

Případová studie

Zmírnění negativních projevů změny klimatu u parkovišť při ulici Neumanova (za bankou, u polikliniky a další) v rámci adaptace na dopady změny klimatu pro město Žďár nad Sázavou



Adaptace sídel - Civitas per Populi, o.p.s. 2016



Adaptace sídel
na změnu klimatu



Název: Případová studie zmírnění negativních projevů změny klimatu u parkovišť při ulici Neumanova (za bankou, u polikliniky a další) v rámci adaptace na dopady změny klimatu pro město Žďár nad Sázavou.

Autoři: Mgr. Michael Pondělíček, Ph.D., Civitas per Populi
doc. Ing. arch. Vladimíra Šilhánková, Ph.D., Civitas per Populi
doc.ing.Vladimír Švihla, Dr.Sc. (externí expert)
Karolína Pondělíčková, Civitas per Populi

a kolektiv (řazen abecedně):

Bc. Eva Černá, Civitas per Populi
Ing. Michaela Dudáčková, Porsenna
Mgr. Adam Emmer, Ústav výzkumu globální změny AV ČR
Mgr. Alice Končinská, Ekocentrum Koniklec
Mgr. Simona Kosíková, TIMUR
Ing. Pavel Struha, Civitas per Populi
Ing. Miroslav Šafařík, Ph.D. Porsenna

Dedikace: Případová studie zmírnění negativních projevů změny klimatu u parkovišť při ulici Neumanova vznikla jako případová studie v rámci projektu EHP-CZ02-OV-1-073-01-2014 „Adaptace sídel na změnu klimatu - praktická řešení a sdílení zkušeností“ financovaného z finančních mechanismů Islandu, Lichtenštejska a Norska.

Poděkování: autoři dokumentu děkují Mgr. Zdeňku Navrátilovi, starostovi města Žďár nad Sázavou za podporu a pomoc při zpracování předkládaného dokumentu.

© Adaptace sídel - Civitas per Populi, 2016

Obsah

ÚVOD	5
TVORBA TÝMU.....	6
DATA A DOKUMENTY.....	6
SITUAČNÍ ANALÝZA	8
DALŠÍ HROZBY A PODKLADY STUDIE	21
MOŽNOSTI ADAPTACE	27
LOKALIZACE OPATŘENÍ A MAPA PARKOVIŠŤ	30
REALIZACE A MONITORING	41

1. Úvod

Problematika změny klimatu a jejích dopadů je řešena různými odbornými týmy a na různých úrovních již poměrně dlouho dobu. Jak se ale změny klimatu dotýkají života běžných lidí a jaké budou mít praktické dopady? Jaké hrozí našim městům rizika v souvislosti se změnou klimatu? Realizátoři projektu „Adaptace sídel na změnu klimatu - praktická řešení a sdílení zkušeností“, který byl podpořen grantem z Islandu, Lichtenštejnska a Norska (Finanční mechanismus EHP-Norsko) a současně jejich podmnožina řešitelů tohoto projektu se dohodli na modelovém a ukázkovém řešení pilotní praktické případové studie ve městě Žďár nad Sázavou - Případové studii zmírnění negativních projevů změny klimatu u parkovišť při ulici Neumanova v centru Žďáru nad Sázavou. Cílem projektu bylo na modelovém území parkovišť ve vlastnictví města Žďár nad Sázavou navrhnout řešení změny odtokových poměrů a výsadeb, které by ovlivnilo odtok srážkových a zejména splachových vod z plochy více parkovišť, ovlivnilo změnu tepelných poměrů na parkovištích a také poměry při ledovce nebo odtávání sněhu z ploch. Vzhledem k vlivům změny klimatu specifikovaným pro region Žďárska bylo stanoveno, že je vhodné z hlediska lepších vodních poměrů a změny plochy parkovišť při centru města Žďár nad Sázavou preferovat zpomalení odtoku z velkých ploch uzavřených živící a současně také umožnit vsakování vody do terénu, vsakování do příkopů, lapání vody do menších nádrží a také vsakování vody k zeleni, která by byla v místě vysázena na podporu snížení stávajícího působení komplexu parkovišť jako tzv. tepelných ostrovů města.

Projekt posléze realizovalo prostřednictvím vybraných osob neformální sdružení nestátních neziskových organizací „Adaptace sídel“, jehož členy byly obecně prospěšné společnosti Civitas per Populi, Agentura Koniklec, Týmová iniciativa pro místní udržitelný rozvoj (TIMUR), Ekocentrum Koniklec, Porsenna a CzechGlobe - Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i.

Hlavním cílem modelové studie - projektu bylo přispět ke zmírnění možných negativních dopadů přívalových srážek a zvýšené teploty v centru města (nepředvídatelná, ale očekávaná meteorologická rizika) na plochách již jmenovaných parkovišť. Tato studie je vytvořena jako podkladová a modelová a doplňuje celkovou adaptační studii – strategii neboli Road Map to Adaptation pro město Žďár nad Sázavou.

Poznámka: „Road Map to Adaptation“ je technický termín pro plán postupné Adaptace měst na podmínky změny klimatu, který zavedlo OSN, když Generální tajemník OSN vyzval v listopadu 2013 na summitu OSN ve Varšavě k realizaci právě těchto Road maps tj. „cestovních map“ pro města a komunity na celém světě.

Město Žďár nad Sázavou se připojilo k projektu „Adaptace sídel na změnu klimatu - praktická řešení a sdílení zkušeností“ memorandumem o spolupráci, které podepsali společně dne 20. května 2015 za Civitas per Populi, o.p.s. – koordinátora projektu Mgr. Michael Pondělíček, Ph.D. a za město Žďár nad Sázavou, starosta města Mgr. Zdeněk Navrátil. Výsledkem této spolupráce je „cestovní mapa k adaptaci“ a tato studie odtoku a zmírnění vlivů změny klimatu v místě parkovišť v centru města..

2. Tvorba týmu

Pro práci na tvorbě **Případová studie zmírnění negativních projevů změny klimatu u parkovišť při ulici Neumanova** bylo třeba vytvořit realizační tým, který tvořil starosta města a ze strany realizátorů projektu hlavní koordinátor projektu a jeho spolupracovníci, který byl zároveň hlavním zpracovatelem studie parkovišť.

Dále bylo třeba aktivizovat důležité dotčené osoby tzv. stakeholdery, kteří měli přímý zájem na jednání nebo rozhodovacím procesu u nichž lze předpokládat, že jsou významně ovlivňováni činnostmi nebo službami města a aktivity ovlivňují. Skupinu místních stakeholderů v projektu tvořili:

jméno	příjmení	funkce
Zdeněk	Navrátil	Starosta
Josef	Klement	Místostarosta
Jan	Havlík	Tajemník
Jaroslav	Doubek	odbor životního prostředí
Irena	Škodová	odbor rozvoje a územního plánování
Libuše	Pitková	odbor stavební
Jaroslav	Kadlec	odbor komunálních služeb
Milan	Šofr	TSBM Žďár nad Sázavou
Za realizátory projektu adaptace sídel		
Michael	Pondělíček	Ředitel CPP a zástupce nositele projektu
Vladimíra	Šilhánková	
Vladimír	Švihla	
Pavel	Struha	
Adam	Emmer	
Karolína	Pondělíčková	
Josefína	Pondělíčková	
Simona	Kosíková	
Miroslav	Šafařík	
Alice	Končinská	
Eva	Černá	

3. Data a dokumenty

Pro další postup tvorby studie bylo nezbytné zajištění odborných podkladových materiálů o území spravovaném a současně vlastněném městem a jejich utřídění dle datových zdrojů, podkladů a dokumentů. Studie vychází zejména z následujících veřejně dostupných zdrojů:

Dokumenty města:

ÚAP ORP Žďár nad Sázavou
Územní plán města Žďár nad Sázavou
Krizový plán ORP Žďár nad Sázavou
Povodňový plán města Žďár nad Sázavou

Obecné a související dokumenty:

Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR
Strategie Kraje Vysočina 2020
Program rozvoje Kraje Vysočina
ÚAP Kraje Vysočina
Zásady územního rozvoje Kraje Vysočina
Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Kraje Vysočina
Atlas podnebí ČR

Datové portály a další zdroje:

Český statistický úřad – Regionální statistiky. Dostupné na:
https://www.czso.cz/csu/czso/regiony_mesta_obce_souhrn
Český statistický úřad – Sčítání lidu, domů a bytů. Dostupné na: <https://www.czso.cz/csu/sldb>
CENIA, česká informační agentura životního prostředí. Dostupné na:
<http://www1.cenia.cz/www/>
Národní geoportál INSPIRE. Dostupné na:
<https://geoportal.gov.cz/web/guest/home%3bjsessionid=7CDE9D45893959751AB395F08F4FADAB>
Český hydrometeorologický ústav. Dostupné na: <http://portal.chmi.cz/>
Portál informačního systému ochrany přírody. Dostupné na:
http://portal.nature.cz/publik_syst/ctihtmlpage.php?what=3&nabidka=hlavni
ČÚZK - Český úřad zeměměřický a katastrální. Dostupné na: <http://www.cuzk.cz/>
ČGS – Česká geologická služba. Dostupné na: <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace>
Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. Dostupné na:
<http://www.vuv.cz/index.php/cz/>
Elektronický digitální povodňový portál - Dostupné na: <http://www.edpp.cz/>
data z Výzkumného ústavu lesnického v Opočně a dalších veřejně dostupných zdrojů

4. Situační analýza

Stěžejním krokem v rámci studie je zpracování situační analýzy území z dostupných dat. Situační analýza se dělí v zásadě na dvě části, a to analýzu hydrometeorologických dat a na analýzu souvisejících dat o plochách a teplotách.

