôže pri trvalom pôsobení negatívne ovplyvniť priesakovú a podzemnú vodu.

### ***Hydrogeologický prieskum***

V oblastiach sadania pôdy, zosuvov pôdy a následkom erózie, v poddolovaných územiach a pri možnom vymývacom efekte vybrežovania je potrebné preskúmať vplyv zasakovania na geologickú stabilitu. Je potrebné si dať veľký pozor na možný prípad, kedy sa v určitých lokalitách vyskytujú zeminy, ktoré sa po nasiaknutí vodou stávajú nestabilnými.

Aby bol návrh akumuláčnej nádoby efektívny a prvotná investícia sa postupom času vrátila na ušetrenej pitnej vode, musí byť vyhotovený návrh v ktorom sú vo vzájomnom súlade potreba vody s množstvom vody v zásobníku. Aby nebolo nutné nadmerné dopúšťanie zásobníku pitnou vodou je treba zvážiť, na čo všetko má byť zrážková voda využívaná.

Výpočet potreby zrážkovej vody je obdobný ako výpočet pitnej vody. Do vzťahu berieme množstvo obyvateľov a dennú potrebu vody pre danú činnosť. Vo výsledku nám vyjde celková denná potreba ktorú je nutné prenásobiť počtom dní, kedy chceme vodu využívať. V prípade bytového domu berieme 365 dní aj keď je predpoklad, že počas určitého obdobia (napríklad letných prázdnin) nebudú objekt využívať všetci obyvatelia. Vypočítaná ročná potreba vody by mala byť menšia ako ročný zisk zrážkovej vody.

Množstvo zachytenej vody je závislé od množstva zrážok v oblasti, veľkosti zbernej plochy a koeficientu odtoku.

### ***Odstup od budov a hraníc nehnuteľností***

Vsakovacie zariadenie nesmie spôsobiť žiadnu ujmu na budovách a iných zariadeniach. Preto je potrebné od budov dodržiavať nutné minimálne odstupy, pričom sa vychádza z kritéria spôsobu a hĺbky podpivničenia budovy a z kóty hladiny podzemnej vody. Pri budovách, ktoré nemajú izoláciu proti tlakovej vode, by vsakovacie zariadenia nemali byť umiestňované v obsypoch budovy, prípadne prevádzané v stavebných jamách budov. Pri budovách opatrených izoláciou proti tlakovej vode nemá odstup od budovy významnejšiu úlohu, pokiaľ boli dodržané stavebno technické zásady a postupy (bezpečnosť proti vyplaveniu, vztľaku).

Ak je hladina sodnej vody stále pod úrovňou pivničnej spáry a nie teda dôvod k stavbe takej izolácie, nemal by odstup vsakovacieho zariadenia od päty stavebnej jamy byť väčší ako 1,5 násobok hĺbky stavebnej jamy – vid'. Obr. Ak nie je možnosť stanoviť hornú hranicu svahu stavebnej jamy (staršie stavby), potom možno s bezpečne predpokladať slon stavebnej jamy 1 : 1. Odstup najmenej 0,5 m od hornej hrany výkopového svahu k vsakovaciemu zariadeniu navyše zabezpečuje, že vsakovaná voda neprenikne priamo od obsypu bývalej jamy.

U nepodpivničených budov sa pre stanovenie odstavu namiesto hĺbky stavebnej jamy uvažuje s hĺbkou základovej spáry. Pri zariadení centralizovaného vsakovania musí byť odstup kraja nádrže (brehu) od zástavby (základu, pivnice) väčší ako priemerná šírka nádrže. Odstup vsakovacieho zariadenia od hranice pozemku je nutné voliť pri zohľadnení typu vsakovania a miestnych hydrogeologických a topografických podmienok tak, aby nedochádzalo k poškodeniu susediacej nehnuteľnosti.

Výpočet potreby zrážkovej vody je obdobný ako výpočet pitnej vody. Do vzťahu berieme množstvo obyvateľov a dennú potrebu vody pre danú činnosť. Vo výsledku nám vyjde celková denná potreba ktorú je nutné prenasobiť počtom dní, kedy chceme vodu využívať. V prípade bytového domu berieme 365 dní aj keď je predpoklad, že počas určitého obdobia (napríklad letných prázdnin) nebudú objekt využívať všetci obyvatelia. Vypočítaná ročná potreba vody by mala byť menšia ako ročný zisk zrážkovej vody.

Množstvo zachytenej vody je závislé od množstva zrážok v oblasti, veľkosti zbernej plochy a koeficientu odtoku.

$$Q_D = \psi \cdot A \cdot H_N \left[ m^3 / rok \right]$$

kde  $\psi$  - je koeficient odtoku

A - zberná plocha m<sup>2</sup>

H<sub>N</sub> - ročný úhrn zrážok mm/rok

### Koeficient odtoku

Je stanovený na základe výskumov v závislosti od typu povrchovej úpravy zbernej plochy (tab. 5).

**Tab. 5 Koeficient odtoku**

Typ plochy	Spôsob spevnenia povrchu	Koeficient odtoku $\psi$
šikmé strechy	kov, sklo, bridlica, vláknocementová krytina, pálená krytina, strešná lepenka	0,9 - 1,0 0,8 - 1,0
ploché strechy so sklonom max 5 %	kov, sklo, bridlica, vláknocementová krytina, strešná lepenka, štrk	0,9 - 1,0 0,9 0,7
zelené strechy so sklonom max 25%	humusová vrstva < 10 cm humusová vrstva > 10 cm	0,5 0,3
rovné spevnené plochy	asfalt, liaty betón vyšpárovaná dlažba zhutnený štrk nešpárovaná dlažba voľne uložený štrk zámková dlažba, dlažba zo vsakovacích tvaroviek trávnikové spevňovacie tvarovky	0,9 0,75 0,6 0,5 0,3 0,25 0,15
násypy a priekopy s možným odtokom do kanalizácie	ílová pôda hlinito piesčitá pôda štrková a písková plocha	0,5 0,4 0,3
záhrady, lúky s možným odtokom do kanalizácie	rovný terén prudko spádovaný terén	0,0 - 0,1 0,1 - 0,3

### Zberná plocha

Plocha, z ktorej bude dažďová voda sústredene odvádzaná do akumuláčnej nádoby (obr. 25, 26) by mala byť dostatočne veľká, aby zabezpečila požadované množstvo vody. V praxi sa najčastejšie stretávame so zachytávaním vody zo striech.

Na kvalitu zrážkovej vody sa podieľa stupeň znečistenia ovzdušia, nakoľko voda pri prechode atmosférou na seba viaže chemické látky z ovzdušia. Ďalší vplyv na znečistenie zrážkovej vody má aj obdobie bez dažďa, počas ktorého sa streche hromadia znečisťujúce faktory ako lístie, trus, prach, peľ ktoré sú dažďovou vodou zmývané. Vystavením krytiny poveternostným vplyvom dochádza k uvoľňovaniu malých častíc. Znečistenie od vlastnej zbernej plochy je teda závislé od technického stavu krytiny a použitého materiálu.

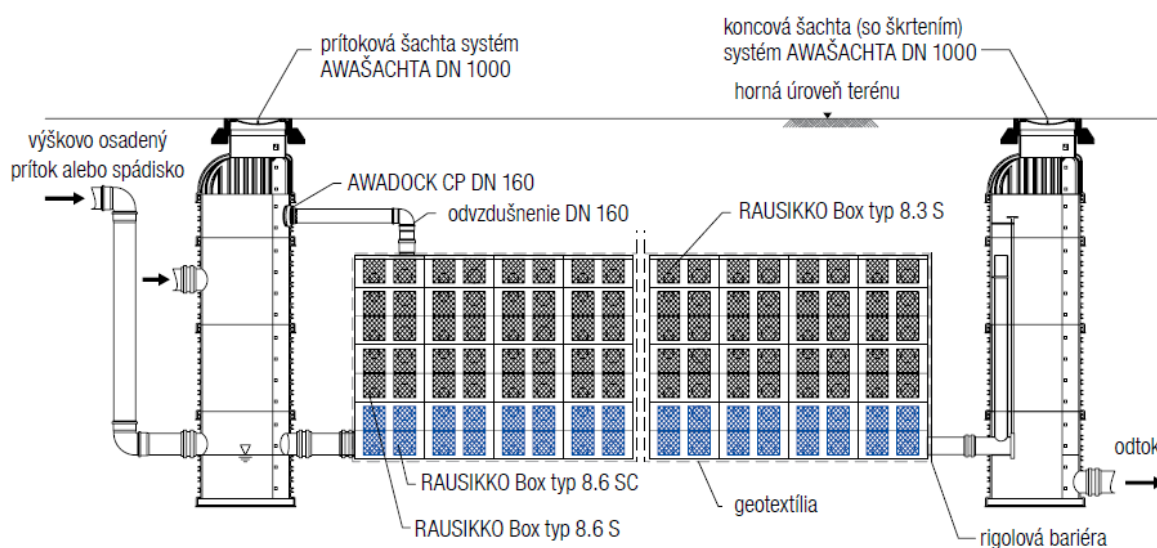
Odtokajúca voda sa zachytáva a odvádzá v odkvapových žlaboch a to buď gravitačným alebo podtlakovým spôsobom. Zvodové potrubie privádza zrážkovú vodu cez filtráciu do akumuláčnej nádoby. Dimenzovanie potrubia je závislé na výpočtovom prietoku dažďovej vody.

$$Q_r = \psi \cdot A \cdot r \left[ \frac{l}{s} \right]$$

Kde:  $\psi$  - je koeficient odtoku

A - pôdorysný priemet odvodňovanej plochy  $m^2$

r - výdatnosť dažďa  $l/(s \cdot m^2)$



Obr. 25 Triapolvrstvová akumulčná nádrž s potrebnými objektmi pre správne fungovanie



### *Vzorový príklad*

Pri návrhu veľkosti zásobníka je treba myslieť okrem vyššie spomenutých faktorov aj na nutnosť pravidelného preplavovania akumulácie nádoby. Veľkosť nádrže by mala mať takú veľkosť, aby bolo možné objekt zásobovať vodou aj počas obdobia sucha, ktoré predstavuje 2 maximálne 3 týždne. Nevhodne navrhnutý objem sa stáva neekonomický. V prípade malého zásobníka je veľké množstvo zrážkových vôd počas obdobia silnejších dažďov odvádzaných bezpečnostným prepacom do vsakovacieho zariadenia, alebo do kanalizačnej siete. Naopak, počas suchého obdobia zásobník s naakumulovanou vodou nie je schopný pokryť potrebu vody pre domácnosť, a tak musí byť dopúšťané veľké množstvo pitnej vody. Pri návrhu veľkého zásobníka dochádza k stagnácii vody v nádrži, tým pádom k jej znehodnocovaniu, preto musí byť celý objem pravidelne vymieňaný. Celkové náklady na vyhotovenie a údržbu rastú s veľkosťou retenčnej nádoby.

Na výpočet veľkosti nádrže je možné použiť empirický vzťah závislý na potrebe vody a časovom úseku, počas ktorého má byť nádrž schopná zásobovať objekt.

Pre názornosť uvediem príklad celého výpočtu.

Zásobovaný bude objekt bytového domu so šikmou strechou z pálenej škridle o veľkosti zbernej plochy 1057,6 m<sup>2</sup>. Voda bude využívaná na splachovanie pre 50 osôb.

*Ročná potreba vody na splachovanie*

$$Q_{wc} = q \cdot n \cdot 365 / 1000 = 30 \cdot 50 \cdot 365 / 1000 = 547,5 \text{ m}^3/\text{rok}$$

*Ročný zisk zrážkovej vody zo strechy*

priemerný zrážkový úhrn pre mesto Nitra = 586,2 mm

$$Q_D = \psi \cdot A \cdot H_N / 1000 = 0,9 \cdot 1057,6 \cdot 586,2 / 1000 = 557,97 \text{ m}^3/\text{rok}$$

*Ročná potreba vody na splachovanie bude pokrytá zrážkovou vodou*

$$Q_{wc} = 547,5 \text{ m}^3/\text{rok} < Q_D = 557,97 \text{ m}^3/\text{rok}$$

### *Veľkosť zásobníku na zrážkovú vodu*

V našom prípade uvažujem so zásobníkom na pokrytie 2 týždňového suchého obdobia.

$$V = Q_{wc} \cdot 14 / 365 = 547,5 \cdot 14 / 365 = 21 \text{ m}^3$$



**Obr. 26 Zadržiavanie vody pre obytné budovy**

#### **2.7.1 Spôsob výpočtu množstva vôd z povrchového odtoku z nehnuteľností odvádzaných do verejnej kanalizácie**

Množstvo vôd z povrchového odtoku odvádzaných do verejnej kanalizácie sa pre jednotlivé druhy plôch tvoriacich nehnuteľnosť vypočíta podľa vzorca:

$$Q = H_z \cdot S \cdot \text{súčiniteľ odtoku}$$

Q-množstvo vôd z povrchového odtoku odvádzaných do verejnej kanalizácie,

H<sub>z</sub>-ročný priemer z dlhodobého zrážkového úhrnu pre danú lokalitu podľa údajov Slovenského hydrometeorologického ústavu vypočítaný z úhrnu zrážok za obdobie predchádzajúcich piatich rokov,

S-veľkosť príslušnej plochy, z ktorej vody z povrchového odtoku odtekajú do verejnej kanalizácie, súčiniteľ odtoku-stanovený v závislosti od charakteru povrchu plochy (tab 6).

*Tab. 6 Súčinitele odtoku podľa druhu plochy*

Druh povrchu	Popis povrchu	Súčiniteľ odtoku
A	zastavané plochy a málo priepustné spevnené plochy (strechy, betónové, asfaltové povrchy a pod.)	0,9
B	čiastočne priepustné spevnené plochy (dlažby s vyšpárovaním pieskom, štrkom a pod.)	0,4
C	dobré priepustné plochy pokryté vegetáciou (trávniky, záhrady a pod.)	0,005

### **3 Adaptačné opatrenia v oblasti zvyšovania teploty vzduchu mestskej oblasti**

#### ***Riziko: nárast teploty a horúčavy***

Z hľadiska vplyvov zmeny klímy na ľudské zdravie je v meste Nitra najväčším rizikom nárast teplôt najmä v letnom období, kedy sa tiež predpokladá vyšší počet tropických dní (a v dlhodobejšom horizonte i tropických nocí) a dlhší a početnejšie obdobie vln horúčav. K týmto faktorom sú citlivejšie predovšetkým seniori alebo ľudia chronicky chorí a malé deti. Dôsledkom je zhoršenie zdravotného stavu, zvýšená chorobnosť (to sa týka všetkých citlivých skupín: malé deti, seniori, chronicky chorí) aj úmrtnosť (najmä chronicky chorých a seniorov). Väčšina úmrtí v súvislosti s vlnami horúčav je spojená so zhoršením srdcovo cievnych chorôb a niektorých chorôb dýchacej sústavy. Uplatňuje sa tu zložené kombinované pôsobenie cievne reakcie (vazodilatácia - rozšírenie ciev, zvýšenie priepustnosti kapilár a ďalšie), potenie a iónové nerovnováhy, zníženie svalového napätia vedúce k únave a obmedzenia výkonnosti a ďalších kompenzačných reakcií, ktoré vyčerpávajú organizmus. Vplyv vysokých teplôt sa navyše neuplatňuje samostatne, ale je výsledkom kombinovaného pôsobenia teploty prostredia, zhoršeného stavu čistoty ovzdušia (tzv. letný smog, kombinácia polietavého prachu, chemického znečistenie a prízemného ozónu s jeho oxidačnou aktivitou) a ďalších vplyvov (napr. zvýšenej stresovej záťaže). V Slovenskej republike sa predpokladá, že vlny horúčav zvyšujú úmrtnosť o 10-20%, u seniorov nad 75 rokov až o 50%.

Aj osoby zdravé a telesne zdatných vnímajú za týchto podmienok subjektívne pocit diskomfortu, únavy, psychické rozladenie a pod. Vysoké teploty prostredia tiež negatívne ovplyvňujú priebeh akútnych horúčkovitých ochorení u detí i dospelých. Vysilujúce vonkajšie aktivity alebo ťažká manuálna práca vo veľkých horúčavách zvyšujú riziko chorôb z tepla. Vysoká teplota vzduchu a slnečné žiarenie sa podieľajú na chorobách, ako sú úpal, úpal, vyčerpanie a kolaps z tepla, zvýšené riziko vzniku kožných nádorov, alergií a chorôb kože i chorôb očí (zápaly spojiviek ad.). Skorým nástupom jari sa predĺži peľová sezóna a ľudia s alergiou, prípadne astmou budú exponovaní dlhšiu dobu, čo môže viesť k zhoršovaniu zdravotného stavu, alebo záťaži v dôsledku nevyhnutnej liečby.

Celkové potencionálne dopady vln horúčav boli vyhodnotené ako suma expozície a citlivosti. Expozícia vlnám horúčavy bola hodnotená z hľadiska klimatických, demografických i urbanistických parametrov (ako je využitie územia). Z hľadiska klimatického hodnotenej



zvýšenie počtu dní v "Heatwaves" (vlnách horúčav) medzi hodnotenými obdobiami (1981-2010 a 2021-2040); z hľadiska demografického bola ako parameter využitá hustota populácie zasiahnutej vlnami horúčavy; z urbanistického hľadiska bol zhodnotený podiel mestských zelených plôch v jednotlivých mestských častiach, ktorý v dôsledku evapotranspirácia vegetácie ovplyvňuje mestské mikroklimu, vrátane vln horúčavy. Citlivosť voči vlnám horúčavy sa skladá z dvoch čiastkových indikátorov, konkrétne miery zastavanosti územia a podielu zraniteľnej populácie (osôb starších ako 65 rokov) v jednotlivých mestských častiach. Miera zastavanosti územia má priamy vplyv na množstvo tepelného žiarenia odrážajúceho sa od povrchuestskej zástavby, čím ovplyvňuje výslednú teplotu v jednotlivých mestských oblastiach. Podiel staršej populácie je zohľadnený z dôvodu zvýšenej citlivosti starších obyvateľov voči dlhšie trvajúcej horúčave a vysokým teplotám. Do hodnotenia celkovej zraniteľnosti bola zahrnutá adaptívna kapacita mesta vyjadrená škálou indikátorov. Vlastné analýza a hodnotenie zraniteľnosti bolo vykonané na dátach v prostredí QGIS.

Zníženie tepelnej priepustnosti plášťa budovy prostredníctvom tepelnej izolácie pomáha nielen znižovať šírenie chladu z exteriéru v chladnej časti roka, ale aj v lete počas horúčav udržiavať vnútorné priestory chladnejšie.

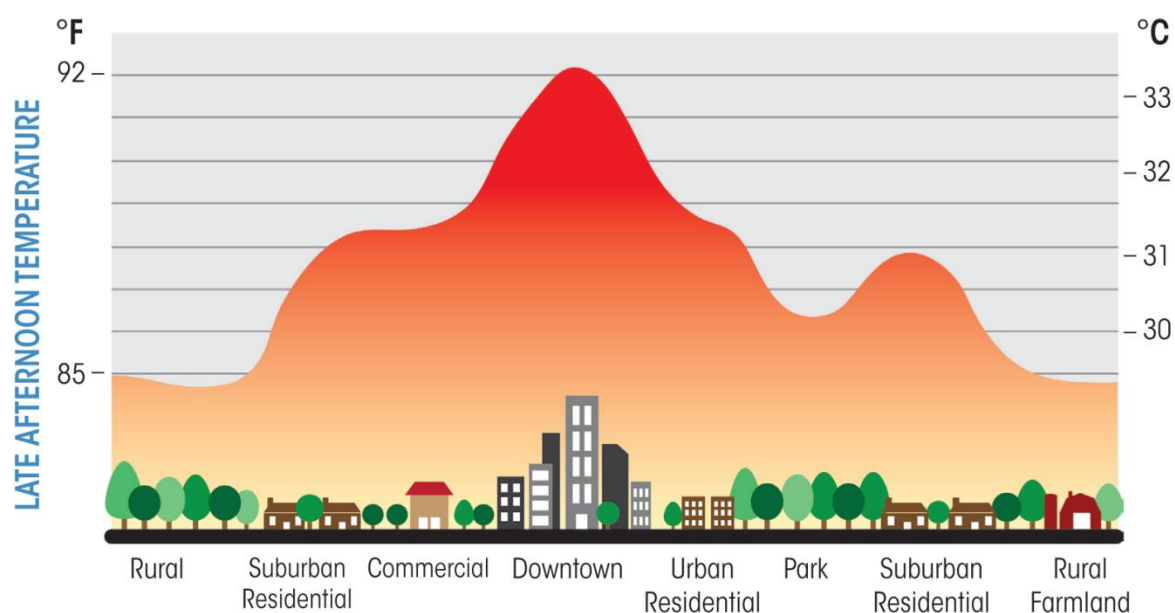
### ***3.1 Výskyt netienených spevnených plôch a identifikácia tepelných ostrovov v meste***

Niektoré materiály majú kapacitu absorbovať, uchovávať a neskôr uvoľňovať teplo do okolitého prostredia, čím spôsobujú hlavne v poobedňajších a nočných hodinách v urbanizovanom prostredí zvýšenú tepelnú záťažnosť v porovnaní s okolím, kde sa takéto plochy nenachádzajú. Tento efekt je tým vyšší, čím sú tieto plochy väčšie. Z uvedených dôvodov sú antropogénne spevnené, netienené plochy v mestách hlavnou príčinou efektu mestského tepelného ostrova, zvyšujúceho teploty v meste počas horúčav. Asfalt, betón a ďalšie materiály po-užívané vo výstavbe majú väčšiu tendenciu absorbovať dopadajúce žiarenie, pričom nemajú schopnosť prijímané slnečné žiarenie z časti premeniť na chemickú či inú energiu, ako sa to deje u vyšších rastlín. Navyše tmavá farba komunikácií prehĺbuje absorpciu slnečného žiarenia.

Zóny výskytu tepla sú koncentrovane v priemyselných častiach kde sa nachádzajú veľkoplošné výrobné haly s veľkým povrchom strechy, v zónach veľkého výskytu spevnených plôch ako námestie a pešia zóna, Štúrova ulica a ulica Andreja Hlinku ako aj OC

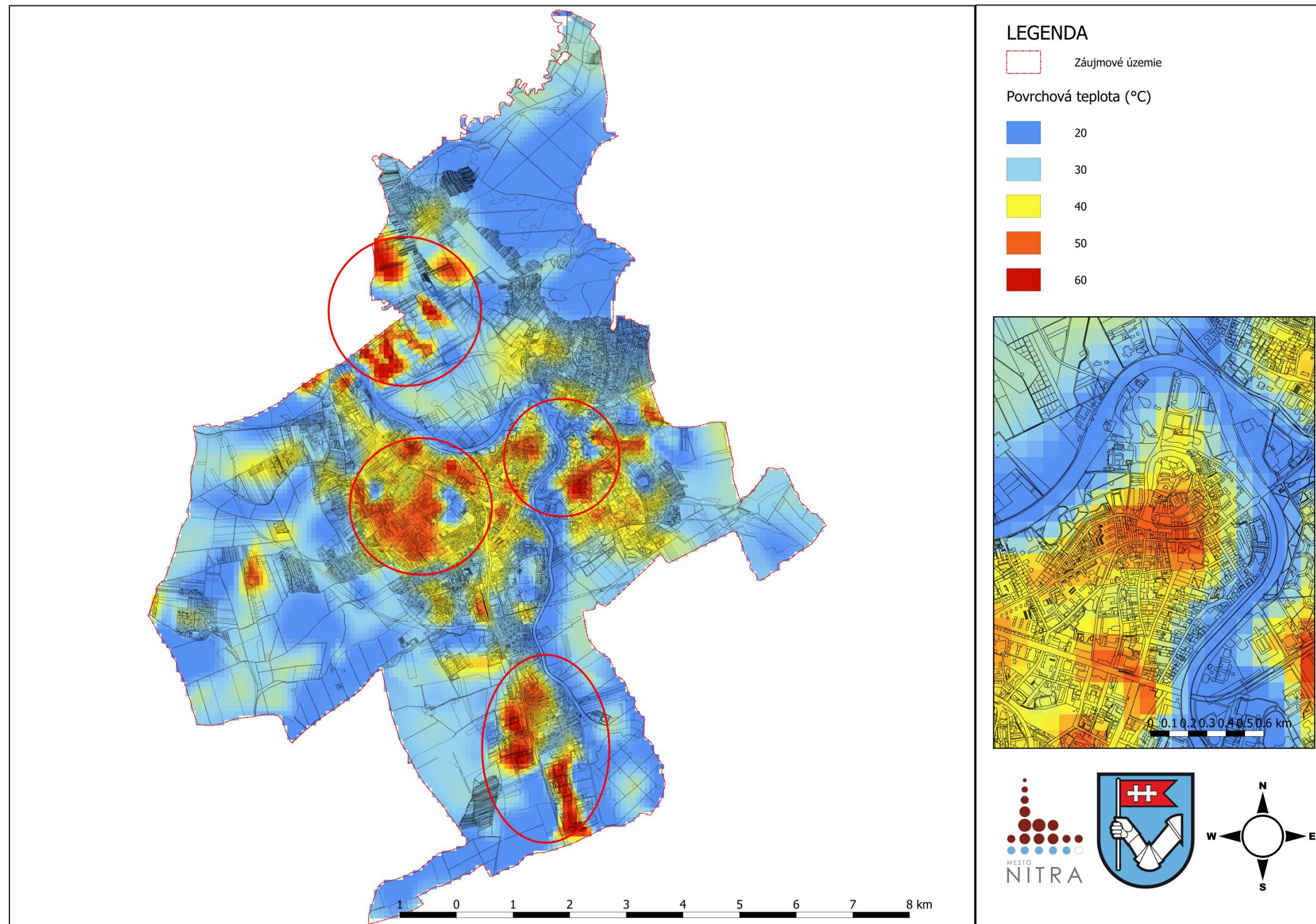
Mlyny a N-Centro Nitra ktoré majú veľký povrch striech, ďalšia zóna výskytu je sídlisko Klokočina kde je riedka výsadba zelene a nie je dostatočne koncentrovaná aby to malo vplyv na zníženie povrchovej teploty, na rozdiel od sídliska Chrenová, kde je dostatočne hustá vegetácia a na väčšej ploche ktorá je schopná ovplyvniť povrchovú teplotu (mapa 12).

Teplota v meste je odzrkadlená podľa toho či sa jedná o lokalitu výškových budov obchodných centier alebo bežnej zástavby so zelenými plochami. Obrázok 27 vystihuje výšku vyžarovanej teploty s povrchu nahriatych jednotlivých druhov povrchu.