4.1. Hydrometeorologické hrozby

Primární hydrometeorologické hrozby jsou z hlediska odtokových poměrů redukovány na téma voda, téma sucho, téma teplota, téma sníh a mráz.

Z Atlasu podnebí ČR byly pro Žďár nad Sázavou odečteny následující základní údaje týkající se srážek:

průměrný roční úhrn srážek	650-700
průměrný sezónní úhrn srážek - jaro	150-200
průměrný sezónní úhrn srážek - léto	200-250
průměrný sezónní úhrn srážek - podzim	150-200
průměrný sezónní úhrn srážek - zima	125-150
jednodenní maxima srážek	81-100mm
dvoudenní maxima srážek	81-100mm
třídenní maxima srážek	121-150mm

Z výše uvedené tabulky je tedy patrné, že průměrné srážky v území jsou nejvyšší zejména v letním období a to je také doba kdy se kumulují do bouří s přívalovými dešti, kroupami nebo jsou spojeny s jinými extrémními srážkovými excesy. Podle dotazníku jsou ve městě ohrožující rovněž zimní srážky, ale srážkový průměr cca 650 -70 mm ročně není příliš vysoký (na Českomoravskou vysočinu zejména) a také podle hydrometeorologických měření celorepublikově teploty stoupají a srážky klesají. Mění se ovšem rozvrstvení srážek v období, kdy se tyto dostávají do rizikových údobí extrémů (série dešťů a bouřek za sebou v několika dnech, případně hodinách) a nebo do období převažujícího sucha (je nastoleno stabilní teplé a jasné období bez srážek).

Vzhledem k očekávaným letním extrémům lze počítat tedy se zvýšenými odtoky z parkovišť v centru města zejména v období, kdy jinak bude vody nedostatek a současně adsorpční schopnost půdy i travníků bude výrazně omezena suchem (tak jako je tomu doposud).

Převážná část katastru města Žďár nad Sázavou patří do povodí řeky Sázavy (Vltavy), jihovýchodní část pak do povodí Oslavy (Moravy). Toto rozvodí dvou moří ovlivňuje menší vodnatost toků a jejich celkem dobrou čistotu.

Záplavové území je stanoveno na vodním toku Sázavy včetně aktivní zóny, kam je také zaústěna podle současných poznatků nedostatečně kapacitní trouba kanalizace, která při srážkových extrémech (přívalových srážkách) právě nestačí odvést vodu do řeky Sázavy

(znečištěnou oleji, suspenzí různých látek apod., a dále zaplavuje světelnou křižovatku Neumanova-Žižkova-Dolní pod Havlíčkovým náměstím, což při extrémech zároveň omezuje průjezdnou dopravu městem.

Jak bylo uvedeno, tak významným vodním tokem je řeka Sázava, která protéká Pilskou nádrží, Bránským rybníkem a přes město nedaleko centra. Záplavová plocha řeky převážnou část zástavby neovlivňuje a do Sázavy i při přívalových srážkách nevteká tolik vody aby došlo k zaplavení infrastruktury města nebo domů.

Levobřežním přítokem řeky Sázavy ve městě (u stadionu) je potok Staviště, na kterém se výše proti proudu nachází vodní nádrž Staviště. Ta byla zdrojem pitné vody pro město. Potok má jeden pravobřežní a jeden levobřežní bezejmenný přítok.

Většina toků je ve správě Povodí Vltavy, a.s. územní pracoviště Havlíčkův Brod, s výjimkou úseků drobných toků, které slouží výhradně k melioračním účelům.

Celé území se nachází v chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV) Žďárské vrchy - $\frac{3}{4}$ města (mimo JV část), tedy bude nutno i do budoucnosti odtok přívalových srážek, které jsou z parkovišť znečištěny odpadky, oleji a dalším nějakým způsobem lapat a před vypouštěním nechat usadit a nebo přefiltrat a to bylo také řešeno v rámci studie odtoku z parkovišť. Otázkou do studie tedy bylo, zda je možné ve směru odtoku z ploch parkovišť vybudovat ještě někde nějakou retenční nebo usazovací nádrž, či alespoň místo k předčištění splachových vod.

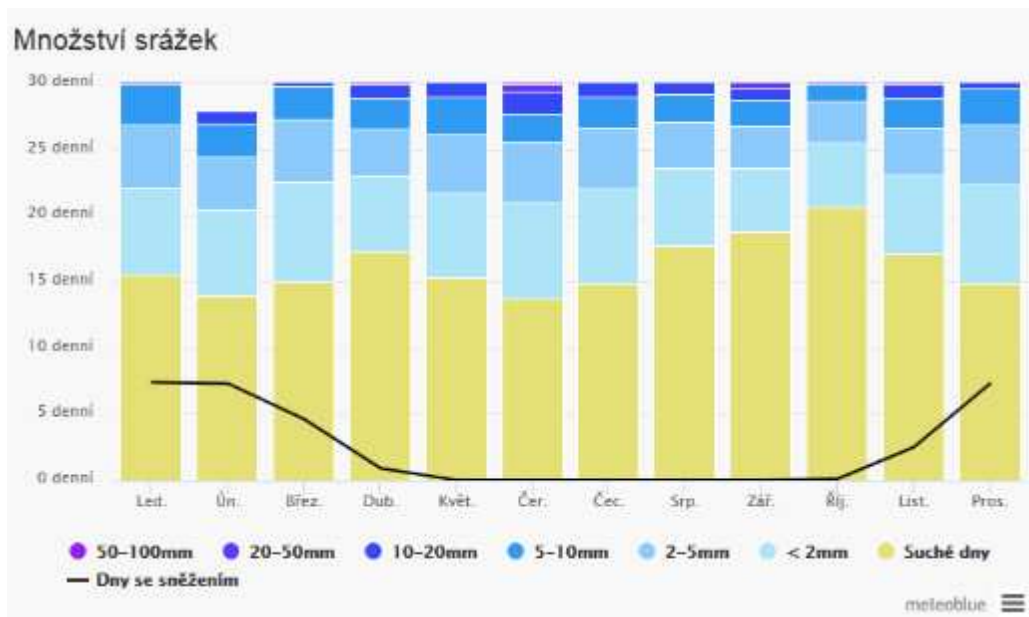
4.2. Kanalizace

Město Žďár nad Sázavou má vybudovanou kanalizační síť převážně jednotného charakteru, s výjimkou novějších lokalit, kde je oddílná kanalizace a také okrajových čtvrtí. Kanalizace města je ukončena v odpovídající ČOV, některé větší podniky mají ale vlastní ČOV (specifické zatížení). Kanalizace ve městě byla budovaná zejména po roce 1950 v profilech DN 300-1500. V budoucnosti se uvažuje v oblasti nakládání s dešťovými vodami zejména:

- na svodnicích rezervovat plochy pro suché poldry k zadržení přívalových srážek s respektováním vlastnických práv (způsobu využití) k dotčeným pozemkům,
- z níže položených ploch za tratí ČD přečerpávat splaškové vody, stejně jako z plochy u silnice Jihlavské. Dešťové vody z těchto ploch zaústit do Kamenného rybníka,
- v lokalitě Radonín srážkové vody zaústit do Radonínského rybníka."

Povodeň - Přívalové deště a lokální (blesková) povodeň. Plošná povodeň.

Klimatické údaje vykazují roční úhrn srážek na úrovni cca 698 mm (rok 2016 bude ze specifických důvodů v tomto ohledu srážkově atypický, protože došlo podpoře srážkové činnosti v oblačnosti pod vlivem sopečné činnosti.