*Obr. 27 Vývoj teploty v neskorom popoludní v meste*





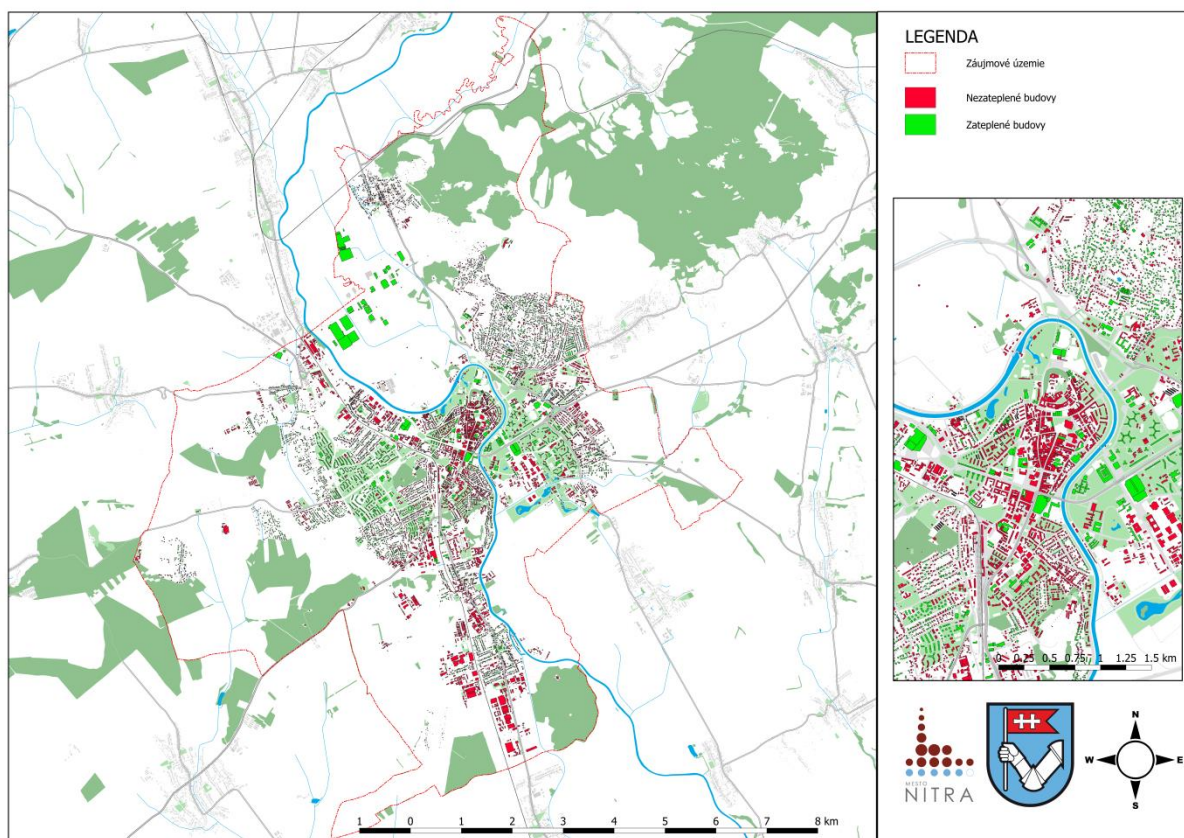
Mapa 12 Identifikácia tepelných ostrovov v meste



### 3.2 Tepelná priepustnosť obytných budov a mapovanie podstrešných poschodí nezateplených budov

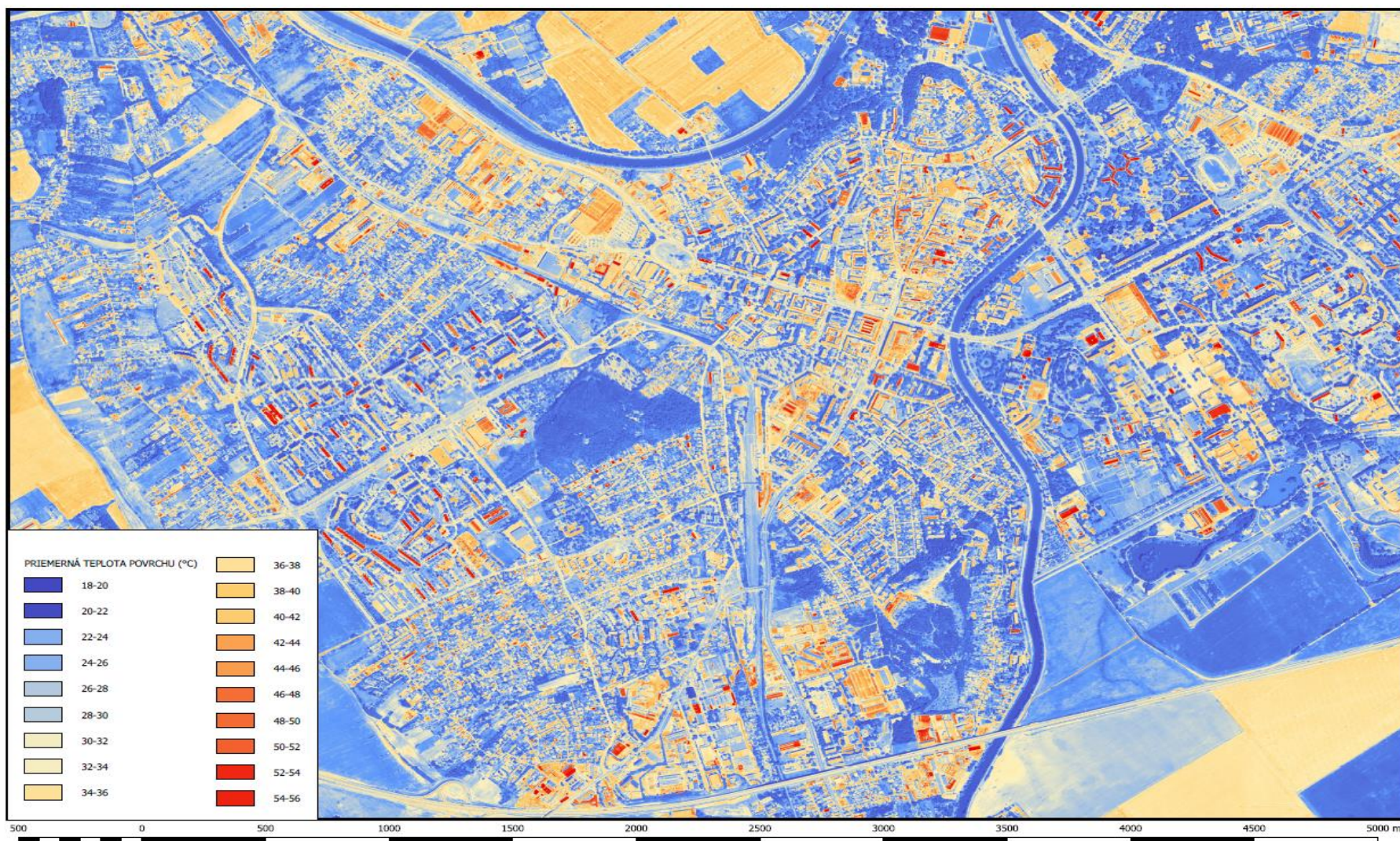
Ak budovy nie sú dostatočne zateplené, teda vykazujú vysokú tepelnú priepustnosť, prechádza do nich z exteriéru približne 30% – 80% slnečnej energie. Tým sa vytvára vo vnútorných priestoroch skleníkový efekt – v uzavretom priestore sa akumuluje teplo zo slnečného žiarenia. Častým následkom je, že počas horúčav je vonku znesiteľnejšie ako vo vnútorných obytných či pracovných priestoroch. Nízka tepelná priepustnosť budovy, teda jej dobré zateplenie, znižuje nadmerné prehrievanie vnútorných priestorov (pri správnom vetraní, t. j. absencii vetrania počas dňa) počas horúčav. Rozdiel vnútornej teploty v zateplených a nezateplených budovách môže predstavovať počas horúčav aj niekoľko stupňov celzia

Tepelná priepustnosť budov mapa 14 bola určená podľa prieskumu nezateplených budov mapa 13.



*Mapa 13 Nezateplené budovy*





*Mapa 14 Tepelná priepustnosť obytných budov*

### ***3.3 Identifikácia striech pre možnosť aplikácie extenzívnych a intenzívnych strešných porastov***

Vegetačné strechy prispievajú k tepelnej stabilite budovy, znižujú tepelné straty a chránia nosnú konštrukciu a hydroizolácie proti UV žiareniu.

Oproti lesnému ekosystému je v mestách:

- 10 × vyššia koncentrácia SO<sub>2</sub>,
- 20 × vyššia koncentrácia CO<sub>2</sub>,
- 30 × vyššia koncentrácia CO a prachu.

Zeleň na strechách pomáha výrazne redukovať znečistenie vzduchu mestského prostredia. Fotosyntézou rastliny geniálne spotrebúvajú oxid uhličitý a späť vracia čistý kyslík. Jeho množstvo je závislé od druhu a veľkosti vegetácie, ktorá je na strechu vysadená. Rozhodujúci je jej listová plocha. Čím hustejšie vegetácie, tým vyššia produkcia kyslíka.

Identifikácia striech pre možnosť aplikácie extenzívnych striech je znázornená na mape 14. Kde je jasne vidieť ktoré strechy sú vhodné v mestskej časti pre aplikáciu extenzívnej zelenej strechy. Intenzívnu zelenú strechu by sme nenavrhovali pri rekonštrukcii starších budov pretože kladie vyššie nároky na údržbu a konštrukciu strechy s pohľadom statického prepočtu. Hrúbka substrátu je oveľa hrubšia ako pri extenzívnych zelených strechách a tým pádom je aj zaťaženie väčšie ako pri extenzívnych strechách.

Pre mesto Nitra sú v podstate všetky materské škôlky základné školy s rovnou strechou vhodné pre aplikáciu zelenej strechy, čo je v súčasnosti dotované aj Nóorskymi fondami pre základné a stredné školy, ktoré sa môžu zapojiť do podania projektu. Cieľom projektu je zvyšovanie povedomia žiakov o zmiernovaní (mitigácii) a prispôsobovaní sa (adaptácii) zmene klímy formou teoretickej výučby, ako aj formou realizácie konkrétnych fyzických opatrení v priestoroch škôl a v školských areáloch. Tabuľka 7 udáva všetky vytypované budovy pre aplikáciu extenzívnej strechy, intenzívne strechy nenavrhujeme s dôvodu väčšej náročnosti na realizáciu a údržbu.



Tab. 7 Zoznam vytípaných objektov vhodných pre aplikáciu extenzívnych striech

parcelné číslo	výmera (m <sup>2</sup> )	kód katastrálneho územia	Súradnicový systém S-JTSK		GPS súradnice		Opatrenie
			x	y	x	y	
7261/128	586	839914	-501642,2	1270864,61	48.294595171	18.060882474	extenzívna zelená strecha
490	376	839914	-500226,2	1268952,28	48.312850972	18.077618730	extenzívna zelená strecha
7261/88	1 697	839914	-501710,1	1270783,55	48.295267305	18.059874183	extenzívna zelená strecha
7301	765	839914	-501749	1270349,23	48.299127112	18.058834068	extenzívna zelená strecha
7642	348	839914	-501332,6	1269629,34	48.305907207	18.063567342	extenzívna zelená strecha
7261/220	273	839914	-501442	1270701,23	48.296217879	18.063375391	extenzívna zelená strecha
7522	476	839914	-501721,7	-1269953,3	48.302695718	18.058728818	extenzívna zelená strecha
7579	399	839914	-501139,6	1269721,54	48.305234585	18.066268518	extenzívna zelená strecha
7261/54	491	839914	-501866,4	1270768,94	48.295273868	18.057757969	extenzívna zelená strecha
7278	511	839914	-501613,1	1270789,08	48.295294821	18.061182362	extenzívna zelená strecha
982	3 782	840378	-497855,6	1269763,25	48.307461160	18.110417097	extenzívna zelená strecha
7381/2	1 743	839914	-501829,8	1270095,42	48.301336534	18.057445842	extenzívna zelená strecha
889/12	46	840378	-498143,8	1269284,32	48.311524356	18.105980516	extenzívna zelená strecha
7261/126	2 366	839914	-501665,4	1270883,05	48.294411449	18.060592320	extenzívna zelená strecha
124/2	44	839914	-499684,4	-1268634,1	48.316130922	18.084518161	extenzívna zelená strecha
7242/75	2 613	839914	-501339,7	1270531,52	48.297819452	18.064546003	extenzívna zelená strecha
4615	670	840319	-499163,2	-1267894,3	48.323171224	18.090639927	extenzívna zelená strecha

1566/1	2 378	839914	-499336,2	1269076,08	48.312447090	18.089718626	extenzívna zelená strecha
893	960	839914	-500078,5	1269090,22	48.311732306	18.079766756	extenzívna zelená strecha
1435/3	190	840378	-498536,7	1268752,21	48.315980940	18.100072948	extenzívna zelená strecha
7348/2	1 717	839914	-501413,1	-1270392,4	48.299007470	18.063394984	extenzívna zelená strecha
1435/8	32	840378	-498608,1	1268768,37	48.315779749	18.099132838	extenzívna zelená strecha
983	943	840378	-497899,6	1269815,01	48.306962660	18.109887604	extenzívna zelená strecha
7261/198	1 155	839914	-501465,9	1270723,34	48.296000797	18.063080260	extenzívna zelená strecha
7622	362	839914	-501302,3	1269737,74	48.304960251	18.064103812	extenzívna zelená strecha
8607/56	490	839914	-502180	1269684,63	48.304737972	18.052254705	extenzívna zelená strecha
7242/3	3 978	839914	-501256,8	1270479,72	48.298349441	18.065597872	extenzívna zelená strecha
892/7	525	839914	-500103,8	1269095,86	48.311661798	18.079433599	extenzívna zelená strecha
4614	672	840319	-499108,1	1267895,78	48.323201581	18.091382561	extenzívna zelená strecha
179	2 468	839914	-499403	1268169,46	48.320516287	18.087745888	extenzívna zelená strecha
7261/90	793	839914	-501471,7	1270694,63	48.296253375	18.062968524	extenzívna zelená strecha
7261/139	661	839914	-501664,7	1270836,29	48.294830925	18.060546591	extenzívna zelená strecha
1422	1 531	840378	-498630,7	1268696,48	48.316405888	18.098744009	extenzívna zelená strecha
825/5	350	840378	-497555,2	1269792,91	48.307432389	18.114486663	extenzívna zelená strecha
7553	1 356	839914	-501531,6	1269779,24	48.304406227	18.061073711	extenzívna zelená strecha
7427	473	839914	-502001,4	1270247,76	48.299835398	18.055324445	extenzívna zelená strecha

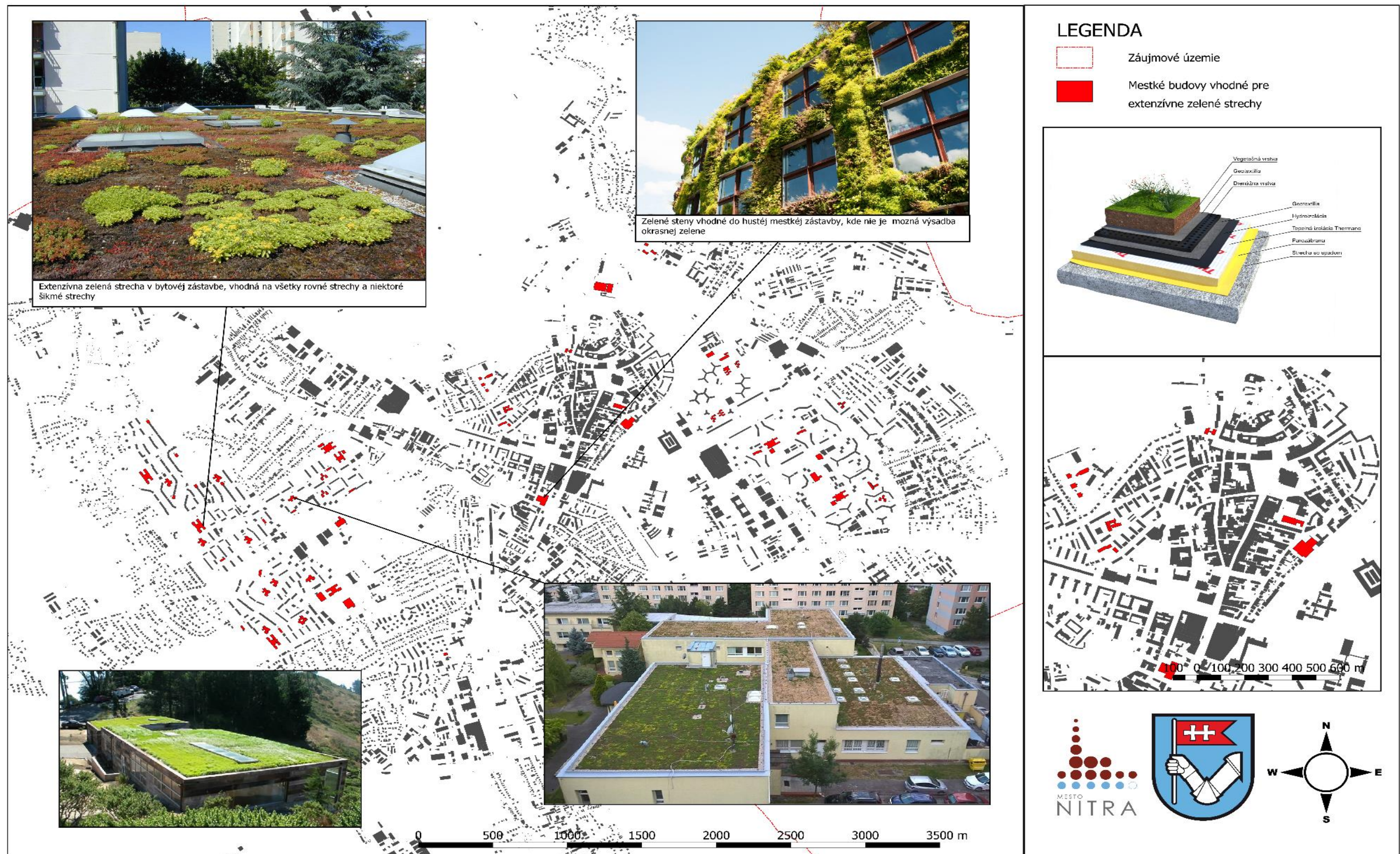


7670	4 520	839914	-501299,8	1269387,61	48.308098769	18.063719535	extenzívna zelená strecha
425/27	487	840254	-502310,7	1269448,83	48.306746274	18.050218598	extenzívna zelená strecha
1435/5	190	840378	-498543,1	1268770,53	48.315811738	18.100008537	extenzívna zelená strecha
7580	174	839914	-501122,1	-1269709,2	48.305359050	18.066488776	extenzívna zelená strecha
1785	5 221	839914	-499280,3	1269203,26	48.311351962	18.090620683	extenzívna zelená strecha
7640	386	839914	-501332,3	1269602,05	48.306151922	18.063538132	extenzívna zelená strecha
1435/6	85	840378	-498548,2	1268748,04	48.316009248	18.099913921	extenzívna zelená strecha
1421	1 449	840378	-498728,2	1268677,29	48.316500708	18.097411812	extenzívna zelená strecha
180	4 980	839914	-499465,7	1268158,06	48.320568771	18.086890599	extenzívna zelená strecha
7621	369	839914	-501329,3	1269757,24	48.304764142	18.063764489	extenzívna zelená strecha
1435/4	190	840378	-498555,9	1268749,82	48.315987137	18.099811881	extenzívna zelená strecha
8607/92	495	839914	-502003,4	1269665,88	48.305046431	18.054603306	extenzívna zelená strecha
8607/23	485	839914	-502328,4	1269769,01	48.303863882	18.050362975	extenzívna zelená strecha
7620	384	839914	-501328,8	1269729,71	48.305011065	18.063737960	extenzívna zelená strecha
874/10	1 515	840378	-497994,4	1269460,43	48.310064505	18.108195212	extenzívna zelená strecha
4821/65	486	839914	-500504,4	1270970,15	48.294553175	18.076282009	extenzívna zelená strecha
825/4	382	840378	-497566,4	-1269767,5	48.307651214	18.114306570	extenzívna zelená strecha
7304/2	1 633	839914	-501652,8	1270422,62	48.298546195	18.060212419	extenzívna zelená strecha
4617	468	840319	-499156,8	1267835,21	48.323705637	18.090655723	extenzívna zelená strecha

362/3	350	840378	-497840,1	1269078,65	48.313606649	18.109815947	extenzívna zelená strecha
1381/16	861	840378	-498706,4	1269167,44	48.312126872	18.098285592	extenzívna zelená strecha
7671/1	2 593	839914	-501214,6	1269462,98	48.307491321	18.064953135	extenzívna zelená strecha
7261/127	389	839914	-501623,7	1270888,76	48.294393509	18.061159183	extenzívna zelená strecha
873	866	839914	-500122,8	1269207,61	48.310645598	18.079312189	extenzívna zelená strecha
7561/1	386	839914	-501521,6	1269875,21	48.303554323	18.061321707	extenzívna zelená strecha
487	961	839914	-500213,8	1268842,01	48.313848685	18.077655135	extenzívna zelená strecha
889/1	1 002	840378	-498114,6	1269267,67	48.311696516	18.106352511	extenzívna zelená strecha
901	938	840378	-498312,2	1269416,24	48.310209419	18.103874763	extenzívna zelená strecha
7242/22	3 838	839914	-501152,5	1270582,06	48.297515469	18.067119999	extenzívna zelená strecha
462/59	1 659	840254	-502364,8	1269656,34	48.304844174	18.049739209	extenzívna zelená strecha
948	1 003	840378	-498412	1269427,24	48.310032012	18.102547360	extenzívna zelená strecha
7304/9	846	839914	-501700,5	-1270504,9	48.297771186	18.059670427	extenzívna zelená strecha
900	3 750	840378	-498315,5	1269357,63	48.310731919	18.103761544	extenzívna zelená strecha
492	517	839914	-500252,3	1268908,26	48.313224665	18.077217110	extenzívna zelená strecha
891/12	311	839914	-500107,4	1269110,05	48.311531840	18.079402731	extenzívna zelená strecha
462/61	4 072	840254	-502513,5	1269608,31	48.305156052	18.047685824	extenzívna zelená strecha
8607/91	1 787	839914	-502036	1269621,79	48.305415538	18.054113523	extenzívna zelená strecha
972	2 895	840378	-498020,9	1269614,81	48.308660481	18.108021751	extenzívna zelená strecha

124/1	871	839914	-499679,2	1268649,69	48.315995339	18.084606179	extenzívna zelená strecha
2073/1	4 304	839914	-499853,4	1269788,05	48.305659208	18.083618909	zelená stena
425/23	490	840254	-502500,6	1269192,22	48.308893760	18.047361627	extenzívna zelená strecha
7638	398	839914	-501291,5	1269554,78	48.306607835	18.064029843	extenzívna zelená strecha
870	347	839914	-500077,2	1269215,97	48.310606870	18.079934291	extenzívna zelená strecha
1435/9	1 620	840378	-498615,3	1268799,28	48.315497125	18.099073406	extenzívna zelená strecha
362/2	321	840378	-497862,2	1269054,44	48.313806062	18.109489972	extenzívna zelená strecha
1381/18	1 107	840378	-498654,6	1269126,77	48.312532175	18.098933363	extenzívna zelená strecha
825/1	346	840378	-497587,3	1269785,88	48.307470069	18.114046787	extenzívna zelená strecha
7641	355	839914	-501306,2	1269610,41	48.306097794	18.063899704	extenzívna zelená strecha
1381/15	73	840378	-498695,6	1269141,65	48.312366425	18.098399823	extenzívna zelená strecha
1435/2	198	840378	-498545,5	1268731,86	48.316156358	18.099931094	extenzívna zelená strecha
493	373	839914	-500272,1	1268861,22	48.313630333	18.076894611	extenzívna zelená strecha
7220/9	3 085	839914	-501210,6	1269959,52	48.303046257	18.065598250	extenzívna zelená strecha
362/1	455	840378	-497835,5	1269052,78	48.313841986	18.109846562	extenzívna zelená strecha
7304/4	845	839914	-501717,7	1270485,05	48.297935299	18.059416193	extenzívna zelená strecha
7474/4	1 812	839914	-502137,9	1270113,65	48.300928146	18.053331845	extenzívna zelená strecha
7474/3	4 038	839914	-502161,5	1269988,56	48.302029899	18.052864823	extenzívna zelená strecha
7671/2	480	839914	-501188,4	-1269423,6	48.307864966	18.065259146	extenzívna zelená strecha





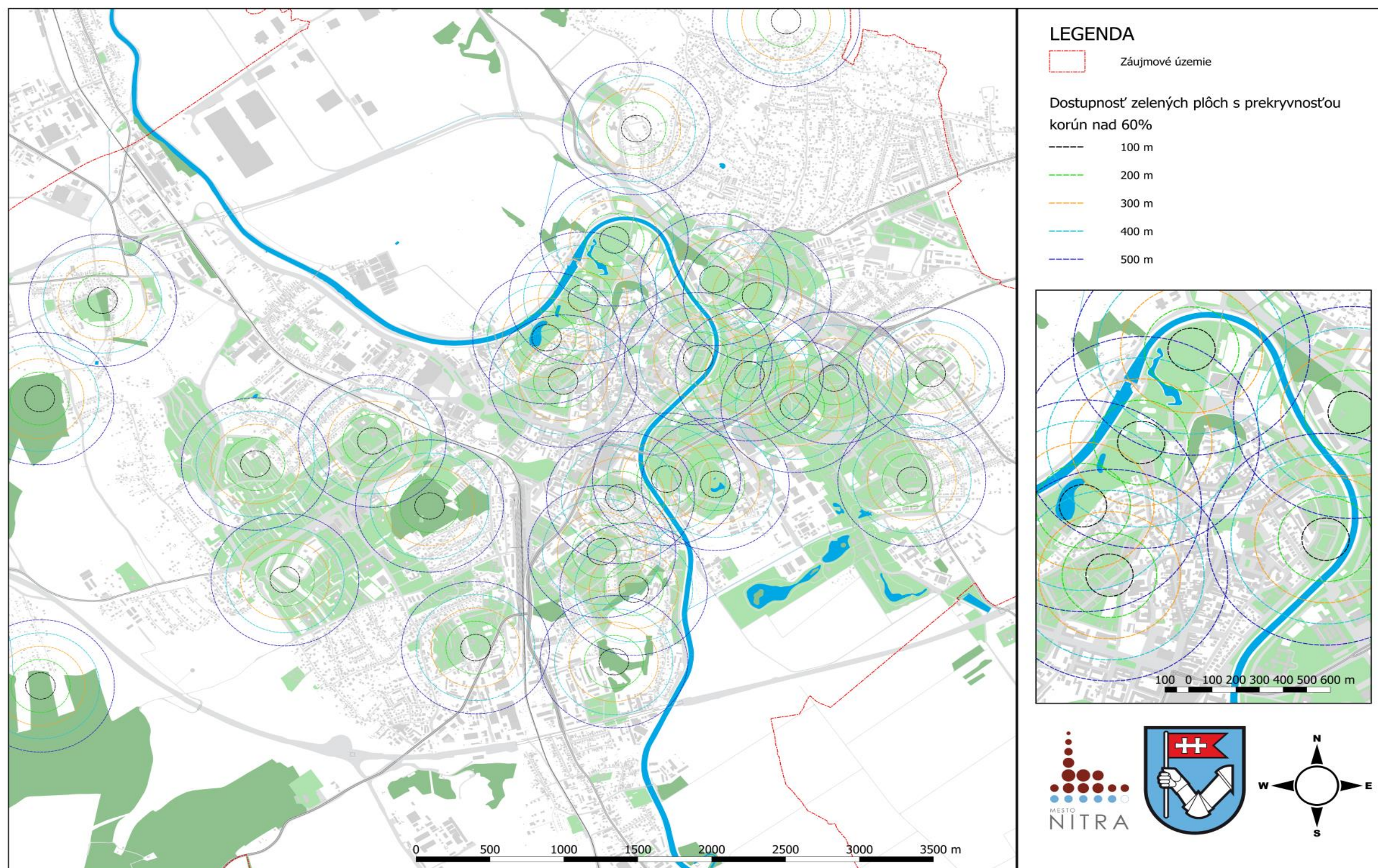
Mapa 15 Vytýpované lokality pre aplikáciu zelených extenzívnych striech



### ***3.4 Dostupnosť zelených plôch s prekryvnosťou korún nad 60%***

V čase horúčav môžu byť plochy zelene s vysokou pokryvnosťou korunami stromov jedným z útočísk pred horúčavami. Chladnejšia mikroklima parkov s hustou výsadbou stromov je omnoho prijateľnejšia. Rozdiely teplôt voči iným plochám môžu byť až 2 – 12 °C nižšie. Preto je dostupnosť takýchto parkov považovaná za súčasť adaptívnej kapacity územia. Vzdialenosť dostupnosti takýchto zelených plôch by nemala prekračovať 300 m, hlavne pre zraniteľné skupiny obyvateľstva – starých ľudí, matky s malými deťmi, ľudí trpiacich srdcovocievnymi chorobami a pod. Čím je väčšia samotná rozloha zelene a väčšie je zastúpenie stromov, tým je výraznejší ochladzovací efekt. Dostupnosť zelených plôch s prekryvnosťou korún nad 60% v meste Nitra mapa 16, je postavená na ochladzovacom efekte korún stromov nad 60%, aký veľký dosah majú zelené prvky a ktorých častiach je potrebné doplnenia zelených prvkov. Pre vypracovanie mapy dostupnosti zelených plôch s prekryvnosťou korún nad 60%, bolo potrebné vypracovať mapu sily tienenia príloha 5.