Potenciální riziko silných přívalových srážek v Evropských městech¹

Podíl zastavěných ploch (bez možnosti vsakování v jádrovém městě)

- 7 – 24 %
- 25 – 49 %
- 50 – 74 %
- 75 – 100 %

Změny v počtu dní s extrémními srážkami v průměru za rok (> 20 mm/den) pro 2071-2100

- -8.0 to -5.0
- -4.9 to -1.0
- -0.9 to 1.0
- 1.1 to 5.0
- 5.1 to 13.1



Silné lokální srážky: Možnost zaplavení ulic Hlohová a u Klafárku zeminou splavenou z polí, hrozí i na jiných místech ve městě a jeho okolí.

SÁZAVA

Povodně na Sázavě z konce zimy: Dochází k nim při rychlém tání a pnutí ledů v období února-březen (jarní srážkový extrém, který nastává většinou koncem února).

¹ <http://eyeonearth.org/templates/eoebasicviewer/index.html?appid=25dbcdaccec84e7aa58b5b64519e7ba4>

Vodní tok Sázava má na území města Žďár nad Sázavou oficiálně stanovené záplavové území (podnikem Povodí Vltavy s.p.) a rozlivy pro Q5, Q20, Q100 byly stanovené a zdigitalizované v mapové vrstvě limitů v ÚAP, stanovena byla i případná rozlivová pásma okolních vodních nádrží, kde ovšem by muselo jít o velmi silný a dlouhodobější srážkový extrém.

N-leté průtoky [m3/s]	Místo,	řkm	Q1	Q2	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100
Sázava	hráz Pílské nádrže	34,0	7,3	9,5	12,5	14,8	17,1	20,3	22,8
Sázava - Stržský potok	hráz Stržské nádrže	24,0	7,7	9,8	12,8	15,1	17,5	20,7	23,2
Sázava	hráz Branského rybníka	75,3	13,1	17,7	23,2	27,4	31,7	37,6	42,1
Sázava - potok Staviště	hráz nádrže Staviště	19,1	3,4		8,7	12,1	16	19,9	25

Rizikem jsou samozřejmě i vodní díla nad městem. U nich je stanovena doba doběhu povodňové vlny do města při protržení hráze následovně:

Vodní dílo	Doba doběhu
Velké Dářko	20 – 25 min.
Staviště	5 min.
Stržská nádrž	15 min.

V povodňovém plánu jsou vytipována i kritická místa ve městě, a to následovně:

Povodí:	Vodní tok:	Délka toku na území:	Kritická místa:
Vltava	Sázava	5 km	ul. Dvorská, Purkyňova, Kovářova, Libušínská, Nábřeží, PENNY market, čistička, prostor pod Velkým žďárským rybníkem
	Stržský potok	2 km	
	potok Staviště	2,8 km	
Morava	Vetla	2 km	
	Honzovský potok	1 km	

Na území města Žďár nad Sázavou lze předpokládat potenciální možnost vzniku všech druhů přirozených povodní (s omezeními rozlivu), avšak s rozdílnou pravděpodobností vzniku jednotlivých typů (u obou velkých nádrží nad městem je pravděpodobnost malá).

Přirozenou povodní z déletrvajících regionálních srážek mohou být zasaženy všechny toky, avšak riziko je vyšší u významnějších vodních toků (tedy i v našem případě řeka Sázava).

Při povodňových situacích může dojít k ohrožení objektů srážkami, zpětným vzduťm, splachy z polí a lesa i nefunkční kanalizací.

Na území města Žďár nad Sázavou nastávají jednotlivé stupně povodňové aktivity (SPA) následovně:

I. SPA:

- dosažením stavu 150 cm na hlásném profilu kategorie C Žďár nad Sázavou, Sázava
- dosažením stavu zelené značky na hlásném profilu kategorie C Žďár nad Sázavou - cyklostezka, Sázava
- při vydání výstrahy ČHMÚ
- při zjištění chodu ledové kaše, či prvním zjištění růstu dnového ledu
- při příchodu výrazně teplého počasí v období tání
- při srážkách větší intenzity (přítalového charakteru) na území obce, zvláště je-li půda nasycena z předchozích dešťů, nebo při srážkách nižší intenzity, ale trvalejšího charakteru (déle než 4 hodiny).

II. SPA:

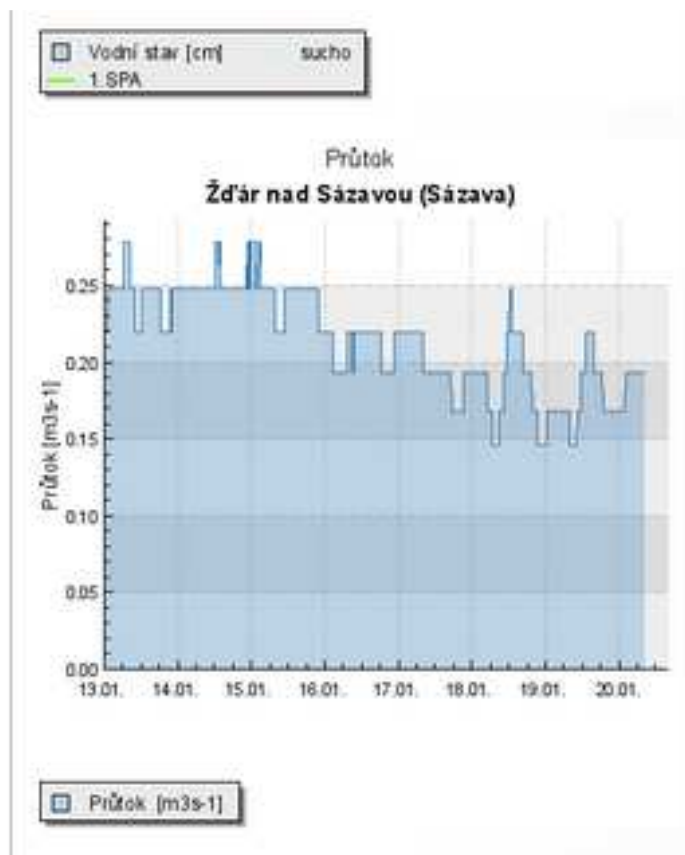
- dosažením stavu 210 cm na hlásném profilu kategorie C Žďár nad Sázavou, Sázava
- dosažením stavu žluté značky na hlásném profilu kategorie C Žďár nad Sázavou - cyklostezka, Sázava
- při dlouhodobějších srážkách trvalejšího charakteru ale nízké intenzity (doba trvání srážky přesahuje 8 hodin), nebo v kombinaci s táním sněhové pokrývky
- při intenzivním tání sněhové pokrývky v kombinaci se srážkovou činností
- vyhlášením II. SPA vyšším povodňovým orgánem (povodňovou komisí ORP Žďár nad Sázavou nebo povodňovou komisí Kraje Vysočina)

III. SPA:

- dosažením stavu 270 cm na hlásném profilu kategorie C Žďár nad Sázavou, Sázava
- dosažením stavu červené značky na hlásném profilu kategorie C Žďár nad Sázavou - cyklostezka, Sázava
- při dlouhodobějších srážkách trvalejšího charakteru ale nízké intenzity (doba trvání srážky přesahuje 16 hodin), nebo v kombinaci s táním sněhové pokrývky
- při intenzivním tání sněhové pokrývky v kombinaci se srážkovou činností
- vyhlášením III. SPA povodňovým orgánem vyššího stupně

Aktuální stav





Mapa záplavového území s vyznačením lokality odtoku z parkovišť



Na území města Žďár nad Sázavou je při povodni na řece Sázavě ohrožováno zhruba 16 budov, které trvale obývá zhruba cca 50 obyvatel, z toho část patří do rizikové skupiny (starší 70 let, důchodci).

V záplavovém území vodních toků v katastru města se nenachází. Jak bylo uvedeno, žádné ohrožující objekty, které by mohly být při povodni zdrojem ohrožení (např. vlivem úniku nebezpečných látek či uvolnění většího množství materiálu do vodního toku).