Mapa 16 Dostupnosť zelených plôch s prekryvnosťou korún nad 60%



### ***3.5 Dostupnosť klimatizácie MHD a tienenie na zastávkach***

Klimatizácia v prostriedkoch MHD, osobitne priestorov vodiča, patrí k významným prvkom adaptívnej kapacity počas horúčav. Jej dôležitosť podčiarkuje aj skutočnosť, že v SR už došlo v prostriedkoch MHD aj k jednému úmrtiu vodiča. Na zastávkach MHD sa často zdržujú skupiny obyvateľov zvlášť citlivé na horúčavy (napríklad starší ľudia). U týchto rizikových skupín zatienenie na zastávkach zmiernuje teploty, znižuje riziko úpalu a ďalších zdravotných komplikácií z horúčav. Najefektívnejší spôsob tienenia by bolo v zapracovaní zelených prvkov (obr. 28) použitých na zatienenie zastávok.



*obr. 28 Zelené zatienenie zastávky*

### ***3.6 Návrh spôsobov tienenia plôch za využitia prírodných biotických materiálov a iných konštrukčných riešení***

Spôsoby tienenia, ktoré sa dajú použiť v meste sú rôzne, dôležité je stanovenie vhodnej lokality a podľa výberu lokality sa aplikuje výber materiálov.



***Obr. 29 Tienenie prírodnými prvkami***

Pri navrhovaní mestského tienenia a vonkajších prvkov všeobecne je dôležité sa zamerať na správnu voľbu materiálovej skladby. Vo vonkajšom prostredí pôsobi na tieto prvky veľké množstvo faktorov, ktoré ovplyvňujú životnosť materiálov. V prostredí mestského parteru je to najmä vplyv poveternostných podmienok a vplyv človeka. Z poveternostných vplyvov sa jedná o pôsobenie slnečného žiarenia, dažďa (kyslých dažďov) a vplyv popr. striedanie vysokých a nízkych teplôt. V zimnom období k týmto faktorom pribúda kontakt s posypovou soľou v miestach ošetrovaných týmto spôsobom. Ďalším zásadným činiteľom, ktorý nemálo ovplyvňuje životnosť jednotlivých prvkov vo verejnom priestore je človek.

Typy konštrukčných riešení tienenia plôch v meste:

- plachtové tienenie (obr. 30),
- drevené konštrukcie (obr. 31,32),
- železné konštrukcie
- kombinované tienenie s použitím viacerých typov materiálov (obr. 29).





*Obr. 30 Tienenie s použitím trojrohých plachiet*



*Obr. 31 Tienenie pomocou drevených konštrukcií*



*Obr. 32 Tienenie pomocou drevených konštrukcií*

### ***3.7 Informačné aktivity o správnych vzorcoch správania sa počas horúčav a dostupnosť zdravotníckej pomoci***

Odborní pracovníci Regionálneho úradu verejného zdravotníctva v Nitre v posledných rokoch každé leto pravidelne informujú verejnosť o možných zdravotných rizikách v čase vln horúčav a to písomnou formou v regionálnych denníkoch a ústnou formou rozhovormi s redaktormi a príhovormi verejnosti v regionálnych rádiách a televíziách. Informácie sú podávané vo všetkých týchto masmediálnych prostriedkoch najmenej raz za letnú sezónu.

Informačné aktivity sú zamerané na správny pohybový režim počas horúčav, správny a dostatočný pitný režim, na vhodnosť nezaťažovej stravy, bohatej na vitamíny a minerály, na ostražitosť pred potravinami a pokrmami, ktoré podliehajú rýchlejšiemu kazeniu sa a vzniku rizika epidémií, ako aj na rady a postupy v prípade už vzniknutých zdravotných ťažkostí a možnosti privolania rýchlej lekárskej pomoci.

Medzi najčastejšie poskytované informácie a rady konkrétne patria:

- Vyhybanie sa pohybu na priamom slnku.



- Treba nosiť vzdušné oblečenie z prírodných materiálov svetlých farieb a na hlave by nemala chýbať nejaká pokrývka ako ochrana pred slnečným úpalom.
- Dávať pozor na veľké teplotné rozdiely pri prechode z exteriéru do vnútorných priestorov a naopak, zvlášť to platí pre starších ľudí, deti, tehotné ženy a ľudí s kardiovaskulárnymi ochoreniami. Nebezpečné sú veľké teplotné rozdiely medzi exteriérom a vnútornými priestormi s klimatizáciou, teplotný rozdiel by nemal byť väčší ako desať stupňov Celzia.
- Miestnosti je nutné dobre vetrať, pretože človeka ohrozuje prehriatie nielen pri pohybe na priamom slnku, ale aj zdržiavanie sa v prehriatych miestnostiach.
- Dodržiavanie pitného režimu. Dospelý človek by mal počas dňa vypiť najmenej tri litre tekutín, a to predovšetkým minerálnu vodu, stolovú vodu, ovocné šťavy a džúsy. Vhodný je aj bylinkový čaj. Nevhodné sú presladené nápoje s obsahom CO<sub>2</sub>, kofeínu, chinínu či alkoholu.
- Nepiť alkohol v horúčavách, je to nebezpečné, pretože má močopudný účinok a vedie k strate tekutín v organizme. Tiež spôsobuje rozširovanie ciev, čím sa znižuje krvný tlak, krv sa zahusťuje a slabšie sa okysličuje mozog. Tí, ktorí neodolajú posedeniu pri pohári piva, by mali preferovať pivo bez alkoholu.
- Kávu, čierny čaj alebo tonik piť v horúčavách len v obmedzenej miere, pretože tiež pôsobia močopudne.
- Konzumovať zeleninu a ovocie s vysokým obsahom vody (uhorky, paradajky, melóny, broskyne ...).
- Seniori by mali prijímať tekutinu častejšie za deň v malých množstvách, pretože oni sú v týchto dňoch najviac ohrození dehydratáciou, a to z dôvodu že sa im pri vysokých teplotách nežiada jesť ani piť, alebo sa nechcú zámerne napiť, lebo sa obávajú stúpnutia krvného tlaku či nepríjemnému úniku moču.
- Okolo poludnia nevychádzať na priame slnko, ani vykonávať fyzicky namáhavú prácu. Opaľovanie sa odporúča mimo hodín od 11:00 do 15:00 hod.
- Nekonzumovať ťažké jedlá – zaťažujú organizmus, nekonzumovať majonézové šaláty, omáčky, jedlá ktoré podliehajú v teple rýchlej skaze a jedlá ktoré nie sú čerstvo pripravené, pretože v týchto jedlách a pokrmoch je riziko rýchlejšieho množenia sa patogénnych baktérií, čo predstavuje riziko vzniku črevných infekcií alebo miestnych či rodinných epidémií.



Na Slovensku nie je zavedený systém včasného varovania pred horúčavami a aktivity tohto druhu doposiaľ nevykonáva ani miestna samospráva. Predmetný aspekt adaptívnej kapacity je nedostatočný.

Záchrannú zdravotnú službu na území mesta Nitra zabezpečujú:

- Krajské operačné stredisko záchranej zdravotnej služby v Nitre (KOS ZZS Nitra),
- poskytovatelia záchranej zdravotnej služby (ZZS).

Operačné stredisko záchranej zdravotnej služby je štátna príspevková organizácia, ktorej zriaďovateľom je Ministerstvo zdravotníctva SR. Zabezpečuje príjem tiesňového volania záchranej zdravotnej služby, spracovanie tiesňového volania a realizáciu odozvy na tiesňové volanie, v prípade potreby vydáva pokyn ambulancii záchranej zdravotnej služby na zásah.

Poskytovatelia záchranej zdravotnej služby zabezpečujú záchrannú zdravotnú službu poskytovaním neodkladnej zdravotnej starostlivosti ambulanciami záchranej zdravotnej služby. Sú základnou záchrannou zložkou Integrovaného záchranného systému, ktorá vykonáva záchrannú zdravotnú službu na zásahovom území.

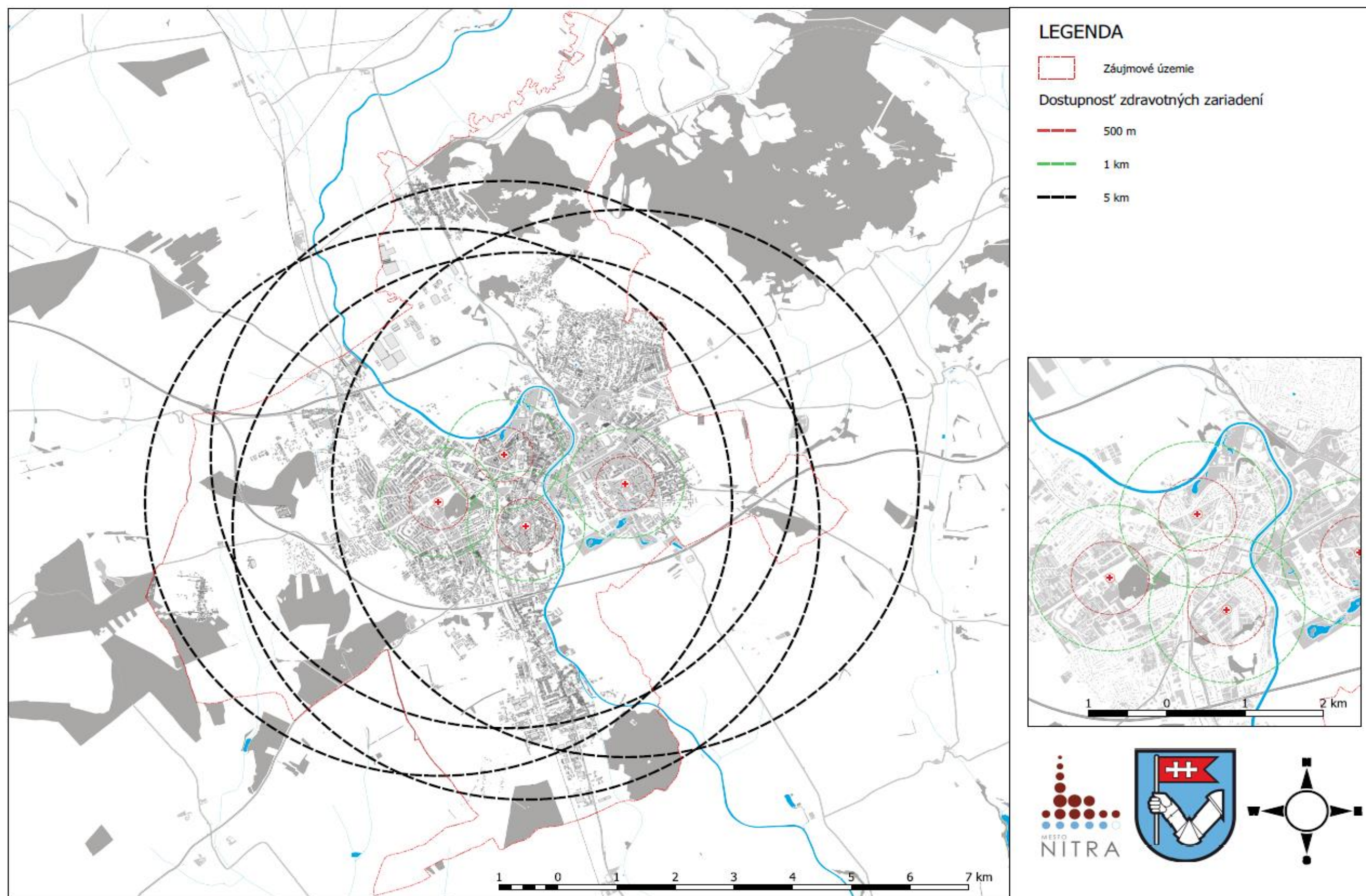
Krajské operačné stredisko ZZS v Nitre riadi a koordinuje činnosť záchranej zdravotnej služby v Nitrianskom kraji.

Na KOS ZZS Nitra pracujú 3 lekári operátori, atestovaní v odbore urgentná medicína, zdravotnícki operátori, v prevažnej väčšine majú vysokoškolské vzdelanie, prípadne aktuálne VŠ študujú, všetci majú ukončené špecializačné štúdium operačné stredisko, študujú ošetrovateľstvo a verejné zdravotníctvo, 8 operátorov má SŠ vzdelanie, 14 s vyšším odborným vzdelaním, 5 má VŠ vzdelanie I. stupňa – Bc., 3 má VŠ vzdelanie II.

Pripravenosť ZZS na požiadavky vyvolané zmenou klímy sú podmienené pripravenosťou jednotlivých poskytovateľov na území NR SK. V našom kraji poskytuje ZZS 6 štátnych a súkromných poskytovateľov. Štátny poskytovatelia ZZS sú : ZS Bratislava, FN Nitra a súkromní poskytovatelia sú – Falck, a.s., Life Star Emergency, s.r.o., Sieť staníc záchranej zdravotnej služby je na území SR nastavená na úrovni primeranej dostatočnosti, vzrastajúce nároky na zásahy ZZS vzhľadom na klimatické zmeny sú zaznamenávané v ostatných rokoch a možno v krátkej dobe povedú k nutnosti zmeniť rozmiestnenie síl a prostriedkov ZZS. Rovnako je to i v prípade núdzových plánov.

Na základe vyššie uvedeného konštatujeme, že adaptívna kapacita v predmetnej oblasti je vyhovujúca, s čiastočnou výnimkou absencie núdzového plánu.

Dostupnosť zdravotných zariadení je znázornená na mape 16 kde sú rozdelené okruhy podľa vzdialenosti od daného zariadenia.



Mapa 17 Dostupnosť zdravotných zariadení



#### **4 Adaptačné opatrenia v oblasti zelenej infraštruktúry a ochrany životného prostredia**

Zaradenia mesta Nitra do kategórií potenciálnej vegetácie je na mape 18, kde je rozdelené do siedmich kategórií dubovo cerové lesy, dubové lesy s javorom tatarským dubom plstnatým, hydrofilné karpatské a peripanónske dubovo – hrabové lesy, a posledná kategória je definovaná dubové lesy s dubovo plstnatými a travinovými spoločenstvami na skalách.

Pri adaptačných opatreniach v oblasti zelenej infraštruktúry a ochrany životného prostredia ide hlavne o environmentálne funkcie zelenej infraštruktúry, ktoré môžeme v tomto ponímaní nazvať aj regulačnými ekosystémovými službami:

- zlepšenie kvality ovzdušia a mikroklimy v mestskom prostredí,
- mitigácia a adaptácia na zmenu klímy,
- ovplyvnenie hydrologického cyklu a odtokových pomerov,
- podpora biodiverzity, životných cyklov a procesov,
- regulácia pôdnej erózie a iných svahových procesov, podpora pôdotvorných procesov, rozklad škodlivých látok a i.).

Hlavná úloha vegetácie pri odstraňovaní príčin zmeny klímy. Aj keď vegetácia nepochybne prispieva k viazaniu atmosférického CO<sub>2</sub>, čoho výsledkom by malo byť zníženie alebo zabrzdenie zvyšovania skleníkových plynov (sekvestrácia uhlíka), jej úloha nemôže byť v tejto oblasti preceňovaná. Výsadba stromov by mohla predstavovať najjednoduchšie vyriešenie problému zmeny klímy. Bolo by k tomu potrebné zalesnenie okolo 900 miliónov hektárov, čo zodpovedá takmer rozlohe Spojených štátov. Nové lesy, až vyrastú, by mohli pojať až 205 miliárd ton oxidu uhličitého. To sú zhruba dve tretiny z 300 miliárd ton, ktoré sa od začiatku priemyselnej revolúcie do ovzdušia dostali kvôli pôsobeniu človeka. Situácia však nie je taká jednoduchá. Aj keby sa podarilo vysadiť stromy v približne požadovanom objeme, trvalo by desaťročia, kým by tieto lesy vyrástli a pomohli v boji proti klimatickým zmenám. Okrem toho je potrebné upozorniť, že plôch vhodných na zalesnenie práve v dôsledku klimatických zmien každým rokom ubúda. Pri ostatných typoch zelenej infraštruktúry čistá bilancia pohltienia CO<sub>2</sub> závisí od fázy tvorby, použitia materiálov ako aj následnej údržby, pri ktorej sa práve používajú mechanizmy používajúce fosílna palivá. Viacero výskumov sa venovalo pohlcovaniu CO<sub>2</sub> podľa rozličných typov porastu vrátane vegetačných striech. Tieto

údaje by mali byť pre mesto významné z pohľadu smerovania k nízkouhlíkovému, resp. bezuhlíkovému rozvoju.

Nakoľko je zelená infraštruktúra stále pomerne novým pojmom, trochu ťažšie sa hľadá uchopiteľná a všeobecne uznávaná definícia. Veľká rozmanitosť prvkov zelenej infraštruktúry je na jednej strane výhodou pri poskytovaní riešení rôznych spoločenských a environmentálnych problémov. Na druhej strane, široké pokrytie tiež predstavuje určitú výzvu, pretože pre tvorcov rozhodnutí je ťažké pochopiť komplexnosť a zložitosť tém a možného aplikovania konceptu zelenej infraštruktúry, ktoré sa na ich riešení môžu podieľať.

V septembri 2019 bola schválená novela zákona č.543/2002 o ochrane prírody a krajiny, kde bola definícia zelenej infraštruktúry pozmenená:

„Zelená infraštruktúra je sieť prírodných a poloprírodných prvkov, predovšetkým plôch zelene a vodných ekosystémov, ktorá je vytváraná a spravovaná tak, aby poskytovala široký rozsah ekosystémových služieb, s osobitným zreteľom na zabezpečenie biologickej rozmanitosti, ekologickej stability a priaznivého životného prostredia a prepojenie urbanizovaného prostredia s okolitou krajinou“.

Zelená infraštruktúra má pre mesto neoceniteľný význam. Vo veľa prípadoch môže byť a často aj býva lacnejšia, efektívnejšia a udržateľnejšia ako iné, investične náročné riešenia. Mesto by malo byť zamerané na podporu, rozvoj a tvorbu zelenej infraštruktúry, nielen napomôcť pri tvorbe, ale malo by byť priamo súčasťou tvorby ďalších strategických dokumentov rozvoja sídla, a to osobitne v oblasti adaptácie na zmenu klímy a ochrany biodiverzity, a zohľadňovať ju v územnom plánovaní mesta.

"Zelená infraštruktúra" je ľudské dielo, ktoré cielene rieši kvalitu sídelného ŽP a ekologickú stabilitu, eliminuje klimatické zmeny, zvyšuje trhovú hodnotu nehnuteľností, zvyšuje psychickú pohodu i estetiku prostredia atď. V súčasnosti najoceňovanejším benefitom zelenej infraštruktúry je pozitívny vplyv na zmenu klímy a na hygienu prostredia. Pojem "zelená infraštruktúra" (ZI) je pojem krajinno-urbanistický, pretože "urbánny ekosystém" čiže "systém sídelnej zelene" má v urbánnom prostredí i kultúrny rozmer (je výsledkom tvorby), zelená infraštruktúra je tak súčasťou sídelnej štruktúry, ktorá vzniká plánovitou tvorbou človeka/komunity. Podiel "sídelnej zelene" závisí v mnohom od spoločenskej objednávky a od akceptovania novej paradigmy, ktorou je "udržateľný rozvoj miest". Urbánny priestor (mesto) je prioritne kultúrnym priestorom a jeho vyváženosť "zelenej a šedej zložky" (veľmi

zjednodušene) závisí od komunity v meste, ktorá definuje (schvaľuje) zastavanosť územia i rozvoj zelenej infraštruktúry podľa svojich predstáv a potrieb s ohľadom na budúce generácie.

Význam zelenej infraštruktúry:

Zeleň je jedinou zložkou životného prostredia, ktorá má schopnosť vlastnej regenerácie a zároveň podporuje regeneráciu i kvalitu iných zložiek ŽP (vody, pôdy, ovzdušia...). Zeleň je nástroj na produkciu kyslíka, zvlhčovač vzduchu, filtračná jednotka, pohlcovač patogénov, pachov, hluku, emisií, je biotopom pre rôzne druhy flóry a fauny ako i zdrojom nášho bohatstva. Navyše zeleň je zdrojom energie, psychickej pohody, šťastia i zdravia. Krajina a zeleň v urbánnom prostredí má tak až nedocenený význam pre našu kvalitu života. Tento fakt si uvedomili už koncom 19. storočia továrníci v Anglicku, ktorí podporovali výstavbu "záhradných miest", čím sa snažili zlepšiť životné prostredie a regeneráciu produkčnej pracovnej sily. Princíp zelených miest sa uplatnil v niektorých prípadoch (síce s oneskorením, ale predsa) i na Slovensku (v Nitre napr. sídlisko na ulici Mostnej). Zeleň je dlhodobá investícia, ktorá prináša prospech až 2. či 3. generácii, takže v čase súčasných "rýchlych ziskov" investovanie do zelene sa javilo ako "neefektívne", preto sa zeleni a jej významu v minulosti neprípisovala adekvátne pozornosť. Až v súčasnosti, kedy klimatické zmeny zasahujú do nášho komfortného života, cítime potrebu opäť tvoriť zelenú infraštruktúru a prírodné prostredie, aby táto mohla opäť plniť požadované funkcie.

Význam zelene v urbánnom prostredí a pri rôznych historických objektoch ešte narastá, ak si uvedomíme, že najmä komponovaná zeleň je súčasťou nášho prírodného a kultúrneho dedičstva. Pri riešení-plánovaní-projektovaní zelenej infraštruktúry sa tak musí akceptovať aspekt ekostabilizačný, environmentálny, urbanistický, architektonický i kultúrno-spoločenský. Zeleň je viac ako "len" vegetácia, zeleň je fenomén, od ktorého závisí kvalita nášho života. Tvorba zelene je teda pomerne komplexný problém a vyžaduje si interdisciplinárny a integratívny prístup, a tiež následné implementovanie krajinárskych plánov do všetkých strategických dokumentov. S tvorbou zelene súvisí hmotovo-priestorové usporiadanie vegetačných prvkov v území i návrh sortimentu, ktorý by mal všetky vyššie uvedené požiadavky a aspekty zohľadňovať. Znamená to teda, že nie je možné na jednotlivé plochy navrhovať akékoľvek úpravy či rastlinné druhy, či navrhovať plochy uniformne. Od aktérov plánovacieho i rozhodovacieho procesu súvisiaceho so zelenou infraštruktúrou sa tak očakáva:



- akceptovanie, že príroda a zelená infraštruktúra je pre človeka najväčšou hodnotou (prírodný kapitál), ktorý je potrebné udržiavať i zveľaďovať
- uplatňovanie environmentálnej etiky ako nového spôsobu života
- ochrana flóry a fauny, akceptovanie chránených území (územia OPaK i pamiatkovo chránené územia) ako najvyššej priority
- podpora udržateľného rozvoja územia a kvality života
- zodpovednosť v plánovacom i rozhodovacom procese (od plánovania, cez projektovanie až po realizáciu), tá spočíva v hľadaní optimálnych riešení, s dôrazom na udržateľnosť, efektivitu ale aj originalitu či historický kontext, znamená to uplatnenie princípov Európskeho dohovoru o krajine a mnohých ďalších dohovorov a legislatívnych noriem
- presadzovanie novej paradigmy - komplexné prístupy k tvorbe krajiny a zelenej infraštruktúry, synergické výstupy využiteľné v dlhodobom plánovaní, podpora kvality života, udržateľného bývania, šetrné opatrenia a presadzovanie verejnoprospešných cieľov, apod.