4.2.1. Téma sucho

Extrémní (nízké) srážky a sucho

Dle Atlasu klimatu v ČR (2007) jsou pro Žďár nad Sázavou uváděny následující údaje:

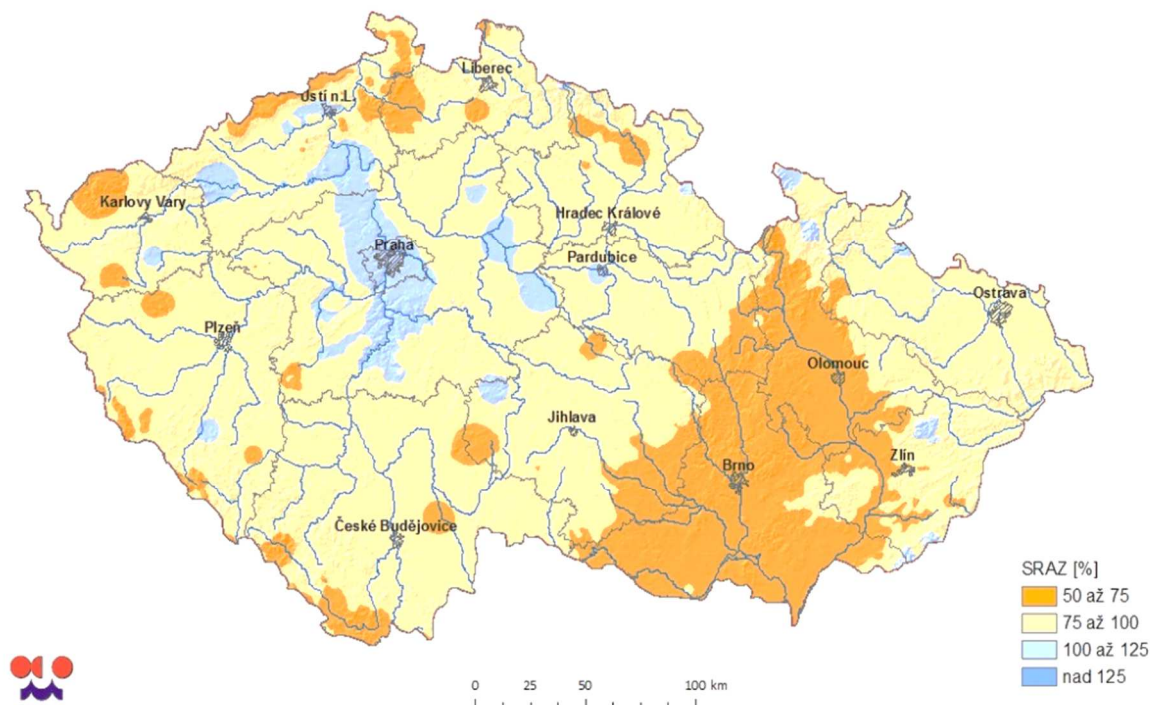
počet epizod sucha podle hodnot SPI pro 1 měsíc	45-55
podíl měsíců zasažených epizodami sucha podle hodnot SPI pro 1 měsíc (leden–prosinec)	10-20
průměrná délka trvání epizod sucha podle hodnot SPI pro 1 měsíc	2-3 měsíce
počet epizod sucha podle hodnot SPI pro 3 měsíce	20-24
podíl měsíců zasažených epizodami sucha podle hodnot SPI pro 3 měsíce	10-20
průměrná délka trvání epizod sucha podle hodnot SPI pro 3 měsíce	3-6 měsíců

Dlouhodobý průměrný srážkový úhrn (1975 – 2004) je pro Žďár nad Sázavou pro vegetační období (IV – IX) 392,3 mm a pro mimovegetační období (X-III) 280,3 mm (ČHMÚ 2005). Průměr ročního úhrnu srážek za 30 let činí 672,6 mm.

Průměrný úhrn srážek [mm]													
Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Úhrn	52,8	38,6	45,7	36,2	65,8	74,5	82,7	77,3	55,8	43,5	48	51,7	673

Vodárenská nádrž Staviště byla vybudována v letech 1994 a úpravna vody Staviště měla kapacitu v roce 1959 - 21 l/s, v roce 1968 - 50 l/s. V roce 1996 byla úpravna vody zrušena z důvodu špatného technického stavu a zhoršující se kvality surové vody. Z posudků možného zprovoznění úpravní (1994) i ze studie rekonstrukce úpravní (1998) vyplývá, že obnova by aktuálně byla neekonomická a dosažená kapacita (max. 62 l/s) nedostatečná bez dotace z jiného zdroje.

*Srovnání úhrnu srážek na území ČR s dlouhodobým průměrem 1961 – 2010
za období od 1.1. do 13.7. 2014*

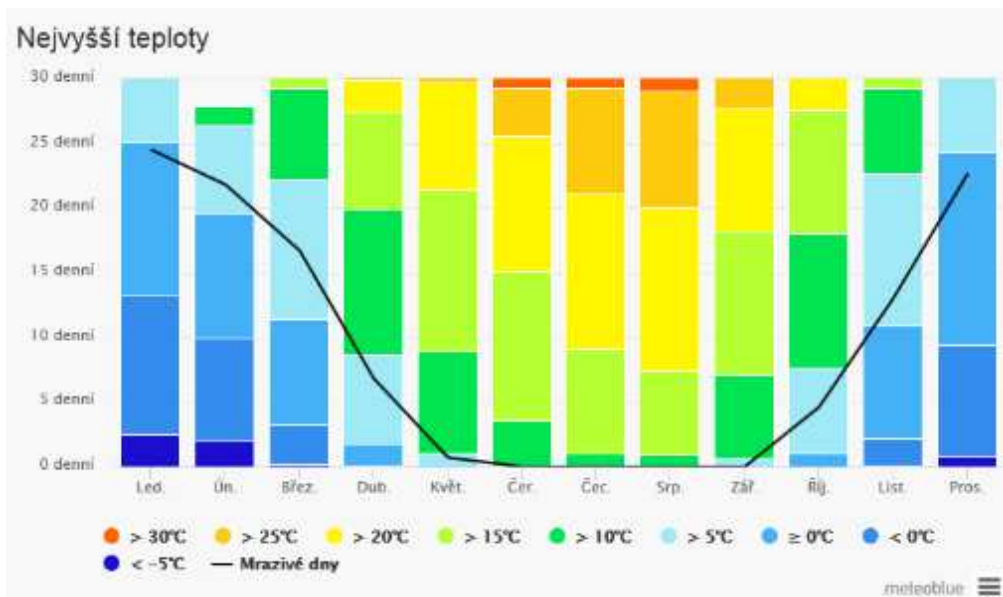


Aktuální informace o ohrožení suchem přináší dynamický model Intersucho². Žďár nad Sázavou se zde pravidelně objevuje v oblasti výrazného až výjimečného sucha. S ohledem na širší souvislosti ČR a Evropy lze konstatovat, že Žďár nad Sázavou leží spíše v méně ohrožené poloze z hlediska sucha.

4.2.2. Teplota a tepelné ostrovy

Většina území leží v klimatickém regionu MCh – region mírně chladný, vlhký, s průměrnou roční teplotou 5-6°C a srážkovým úhrnem 700-800mm. Klima je charakterizováno krátkým létem, mírným až mírně chladným, suchým až mírně suchým, přechodné období je normální až dlouhé, s mírným jarem a mírným podzimem, zima je normálně dlouhá, mírná až mírně chladná, suchá až mírně suchá s normálním až krátkým trváním sněhové pokrývky. Pouze nejjižnější výběžek k.ú. Město Žďár zasahuje i do regionu MT4 – region mírně teplý, vlhký, průměrná roční teplota se pohybuje mezi 6-7°C, srážkový úhrn činí 650-750mm.

² <http://www.intersucho.cz/cz/?map=4>



Konkrétní hodnoty charakterizující klimatické oblasti jsou uvedeny v následující tabulce.

Klimatické charakteristiky	
Počet letních dní	20-30
Počet dní s průměrnou teplotou 10°C a více	120-140
Počet mrazových dní	130-160
Počet ledových dní	40-50
Průměrná teplota v lednu (°C)	-3 až -4
Průměrná teplota v červenci (°C)	16-17
Průměrná teplota v dubnu (°C)	6-7
Průměrná teplota v říjnu (°C)	6-7
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	110-120
Srážkový úhrn ve vegetačním období (mm)	250-300
Srážkový úhrn v zimním období	250-300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	60-100
Počet dnů zamračených	120-150
Počet dnů jasných	40-50

Dle Atlasu klimatu ČR 2007 jsou pro Žďár nad Sázavou uváděny následující údaje:

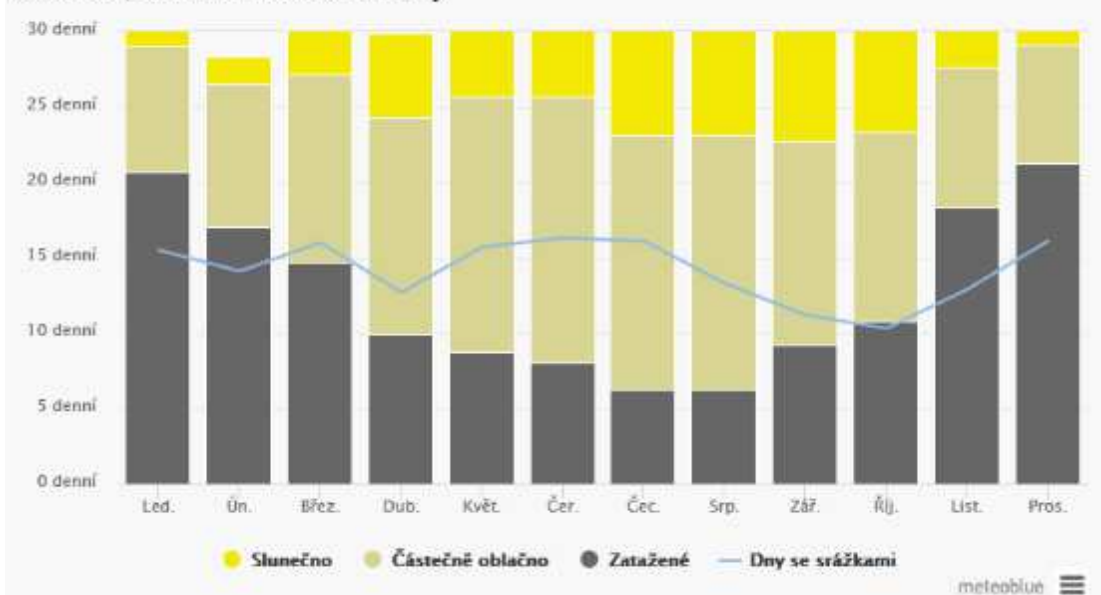
průměrná roční teplota vzduchu	7-8
průměr ročních maxim teploty vzduchu	30-31
průměr ročních minim teploty vzduchu	-19

průměrný počet tropických dní	1-4
průměrný počet tropických nocí	0
průměrný počet letních dní	30-40
průměrný počet dní bez mrazu	200-220
průměrný počet mrazových dní	140-160
průměrný počet arktických dní	2-4
průměrný počet ledových dní	50-60

Průměrné teploty a úhrn srážek



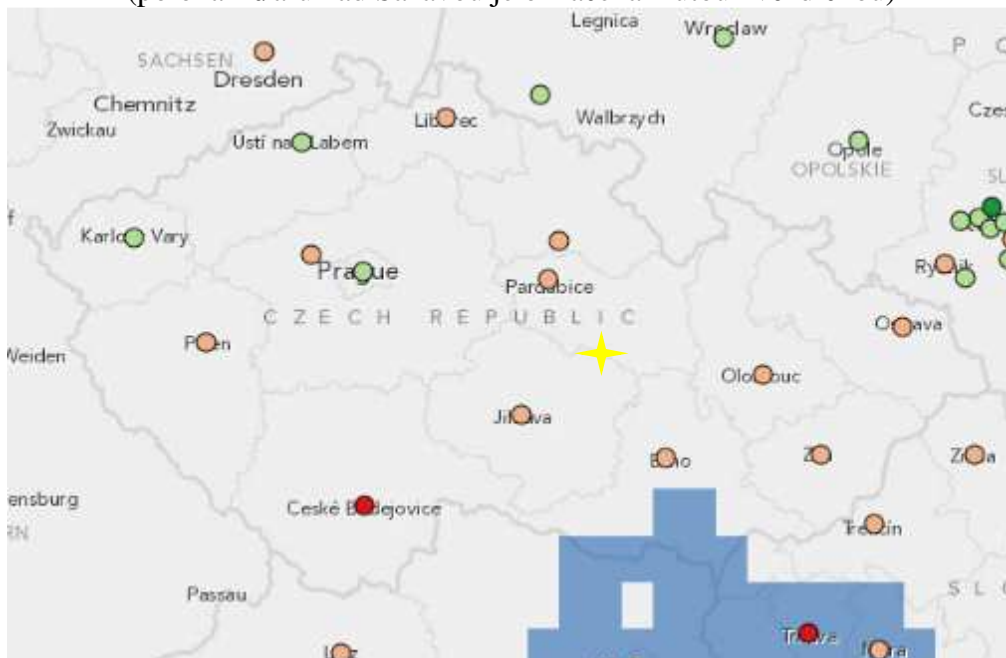
Oblačné, slunečné a deštivé dny



Riziko horka v Evropských městech³

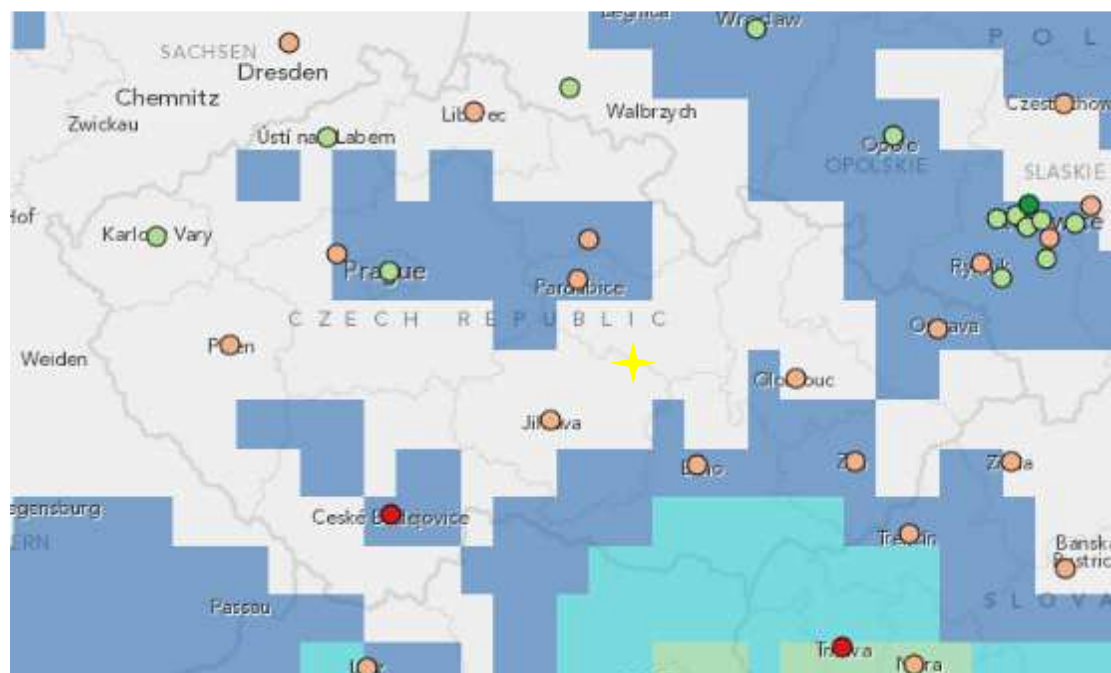
Počet tropických dnů v letech 1971 – 2000

(poloha Žďáru nad Sázavou je označena žlutou hvězdičkou)



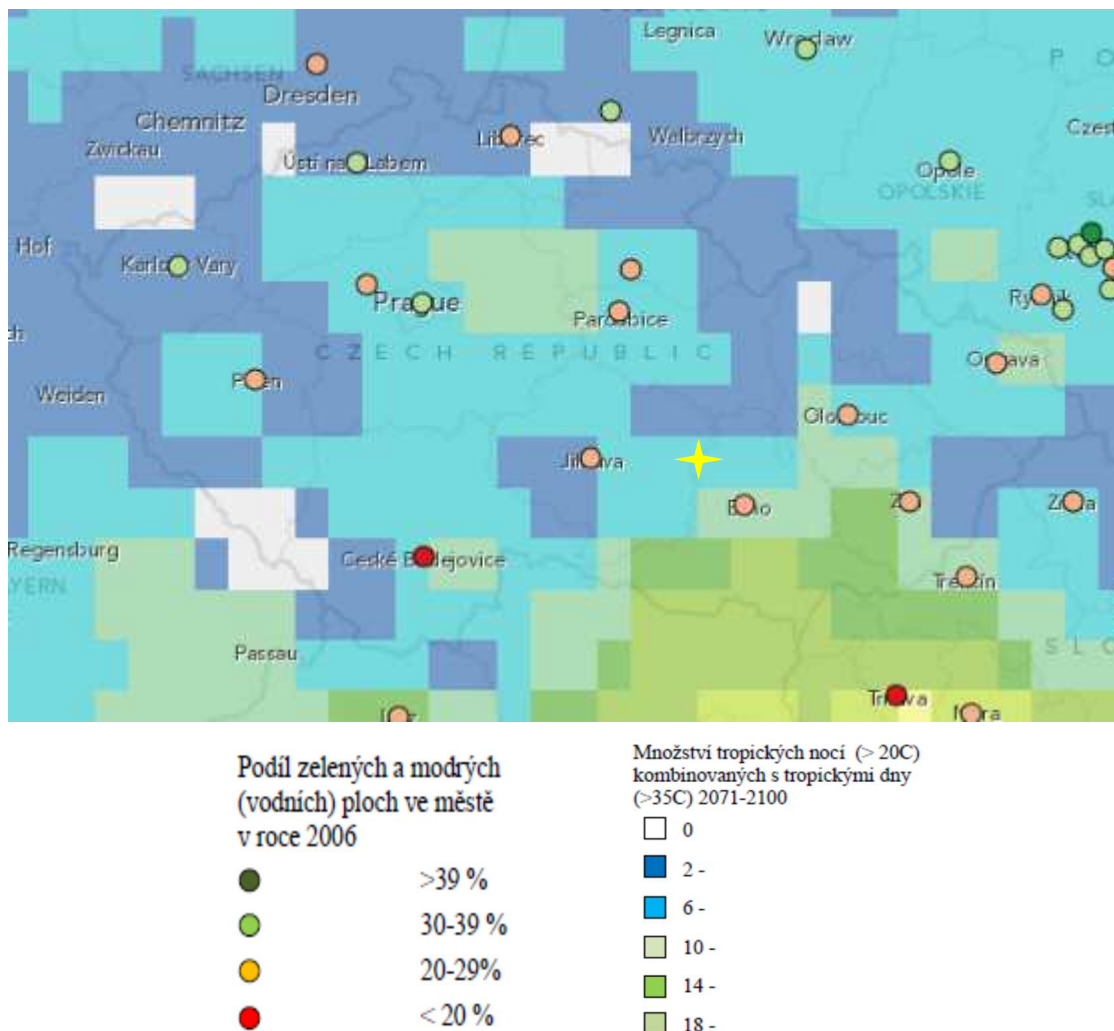
Předpokládaný počet tropických dnů v letech 2021 – 2050