### **Legislatívne normy:**

Tvorba krajiny i tvorba zelene v urbánnom prostredí sú dané legislatívou a tú je potrebné dodržiavať a rešpektovať. Základnými nástrojmi pre tvorbu prostredia je Stavebný zákon č.50/1976 Zb., a Zákon o ochrane prírody a krajiny č. 543/2002 Z.z., Zákon č. 138/1992 Zb. Zákon o autorizovaných architektoch a autorizovaných stavebných inžinieroch, ďalej sú to Živnostenský zákon č. 455/1991 Zb., Zákon o pozemkových úpravách č. 330/1991 Zb., Zákon o ochrane pamiatkového fondu č. 49/2002 Z.z., Zákon č. 416/2001 o prechode kompetencií na samosprávne orgány (malý kompetenčný zákon), Zákon o verejnom obstarávaní č. 343/2015 Z.z., ale i vykonávacie vyhlášky, technické normy STN, štandardy ai. Ten, kto chce vykonávať projektovú činnosť, musí byť znalý legislatívy. Pripomeňme aspoň najdôležitejšie legislatívne predpisy a normy:

- Stavebný zákon (Zákon č. 50/1976 Zb). v znení neskorších predpisov:

Stavebný zákon má dve časti - územnoplánováciu a stavebného poriadku. Územný plán je strategický dokument, ktorý predstavuje "spoločenskú dohodu o rozvoji územia". Sleduje kvalitu sídiel a reguluje proces urbanizácie. Stavebný poriadok sleduje kvalitu detailu a usmerňuje stavebnú činnosť v súlade so schváleným územným plánom. Tiež usmerňuje

vybrané činnosti vo výstavbe akou je napr. projektovanie stavby, jej dozorovanie apod. a definuje proces rozhodovania. Tvorba krajiny sa uplatňuje cez územnoplánovacia činnosť a tiež cez projektovú činnosť stavieb.

- územnoplánovacia činnosť je tvorba územnoplánovacích podkladov, zadania a územného plánu - koncept a návrh. Zeleň/krajina je riešená v rámci podkladov – a to MÚSES (miestny územný systém ekologickej stability), KEP (krajinnoeologický plán), GZ (územný generel zelene) a KŠ (krajínárska štúdia, resp. urbanisticko-krajínárska štúdia). MÚSES a KEP sa riešia v mierke 1:10000, štúdie a GZ v miere 1:1000 a KŠ podľa rozsahu po dohode s investorom.
- projektová činnosť rieši vyhotovenie vykonávacích projektov. V zmysle § 45 ide o vybranú činnosť vo výstavbe, čo znamená, že ju môžu vykonávať len oprávnené osoby (viď príslušná kapitola ďalej). Obsah a rozsah projektovej dokumentácie stavby je daný Vyhláškou č. 543/2000 Z.z. Oficiálnou nomenklatúrou sa stavby delia na budovy a inžinierske stavby. Zeleň je riešená v rámci inžinierskych stavieb, a to:
- stavby občianske: parky, ihriská, športoviská, záhradná architektúra pri rodinných i bytových domoch, átriá, plochy pri pamätníkoch, pri pamiatkovo chránených stavbách, pri obchodných centrách, pri kultúrnych zariadeniach, zeleň pri sakrálnych objektoch, tiež ZOO a botanické záhrady apod.
- stavby poľnohospodárske, lesnícke: výsadba krajinej zelene - vetrolamov, remízok, sádov, viníc, chmeľníc, ale i zúrodnenie pozemkov, rekultivácie, renaturalizácie apod.
- stavby vodné, dopravné stavby: terénne úpravy, parkoviská, cyklotrasy, sprievodná zeleň tokov, ciest, chodníkov pre peších i cyklistov apod.

Oficiálna nomenklatúra stavieb platí pre všetky rezorty (aj pre ŽP) i pre všetky inštitúcie. Vykonávacie projekty sú riešené vo viacerých stupňoch: Investičný zámer, Dokumentácia pre územné rozhodnutie, Projekt pre stavebné povolenie, Realizačný projekt (viď kapitola 7).

#### **Zákon o OPaK (Zákon č. 543/2002 Z.z o ochrane prírody a krajiny):**

Zákon prináša okrem špeciálnej aj všeobecnú ochranu prírody a krajiny (čiže chrániť je nutné nielen vyhlásené chránené územia, ale každý prírodný prvok). Všetky prírodné prvky a ekosystémy podliehajú minimálnej ochrane prvého stupňa. Systém ekologickej stability

(ÚSES) je verejným záujmom, investičné zámery musia akceptovať ochranu a tvorbu prírodných prvkov, exteriéru, krajiny a zelene a každý je povinný prírodu zachovávať, chrániť, udržiavať či nahradiť. Ochrana drevín je daná v zákone a za stromy odstránené je nutné realizovať náhradnú výsadbu. Zo zákona musia mať obce spracovaný Dokument starostlivosti o dreviny, využiteľný najmä pri plánovanej údržbe drevín. MÚSES je podkladom pre tvorbu územného plánu i pre pozemkové úpravy. Dokumenty OPaK spracovávajú osoby spôsobilé, zapísané v Zozname odborne spôsobilých osôb, ktorý vedie Ministerstvo ŽP SR. Odborne spôsobilé osoby získajú svoju spôsobilosť v súlade s §55 Zákona. Tieto osoby nemôžu ale spracovávať projektovú dokumentáciu ani vykonávať vyhradené činnosti vo výstavbe. Tu často dochádza na obciach k pochybeniam. Obce si zamieňajú odborne spôsobilé osoby podľa Zákona o OPaK a projektantov podľa Stavebného zákona.

#### **Zákon o autorizovaných architektoch a autorizovaných stavebných inžinieroch (Zákon č. 138/1992 Z.z. v znení neskorších predpisov)**

Autorizovaný krajinný architekt (AKA) je zapísaný v zozname na SKA, jeho zápisu predchádza autorizačná skúška pred autorizačnou komisiou na Slovenskej komore architektov. Pred skúškou je adept povinný absolvovať min. 3 roky praxe pod vedením autorizovaného architekta SKA. Činnosť projektanta je definovaná v §46 Stavebného zákona a tiež Zákonom č. 138/1992 o autorizovaných architektoch a autorizovaných stavebných inžinieroch. Projektová činnosť AKA je činnosťou podľa osobitných predpisov (slobodné povolanie) a autorizovaný krajinný architekt. Projekty, ktoré sú hradené z verejných zdrojov (rozpočty miest a obcí, zdroje EU...), musia riešiť autorizovaní krajinní architekti, a tieto projekty musia byť parafované červenou guľatou pečiatkou architekta so štátnym znakom (podobne ako napr. notári).

#### **4.1 Zásady projektovania zelenej infraštruktúry**

Význam zelenej infraštruktúry narastá úmerne devastácii krajiny a deštrukcii ekosystémov. Zelenej infraštruktúre je potrebné venovať zvýšenú pozornosť ako v procese plánovania, projektovania, tak i pri jej realizácii - s perspektívou potrieb budúcich generácií. Nevýhodou zelene je jej dlhodobý vývoj, zeleň ako zložku ŽP nie je možné nahradiť v krátkodobom horizonte. Z toho vyplýva, že investície realizované do zelene dnes sú oveľa výhodnejšie (a lacnejšie) ako budú investície realizované v budúcnosti. To platí ako na úrovni globálnej, tak



na úrovni lokálnej. Zem sa javí ako jeden komplexný ekosystém. Jeho devastácia na jednom mieste má globálny vplyv. Narušenie globálneho ekosystému si žiada i lokálne opatrenia. Jedným z nich je zelená architektúra ("živá architektúra") v urbánnom prostredí. Tá sebou prináša implementovanie vegetačných prvkov priamo do stavieb (zelené strechy intenzívne a extenzívne, zelené steny a zelený interiér). Objekty tak získavajú nie len nový dizajn, ale i novú vnútornú kvalitu a energetickú úspornosť.

Avšak základom krajinnno-architektonických úprav stále zostávajú stromy, ktoré sú uplatňované v rôznych vegetačných formáciách (líniové či plošné formácie, ale i ako solitérne prvky). Stromy sú v základnej kompozícii nenahraditeľné, uplatňujú sa ako na rastlom teréne, tak i na umelom teréne. Stromy sú dlhodobé prvky s istými nárokmi pre svoj rast a vývoj. Stanovištné podmienky je možné upraviť rekultivačnými opatreniami, vďaka ktorým sa zlepšia fyzikálne a chemické vlastnosti pôdy i vsakovacie pomery. Táto rekultivácia je dôležitá hlavne v mestách, kde je pôda značne degradovaná v dôsledku jej vyčerpania, utuženia, či chýbajúcich živín a humusu. Aby teda zeleň vytvorila kvalitný porast, je potrebné upraviť i pôdu.

Budovanie zelenej infraštruktúry je verejnoprospešná činnosť, pri ktorej sa budujú isté objektívne i subjektívne hodnoty. V spoločnosti narastá dopyt po tejto hodnote - po zeleni, a to najmä v oblastiach s deficitom zelene. Zeleň je možné budovať na pripravených pozemkoch cez rôzne projekty, napr. cez projekty pozemkových úprav, plánovať ju v územných plánoch, implementovať ju do strategických dokumentov rozvoja a požadovať jej riešenie i vo vykonávacích investičných projektoch apod., keďže kvalitu života v urbánnom prostredí do značnej miery ovplyvňuje kvalita zelenej infraštruktúry.

#### **Prvky systému sídelnej zelene - zelená infraštruktúra:**

Definovanie plôch zelene rôzni autori uvádzajú rôzne, avšak je zaužívaná istá kategorizácia plôch zelene (metodiky VÚVA do r. 1978), na ktorú nadväzujú v miernej modifikácii i Štandardy minimálnej vybavenosti obcí (2010). Na definované kategórie nadväzuje funkčné využitie plôch zelene a od funkcie závisí tvorba vegetačných formácií na plochách zelene.

#### **Odporúčaná kategorizácia zelene:**

- ***Zeleň verejná - zeleň verejne prístupná bez obmedzenia:***

- Lesopark, resp. parkový les (mestské lesy) - dôraz sa kladie na dostatok vzrastlej zelene (kostru úprav tvoria súvislé porasty či skupiny stromov), lesy a lesoparky majú zväčša priaznivú mikroklimu
- Parky a drobné parkové plochy - stromy tvoria kostru parkovej úpravy, pôdne podmienky parkov bývajú priaznivé, pretože pôdy neboli prevrstvené či inak degradované
- Zeleň pri bytových domoch - pri dostatku priestoru je vhodné sadiť stromy najmä z náveternej strany. Pôdy sú výstavbou bytových domov degradované, dreviny by mali byť odolné suchu, ak plocha nie je zavlažovaná.
- Dopravná zeleň - sprievodnú zeleň komunikácií a železníc tvoria najmä aleje, žiaľ, tie sa popri cestách postupne odstraňovali. V súčasnosti sa opätovne začínajú dreviny vysádzať. Avšak výsadba stromov pri komunikáciách je často obmedzená prítomnosťou inžinierskych sietí a ich ochranného pásma, ktoré zaberajú plochu, takže pre stromy nie je miesto. Nešťastím pre stromy sú i nadzemné vedenia, pre ochranu ktorých sú stromy nešetrne rezané, čo zväčša znamená ich devastáciu. Ďalší problém vzniká výstavbou úzkych uličných parterov, kde potom pre stromy nie je dost' priestoru. Navyše do ulíc a ku komunikáciám je potrebné sadiť stromy odolné, resp. tolerantné na emisie z dopravy i na posypové soli. Citlivé dreviny (ihličnaté) nie je vhodné popri cestách vysádzať.
- Ochranná a izolačná zeleň - ide o zeleň, ktorá má tvoriť vizuálnu či hygienickú bariéru, preto by takéto pásy mali byť troj-etážové (stromy, kry aj podrast)
- Nevyužívané plochy - prioritne im treba určiť funkciu, aby mohli byť upravené. Na nevyužitých plochách sú zväčša dreviny zo samonáletu (prírodná sukcesia), tzn. "pionierske dreviny"

- ***Zeleň vyhradená - zeleň prístupná istej skupine ľudí v istom čase:***

- Zeleň pri objektoch občianskej vybavenosti - sortiment sa zvolí podľa expozície plochy a orientácie príslušných objektov. Dôraz treba klásť na zeleň na parkoviskách a po obvode daného areálu
- Zeleň školských zariadení - sortiment by mal vylúčiť dreviny alergénne a jedovaté
- Zeleň zdravotníckych zariadení - základ by mali tvoriť stromy veľkokorunné, ktoré majú funkciu filtra a zadržiavajú patobénne mikroorganizmy v ovzduší, tiež odporúčame sortiment podporujúci vnemy (rastliny vonné, drsné, prípadne s jemnou štruktúrou apod.)

- Zeleň športovo-rekreačných zariadení - základ by mali tvoriť stromy veľkokorunné, ktoré emitujú do ovzdušia vodné pary, zvyšujú vzdušnú vlhkosť, mikroklimu ochladzujú a zadržiavajú emisie v ovzduší

- Zeleň výrobných areálov, skladov, technických objektov a zariadení - tu by mali byť prioritne vysadené dreviny, ktoré dobre znášajú emisie v ovzduší, prehriate prostredie i suchšie stanovisko

- ***Zeleň súkromná - Záhrady, predzáhradky a dvory:***

- záhradkárske osady - tu majú prioritu úžitkové druhy rastlín

- súkromná zeleň pri bytových domoch (nový prvok) - tieto úpravy sú poznačené vkusom majiteľa domu a záhrady, avšak u tu by sa mali uplatňovať princíp, že do mestského prostredia je vhodné situovať okrasné záhrady (pestrý sortiment je prípustný) a na vidieku tvoriť vidiecke záhrady, ktoré podporujú vidiecky obraz obce (prevládať by mali druhy úžitkové, ako napr. ovocné dreviny apod.)

- ***Zeleň špeciálna - Plochy zelene osobitného určenia (vojenský areál apod.):***

- Zeleň sakrálnych objektov, Kalvárie apod. - tu by sa mal uplatniť princíp tradície, resp. používať druhy, ktoré súvisia so spiritualitou

- Cintoríny, pamätníky a pietne miesta - základ kompozície by mali tvoriť aleje, a potom solitérne stromy, aby sa podporila pietnosť miesta

- Historické krajinné štruktúry, historické parky a záhrady - mali by rešpektovať pamiatkovú ochranu (a to aj v prípade, že plocha nie je pamiatkovo chránená), aby sa zachoval historický kontext

- Brownfieldy, plochy environmentálne zaťažené - tu by sa mali sadiť dreviny krajnárske, veľmi odolné, nenáročné, maskujúce nevhodné pohľady na devastované územie

- Architektonická zeleň - strešné záhrady, vertikálne zelené steny - tu je potrebná spolupráca s krajinným architektom, architektonická zeleň má byť zaujímavá priestorovým usporiadaním vegetačných prvkov, farebnosťou, výškovým členením, pestrosťou apod. Vo veľkej miere je možné používať zakrslé kultivary, popínavé dreviny, okrasné trávy apod.



- Zeleň na konštrukciách - cieľom je zrejme zakryť fasády či iné nevhodné konštrukcie, preto by mali byť používané popínavé dreviny, alebo dreviny tvarované, pričom výber druhu závisí od svetovej strany
- Ekodukty - sú konštrukcie určené pre výsadby blízke prírode

### **Odporúčaný sortiment druhov drevín v urbánnom prostredí:**

Druhovú skladbu výsadiieb závisí od viacerých faktorov: - od vegetačného pásma daného územia, - od stanovištných podmienok, - od lokalizácie plochy, - od funkcie (resp. kategórie a podkategórie) plochy, - od kompozičného riešenia danej plochy, - od podmienok ochrany (ak sú na danej ploche definované), - od historického kontextu a génia loci, - od veľkosti plochy apod.

### **Základné princípy tvorby zelenej infraštruktúry:**

- pôvodnosť: sortiment by mal vychádzať z druhového zloženia prírodných spoločenstiev riešeného územia (súladi s vegetačným pásmom), preferované by mali byť teda druhy domáce (lipy, javory, duby...), resp. adaptované, zdomácnelé (*Aesculus hippocastanum*, *Celtis occidentalis* ai.), avšak vzhľadom na zmenu klímy je nutné zvážiť i využitie cudzokrajných a introdukovaných druhov, prípadne novošľachtence pripravené na nové stanovištné podmienky
- lokalizácia: vo všeobecnosti platí, že v nížinných oblastiach, kde sú vyššie priemerné teploty, by sa mali uplatňovať skôr dreviny listnaté, ktoré lepšie znášajú vyššie teploty a prípadne i občasné sucho. Naopak, v horských oblastiach by mali byť porasty zmiešané, alebo s prevahou ihličnatých drevín. Druhovú skladbu tiež závisí od toho, či plocha je v kontakte s prírodným prostredím, alebo je uprostred intenzívnej zástavby. Výsadby v kontaktných zónach by mali byť druhovo skromnejšie a blízke prírode. To však platí za predpokladu, že pôdne pomery sú pre takéto druhy vhodné.
- stanovištné podmienky: pre určenie druhu na danú lokalitu je potrebné mať urobené rozborý pôdy, hlavne určiť pH pôdy, obsahu humusu a základných živín. Niektoré druhy dreviny majú radšej kyslé pôdy (hlavne stálezelené druhy), iné zase neutrálne pôdy (napr. ovocné dreviny). Okrem toho je vhodné poznať "vhlkostné pomery" stanoviska. Suchomilné druhy nie je vhodné sadiť do zamokrených miest, do depresí či na brehy tokov a vodných plôch. Vo všeobecnosti sa dá tvrdiť, že pôdy v mestách sú silne poznačené antropogénnou činnosťou, pôdy sú degradované a vyžadujú si rekultiváciu pôdy, čo však zvyšuje náklady na

zakladanie vegetačných úprav. Prvoplánovo je možné vysádzať tzv. "pionierske dreviny" (topole, vrby, hraby...) , teda druhy mimoriadne odolné, málo náročné na pôdne pomery, znášajúce sucho, avšak tieto dreviny sú prevažne krátkodobé (dožívajú sa 50-100 rokov), z porastov sú skoro odstraňované, a preto by mali tvoriť max. 30% vysadených drevín. Ich prínos spočíva v tom, že tvoria tzv. "vatu", vyplnia priestor, kým dorastú dreviny cieľové - kstrové a pre kstrové dreviny zlepšujú mikroklimu.

- funkcia plochy: plochy zelene často patria k nejakým stavebným objektom a majú rovnakú funkciu, ako vlastný objekt. Napr. plochy pri Kultúrnom dome budú asi inak upravené, ako plochy pri Materskej škôlke a tie zase inak, ako plochy parku či archeoskanzenu, či nemocnice apod. Plochy sa budú líšiť kompozičným riešením, vybavenosťou, ale i druhovým zložením, tak napr. pri MŠ nie je vhodné sadiť dreviny jedované, alergénne a s trnmi, v nemocničnom parku by mali mať prioritu stromy veľkokorunné, zachytávajúce prachové častice a bakteriálne patogény. apod.

- kompozičné riešenie plôch: niektoré plochy si zachovali svoje pôvodné kompozičné riešenie, sú to vzácne plochy a v takom prípade sa treba pokúsiť o rekonštrukciu plochy v pôvodnej kompozícii, vrátane pôvodného druhového zloženia. Potom je potrebné obnoviť stanovištné podmienky (živné pôdy) a doplniť výsadby o pôvodné dreviny, prípadne aj o kvetinové výsadby. Keďže i krajinná architektúra podlieha módnym trendom, často sa pôvodné druhy, resp. kultivary ťažko získavajú.

- veľkosť plochy: pri dostatočnej veľkosti plochy je vhodné uplatniť veľkokorunné druhy drevín (vysadiť pôvodné druhy a obmedziť kultivary), aby plocha lepšie plnila adaptačné funkcie. Preto aj treba zelenú infraštruktúru budovať tak, aby v istom rastru vznikali plochy o výmere min. 0,5 ha, ideálne nad 2 ha. Také plochy potom majú väčšiu účinnosť a môžu plniť i funkciu "plochy prvej pomoci" pri prívalových horúčavách.

- podmienky ochrany: dané sú vyhlásením za CHÚ či už orgánom OPaK alebo Pamiatkovým úradom.

- určite sa nemajú navrhovať do výsadiieb druhy invázne a expanzívne, ako je agát (*Robinia pseudoacacia*), pajaseň (*Ailanthus altissima*), javor jaseňolistý (*Negundo aceroides*), sumach pálkový (*Rhus typhina*), z krov je to *Amorpha fruticosa* – beztvarec krovitý

*Lycium barbatum* – kustovnica cudzia

Z vyššie uvedeného je zrejmé, že jednoznačný návod na druhové zloženie nových výsadiieb neexistuje a návrh je v kompetencii autorizovaných krajinných architektov. Avšak z hľadiska adaptačných opatrení je možné odporúčať isté druhy, ktoré majú požadované vlastnosti, prípadne boli pre tento účel vyšľachtené.

Do prírodného prostredia sú vhodné veľkokorunné, vyskytujúce sa v danom vegetačnom pásme, ako napr. hraby (*Carpinus* sp.), duby (*Quercus* sp.), lipy (*Tilia* sp.), javory (*Acer* sp.), bresty (*Ulmus* sp.), tiež topole (*Populus* sp.), jaseň (*Fraxinus* sp.) apod. Je predpoklad, že pôda v prírodnom prostredí ešte nie je tak degradovaná, ako v meste, a druhy domáce vyžadujú skôr živné pôdy.

### **Sortiment pre výsadby v urbánnom prostredí:**

V súčasnosti urbánne prostredie vykazuje menej vlahy v pôde a vyššie teploty (boli zistené rozdiely až 10°C v porovnaní s prírodným prostredím), preto v odporúčanom sortimente uvádzame dreviny, ktoré dobre znášajú zaťažené podmienky i dočasné sucho. Predpokladá sa, že postupne bude voda z pôdy ubúdať a podmienky pre dreviny sa budú meniť k horšiemu, takže úvaha o novom sortimente pre výsadby je namieste. Je potrebné vo výsadbách uplatňovať i cudzokrajné druhy, ktoré vykazujú vyšší stupeň odolnosti a nižšiu mieru ekologického rizika. Základnou kompozičnou zložkou zelených plôch sú stromy uplatňované v parkoch, v alejách, v spevnených plochách, na parkoviskách i v rôznych areáloch.

### **Vhodnosť drevín na určité lokality:**

- do širokých ulíc, stromoradií, do exponovaných polôh, prípadne do spevnených plôch či do priemyselných zón, kde sa predpokladá nedostatočná zálievka či pôdna vlhkosť a prípadne používanie posypových solí v zimnom období sú vhodné napr. nasledovné druhy stromov: *Ginko biloba*, *Quercus coccinea*, *Gleditsia triacanthos* "Inermis", *Acer campestre* "Elsrijk", *Acer platanosides* "Swedleri", *Celtis occidentalis*, *Sophora japonica* "Regent", prípadne *Prunu padus* "Watereri", *Tilia cordata* "Erecta", *Tilia vulgaris* "Wratislaviensis", *Aesculus hippocastanum* "Baumanii" a iné veľkokorunné suchovzdorné a mrazuvzdorné kultivary.
- do stredne širokých ulíc, ku školám, škôlkam, k menším objektom sú vhodné napr. *Acer platanoides* "Deborah", *Acer pseudoplatanus* "Negenia", *Fraxinus sornus* "Rotterdam", *Liquidambar styraciflua*, *Tilia cordata* "Greenspire", *Ulmus hollandica* "Pantijsa", *Ulmus*

*carpinifolia* "Sarniensis", *Acer campestre* "Red Shine", *Acer* "Pacific Sunset", *Platanus occidentalis* "Obelisk", *Carpinus betulus* "Columnaris", a ďalšie druhy a kultivary

- druhy pre úzke ulice, pre menšie parkovo upravené plochy, prípadne na umelý terén s väčšou vrstvou zeminy sa využívajú stromy menšie, nižšie i užšie, ich životnosť je však kratšia. Vhodné druhy: *Acer campestre* "Green Column", *Acer campestre* "Lienco", *Carpinus betulus* "lucas", *Quercus bimundorum* "Crimschmidt", *Robinia hispida*, *Fraxinus ornus*, *Morus alba* "Nana", *Prunus spadus* "Nana", *Cydonia oblonga* "Vranja", *Koeleruteria paniculata*, *Sorbus latifolia*, apod.

- dreviny vhodné do stiesnených pomerov, do mobilných nádob a na umelý terén, kde sa predpokladá použitie obohateného substrátu: *Acer campestre* "Compakta", *Acer palmatum* "Bloodgood", *Acer griseum*, *Acer buergerianum*, *Acer circinatum*, *Acer triflorum*, *Acer tataricum*, *Acer negundo* "Variegatum", *Acer platanoides* "Deborah", *Acer dinnala*, *Catalpa bignonioides*, *Euronymus europaeus* "Compactus", *Crataegus levallei* "Carrierai", *Prunus* "Burgundii", *Prunus serrula*, *Prunus sargentii*, *Pyrus yedoensis*, *Robinia hispida*, *Stewartia pseudocamelia*, *Cornus kousa*, *Cornus mas*, *Cercis canadensis*, *Betula verrucosa* "Doorenbos" a rad ďalších menších stromov, stromokrov, a krov.

- dreviny vhodné do spevnených/zadláždených plôch: *Acer platanoides*, *Carpinus betulus*, *Platanus acerifolia*, *Robinia pseudovacia* "Monophylla" a "Frisia", *Sorbus intermedia*, *Corylus colurna*, *Koeleruteria paniculata*, *Crataegus laevigata* ai.

- dreviny, ktoré nie sú vhodné pre MŠ a ZŠ sú dreviny jedovaté, napr. Rododendróny, *Laburnum anagyroides* (štedrec ovisnutý), *Daphne mezereum* (lykovec jedovatý), tis (*Taxus baccata*),

- do reálov MŠ a ZŠ, prípadne do nemocničných areálov by sa nemali sadiť ani druhy alergénne. Dreviny z hľadiska alergénnosti sú zaradené od štyroch stupňov, pričom stromy ovocné a stromy ihličnaté nealergénne. Medzi slabé alergény patrí napr. topoľ (*Populus tremula*, *Populus canadensis*, *Populus simonii*, *Populus alba*, *Populus nigra*). Naopak medzi silné alergény patrí napr. jelša (*Alnus glutinosa*), breza (*Betula pendula*), hrab (*Carpinus betulus*), dub (*Quercus robur*, *Quercus petraea*, *Quercus rubra*), buk (*Fagus sylvatica*), kosodrevina (*Pinus mugo*), ai. Javory sú stredne silné alergénne druhy.

- klimatické zmeny sebou prinášajú i vysychanie bylinných povrchov, trávnikov. Tieto je možné nahradiť napr. pôdopokryvnými druhmi drevín, ktoré znášajú sucho. Napr. *Vinca*



*minor, Vinca major, Jasminum nudiflorum, Pachysandra terminalis, Cotoneaster dammeri, Juniperus horizontalis, Microbiota decussate, Euonymus fortunei, ai.*

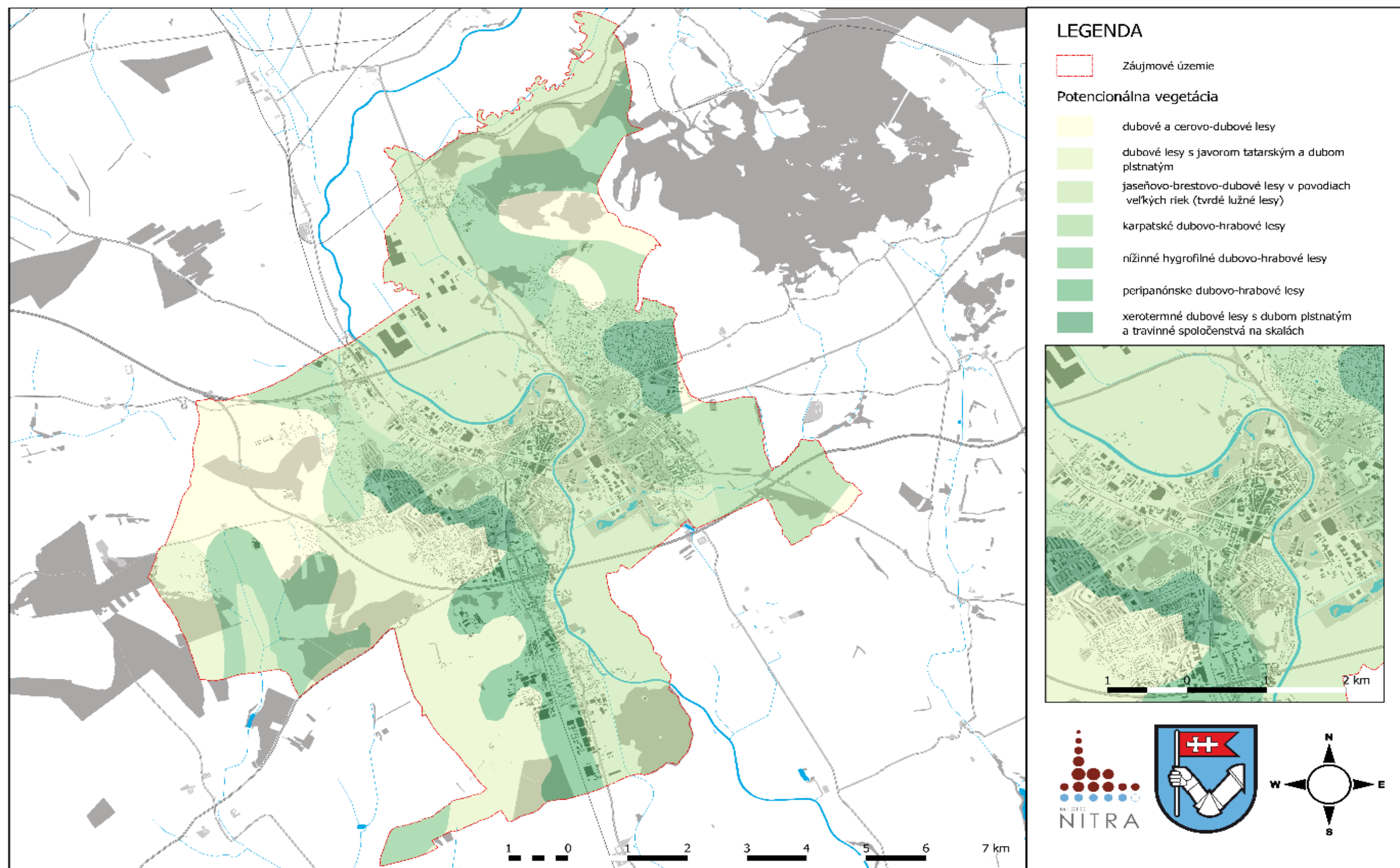
- v súčasnosti získavajú na význame i popínavé dreviny, ktoré je možné využiť na rôzne konštrukcie a vytvoriť tak "tienidlá" i priamo napr. na pešej zóne. Pre tento účel sú vhodné napr. *Parthenocissus quinquefolia, Parthenocissus tricuspidata, Lonicera periclymenum, Lonicera caprifolium, Rosa sp., Clematis sp., Wisteria sinensis*, pre východnú orientáciu napr. *Actinidia arguta*, pre severnú expozíciu napr. *Hedera helix* apod.

- zelenú vizuálnu či funkčnú bariéru je vhodnejšie vytvoriť z vegetačných prvkov, ako z rôznych prefabrikátov, pretože "živé ploty" podporujú biodiverzitu. Pre živé ploty je možné použiť napr. *Carpinus betulus* (živé ploty sa dajú tvarovať do výšky až 4-5 m), *Ligustrum vulgare, Taxus baccata, Acer platmatum, Philadelphus coronarius, Forsythia intermedia, Lonicera tatarica*, nižšie živé ploty je možné tvarovať z nižších krov, napr. *Spiraea von houtei, Berberis thunbergii, Buxus sempervirens, Ilex aquifolia* ai.

Z uvedené ho je zrejmé, že vegetačné prvky sú využiteľné pre "technické stavby", pre diela, ktorými sa dá ŽP skvalitniť, podporiť, doplniť. Vhodné je začať hovoriť o "vegetačnej/krajinnej/zelenej stavbe", pri ktorej bude "stavebným kameňom" vegetačný prvok. Takéto "zelené stavby" patria do kompetencie krajinných architektov.

V závere treba konštatovať, že pre sadovnícku prax platia nasledujúce technické normy:

- STN 83 7010 Ošetrovanie, udržiavanie a ochrana stromovej vegetácie
- STN 83 7015 Práca s pôdou
- STN 83 7016 Rastliny a ich výsadba
- STN 83 7017 Trávniky a ich zakladanie
- STN 83 7018 Technicko-biologické spôsoby stabilizácie terénu
- STN 83 7019 Rozvojová a udržiavacia starostlivosť o vegetačné plochy



Mapa 18 Potencionálna vegetácia mesta Nitra

#### **4.2 Odporúčaná druhová skladba rastlín pre výsadby v mestskom prostredí /stromy, kry, byliny/**

Medzi vhodné druhy do mestských priestorov, by bolo možné zaradiť pomerne veľké množstvo druhov, ale spomeňme tie najvhodnejšie dreviny, u ktorých sa jednotliví autori takmer úplne zhodujú o ich vhodnosti použitia:

- *Acer platanooides*
- *Corylus colurna*
- *Fraxinus excelsior*
- *Ginkgo biloba*
- *Platanus ×acerifolia*
- *Robinia pseudoacacia*
- *Quercus cerris* / *Quercus robur*
- *Sophora japonica*
- *Sorbus latifolia*
- *Sorbus ×thuringiaca*

Je dôležité upozorniť sa fakt, že všetky doporučené sortimenty môžu slúžiť iba ako orientačné pomôcky pri výbere drevín pre takéto stanovištia. Údaje z týchto sortimentov je potrebné dôkladne prehodnotiť pri výsadbe na konkrétnej lokalite. Veľmi dôležité je pozorovať vývoj stávajúcich drevín v blízkosti danej lokality.

##### **Pionierske dreviny**

V určitých podmienkach môžu pionierske dreviny vytvárať a podporovať druhovú diverzitu flóry a fauny, ďalej formovať mikroklimatické a pôdne podmienky vhodné pre lesné dreviny, resp. chrániť ich pred poškodením zverou (Callaway ,2007). Tieto schopnosti pionierskych drevín súvisia jednak s ich habitom (najmä veľkosť a hustota koruny), rastovou intenzitou (hlavne výškovou), ale aj biochemickými vlastnosťami (tieto sú dôležité v kontexte asimilačných orgánov a koreňov).

### Odporučený sortiment krov

*Berberis thunbergii* 'Atropurpurea'-ker opadavý, hustý výška 2 -3m šírka 1,7 -2,5m farba listov tmavočervená farba kvetu žltá červené čas kvitnutia začiatok apríla až koniec mája rýchlosť rastu normálny polohamrazuvzdorný svetlosť slnko až ľahký tieň pôdna vlhkosť normálna až vlhká pôdna štruktúra ťažšia až ľahšia pôdna pH kyslá až slabo zásaditá zásobenie živinami vyššie vhodnosť výsadby solitér, skupinky, strihané živé ploty.

*Buxus sempervirens* - ker neopadavý, hustý výška 2 -6 m šírka 1,5 -3m farba listov lesklá tmavo zelená rýchlosť rastu pomalý poloha mrazuvzdorný svetlosť slnko až tieň pôdna vlhkosť mierne suchá až veľmi vlhká pôdna štruktúra ťažšia až ľahšia pôdna pH neutrálna až silno zásaditá zásobenie živinami chudobné až normálne vhodnosť výsadby solitér, skupinky, terasy, živé ploty strihané.

*Cotoneaster dammeri* - ker neopadavý, políhavý farba listov tmavo zelená farba kvetu biele čas kvitnutia začiatok až koniec júna rýchlosť rastu normálny poloha mrazuvzdorný svetlosť plné slnko až polotieň pôdna vlhkosť suchá až vlhká pôdna štruktúra normálna až ľahšia pôdna pH mierne kyslá až mierne zásaditá zásobenie živinami chudobné až normálne vhodnosť výsadby skupinky, pôdopokryvné.

*Cotoneaster dammeri* 'Skogholm'- ker neopadavý, políhavý výška 0,8 -1m šírka 1,3 -2m farba listov zelená farba kvetu biele čas kvitnutia máj až jún plod červený, od augusta až dlho do zimy rýchlosť rastu rýchlejší poloha mrazuvzdorný svetlosť slnko až polotieň pôdna vlhkosť mierne suchá až veľmi vlhká pôdna štruktúra ťažšia až ľahšia pôdna pH mierne kyslá až mierne zásaditá zásobenie živinami chudobné až vyššie vhodnosť výsadby skupinky, pôdopokryvné.

*Cotoneaster salicifolius* - ker neopadavý, rozložitý výška 3 -4m šírka 3 -4m farba listov tmavo zelená farba kvetu biele čas kvitnutia jún plod červený rýchlosť rastu normálny poloha mrazuvzdorný svetlosť slnko až polotieň pôdna vlhkosť mierne suchá až vlhká pôdna štruktúra ťažšia až ľahšia pôdna pH mierne kyslá až zásaditá zásobenie živinami normálne až vyššie vhodnosť výsadby solitér, skupinky.

*Euonymus fortunei* 'Gaiety'- ker neopadavý, políhavý, dá sa použiť aj ako popínavka výška 30 -50cm šírka 0,8-1,2m farba listovozelená s bielym lemom rýchlosť rastu pomalý poloha mrazuvzdorný svetlosť slnko až polotieň pôdna vlhkosť normálna až vlhká pôdna



štruktúra normálna pôdne pH mierne kyslá až zásaditá zásobenie živinami normálne až vyššie vhodnosť výsadby skupinky, pôdopokryvné, terasy.

*Hedera helix* - popínava rastlina, listy striedavé, okraj listu celokrajový, okraj listu lalokovitý, kvetenstvo okolík, plody bobule, na pergoly alebo treláže, náhrada trávnik, znáša znečistené ovzdušie, s ozdobnými plodmi.

*Juniperus chinensis 'Pfitzeriana Aurea'* - ihličnan, tvar rozprestretý, použitie do skupín, solitér, znáša znečistené ovzdušie.

*Juniperus sabina 'Tamariscifolia'*-ker výška pri dožití 10-15r. 30-40cm, neskôr 50-80cm šírka v 10-15r. 1,2-1,5m, neskôr 1,5-2,5m farba ihličia modrozelená rýchlosť rastu normálny poloha mrazuodolný svetlosť slnko až polotieň pôdna vlhkosť normálne až vlhko pôdna štruktúra ľahká vzdušná pôdne pH mierne kyslá až zásaditá zásobenie živinami normálne vhodnosť výsadby skupinky, solitér, terasy.

*Lonicera nitida 'Silver Beauty'*- bežná výška x šírka: 0.6-0.8m x 0.6-1m, kategória listnatý vždyzelený, vzrast: nízky alebo pôdopokryvný, farba listov: kombinovaná: zelená a biela, nároky na svetlo: slnko a polotieň, kategórie - kvet: nevýrazné kvety/nekvitne,, vždyzelené listnáče.

*Lonicera pileata* – bohato rozkonárený kompaktný ker s ovísajúcimi konármi, lesklými oválnymi listami, kvety drobné, krémové, plody fialovo čierne.

*Mahonia aquifolium* - ker listnatý vždyzelený, tvar vzpriamený, listy striedavé, nepárno perovito zložený, okraj listu zubatý, kvetenstvo strapeč, plody bobule, pôdokryvna rastlina, znáša znečistené ovzdušie.

*Microbiota decussata* - pokryvný ihličnan pochádza z ruskej Sibíri. Na slnečnom mieste je sýtozelený. V zime sa farba ihličia postupne zmení do bronzova a tým je atraktívny oproti iným rastlinám, ktoré odkvitnú, alebo opadajú. Znáša i mierne tienené miesta ale lepšie sa mu darí na priamom slnku.

*Potentilla fruticosa* - ker opadavý, hustý výška 1 -1,3m šírka 1 -1,5m farba listov tmavozelená farba kvetu tmavo žlté čas kvitnutia začiatok júna až koniec októbra rýchlosť rastu pomalý poloha mrazuodolný svetlosť slnko až slabé slnko pôdna vlhkosť suchá až vlhká pôdna štruktúra normálna pôdne pH mierne kyslá až mierne zásaditá zásobenie živinami chudobné až normálne vhodnosť výsadby skupinky, terasy, skalky, nízke kvitnúce živé ploty.

*Spiraea bumalda 'Anthony Watered'*- 60 až 80 cm vysoký, husto rozkonárený ker. Listy sú pri pučaní červenkasté, kvety sú karmínovočervené. Kvitne v júni až v auguste. Vhodný je do nízkych živých plotov, skupinových výsadiieb a skaliek. Vhodný je pravidelný rez, ktorý je veľmi jednoduchý - každú alebo každú druhú jar sa ker zreže úplne pri zemi.

*Spiraea cinerea 'Grefsheim'* - ker listnatý opadavý, tvar pologuľovitý, listy striedavé, použitie do skupín, voľne rastúci živý plot, nápadné kvety, znáša znečistené ovzdušie,

*Spiraea japonica 'Little Princess'* - ker opadavý, hustý výška 0,5m šírka 0,9m farba listov zelená, na jeseň žlté; oranžové; farba kvetu lilavo červené, pri odkvitnutí ružové čas kvitnutia jún -august rýchlosť rastu pomaly poloha mrazuvzdorný svetlosť plné slnko až slnko pôdna vlhkosť normálna až vlhká pôdna štruktúra normálna pôdna pH neutrálna až silno zásaditá zásobenie živinami normálne až vyššie vhodnosť výsadby solitér, skupinky, malé záhrady počet ks na m 25 – 6.

*Taxus baccata 'Repandens'*-nízky kompaktný ker s guľovitou korunou. Ihlice sú sploštené, tmavozelené hrotené.

#### **4.3 Typológia vhodných výsadiieb v mestskom prostredí z pohľadu kompozície a ekologickej účinnosti**

Samotná problematika zmeny klímy prináša do tejto oblasti ešte určitú mieru neistoty. Dendrologické výskumy sa realizujú len veľmi ojedinele, a preto je vedomostná základňa pomerne nízka. Vo viacerých zoznamoch vhodných drevín na výsadbu, ktoré vznikli ako výsledok vedeckých projektov na túto tému v zahraničí sa nachádzajú často invazívne druhy. S týmto opatrením nie sú spojené dodatočné náklady – jedná sa len o správny výber drevín pri výsadbách v súčasnosti.

Ekologická amplitúda vysadzovaných drevín musí byť tak široká, aby vyhovovala súčasným, ale aj budúcim stanovištným, a teda aj klimatickým podmienkam. Táto požiadavka zrejme bude najľahšie splniteľná u tzv. pionierskych drevín so širokou ekologickou valenciou (breza, topoľ, osika), ako aj u drevín s kontinentálnym rozšírením (dub, hrab, javor, lipa, jaseň).

#### ***4.4 Definovanie minimálnej výmery zelene s primeranou ekologickou účinnosťou z pohľadu minimalizácie dopadov zmeny klímy***

Zeleň by mala zohrávať zásadnú úlohu v zmierňovaní negatívnych vplyvov zmeny klímy a nové opatrenia a politiky v oblasti plánovania zelene by mali slúžiť v oblasti adaptácie na dôsledky zmeny klímy. Mikroklimatické funkcie zelene (znižovanie teploty, zvyšovanie vlhkosti vzduchu) sú dostatočne známe, avšak vhodne naplánované a naprojektované verejné priestranstvá a zeleň poskytujú aj dôležitý priestor aj pre dočasné zachytenie povrchovej vody počas búrok.

UNEP's Global Biodiversity Assessment (Globálne hodnotenie biodiverzity vypracované UNEP) odhaduje, že biodiverzita na globálnej úrovni klesá v súčasnosti rýchlejšie než kedykoľvek v minulosti. Preto je potrebné vytvárať vhodné podmienky pre podporu biodiverzity, ktorá má veľmi úzky súvis s tvorbou a ochranou zelene.<sup>9</sup> Množstvo a priestorové vzťahy medzi jednotlivými kategóriami zelene (prírodným ale aj antropogénnymi) má priamy vplyv na stav biodiverzity v mestskom prostredí. Fragmentácia prírodných prvkov preto nastolila požiadavku na prepojenie prírodných prvkov do miestneho systému vzájomne prepojených prírodných plôch zelene na celomestskej úrovni. V oblasti urbanizmu a plánovania obce je prostredníctvom územno-plánovacej dokumentácie nielen možné ale aj žiaduce priamo ovplyvniť množstvo a plošné zastúpenie zelene za pomoci regulatívov s cieľom vytvorenia funkčnej ekologickej siete.

Uvedené nežiaduce trendy v oblasti životného prostredia sa v zahraničí priamo prenášajú na úroveň národných a mestských politík a plánovacích nástrojov napr. záväzkami v oblasti zvýšenia podielu zelene v mestách, rekonštrukcií infraštruktúry v zmysle zvýšenia retenčnej schopnosti a priepustnosti povrchu. Pri budovaní nových sídelných zón sa stanovujú nielen štandardy v oblasti zachovania, skvalitnenia a rozšírenia zelene a ďalších adaptačných opatrení, ale aj v oblasti udržateľného urbanizmu a dopravy, energetickej efektívnosti budov a pod. (tzv. post Koyto mestá). Uvedené pozitívne trendy zo zahraničia sa prenášajú na Slovensko zatiaľ len veľmi zriedka a aj z tohto dôvodu je potrebné prijať zásadnejšie opatrenia v danej oblasti.

Z hľadiska komplexného pohľadu na urbánnu štruktúru obcí je potrebné funkčnú zložku zelene vnímať v širších súvislostiach t. j. v kontexte verejného ( resp. voľného, otvoreného) priestoru („open space“), ktorý zahŕňa všetky nezastavané priestory v rámci zastavaného

územia mesta alebo obce (námestia, ulice, tradičné parky sídliská zeleň, exteriérové priestory a pod.). Problematiku verejných priestorov je preto potrebné transformovať a definovať v právnych predpisoch v oblasti urbanizmu a územného plánovania.

Zeleň rezonuje vo viacerých dokumentoch a programoch EÚ a to jednak z pohľadu životného prostredia a biodiverzity, ako aj priestorového plánovania a udržateľného rozvoja.

### ***Príklady používaných kvantitatívnych štandardov v súčasnosti v zahraničí***

Vo Veľkej Británii Usmernenie č.1710 Vládnej plánovacej politiky pod názvom Plánovanie otvorených priestorov, plôch na šport a rekreáciu sa zaoberá nielen zeleňou (akokoľvek široko zadefinovaný tento pojem) ale aj otvorenými verejnými priestormi, ktoré nielen poskytujú priestor pre rekreačné vyžitie, ale majú aj vizuálno-estetickú hodnotu.

Známy je štandard tzv. „National Playing Field Association (NPFA), ktorý stanovuje 2,43 ha športovísk a ihrísk na 1.000 obyvateľov (známy je aj ako tzv. „6 Acre“ štandard).

V roku 2008 bola vykonaná revízia tohto štandardu, ktorý sa teraz volá štandard Planning and Design for Outdoor Sport and Play, a v kvantitatívnej rovine stanovuje 1,6 hektára rekreačnej zelene na 1.000 obyvateľov a 0,8 ha detských ihrísk.

Viaceré britské mestské rady si obdobne prijali štandard tzv. „rekreačných/zelených verejných otvorených priestranstiev (amenity „open spaces“) - predstavuje okolo 0,5-0,8 ha na 1 000 obyvateľov, ktorý sa aplikuje pri nových výstavbách<sup>11</sup>. Z pohľadu ochrany biodiverzity je známy ukazovateľ kvality života mestských obyvateľov, ktorý predstavuje 1ha prírodného prvku na 1000 obyvateľov.

Iniciatíva „CitySpace planning“ v Chicago (USA) si stanovila za cieľ zabezpečiť štandard 2 akrov „open spaces“ a (1 akre = 4 047 m<sup>2</sup>) na 1,000 obyvateľov do roku 2010<sup>12</sup>.

Podľa ďalších prístupov je dôležité nielen kvantitatívne vyjadrenie rozlohy zelene ale aj jej rozmiestnenie na území mesta, teda dostupnosť plôch „open spaces“ z najvzdialenejšieho miesta /zóny/ mesta alebo definovaním metódou spádových území.

### ***Kritéria pre výber štandardov***

Medzi podmieňujúce faktory, ktoré ovplyvňujú stanovenie potrieb funkčných kategórií zelene (a aj štandardov) patria:

- veľkosť a význam sídla,



- geografická lokalizácia sídla (dôležitosť z pohľadu negatívnych vplyvov zmeny klímy)
- počet obyvateľov a základné demografické údaje napr. podiel ohrozených skupín obyvateľstva (osobitne prestárle obyvateľstvo, čo je rovnako dôležité z pohľadu negatívnych vplyvov zmeny klímy),
- rozvojové územie mesta (z hľadiska rozvoja bývania, infraštruktúry, služieb a pod.),
- súčasné krajinná štruktúra sídla a pod.

Sídlnú zeleň možno triediť a charakterizovať podľa nasledovných funkčných kategórií:

#### 1. Parky a iné typy verejnej parkovej zelene

#### 2. Zeleň v obytných územiach

- súkromné záhrady,
- medzibloková, sídelná zeleň v nízkopodlažnej obytnej zástavbe,
- sídelná zeleň vo výškovej obytnej štvrti,
- zelené strechy (strešné záhrady) a balkóny.

#### 3. Historické zeleň

- bývalé súkromné parky a záhrady spojené s historickými budovami,
- historické verejné parky a záhrady.

#### 4. Zeleň pri občianskej vybavenosti (podľa typu)

- predškolské a školské objekty a areály (od MŠ až po univerzitné centrá),
- nemocnice a zariadenia sociálnej starostlivosti,
- verejné a ubytovacie budovy,
- zdravotnícke a liečebné budovy,
- rekreačné a kúpeľné centrá,
- kultúrne a vzdelávacie centrá,
- obchodné a nákupné centrá.

#### 5. Ostatná zeleň

- líniová zeleň pri dopravných trasách a uliciach,
- zeleň mestských námestí a peších zón,
- botanické a zoologické záhrady,

- cintoríny,
- kempy, stanové osady.

#### 6. Zeleň pri výrobných a priemyselných areáloch

- zeleň územia výrobného areálu,
- zóna izolačnej zelene (podľa typu).

#### 7. Prírodná zeleň

- neobrábaná poľnohospodárska pôda,
- lesy a zalesnené plochy,
- skládky odpadov a bagroviská,
- iné nevyužívané otvorené priestory.

#### *Koeficient ekologickej stability (KES)*

Koeficient ekologickej stability je pomerové číslo a stanovuje pomer plôch tzv. Stabilných a nestabilných krajinných prvkov v skúmanom území podľa vzorca (Miešal, 1985):

$$KES = \frac{LP + VP + TTP + PA + MO + SA + Vi}{OP + AP + Ch} = \frac{\text{Stabilné ekosystémy}}{\text{Nestabilné ekosystémy}}$$

**Tab. 8 Zoznam stabilných a nestabilných prvkov v krajine**

Stabilné prvky	Nestabilná prvky
LP - lesná pôda	OP - orná pôda
VP - vodné plochy a toky	AP - antropogenizované plochy
TTP - trvalý trávny porast	Ch - chmeľnice
Pa - pasienky	
Mo - mokrade	
Sa - sady	
Vi - vinice	

Metóda výpočtu KES je založená na jednoznačnom a konečnom zaradenie krajinného prvku do skupiny stabilné alebo nestabilné a neumožňuje hodnotenie konkrétneho stavu týchto prvkov.