(poloha Žďáru nad Sázavou je označena žlutou hvězdičkou)



³ map=d4124af689f14cbd82b88b815ae81d76

Předpokládaný počet tropických dnů v letech 2071 – 2100
(poloha Žďáru nad Sázavou je označena žlutou hvězdičkou)

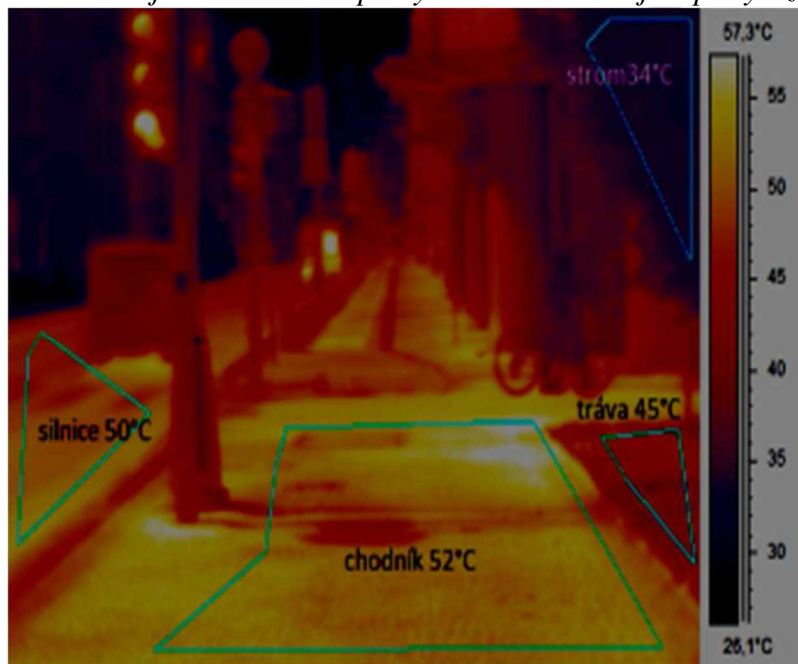


Extrémně vysoké teploty a tepelné ostrovy (UHI)

Na základě dostupných a výše uvedených údajů lze konstatovat, že tropické dny se mohou vyskytovat zejména v období červen – srpen a to se zvyšující se tendencí než doposud (např. v roce 2015 bylo uvedeno pro dané území až 14 tropických nocí, tedy vysoko nad dlouhodobým průměrem. Na uvedeném faktu nic nemění ani to, že nejvyšší srážky a také teploty jsou distribuovány společně v průběhu července daného roku.

Z dat vyplývá, že v roce se vyskytnou průměrně 2 tropické dny (a žádná tropická noc). Dá se předpokládat, že počet tropických dní a nocí se v čase bude zvyšovat (rok 2015 je toho živým důkazem), nicméně s ohledem na klimatické charakteristiky regionu se ani v budoucnosti nemusí tento fakt jevit jako významný. Zvýšené letní teploty ve městě adaptovaném dlouhodoběji spíše na chladnější klima mohou způsobit problémy obyvatelům i na infrastruktuře.

Parkoviště jako extrémní tepelný ostrov – dosahuje teploty až k 70 st.C na povrchu aut.



Extrémně nízké teploty (holomrazy)

S ohledem na polohu Žďáru nad Sázavou a jeho celkové klimatické zařazení lze konstatovat, že město je více náchylné k nízkým teplotám v Zimě, než na k teplotám vysokým v Létě. Na základě dostupných údajů lze konstatovat, arktické dny jsou v průměru 3 za rok, ledových dní je 50-60 a mrazových dní 140-160, a to v období od listopadu do března.

4.2.3. Téma sníh a mráz

Námraza a ledovka, sněhová kalamita

Dny se sněhovou pokrývkou se vyskytují od října do dubna. Průměrné datum první sněhové pokrývky je 10.11. Nicméně je třeba konstatovat, že v posledních letech jsou i zde zimy mírnější. Čas od času se tu vyskytují extrémní projevy, které mají dopady na život místních obyvatel. V posledních letech byla zaznamenána celá řada událostí, při nichž krátkodobě došlo k omezení dopravy nebo dokonce i k omezení činnosti infrastruktury. Kalamity byly zaznamenány zvláště v letech 2009, 2012 a 2013, často v atypických částech roku, protože i v zimním období dochází ke změně v distribuci sněhových srážek.

4.2.4. Bouře

Průměrný roční počet dní s bouřkou za roky 1981–2000 byl dle Atlasu klimatu ČR 27-30. V nedávné minulosti bylo zaznamenáno několik extrémních událostí v různých letech, ale výskyt bouří s přívalem srážkami a extrémy se ukázal jako nepredikovatelný a také rozložený v období květen – září, prakticky vždy jinak.

Průměrný počet dusných dní dle Atlasu klimatu ČR je ve Žďáru nad Sázavou 10-15 dní ročně.

Další hrozby a podklady studie

4.2.5. Geologický stav a podloží

Území Žďársko je z hlediska geologického složení velmi rozmanité a obsahuje několik geologických jednotek severovýchodního okraje centrální části českého masivu konsolidovaných koncem paleozoika variským vrásněním. JZ oblasti náleží strážeckému moldanubiku, SV pak svrateckému krystaliniku. Podél železnohorského zlomu zasahuje k Velkému Dářku přes Vojnův Městec výběžek Dlouhé meze tvořený sedimenty České křídové tabule. Vlastní Žďár leží ve strážeckém moldanubiku, které je křídelským zlomem rozděleno na dvě kry, náleží pestré skupině moldanubika. Příznačným rysem oblasti je zastoupení ultrabazických těles. Z litologického hlediska je zastoupeno silimaniticko biotitickými pararulami, místy okatými, migmatitizovanými pararulami, muskovitickými pararulami, dále vložkami muskovitických orto-rul, amfibolitů, granulity a serpentinity, ve Žďáru pak ještě ojediněle čočkovitými tělesy krystalických vápenců.

Vyhledáváním v atlasu půd a také v atlasu podloží bylo konstatováno, že na většině území v centru města jsou pod parkovišti na relativně mělce uložené rostlé skále (pararula) se nacházejí jílovitohlinité uloženiny, které jsou na většině plochy překryty navážkami nepůvodní zeminy a stavební suti k vyrovnaní terénu, tedy plochy zkoumaných parkovišť nejsou právě ideálními zasakovacími plochami a nejde tedy větší část srážek nechat zasakovat např. delším zasakovacím příkopem, nebo geometricky umístěnými nádržemi, protože zasakovaná přívalová voda by mohla negativně ovlivnit komunikace a budovy stojící v okolí Havlíčkova náměstí. Negativní ovlivnění staveb dopravy může spočívat v nevhodném změkčení podloží komunikací a v narušení celistvosti živých povrchů. Negativní ovlivnění staveb může nastat průlinem vsakování proudící podzemní vody do stávajících budov níže pod svahem, kde by mohla průsaková voda narušovat a zvlhčit sklepy i zdivo, případně narušit statiku některých částí stávajících staveb.