Hodnoty uvedeného koeficientu sú všeobecne klasifikované takto:

$KES \leq 0,10$  - územie s maximálnym narušením prírodných štruktúr, základné ekologické funkcie musia byť intenzívne a trvalo nahradzované technickými zásahmi,

$0,10 < KES < 0,30$  - územie nadpriemerne využívané, so zreteľným narušením prírodných štruktúr, základné ekologické funkcie musí byť sústavne nahradzované technickými zásahmi,

$0,30 < KES < 1,00$  - územie intenzívne využívané, najmä poľnohospodársku veľkovýrobou, oslabenie samoregulačných pochodov v ekosystémoch spôsobuje ich značnú ekologickú labilitu a vyžaduje vysoké vklady dodatkovej energie,

$1,00 < KES < 3,00$  - vcelku vyvážená krajina, v ktorej sú technické objekty relatívne v súlade so zachovanými prírodnými štruktúrami, dôsledkom je aj nižšia potreba energo-materiálových vkladov,

$KES > 3,00$  - prírodné a prírode blízka krajina s výraznou prevahou ekologicky stabilných štruktúr a nízkou intenzitou využívania krajiny človekom

Výpočet koeficientu ekologickej stability pre záujmové územie mesta Nitra podľa mapy č. 19 súčasného využitia krajiny.

$$KES = \frac{\text{Stabilné ekosystémy}}{\text{Nestabilné ekosystémy}}$$

$$KES = \frac{P_{\text{Lesy}} + P_{\text{Vodná plocha}} + P_{\text{Vinica}} + P_{\text{Záhrada}} + P_{\text{Ovocný sad}} + P_{\text{TTP}}}{P_{\text{Orná pôda}} + P_{\text{Zastavané plochy}} + P_{\text{Ostatné plochy}}}$$

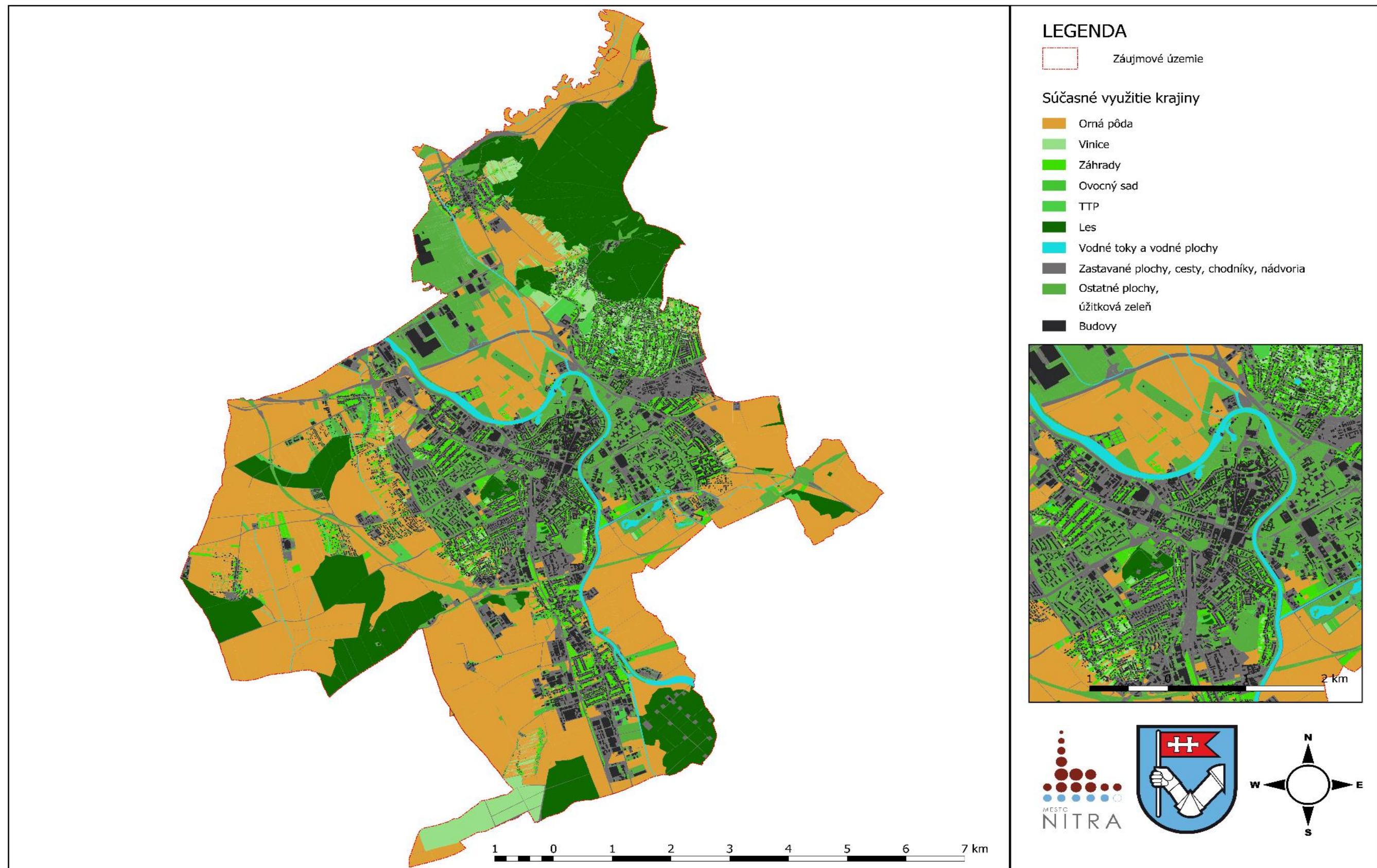
$$KES = \frac{2184 + 137 + 256 + 442 + 18,1 + 90,30}{1720 + 3177 + 986}$$

$$KES = 0,53$$

NECONET, National Ecological Network, Národná ekologická sieť je typ ekologickej siete, spracovaný na národnej úrovni na základe medzinárodnej iniciatívy (Paneurópska ekologická sieť). V r. 1993 – 1995 bol spracovaný návrh NECONET súčasne pre Poľsko, Českú republiku, Maďarsko a Slovenskú republiku na základe projektu Svetovej únie ochrany prírody (IUCN). Funkčnými prvkami ekologickej siete NECONET sú → jadrové územia, pufrčné zóny a →ekologické koridory. Pre NECONET Slovenska bolo vybratých 70 jadrových území, z toho 35 európskeho a 35 národného významu. Základ výberu tvoria chránené územia, ktorých sieť je doplnená vhodnými prírodnými územiami. Väčšina biocentier vymedzených podľa Generelu nadregionálneho ÚSES tvorí základ národnej ekologickej siete NECONET.

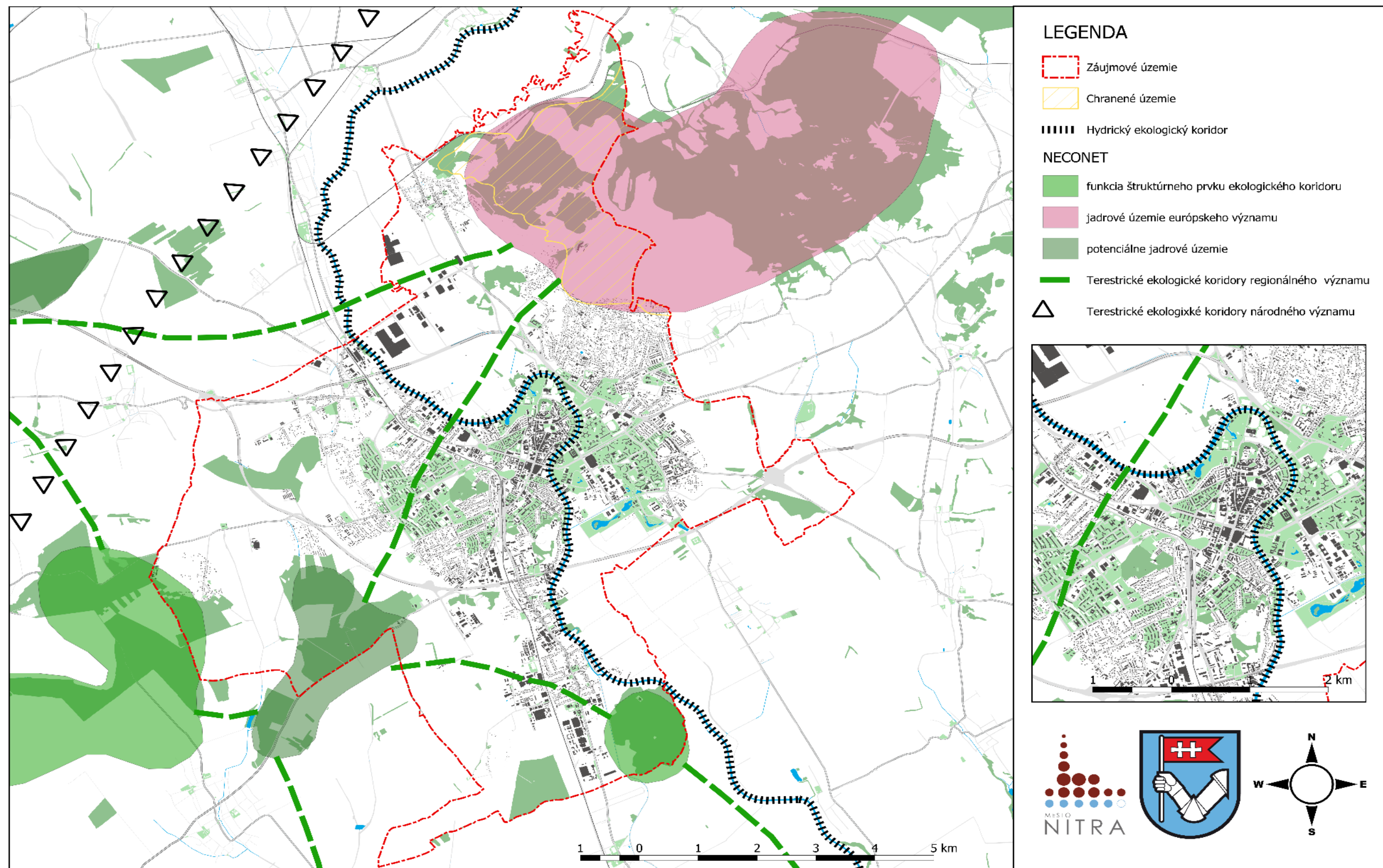
Pre záujmové územie Nitra bola vypracovaná mapa č. 20 , ktorá odráža postavenie mesta s pohľadom národnej ekologickej siete.





Mapa 19 Súčasnité využitie mesta Nitra





#### ***4.5 Využívanie alternatívnych foriem zelene ako adaptačných nástrojov na zmiernenie dopadov zmeny klímy /strešná zeleň, vertikálna zeleň, mobilná zeleň, vegetačné otvory v rámci spevnených plôch a pod./***

Pre udržanie akceptovateľnej letnej tepelnej pohody v budovách bez potreby aktívneho strojového chladenia (teda „klimatizácie“) je nutné účinné obmedzenie tepla z prenikajúceho slnečného žiarenia do vnútorných priestorov budovy v letnom období cez transparentné konštrukcie (okná, zasklené steny, strešné okná, svetlíky, zasklenia medzipriestorov). Základné rozdelenie druhov výplní transparentných konštrukcií je na:

- pevné (pergola, markíza, presah strechy, alebo balkóna)
- a pohyblivé tieniace prvky; pohyblivé tieniace prvky poznáme exteriérové, medziokenné a interiérové.

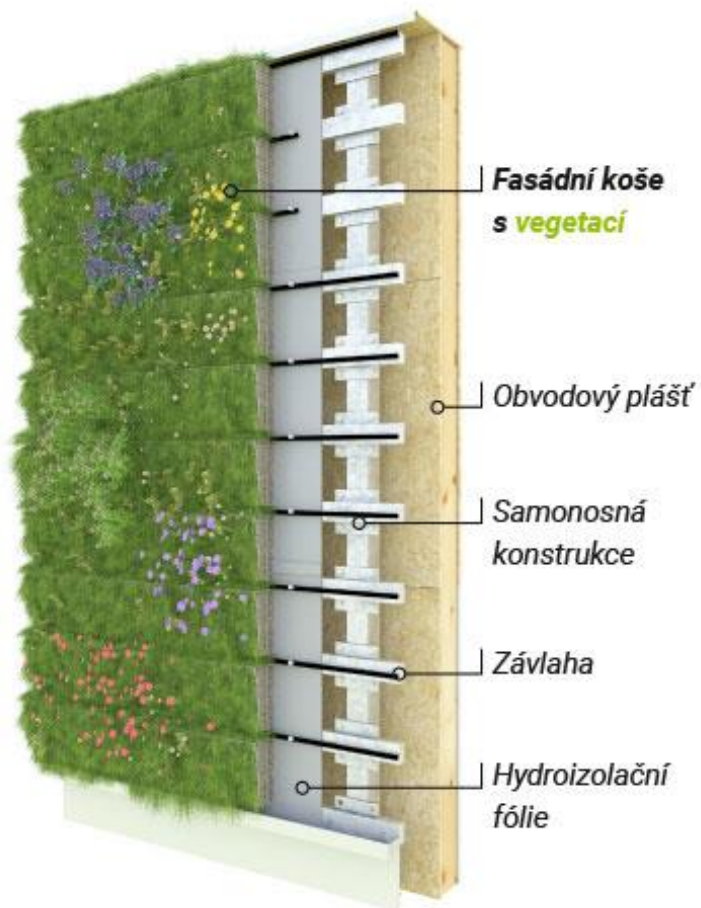
„Ochladzovací efekt“ jednotlivých tieniacich systémov nemožno vo všeobecnosti určiť – závisí vždy od množstva premenných a dá sa presne spočítať len pre konkrétny objekt a lokalitu. Vo všeobecnosti však platí, že použitie vonkajšieho tienenia v kombinácii s dobrou tepelnou izoláciou (a prípadne aj riadeným vetraním) umožňuje pri väčšine budov zaistiť požadovanú letnú tepelnú pohodu (frekvenciu prekročenia teploty 25 °C pod 10%) bez potreby strojového chladenia.

#### **Zelené fasády**

Zelené fasády dopĺňajú ľudské sídla pravdepodobne od nepamäti, nielen pre ochranu fasád budov, ale aj pre ich estetickú funkciu, keď tieto fasády, v rámci ročného cyklu, pôsobia neopakovateľným dojmom. Dnes sa k pôvodnej funkcii pridružuje aj intenzívny návrat ku kontaktu s prírodou a zeleňou, ktorý moderná spoločnosť presunom do mestských aglomerácií stráca. Pritom zeleň má pozitívny vplyv na našu psychiku, popínavé rastliny počas horúcich letných dní ochladzujú rozpálené fasády, pri daždi i vetre ju zase chránia, a v neposlednom rade prispievajú k zlepšeniu a ozdraveniu klímy miest a mikroklímy v budovách (Burian, 2009).

Poznáme rastliny úponkaté, opieravé, ovíjavé a koreňujúce. Úponkaté sa zachytávajú na opornej konštrukcii pomocou výhonkov (Clematis), opieravé na prichytávanie k opore využívajú bočné výhonky, chĺpky, ostne a trne (Rosa, Jasminum). Ovíjavé rastliny sa okolo opory ovíjajú (Lonicera, Wisteria). Jedinou skupinou, ktorá nepotrebuje k svojmu rastu

oporu, sú rastliny koreňujúce, tzv. samopopínavé (Hedera, Parthenocissus). Tie na prichytávanie využívajú prísavné doštičky alebo prilepavé koreňky.



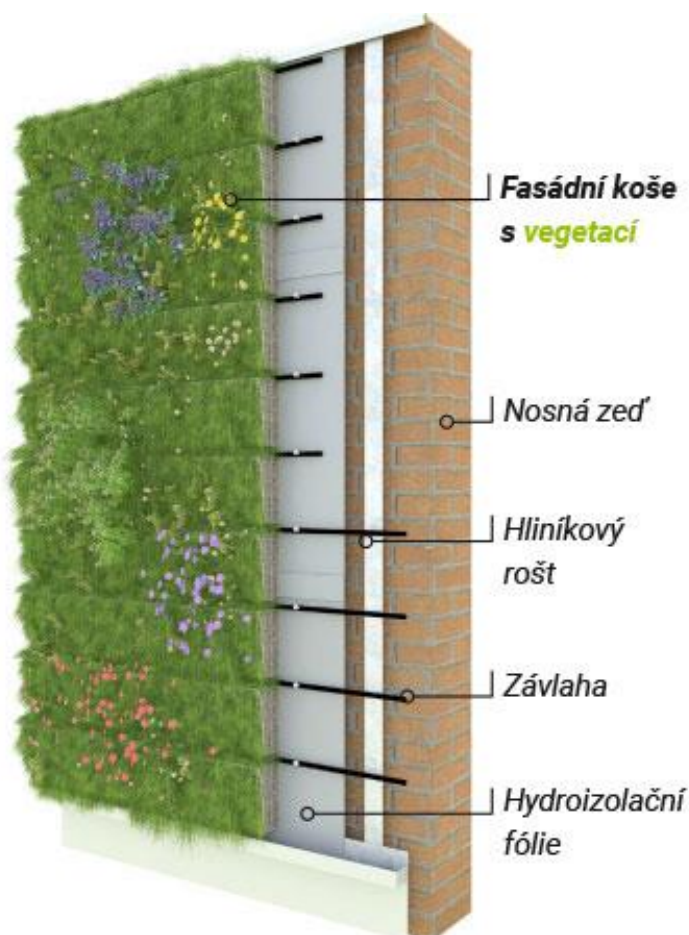
*Obr. 33 Zelená fasáda samostatne kotvená*

Z uvedených faktov jasne vyplýva, že úponkaté, opieravé a ovíjajúce rastliny rastú na oporných konštrukciách (obr. 33, 34), čiže nespôsobujú na fasáde žiadne problémy. Výnimkou môžu byť rastliny koreňujúce, ktoré bez údržby dokážu zarásť rímasy a odkvapy, okná a strechu. Dôležité je skontrolovať stav omietky, pretože prilepavé koreňky týchto rastlín dokážu rásť v puklinách a tým ich zväčšujú.

Popínavé rastliny súvislo pokrývajúce fasády prispievajú k tepelnej izolácii budov – clona listov tlmí tepelné výkyvy vonkajšieho prostredia pôsobiace na budovy a vzduchová vrstva medzi lístím a stenou dlhšie uchováva teplo. Vrstva listov tak v horúcich letných dňoch zabraňuje prehriatiu steny a pri klesajúcich teplotách zasa drží žiaduce teplo. Tým popínavá vertikálna zeleň prispieva k zlepšeniu a ozdraveniu mikroklimy v budovách, no zároveň aj



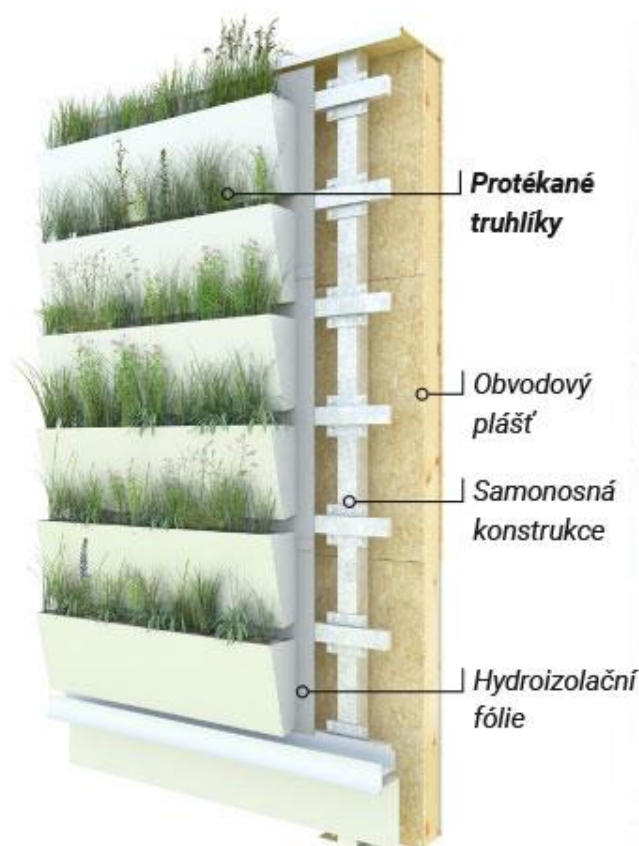
klímy miest. Pre využitie vertikálnej zelene na fasádach sa používajú viaceré druhy viacročných rastlín, ktoré sú schopné pridržať sa steny svojpomocne, a tie ktoré potrebujú opornú konštrukciu.



*Obr. 34 Zelená fasáda priamo kotvená na stenu*

Popínavá vertikálna zeleň patrí medzi najmenej nákladné opatrenia. Priemerne je potrebných cca 10 – 20 kusov rastlín na 10 m dlhú stenu. Jeden kus rastliny stojí (podľa druhu) od 1 – 4 EUR, až po 12 EUR i viac. Náklady na 10 m steny stoja pri lacnejších druhoch cca od 10 do 80 EUR, plus prírodné náklady na opornú konštrukciu, ktorá sa dá zabezpečiť taktiež za pomerne nízku cenu. Odborná literatúra potom hovorí niekedy až o 10 – 30 % úspore nákladov na spotrebovanú energiu za vykurovaciu sezónu.

K vlastnému plášťu budovy vďaka fasáde z popínavých rastlín prenikne len zlomok slnečnej energie. Preto ak sa nepokrytá stena zahreje na slnku napríklad na 42°C, tá istá stena pod zelenou fasádou má len cca 22 °C.



**Obr. 35 Fasádna koreňová čistiareň odpadových vôd**

Fasádna koreňová čistiareň (obr. 35) je zaujímavým a funkčným prvkom, ktorý maximálne napomôže zužitkovaniu vody, ktorú je čím ďalej viac nevyhnutné zadržať v prírode. Surová odpadná voda je privedená do komorového septiku, ktorý je vybavený systémom sedimentačných komôr a ponorných stien, ktoré zaisťujú separáciu nerozpustených látok z vody. Voda následne natečie do akumulácie predčistenej vody, odkiaľ je periodicky čerpaná na vertikálny filter – fasádnu čistiareň odpadových vôd. Mikroorganizmy žijúce na povrchu koreňov rastlín a filtračných materiáloch filtru spotrebúvajú organické látky obsiahnuté vo vode pre svoju existenciu a na báze týchto prírodných procesov a tak vodu čistia. Vyčistená voda je následne akumulovaná v ďalšej nádrži, odkiaľ môže byť čerpaná napríklad k závlahy zelených fasád, alebo dopúšťaniu záhradného jazierka. Behom zimného obdobia je možné fasádnu čistiareň obtekať by-pasom a vodu tak odvádzať do kanalizácie.

Zavedeniu opatrenia môžu brániť predsudky majiteľov budov. Jedným z nich je napríklad strach z možného šírenia nežiaduceho hmyzu, ktorý nie je opodstatnený, pretože uvedené

druhy popínavých rastlín nie sú hostiteľmi žiadneho hmyzu. Ani obava z poškodzovania omietky nie je namieste – v skutočnosti fasády chránia pred mechanickým poškodením, od nečistôt, prachu, kyslých dažďov, žiarením a pod, čím sa zvyšuje životnosť fasád trojnásobne.

Medzi ďalšie pozitívne efekty popínavej vertikálnej zelene patrí:

- nie je v konflikte s plánovanou alebo existujúcou zástavbou a pre svoj plošný rast vyžaduje minimum priestoru, zároveň vytvára nadzemnú hmotu porovnateľnú s veľkým stromom;
- zmierňuje teplotné extrémny – v lete chladí a zime zabraňuje tepelným únikom;
- mierne zníženie nákladov na energiu vďaka tlmeniu prúdenia vzduchu hustou vrstvou lístia;
- odčerpávanie vody koreňmi (desiatok litrov denne) zo základovej škáry, čo je významné hlavne v prípade starých budov s narušenou izoláciou;
- estetická funkcia – skrášľovanie prostredia (napr. vistéria alebo pavinič sú na jeseň pekne sfarbené);
- uplatnenie ekologických funkcií rastlín – zvyšovanie druhovej diverzity prostredia.



*Obr. 36 Živá stavba v podobe výrobnéj haly Liko*

#### ***4.6 Vzorové a typologické konštrukčné riešenia, skladby vegetačných striech, rezy vegetačnými otvormi***

Základné delenie zelených striech:

- zelené strechy s extenzívnou zeleňou – novostavby,
- zelené strechy s extenzívnou zeleňou – rekonštrukcie,
- zelené strechy s polointenzívnou zeleňou,
- zelené strechy s intenzívnou zeleňou.

Najčastejším typom zelenených striech sú práve skladby s nenáročnou nízkou vegetáciou. Zelené strechy sú nenáročné na údržbu a tiež sú aj cenovo najdostupnejšie. Okrem estetickkej funkcie, zeleň pomáha redukovať znečistenie vzduchu v mestskom prostredí.

Takmer každá zelená strecha je unikátna a robená na mieru. Preto nie je možné jednoducho stanoviť cenu bez toho, aby sa poznali jej špecifiká. Na cenu vplýva veľké množstvo faktorov, ktoré môžu značne ovplyvniť cenu. Pre čo najpresnejšiu cenu je potrebné prihliadať na základné faktory:

- Pôdorys strechy,
- Rez strechy,
- Výšku stavby,
- Prístup k stavbe s nákladným autom,
- Lokalitu,
- Predpokladaný čas realizácie,
- Osobitné požiadavky,
- Stavba pôvodnej strechy – statické posúdenie (nie je vždy potrebné).

Keď sa hovorí o cene zelenej strechy, hovoríme o vrstvách nad hydroizolačnou fóliou, keďže po túto vrstvu je strecha takmer totožná s každou inou plochou strechou. Pri výpočte rátame s plochou 100 m<sup>2</sup>.

Ceny podľa typu zelenej strechy:

- Extenzívna zelená strecha - od 35 €/m<sup>2</sup>
- Moderná zelená strecha - od 40 €/m<sup>2</sup>



- Intenzívna zelená strecha šikmá extenzívna zelená strecha, rozkvitnutá na rúžovo - od 60 €/m<sup>2</sup>
- Strešná záhrada - od 65 €/m<sup>2</sup>

#### 4.6.1 *Extenzívne zelené strechy*

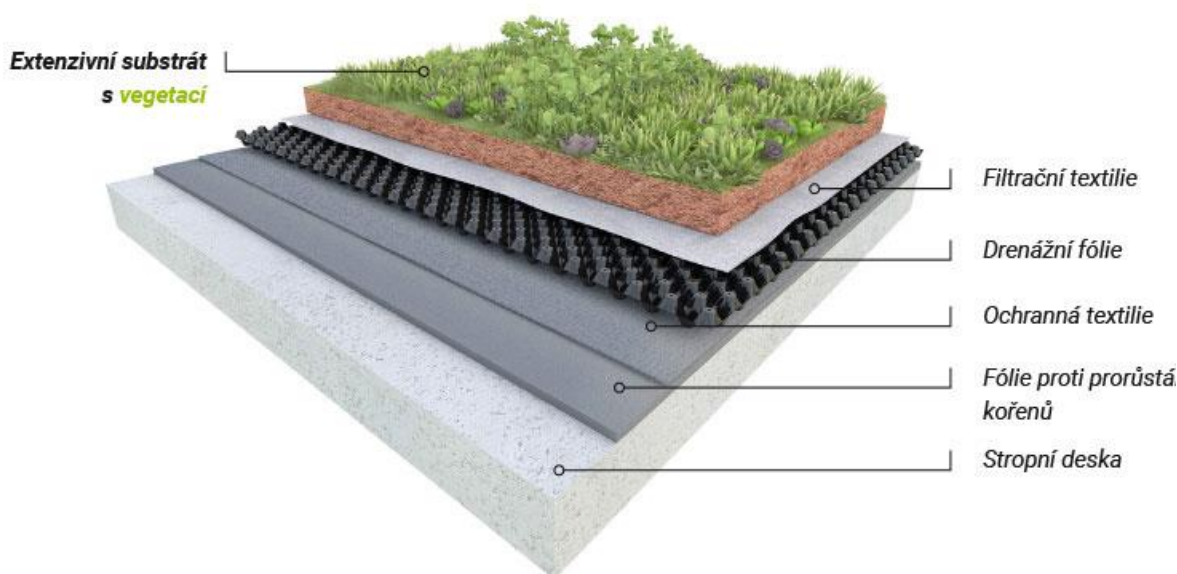
Extenzívne zelené strechy (obr. 37, 38) sú nenáročné na údržbu a tiež sú aj cenovo najdostupnejšie. Okrem estetickej funkcie, zeleň pomáha redukovať znečistenie vzduchu v mestskom prostredí.

Ak sa rozhodneme pre nízke sukulентné rastliny, je dostačujúca tenká vegetačná vrstva. V prípade použitia vegetačných panelov Cultilene sa používa základný panel hrúbky 50, 75, alebo 100 mm.



*Obr. 37 Extenzívna zelená strecha*

Väčšia hrúbka tejto vrstvy môže byť na škodu. Ak totiž použijeme hrubšie vrstvy, budú suchomilné rastliny bojovať o prežitie s rýchlo rastúcim náletom agresívnych bylín a stromov, ktoré strešnú záhradu poškodia nielen vizuálne, ale môžu "udusiť" aj pôvodnú flóru.



*Obr. 38 Prierez extenzívnou zelenou strechou zdroj: [www.abs.sk](http://www.abs.sk), 2019*

### ***Skladba extenzívnej zelenej strechy***

#### **1. Rastliny a krycia vrstva**

Nízke nenáročné rastliny dopĺňame posypom z kôry, zeminy a drobného štrku. Strecha tak vyzerá vizuálne lepšie a priťaženie stabilizuje vegetačné panely. V prípade väčších striech sa navrhujú stabilizačné prvky. Hrúbka krycej vrstvy je cca 20 mm, výška rastlín 20 až 200 mm (obr.39).

#### **2. Vegetačná, drenážna a hydroakumulačná vrstva**

Panely Cultilene slúži k priamemu pestovanie rastlín. V jednovrstvových systémoch extenzívnych striech ich nie je nutné dopĺňať drenážnymi fóliami, majú 3x väčšiu priepustnosť pre vodu než je požiadavka noriem pre zelené strechy (FLL) a ako majú najlepšie zeminy určené pre jednovrstvové systémy. Zároveň dokážu udržať vodu niekoľkonásobne viac než bežné nopovej fólie výšky 20 mm. Ich vláknitá štruktúra zároveň filtruje zostatkovú zeminu pri počiatočnom zakoreňovaní. Hrúbka tejto vrstvy je 50 až 100 mm (obr.39).



**Obr. 39 Skladba extenzívnej zelenej strechy**

### 3. Hydroizolačná vrstva

Moderné hydroizolačné fólie a modifikované asfaltové pásy (SBS i APP) už je možné kúpiť vo variante s odolnosťou proti prerastaniu korenkov. Výrobca by to mal uvádzať vo svojej technickej dokumentácii. Do vegetačných striech by sa mali používať práve tieto vystužené hydroizolácie. Ak sa nepoužije hydroizolácia odolná proti prerastaniu korenkov, musí sa použiť špeciálna fólia proti koreňovej ochrane. Vegetačné panely Cultilene chránia hydroizolačnú vrstvu pred UV žiarením a pred výkyvmi teplôt (obr.39).

### 4. Tepelná izolácia

Je vytvorená minerálnou vlnou alebo penovým polystyrénom a navrhuje sa v hrúbkach od 200-450 mm podľa tepelných požiadaviek priestorov pod strechou. V prípade nevykurovaných garáží sa tepelná izolácia môže vynechať úplne (obr.39).

### 5. Parozábrana

Vrstva zamedzujúca prenikaniu vodnej pary z vnútorného prostredia do strešného plášťa (obr.39).

### 6. Nosná konštrukcia zelenej strechy

Strechy s extenzívnou zeleňou sú veľmi nenáročné na statiku nosných konštrukcií (obr.39).

### ***Údržba extenzívnej zelenej strechy***

Údržba extenzívnej zelenej strechy je pomerne nenáročná a bezúdržbová. Frekvencia údržby je 1-2x ročne. Po zime je treba pozrieť stav rastlín, odstrániť odumreté, prípadne doplniť nové. Vykonáva sa tiež doplnenie živín tabletami s postupným uvoľňovaním. Sú odporúčané rastliny, ktoré sa zvládnu vysporiadať s extrémnymi podmienkami - dlhotrvajúcim suchom, alebo naopak s mokrom, vetrom a priamym slnečným žiarením. Ideálne sú nízke trsovité rastliny, ktoré sa samovoľne plošne rozrastajú a regenerujú.

### ***Šikmé zelené strechy do 25 °***

Podľa všeobecných predpisov pre strechy s hydroizoláciou by ploché strechy mali mať pokles najmenej 2%. Šikmé strechy začínajú so sklonom 10 ° (18%). Od 10 ° sa vybudovanie zeleného strešného systému výrazne líši od vybudovania systému pod 10 °. Šmykové sily sa zvyšujú so sklonom strechy a musia sa prenášať do stabilných nosníkov. Vrstva podkladu musí byť chránená proti erózii. Metódy výberu a výsadby rastlín sa musia prispôbiť príslušnému sklonu a expozícii.

Profesionálne vodotesný povrch strechy, napr. s bitúmenovými alebo vysokomolekulárnymi membránami je predpokladom trvalej zelenej strechy s dlhou životnosťou. Hydroizolácia by mala byť odolná voči koreňom a je potrebná ochranná podložka s vysokým skladovaním vody. Multifunkčný drenážny prvok z penového polystyrénu je dokonalým prvkom pre šikmé zelené strechy.

### ***Šikmé zelené strechy do 35 °***

Zostavenie systému „Strmá šikmá zelená strecha“, je možná pomocou špeciálnych prvkov ktoré vyvinuli firmy, ktoré sa už roky venujú tejto problematike, umožňujú inštaláciu zelených striech so sklonom nad 20 ° a do 35 °.

Prvky firiem sú prevažne vyrobené z recyklovaného polyetylénu (HD-PE) a sú vzájomne prepojené bez potreby nástrojov, čím vytvárajú stabilnú štruktúru. Táto štruktúra je bezpečne prístupná a môže sa naplniť substrátom systému. Prvky sa starajú o dostatok miesta na založenie a vývoj koreňových systémov rastlín. Výber zariadenia musí byť dobre prispôbený extrémnym podmienkam strmých zelených striech, kde je slnečné žiarenie najvyššie na južnej strane strechy a odtok vody je oveľa rýchlejší v porovnaní s plochou



strechou. Zavlažovanie by sa malo naplánovať, aj keď je potrebné iba v období sucha. Môže zabrániť medzerám v pokrytí vegetácie, čo by viedlo k erózii. Je potrebné preniesť existujúce šmykové sily do stabilných odkvapov a do ďalších šmykových bariér.

### ***Biodiverzita zelenej strechy***

V oblastiach, kde bola zničená príroda stavebnými prácami a pôda je zapečatená, môžu zelené strechy čiastočne kompenzovať stratené zelené plochy a môžu poskytnúť náhradné biotopy pre flóru a faunu. Predovšetkým prírodné zelené budovy s nízkymi nárokmi na údržbu sú dôležitými útlukami pre flóru a faunu. Divoké včely, motýle a mleté chrobáky tu nachádzajú potravu a prístrešie. Rozvoj biodiverzity však do veľkej miery závisí od toho, ako sa štruktúrujú biotopy, ktoré sú pre flóru a faunu na streche štruktúrované. Čisté zelené strechy, ktoré sú často inštalované v spojení s veľmi malými hĺbkami podkladu, nie sú na využitie tohto potenciálu vhodné. Biologickú funkciu zelených strešných plôch je možné konkrétne podporiť veľmi malou prácou pomocou rôznych konštrukčných prvkov a uplatňovania základných zásad biodiverzity v etape plánovania a vykonávania.

#### ***4.6.2 Intenzívna zelená strecha***

Je vhodná pre tých, ktorí plánujú strechu využívať a tráviť na nej voľný čas. Je ideálna vtedy, keď máte na strechu prístup z vyššieho podlažia, alebo je strecha spojená s terénom.

Na intenzívnej zelenej streche môžete mať podľa hrúbky substrátu takmer všetky druhy rastlín, dokonca kríky a stromy. Najčastejšie sa pre pokrývanie intenzívnych zelených striech používa klasický trávnik.

Pre krásny smaragdovo zelený trávnik je potrebná výška substrátu aspoň 20 cm. Používa sa tu špeciálny záhradný substrát a trávnik sa vysádza formou predpestovaných kobercov. Ihneď po osadení trávniku si teda môžete užívať jeho krásu. Aby bol trávnik dlhodobo pekný, je samozrejme potrebná jeho pravidelná údržba – kosenie, hnojenie a zavlažovanie. V kombinácii s drevenou terasou alebo dlažbou tu vzniká dokonalý priestor na voľný čas. Pri intenzívnej zelenej streche je potrebné rátať s hmotnosťou celej skladby cca 300 kg/m<sup>2</sup>.

## 5 *Adaptačný plán mesta Nitra na dopady zmeny klímy*

Adaptáciu na dopady klimatickej zmeny je potrebné zamerať hlavne na nasledujúce oblasti činností lokálnej samosprávy:

- Vybudované prostredie (napr. aplikácia stavebného zákona, spôsob využívania krajiny, povoľovanie stavieb, rekonštrukcia a údržba verejných budov a pod.) – zapracovanie legislatívy EÚ pre vsakovanie dažďovej vody v stavebnom zákone.
- Infraštruktúra (napr. dodávka a čistenie pitnej vody, výstavba a údržba kanalizácie, výstavba a údržba ciest, mostov, chodníkov a pod.)
- Služby (napr. požiarna ochrana, verejný poriadok, manažment odpadových vôd, zdravotná starostlivosť, verejná doprava, sociálne služby, reagovanie na pohromy a pod.)
- Stratégie, koncepcie a plány (napr. plán hospodárskeho a sociálneho rozvoja, územný plán, energetická koncepcia a pod.)

Adaptačný plán by mal zaradiť do svojich opatrení základné kategórie, ktoré sa týkajú:

- stavebný objekt sadové úpravy /exteriérové plochy/ sa v rámci realizačnej fázy stavby nerieši v zmysle projektu /zjednoduší sa/, resp. sa nerealizuje vôbec,
- častá neodobnosť pri spracovávaní projektových dokumentácií, kedy sú stavebné objekty zelene suplované inými profesiami,
- tlak investorov na záber nových území, nezáujem rekonštruovať resp. meniť účel existujúcich kapacít/,
- nepružný systém manažmentu zelene,
- rozporuplný vzťah obyvateľov k zelene /princíp „nie na mojom dvore“/,
- kapitola správy a údržby zelene poddimenzovaná v porovnaní s hektárovými dotáciami v rozpočtoch iných krajských miest,
- stiesnené uličné priestory v centre mesta,
- problematická dopravná situácia, veľká migrácia VOD a tranzitu cez centrum mesta,
- existujúce cyklodopravné komunikácie zatiaľ nie sú fyzicky prepojené,
- absencia koncepcnej obnovy zelene v areáloch MŠ a ZŠ,
- vysoká energetická náročnosť nezrekonštruovaných škôl,
- nízka prioritizácia následnej údržby porastov v ďalších rokoch po ich založení /materiálové, finančné, organizačné zabezpečenie/,

- absencia kľúčových koncepcných dokumentov tvorby a ochrany ŽP, resp. ich neaktuálny stav/generel zelene, pasport zelených plôch, MÚSES a pod./,
- nutnosť regenerácie porastov najmä z pohľadu vekovej a druhovej štruktúry,
- zvyšovanie výdavkov z dôvodu neriešenia technického stavu a materiálovo – technického vybavenia budov,
- vysušovanie územia z dôvodu odvádzania väčšiny dažďových vôd zo spevnených plôch do kanalizácie a následne do rieky,
- znižovanie plôch s potenciálom pre výsadbu vzrastlej zelene z dôvodu zaťaženia územia rozptýlenou infraštruktúrou,
- reálne výsadby nezohľadňujú skutočné objemy uložených náhradných výsadiieb, problematický kontrolný mechanizmus,
- zeleň ako prostriedok adaptačných opatrení na zmenu klímy nie je z pohľadu investorov /súkromný aj verejný sektorov/ chápaná ako 1 z priorit.

**Tab. 9 Príklady adaptačných opatrení a konkrétnych aktivít, návrhy indikátora pre monitorovanie uplatňovania opatrení**

Kategória adaptačných opatrení	Hlavné ciele adaptácie	Príklady konkrétnych aktivít
ZELENÁ A MODRÁ	Znížiť riziká spojené s vlnami horúčav	Revitalizácia existujúcich plôch verejnej zelene, brownfieldov pod.
		Vytváranie nových prvkov zelenej infraštruktúry, najmä parky a parkovo upravené plochy, stromoradia, aleje, ale aj prvky modrej infraštruktúry (tóni a jazierok).
		Využívať existujúce plochy ako sú strechy a fasády budov, parkovacích domov a pod., Pre vytváranie zelených striech a stien, je potrebné zohľadnenie tejto možnosti pri novej výstavbe.
	Zvýšiť efektivitu hospodárenia so zrážkovou vodou v zmysle "zadržať a využiť"	Nárast priepustných plôch, budovanie priepustných parkovísk, vnútroblokov, vegetačných a infiltračných pásov.
		Budovanie tzv. udržateľných odvodňovacích systémov a dažďových záhradiek, retenčných jazierok.

		Výstavba retenčných nádrží pre zber zrážkovej vody v blízkosti budov a jej opätovné využitie ako úžitkovej vody.
		Revitalizácia úsekov vybraných riečnych tokov, obnova vybraných brehových porastov, úprava vegetácie, obnova a zriaďovanie postranných ramien, tóní, mokradí.
ŠEDÁ	Minimalizovať zdroje antropogénneho zahrievania územia	Využívať materiály s nízkou akumuláciou a vysokou odrazivosťou slnečného žiarenia.
		Využívať techniky a materiály na vytvorenie pasívneho chladenia budov.
		Podporiť využitie alternatívnych foriem dopravy - hromadná, cyklodoprava a pešia doprava.
MÄKKÁ	Podporiť osvetu a environmentálne povedomie verejnosti o zmene klímy	Vypracovať komunikačnú stratégiu, ktorá umožní zapojiť a osloviť širokú verejnosť (tiež odbornú verejnosť, podnikateľov a investorov) a obyvateľov mesta a jeho metropolitnej oblasti.
		Vypracovať komunikačný program pre zvýšenie environmentálneho povedomia obyvateľov a ekologicky šetrnému správaniu, napr. preferovaní udržiavateľných foriem dopravy, úspory vody, využívanie zrážkových vôd a pod.
	Znížiť zraniteľnosť obyvateľov v obdobiach vĺn horúčav	Vypracovať komunikačný program zameraný na zvyšovanie povedomia obyvateľov o správnych vzoroch správania v obdobiach vĺn horúčavy.
		Vybudovať systém včasného varovania pred vlnami horúčav, s informáciami o dostupnosti zdravotníckej pomoci.



## 6 Akčný plán na roky 2020 – 2025

Návrh akčného plánu pre mesto Nitra na roky 2020 – 2025 tab. 10, ktorá prehľadne zobrazuje jednotlivé kroky ako by malo mesto postupovať pre zaradenie adaptačných opatrení na zmenu klímy.

**Tab. 10 Základné kroky akčného plánu pre roky 2020 – 2025**

Rok realizácie a plynutie	Plánovaný krok
2020 - 2025	Informovanosť a komunikácia s verejnosťou
2021	Príležitosti pre implementáciu adaptačných opatrení do územného plánovania
2021 - 2025	Získanie finančných prostriedkov pre aplikáciu adaptačných opatrení na zmenu klímy
2022	Plán monitorovania stavu mesta v podmienkach klimatickej zmeny
2025	Nové územné nariadenia zahŕňajú požiadavky na ekologickú udržateľnosť budov
2020 - 2025	zaradovanie do systému riadenia základné adaptačné kroky pre zníženie vplyvu zmeny klímy na mesto

### Informácia a komunikácia

V prvom kroku bude nutné zabezpečiť informovanosť laickej i odbornej verejnosti o očakávaných negatívnych dôsledkoch zmeny klímy a možnostiach adaptačných opatrení v podmienkach Slovenska. V súčasnosti existuje niekoľko zdrojov informácií. Výsledky vedeckých úloh, projektov, publikácie a správy sú zverejňované na internetových portáloch odborných inštitúcií. Ako príklad možno uviesť Národné správy SR o zmene klímy dostupné na [www.minzp.sk](http://www.minzp.sk), <http://ghg-inventory.shmu.sk> a na [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int) alebo mapy povodňového ohrozenia a mapy povodňového rizika, či informácie zverejnené na <https://www.siea.sk/>, kde sa občania, ale aj rôzni iní aktéri môžu so širokou škálou otázok v oblasti inovácií a energie obrátiť priamo na Slovenskú inovačnú a energetickú agentúru. V záujme zlepšenia súčasného stavu v oblasti poskytovania informácií pre danú oblasť a

komunikácie bude potrebné vytvoriť oficiálny internetový portál, kde budú priamo alebo cez odkazy zhromažďované a aktualizované všetky dostupné informácie k problematike adaptácie zo zahraničných, aj domácich zdrojov.

### ***Príležitosti pre implementáciu adaptačných opatrení do územného plánovania***

Identifikácia synergií a prepojenia "východísk pre rozvoj adaptáciou" so súčasnými a pripravovanými strategickými a koncepcnými dokumentmi mesta

- Previazanie strategického a územného plánu - vo vybraných oblastiach, z hľadiska prístupov plánovania
- Prínos do rozboru udržateľného rozvoja územia v rámci aktualizácie Územno analytických podkladov mesta Nitra, zameranie na oblasť dopadu zmeny klímy na mesto Nitra.

### ***Možnosti financovania adaptačných opatrení v Slovenskej republike***

Pre aktivity v oblasti adaptácie platí všeobecné pravidlo, že najlacnejším spôsobom ich financovania je ich priame začlenenie do sektorových politík. Druhým pravidlom, na ktoré by sa pri financovaní malo prihliadať, je identifikácia pozitívnych medzisektorálnych synergií a spájanie viacerých finančných zdrojov na realizáciu rozsiahlejších opatrení a projektov – napríklad na úrovni miest a obcí.

Finančný mechanizmus Európskeho hospodárskeho priestoru (FM EHP) a Nórsky finančný mechanizmus (NFM)

FM EHP a NFM (finančné mechanizmy) predstavujú dva osobitné nástroje finančnej pomoci založené na spoločných princípoch. Finančné zdroje sú tvorené z príspevkov Nórskeho kráľovstva, Islandu a Lichtenštajnskeho kniežactva. Celkovým cieľom finančných mechanizmov pre obdobie 2014 – 2021 je prispieť k redukcii ekonomických a sociálnych disparít v Európskom hospodárskom priestore a posilniť bilaterálne vzťahy medzi prispievateľskými štátmi a prijímateľskými štátmi prostredníctvom finančných príspevkov v prioritných sektoroch, medzi ktoré patrí i Životné prostredie, energetika, zmena klímy a nízko uhlíkové hospodárstvo.

Program cezhraničnej spolupráce Interreg

Interreg Europe<sup>74</sup> je program cezhraničnej spolupráce, ktorého hlavným cieľom je pomáhať regionálnym a miestnym vládám v celej Európe rozvíjať a realizovať lepšiu politiku.

Vytvorením prostredia pre zdieľanie riešení smeruje k tomu, aby vládne investície, inovácie a úsilie v oblasti implementácie viedli k integrovanému a udržateľnému rozvoju.

Na dosiahnutie tohto cieľa ponúka Interreg Európa regionálnym a miestnym verejným orgánom v celej Európe možnosť, aby si v praxi vymieňali nápady a skúsenosti s verejnou politikou, a tak zlepšovali svoje národné stratégie. Program Interreg je zameraný na podporu štyroch oblastí a to výskum a inovácie, konkurencieschopnosť MSP, nízkouhlíková ekonomika a efektívnosť životného prostredia a zdrojov.

Program Interreg spolufinancuje projektové aktivity až do výšky 85%, pričom projekt, ktorý je vykonávaný v spolupráci s politickými organizáciami so sídlom v inej členskej krajine EÚ, musí trvať minimálne 3-5 rokov.

### ***Plán monitorovania stavu mesta v podmienkach klimatickej zmeny***

Potrebné vybudovať mestský monitorovací systém pre nežiaduce vplyvy počasia a vybudovať informovanosť a včasné hlásenie obyvateľom mesta pred neočakávanými zmenami počasia, kde by mali byť zaradené opatrenia týkajúce sa stavu kvality ovzdušia. Pri kvalite ovzdušia je dôležité vytvoriť fungujúci systém smogového varovného systému.

### ***Základné adaptačné kroky pre mesto Nitra:***

#### **1) ADAPTÁCIA mestského prostredia**

- Verejné priestranstvá:

Pri plánovaných rekonštrukciách odporúča vyhodnotiť mieru zraniteľnosti v rámci každého projektu a komplexne posúdiť účinnosť jednotlivých adaptačných opatrení. Prínosy z ekonomického hľadiska by mali byť vyhodnotené pomocou CBA analýzy.

- Infraštruktúra:

Rekonštrukcia a výstavba dopravných stavieb mimo centrum mesta - preveriť možnosť realizácie bioswales pozdĺž komunikácií.

#### **2) ADAPTÁCIA BUDOV**

Odporúčame diskutovať adaptačné opatrenia pri budovách, ktoré sú súčasťou miest s veľkou zraniteľnosťou - revitalizácia a nová výstavba obchodných zón:

- pri stavbe uvažovať o minimálnom záberu pôdy,

- každú stavbu komplexne posúdiť z hľadiska odolnosti voči prejavom extrémneho klímy,
- max. využiť priepustné plochy, príp. odvodnenie spevnených plôch do zelene,
- zber a akumulácie dažďovej vody a jej opätovné využitie Revitalizácia a nová výstavba priemyselných zón,
- realizácie zelených striech a fasád,
- max. možná výsadba zelene aj v rámci priemyselných areálov (využitie štrukturálne zeminy, modulových systémov),
- obmedziť použitie materiálov, ktoré by mohli prípadne kontaminovať dažďovú vodu a brániť opätovne využíva (ťažké kovy na strechách, a pod.).

### 3) ADAPTÁCIA PRÍRODNÉHO PROSTREDIA

Odporúčame vykonať štúdiu, ktorá by posúdila:

- vsakovania (hydrogeologický prieskum)
- podpora biodiverzity - širšie druhová skladba
- zadržiavanie vody v krajine - podpora stavania remíz a mokradí

### 4) ADAPTÁCIA V OBLASTI ZDRAVIA OBYVATEĽOV

Odporúčame zahrnúť vplyv zmeny klímy na zdravie obyvateľov do Plánu zdravia a Plánu sociálnych služieb - osvetové akcie, usporiadať akciu pre verejnosť, ktorá priblíži vplyv klimatické zmeny na zdravie obyvateľov.

Pre stručné porovnanie vývoja mesta od roku 1950 až po rok 2019, bola vypracovaná príloha 6 porovnanie ortofoto máp 1950 a rok 2019 – vývoj mesta Nitra.