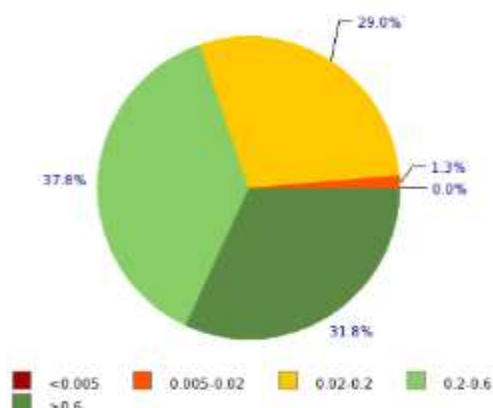
Zadržení a zasakování srážkových vod je tedy v lokalitě parkovišť možno dělat pouze omezeně a cíleně v určitých místech. Část vod z přívalových srážek bude muset být vždy odvedena pokud možno přes vybudovanou retenční nádrž nebo přes lapol (lapač olejů a dalších látek) do řeky Sázavy.

Vodní eroze půdy

Je aktuálním problémem v celém území mimo město samotné, případně po jeho okrajích. Vodní eroze je způsobena zvláště intenzivním využíváním údolí vodních toků i přilehlých strmějších svahů (významný podíl orné půdy) a nevhodně vytvořeným a organizovaným osemem, což významně přispívá k erozi půdy vodou, jejím splachům do silnic i do ulic a případně do toků a k následnému znečištění povrchových vod jako je tomu i v případě Sázavy, tvořící ideální recipient pod parkovišti. Tuto situaci je nutno napravit jednak v rámci ekosystémových opatření a také v rámci případných pozemkových úprav.

Ohroženost vodní erozí pro okres Žďár nad Sázavou⁴

⁴ <http://www.vumop.cz:8087/mapserv/statistika/apliOkres.php?okres=CZ0635>



Vodní erozi je nadále nutné věnovat maximální pozornost jednak při řešení souhrnných pozemkových úprav a jednak osevních plánů ploch ZPF. Základním požadavkem je vodu zadržet v krajině i v obci zadržet s více kladnými efekty. Vhodné mozaikové osevní plány a úpravy podle polí a cest mohou zmenšit vodní erozi a snížit vznikající škody

V budoucnu by měla být zvažována následující protierozní opatření:

1. Organizační jako např. tato:
 - 1.1. zatravnění
 - 1.2. zalesnění
 - 1.3. protierozní osevní postupy
 - 1.4. pásové střídání plodin (s řádkováním po vrstevnicích)
 - 1.5. změna velikosti a tvaru pozemků (i jako důsledek stavebně-technických opatření)
 - 1.6. obnova drnu
 - 1.7. mulčování
2. Stavebně - technická - se dotýkají buď konkrétních kritických ploch, nebo pomocí liniových zařízení nedovolují koncentraci povrchového odtoku vody:
 - 2.1. terénní urovnávky
 - 2.2. terasy
 - 2.3. průlehy (s ozeleněním jako základ budoucích mezí)
 - 2.4. nádrže a suché poldry
 - 2.5. příkopy - případně společně se zpevněnými komunikacemi
 - 2.6. zasakovací drény
 - 2.7. ochranné hrádky

Svahové pohyby (sesuvy půdy) a bahnotoky

Sesuvná území jsou oblasti se zjištěnými sesuvy a jinými nebezpečnými svahovými deformacemi. Tyto objekty jsou řazeny mezi tzv. území se zvláštními podmínkami geologické stavby, které mohou mít vliv na vypracování územně plánovací dokumentace a na životní prostředí. Na území ORP Žďár nad Sázavou jsou evidována dvě sesuvná území.

4.2.6. Hydrologické podmínky

Z hlediska hydrogeologického je území součástí rajónu č. 6520 Krystalinikum v povodí řeky Sázavy. Ve studované oblasti lze vymezit svrchní zvrstvení, vázanou především na kvartérní pokryv, zónu zvětrávání a přípovrchové rozpojení hornin a spodní zvrstvení, vázanou na propustné tektonické zóny v hlubších částech krystalinika. Hloubka oběhu svrchní zvrstvení je dána úrovní místní erozní báze. Z hlediska klasifikace hornin podle průtočnosti lze dle Jetela (1982) zařadit horninové prostředí hydrogeologického masivu širšího okolí do IV. třídy průtočnosti. Území je poměrně chudé na podzemní vodu a vodohospodářsky je neperspektivní pro soustředěné vyšší odběry podzemních vod. Jímání je možné pouze v místech poruchových zón s vyšší puklinovou propustností a živějším oběhem podzemních vod. Odběry podzemních vod pro vodárenské účely se tak soustřeďují spíše do říčních náplavů kvartérních uloženin v říčních nivách významnějších toků.

Hladina podzemní vody je většinou volná, často mělká, konformní s terénem. V případě, že se podzemní voda dodává z písčitých horizontů a zvětralého podloží po spádu do podloží jílovitých uloženin, stává se vodou mírně tlakovou s napjatou hladinou.

Chráněné oblasti přirozené akumulace vod jsou dle vodního zákona (zák. č. 254/2001 Sb.) oblasti, které pro své přírodní podmínky tvoří významnou přirozenou akumulaci vod. V této oblasti jsou omezeny některé činnosti, např. těžba, odvodňování lesních a zemědělských pozemků. Chráněná oblast přirozené akumulace vod se vyskytuje na 54,38 % území ORP Žďár nad Sázavou. Lokalizace CHOPAV kopíruje hranice CHKO Žďárské vrchy vyskytující se na studovaném území.

Dle vodního zákona jsou zranitelné oblasti územím, kde se vyskytují povrchové nebo podzemní vody, zejména využívané nebo určené jako zdroje pitné vody, v nichž koncentrace dusičnanů přesahuje hodnotu 50 mg/l nebo mohou této hodnoty dosáhnout, nebo povrchové vody, u nichž v důsledku vysoké koncentrace dusičnanů ze zemědělských zdrojů dochází nebo může dojít k nežádoucímu zhoršení jakosti vody. V těchto oblastech je upraveno používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření.

Z uvedeného vyplývá, že bude nutné situovat také do oblasti parkovišť zeleň podporující nejen mikroklima, ale i protierozní a protiteplotní funkce, kombinace trávníků a vzrostlejší zeleně by parkovištím i celkově centru města notně prospěla.

Vydatnost vodních zdrojů

Zdroje vody dostupné pro Žďár nad Sázavou se jeví jako dostačující i z dlouhodobého časového horizontu a předpokládaného úbytku srážek v oblasti Českomoravské vysočiny..

V důsledku významného nárůstu zastavěných a zpevněných ploch přímo hrozí ve městě na více plochách (při odvedení srážkových vod do recipientů) znatelné urychlení odtoku z území, eventuálně snížení infiltrace do vod podzemních (CHOPAV), či naopak zvýšení infiltrace škodlivin do podzemních vod..

4.2.7. Členění pozemků na území města a odtok

Z hlediska využití území jsou dotčená katastrální území členěna takto:

	celková výměra k.ú.	ZPF celkem	orná půda	trvalý travní porost	zahrada	sad	lesní poz.	vodní plocha	zastav. plocha	ostat. plocha
Město Žďár	1987,7	999,8	717,4	210,8	70	1,6	370,6	95,1	109,4	412,8

Struktura půdního fondu v %:

	celková výměra k.ú.	ZPF celkem	orná půda	trvalý travní porost	zahrada	sad	lesní poz.	vodní plocha	zastav. plocha	ostat. plocha
Město Žďár	100,0	50,3	71,8	21,1	7,0	0,2	18,6	4,8	5,5	20,8

Z uvedeného přehledu evidence povrchů a půd vyplývá, že v území města a jeho okolí je dominantní zemědělská půda - zemědělský půdní fond (ZPF), která zabírá zhruba polovinu řešeného území, lesní pozemky tvoří necelou jednu třetinu (průměr ČR), zastavěné plochy a plochy ostatní (tedy velká část aktuálně zastavěného území a navazující infrastruktury) tvoří cca 18% (do tohoto území jsou začleněny i tzv. překryté plochy, tedy plochy parkovišť komunikací a staveb. Vyšší podíl mají v území vodní plochy – necelých 6%, ale to je díky nádržím a rybníkům v okruhu města.

Zemědělská půda je ze 73 % vedena jako orná půda, 22% tvoří trvalé travní porosty, zahrady zabírají 5%, sady pak jen 0,1%, vinice ani chmelnice nejsou zastoupeny vůbec.

Možné narušení infrastruktury při deštích - Kolaps kanalizační soustavy a případná dysfunkce ČOV

Město Žďár nad Sázavou má vybudovanou kanalizační síť převážně jednotného charakteru, s výjimkou novějších lokalit, kde je oddílná kanalizace a okrajových čtvrtí, kde je jen dešťová kanalizace (využívaná jako tzv. jednotná). Kanalizace města je ukončena v ČOV, některé větší podniky mají ale vlastní ČOV (specifické zatížení). Kanalizace ve městě byla budovaná zejména po roce 1950 v profilech DN 300-1500. Její posouzení v roce 1986 provedl Hydroprojekt Brno, kdy byla uvažovaná již intenzita deště 152 l/s.ha a oddělovací komory byly posuzovány na mezní dešť. Podle této studie bylo navrženo téměř celý systém rekonstruovat. Některé navrhované rekonstrukce byly již provedeny v letech 2004-2009, některé je třeba ještě provést.