## **Zoznam máp**

Mapa 1 Záujmové územie mesta Nitra .....	9
Mapa 2 Geologická stavba mesta Nitra.....	11
Mapa 3 Klimatický región mesta Nitra .....	13
Mapa 4 Maximálna teplota vzduchu v °C pre rok 2019 .....	19
Mapa 5 Intenzita sucha 28.04.2019 pre SR zdroj zdroj: <a href="http://www.intersucho.cz">www.intersucho.cz</a> , 2019 .....	21
Mapa 6 Intenzita sucha 28.04.2019 pre SR zdroj: <a href="http://www.intersucho.cz">www.intersucho.cz</a> , 2019.....	21
Mapa 7 Mapa reliéfu .....	27
Mapa 8 Mapa sklonu záujmového územia mesta Nitra .....	28
Mapa 9 Povodňové riziká a zamokrené plochy .....	31
Mapa 10 Najvhodnejšie lokality pre aplikáciu zariadení pre zadržiavanie dažďovej vody.....	36
Mapa 11 Lokality vhodné na zadržiavanie dažďovej vody .....	57
Mapa 12 Identifikácia tepelných ostrovov v meste.....	69
Mapa 13 Nezateplené budovy .....	70
Mapa 14 Tepelná priepustnosť obytných budov .....	71
Mapa 15 Vytypované lokality pre aplikáciu zelených extenzívnych striech .....	78
Mapa 16 Dostupnosť zelených plôch s prekryvnosťou korún nad 60% .....	80
Mapa 17 Dostupnosť zdravotných zariadení.....	88
Mapa 18 Potencionálna vegetácia mesta Nitra.....	103
Mapa 19 Súčasný využitie mesta Nitra .....	114
Mapa 20 Začlenenie záujmového územia mesta Nitra podľa národnej ekologickej siete .....	115

## **Zoznam obrázkov**

Obr. 1 Adaptácia mesta na zmenu klímy .....	7
Obr. 2 Porovnanie zrážok a teplôt v meste Nitra a okolitej vidieckej krajine za roky 2015 - 2019.....	14
Obr. 3 Vývoj zrážok v mm za mesiac júl 2019 v porovnaní s teplotami v °C.....	15
Obr. 4 Množstvo zrážok v mm v priebehu dňa 29.07.2019 a vývoj teplôt behom dažďa .....	16
Obr. 5 Vývoj zrážok v mm za mesiac august 2019 v porovnaní s teplotami v °C.....	17
Obr. 6 Množstvo zrážok v mm v priebehu dňa 25.08.2019 a vývoj teplôt behom dažďa .....	17

Obr. 7 Primerané denné teploty a úhrny zrážok rok 2019 prerušované čiary predpoklad nárastu teplôt za 30 rokov .....	24
Obr. 8 Znázornenie odtokových trás na záujmovom území mesta Nitra v časti sídliska Chrenová .....	33
Obr. 9 Znázornenie odtokových trás na záujmovom území mesta Nitra v časti sídliska Klokočina 1 .....	33
Obr. 10 Znázornenie odtokových trás na záujmovom území mesta Nitra v časti sídliska Klokočina 2 časť .....	34
Obr. 11 Znázornenie odtokových trás na záujmovom území mesta Nitra v časti sídliska Klokočina 3 časť .....	34
Obr. 12 Znázornenie odtokových trás na záujmovom území mesta Nitra v časti centra mesta .....	35
Obr. 13 Príklad riešenia plošného vsakovacieho zariadenia .....	37
Obr. 14 Príklad riešenia vsakovacej priehlbne .....	38
Obr. 15 Príklad riešenia dažďovej záhrady .....	39
Obr. 16 Ukážky dažďovej záhrady .....	39
Obr. 17 Vzorový príklad riešenia suchej nádrže a umelej mokrade .....	45
Obr. 18 Zadržiavanie dažďovej vody s komunikácie .....	47
Obr. 19 Odvádzanie a zadržiavanie vody s komunikácie .....	48
Obr. 20 Príklad riešenia vsakovacej priekopy s použitím plastových blokov .....	48
Obr. 21 Príklad riešenia vsakovacej šachty .....	49
Obr. 22 Možnosti plošného vsakovania : a) priepustná dlažba, b) štrkové plochy, c) zatravnovacie tvárnice, d) trávnaté plochy .....	50
Obr. 23 Plošné vsakovanie na námestí .....	53
Obr. 24 porézny betón (asfalt) .....	53
Obr. 25 Triapolvrstvová akumulčná nádrž s potrebnými objektmi pre správne fungovanie .	62
Obr. 26 Zadržiavanie vody pre obytné budovy .....	64
Obr. 27 Vývoj teploty v neskorom popoludní v meste .....	68
obr. 28 Zelené zatienenie zastávky .....	81
Obr. 29 Tienenie prírodnými prvkami .....	82
Obr. 30 Tienenie s použitím trojrohých plachiet .....	83
Obr. 31 Tienenie pomocou drevených konštrukcií .....	83
Obr. 32 Tienenie pomocou drevených konštrukcií .....	84

Obr. 33 Zelená fasáda samostatne kotvená .....	117
Obr. 34 Zelená fasáda priamo kotvená na stenu .....	118
Obr. 35 Fasádna koreňová čistiareň odpadových vôd.....	119
Obr. 36 Živá stavba v podobe výrobnéj haly Liko.....	120
Obr. 37 Extenzívna zelená strecha .....	122
Obr. 38 Prierez extenzívnou zelenou strechou zdroj: www.abs.sk, 2019 .....	123
Obr. 39 Skladba extenzívnej zelenej strechy.....	124

### ***Zoznam tabuliek***

Tab. 1 Priemerné mesačné teploty za rok 2019 Nitra v porovnaní s priemerom 1951-2000... 15	15
Tab. 2 Klasifikácia dažďa na základe intenzity (mm/minúta) .....	28
Tab. 3 Prehľad výhod a nevýhod zasakovacích metód .....	29
Tab. 4 Zoznam lokalít s priradením vhodných opatrení .....	54
Tab. 5 Koeficient odtoku.....	61
Tab. 6 Súčinitele odtoku podľa druhu plochy .....	65
Tab. 7 Zoznam vytipovaných objektov vhodných pre aplikáciu extenzívnych striech .....	73
Tab. 8 Zoznam stabilných a nestabilných prvkov v krajine.....	111
Tab. 9 Príklady adaptačných opatrení a konkrétnych aktivít, návrhy indikátora pre monitorovanie uplatňovania opatrení.....	128
Tab. 10 Základné kroky akčného plánu pre roky 2020 – 2025 .....	130

### ***Zoznam príloh***

Príloha 1 Digitálny model reliéfu.....	139
Príloha 2 Aspekt územia mesta Nitra .....	140
Príloha 3 Hydrologické rajóny .....	141
Príloha 4 Akumulácia povrchového odtoku.....	142
Príloha 5 Sila tienenia .....	143
Príloha 6 Porovnanie ortofoto máp 1950 a rok 2019 – vývoj mesta Nitra.....	144

### ***Použité zdroje***

Ensuring quality of life in Europe's cities and towns, Tackling the environmental challenges driven by European and global change, EEA report, 2009

Government Planning Policy Guidance 17: Planning for Open Space, Sport and Recreation (2002) (PPG17)

Gulyas, A., J. Unger, A. Matzarakis, 2006: Assessment of the microclimatic and human comfort conditions in a complex urban environment: Modelling and measurements. Build. Environ. 41, 1713-1722

Havlínek, P., a kol.: 2007. Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území, ARDEC, Brno, 2007, 164 str., 978-80-86020-55-6

<http://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/horke-vlny-zdravi-14.8.2015>

[http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docoffic/official/reports/som\\_en.htm](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docoffic/official/reports/som_en.htm)

<http://ns.inprost.sk/adaptacna-strategia-na-lokalnej-urovni>

<http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/Housing-and-health/publications/2010/urban-planning,-environment-and-health-from-evidence-to-policy-action>

[http://www.nun.sk/terminologia\\_I.htm](http://www.nun.sk/terminologia_I.htm)

[http://www.shmu.sk/File/met\\_cas/RR/!%202012-2%203%20Lapin.pdf](http://www.shmu.sk/File/met_cas/RR/!%202012-2%203%20Lapin.pdf) a i.

<http://www.uzemneplany.sk/zakon/nakladanie-s-vodami-z-povrchoveho-odtoku-v-mestach>

<https://sk.wikipedia.org/wiki/Nitra>

Chang, C., Li, M., Chang, S., 2007. A Preliminary Study on the Local Cool Island Intensity of Taipei City Parks. Landscape and Urban Planning. 80.s. 386-395.

Chen, Y., Wong, N.H., 2006. Thermal Benefits of City Parks. Energy and Building, 38

Chmúrny I., 2010. Sklo v stavebníctve a architektúre [online]. [cit. 2012-01-17]. Dostupné na inter-nete: <http://www.asb.sk/stavebnictvo/stavebne-materialy/sklo-vstavebnictve-architekture>



<https://www.aces.edu/blog/topics/landscaping/rain-gardens/>

<https://www.intersucho.cz/sk/mapy/intenzita-sucha/28-april-2019/?pageimage=imageSmall&mapcountry=sk>

<https://www.intersucho.cz/sk/mapy/intenzita-sucha/21-jul-2019/?pageimage=imageSmall&mapcountry=sk>

[https://www.meteoblue.com/sk/po%C4%8Dasie/archive/risk/nitra\\_slovensko\\_3058531?type=history\\_heatrisk&temperature\\_threshold\\_below=1&temperature\\_threshold\\_above=30&precip\\_precipi\\_threshold=30&available\\_soil\\_water=100&cloudcover\\_threshold=15&duration=1](https://www.meteoblue.com/sk/po%C4%8Dasie/archive/risk/nitra_slovensko_3058531?type=history_heatrisk&temperature_threshold_below=1&temperature_threshold_above=30&precip_precipi_threshold=30&available_soil_water=100&cloudcover_threshold=15&duration=1)

<https://www.pocitamesvodou.cz/mapa-prikladu/#main-content>

<https://www.szkt.sk/index.php/na-stiahnutie/arboristicke-standardy>

Jauregui E., 1990. Influence of a large urban park on temperature and convective precipitation in a tropical city, *Journal of Energy and Buildings* 15–16, s. 457–463

Štandardy minimálnej vybavenosti obcí (Metodická príručka pre obstarávateľov a spracovateľov územnoplánovacej dokumentácie, MŽP SR, 2002)

The essential role of green infrastructure: eco-towns green infrastructure worksheet TCAP, 2008

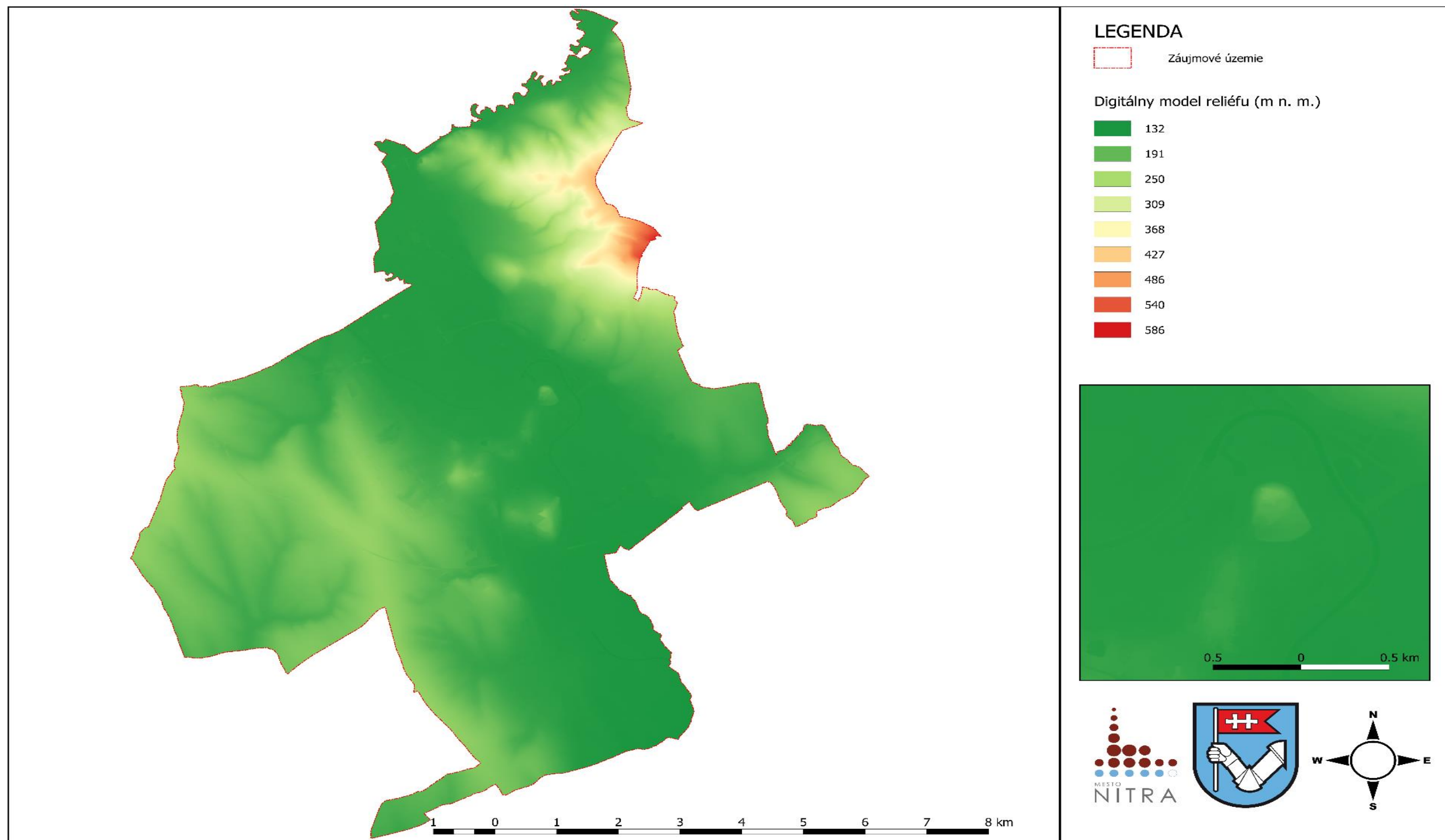
Využitie zrážkovej vody z povrchového odtoku v budovách. [online]. © 2013 [cit. 2013-04-28]. Dostupné z: <http://www.asb.sk/tzb/vyuzitie-zrazkovej-vody-z-povrchoveho-odtoku-v-budovach-4531.html>

Werner, P. Zahner, R.: *Biologische Vielfalt und Stadte*, 2009

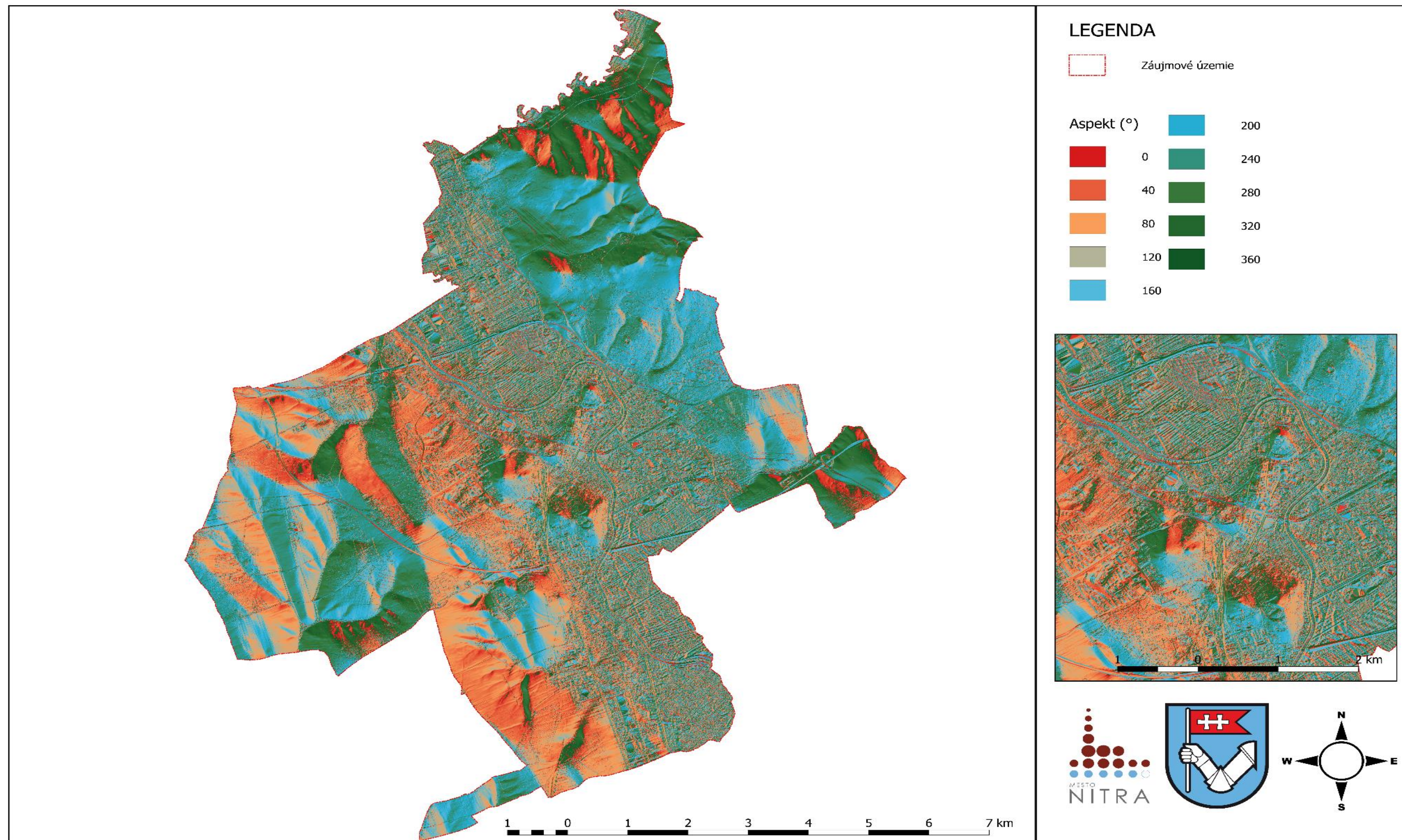
Wilhite, D. A. (ed.) 2005. *Drought and Water Crises: Science, Technology and Management Issues*. CRC Press, Boca Raton, FL

Zákon 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon), v znení neskorších predpisov

Zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny

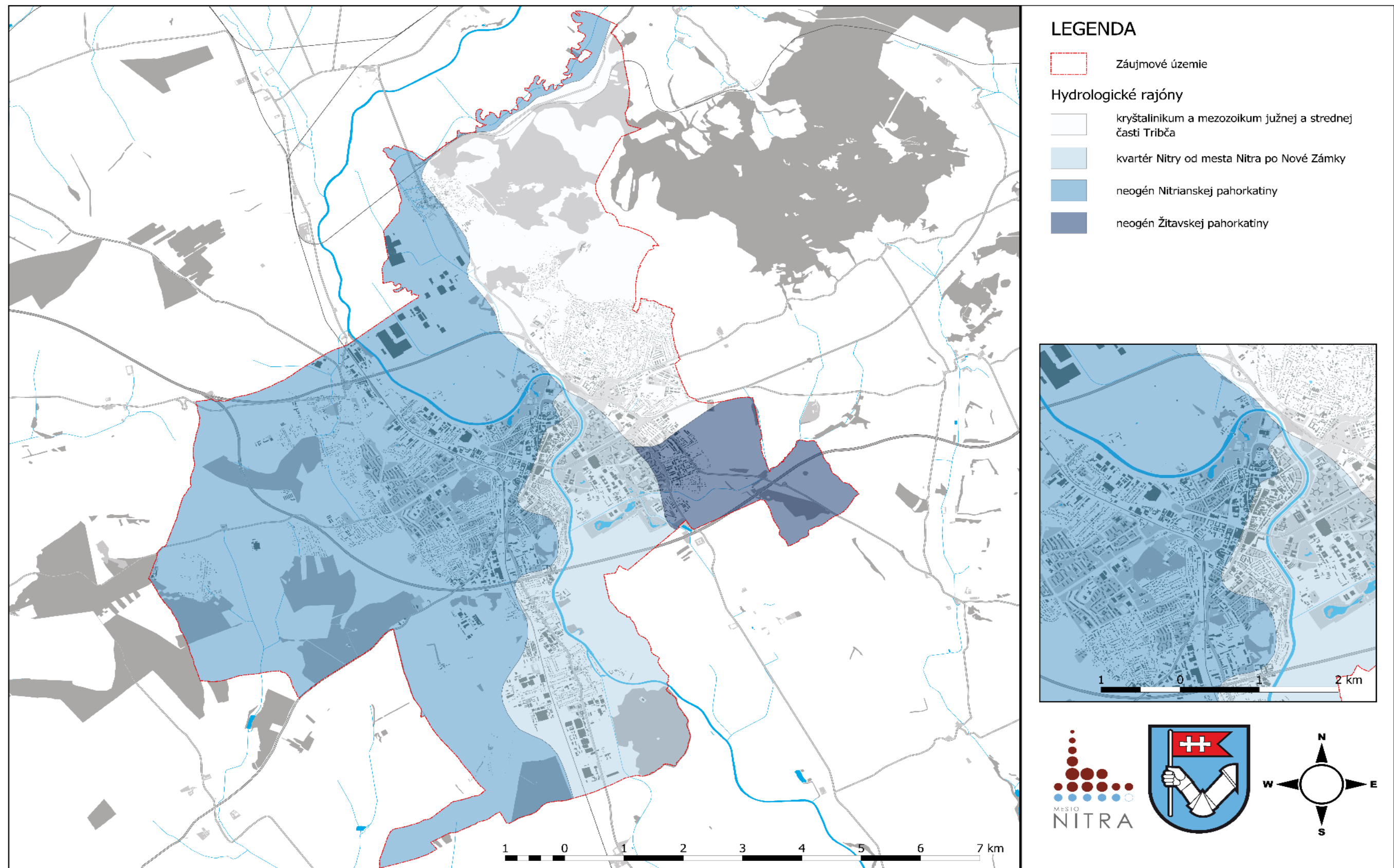
*Prílohy**Príloha 1 Digitálny model reliéfu*



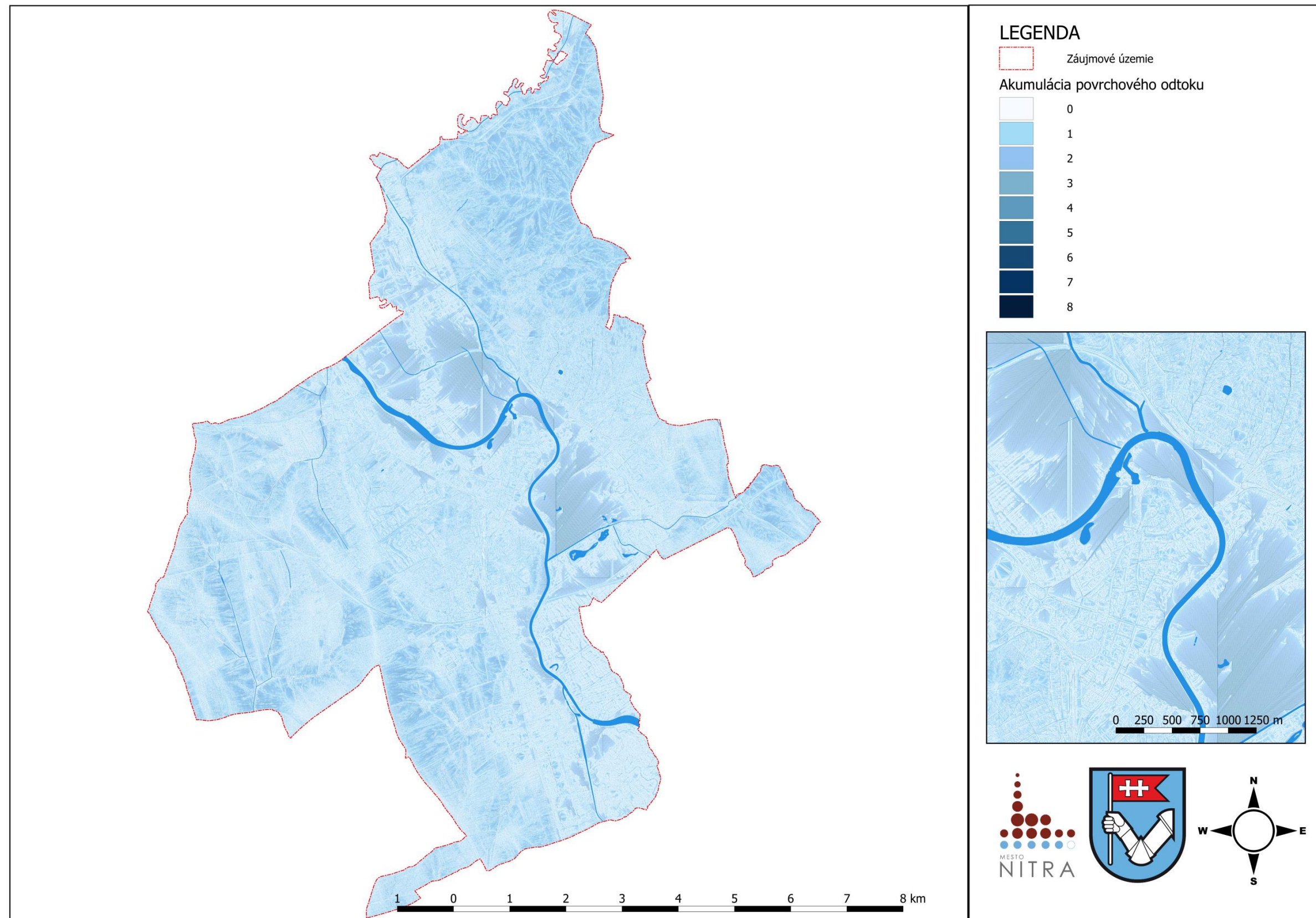


Príloha 2 Aspekt územia mesta Nitra

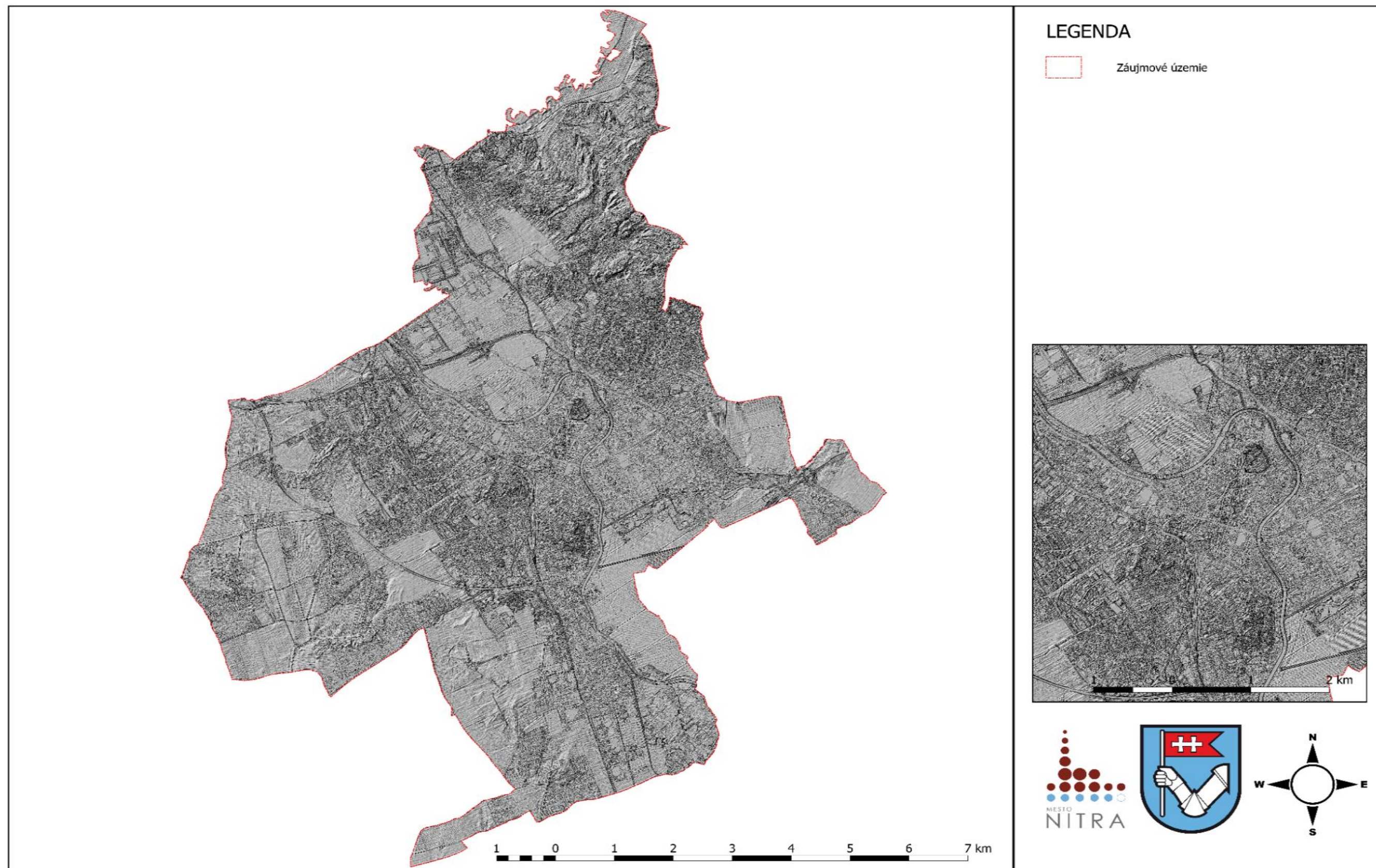






*Príloha 4 Akumulácia povrchového odtoku*





*Príloha 5 Sila tienenia*





*Príloha 6 Porovnanie ortofoto máp 1950 a rok 2019 – vývoj mesta Nitra*