Čistírna odpadních vod byla vybudována jako mechanickobiologická s aktivací v roce 1961-64. V roce 1996-98 byla rekonstruována podle projektu firmy DUIS Brno a v roce 2005 opět doplněna o další jednotky, včetně likvidace starých kalových lagun.

V oblasti odkanalizování území je dle ÚP třeba:

- postupně dokončit rekonstrukci hlavního kanalizačního sběrače a dalších kanalizačních stok dle aktualizovaného generelu odvodnění města a o úpravy (případně zrušení) odlehčovacích komor,
- zachovat rezervu v ČOV pro možnost připojení splaškových vod ze sousedních obcí,

- na svodnicích rezervovat plochy pro suché poldry k zadržení přívalových srážek s respektováním vlastnických práv (způsobu využití) k dotčeným pozemkům,

Možné kolapsy dopravy

Řešeným území správního území města Žďár nad Sázavou procházejí následující silnice:

I/37 Trutnov – Jaroměř – Hradec Králové – Pardubice – Chrudim – Ždírec nad Doubravou – Žďár n./S. – Velká Bíteš

Velmi frekventovaná silnice I/37 prochází v současné době středem města, kde peážuje se silnicí I/19, a má negativní vliv na životní prostředí jak z hlediska exhalací a hluku, tak i z hlediska bezpečnosti provozu. Silnice I/37 je nejvýznamnější dopravní osou v severojižním směru v řešeném území se silnou tranzitní dopravou. V současném stavu prochází přes centrum města. Navrhována je její přeložka v poloze západního obchvatu města, opět s peáží silnice I/19.

Možný odtok z území parkovišť za bankou je samozřejmě při přívalovém dešti v přímé kolizi s citovanou komunikací centrem měst a je proto nutné řešit i zdržení a odvod kapacitní podzemní troubou do retence nebo na lapol před vypuštěním vod do toku Sázavy.

Výše uvedený sběr dat a jejich setřídění je nutný krok pro výběr relevantních opatření k adaptaci plochy parkovišť v centru na vlivy změny klimatu.

Na základě sdělení, šetření a průzkumu mínění ve městě lze dovodit i z výsledků situační analýzy resp. SWOT analýzy, jaké typy hrozeb jsou pro město relevantní dle místních odborníků a stakeholderů. V našem případě jsou jimi:

Dle místní komunity
1. Přívalové srážky a lokální povodně
2. Říční povodně
3. Vodní eroze na zemědělských plochách
4. Extrémně nízké srážky a sucho
5. Extrémně vysoké teploty a UHI
6. Bouřky a krupobití
7. Extrémní vítr, bořivé větry a tornádo

Faktem tedy je že zvolené téma případové studie bylo nastaveno správně a podle analýz mínění lze konstatovat, že největšími hrozbami pro město jsou hrozby spojené s funkcí parkovišť – přívalové srážky, povodně, lokální povodně, ale i hrozba vzniku tepelných ostrovů v centru města a s tím spojené vysoké teploty uvnitř zástavby.

Jaká byla v souhrnu v rámci práce s veřejností, tedy školní mládeže navržená opatření k adaptaci města na změnu klimatu, relevantní k revitalizaci parkovišť :

Adaptační opatření navržená školami pro centrum města
Výsadba stromů na stalingradě + na klafaru, retenční nádrže U Piláku, zelené pásy kolem silnic ve městě, vegetační dlaždice na parkovištích, fontána v parku U Ivana
Zatravnovací dlažba na parkovištích, výsadba zeleně u parkovišť, nové vodní prvky v parku Farská humna, revitalizace koryta Stavišťského potoka, změna využití zemědělské půdy v okolí města na pastviny, louky a park
Vybudování parku v centru města, výsadba stromů okolo firem, jezírka do parků
Vybudování parků u vodních ploch, více zeleně v centru města

Povodně

Studenti a žáci samostatně zjišťovali, zda a v jaké míře Žďár zasáhly v minulosti povodně. V průběhu společné aktivity si vzájemně prezentovali svá zjištění. V rámci společné diskuse navrhli vhodná protipovodňová opatření pro město a to následující :

ZŠ Palachova – simulace vodního toku ZŠ Palachova – zanášení opatření do mapy

Děti navržená adaptační opatření:

Škola	Třída	Adaptační opatření
Palachova	Praktika	Prohloubit a pročistit koryto řeky Sázavy, tvořit zasakovací pásy kolem polí v okolí města, oprava kanalizace ve městě, suché poldry podél řeky Sázavy, pruh povodňové zábrany
Biskupské gymnázium	Seminář	Propustné plochy okolo řeky a potoků – pokud bude nadbytek vody, tyto plochy jí vsáknou , Zpevnit břehy řeky a prohloubit koryto, zpomalit proud vody, Pečovat o koryto řeky a její břehy – usazuje se bahno na dně, tím pádem se do řeky vejde menší objem vody, Údržba a funkční stav kanalizace a dešťové zdrže , Zatravnění orné půdy na svazích kolem města – keře, stromy, remízky, zasakovací příkopy ..., Protipovodňové zábrany chránící ohrožené domy v okolí řek, Čištění příkopů okolo silnic, aby se vsakovala voda, která odtéká ze silnic, Zatravněná parkoviště
Komenského	8.A	Dodržovat záplavové území řeky
	8.B	Pravidelné čištění kanálů, více odpadních odtoků , nestavět domy v záplavovém území

Na základě výše uvedených výstupů studentských a školských prací je možno konstatovat, že modelové opatření na parkovištích a k zasakování a zvýšení rozsahu zeleně je navrženo i v rámci těchto průzkumů a vytipované plochy jsou i ve středu veřejného zájmu.

Podobně pak vystoupila podobná šetření s vnímáním hrozeb stakeholdery do popředí u šetření zaměřeného na zasvěcené osoby. Níže v tabulkách můžeme vidět již finální seznam dominujících hrozeb na území města, který je jednoznačně a většinově souznělý s výběrem modelové plochy parkovišť k návrhu efektivních opatření.

Co Žďáru nad Sázavou hrozí?

1. Námraza a ledovka
2. **Bouřka**
3. **Přívalové srážky a lokální povodně**
4. **Extrémní úhrny sněhových srážek**
5. **Extrémně vysoké teploty (vlny horka) a UHI**

Možnosti adaptace

Na základě analyzovaných hrozeb a rizik pokračovaly dále práce na modelové studii diskuzí nad možnými a vhodnými adaptačními opatřeními a bylo zkoumáno území parkovišť vymezené pracovníky M.Ú Žďár nad Sázavou jako modelové území.

Vyhodnocení a výběr souznělých adaptačních opatření s modelovou situací

Adaptační opatření	Významnost / Priorita adaptačních opatření 1 = velmi významné, 2 = spíše významné, 3 = ani významné ani nevýznamné, 4 = spíše není významné, 5 = není významné	Začlenění adaptačních opatření v politikách města 1 = zahrnuto, 2 = plánováno, 3 = nezahrnuto, 4 = zamítnuto, 5 = vůbec nezvažováno	Poznámka
VODA			
Údržba či vylepšení kanalizace	4	2/ 5	
Odtoková síť pro dešťovou vodu nezávislá na kanalizaci	2	5	

Vybudování dočasných vodních rezervoárů	2	2	
Protipovodňové zábrany a přehrady	5	5	
Zelená infrastruktura (parky, zahrady, vodní plochy, zelené střechy)	1	2	
Podpora retence půdy	1	2	
Revitalizace řek a mokřadů, včetně říčních břehů	2	5	Odbahnění
Systém předpovědi a včasného varování	1	1	
Mapování rizik, strategické plánování a krizový management	1	1	
Zvyšování povědomí a znalostí, podněcování ke změně chování vedoucí k minimalizaci škod	2	3	Zejména ohledně problematiky vody a její kvality. Řeší se nová signalizace a internet.
TEPLOTA			
Tvorba stinných prostranství a prostor pro přirozenou ventilaci	5	5	
Zvýšení podílu zeleně	4	1	Kvalita zeleně.
Větrací koridory	5	5	
Zvýšení podílu vodních ploch	4	5	
Mapování ohrožených míst a skupin obyvatel	3	1	
Podpora vzniku a údržba zelených ploch ve městech i mimo ně	2	2/ 3	
Kvalitní předpovědi a systém včasného varování	5	5	
Zvyšování povědomí a možností udržitelného nakládání s vodou	2	5	

Z dalších výstupů je patrné, že město je otevřeno relevantním a efektivním opatřením a adaptační aktivity ve Žďáru nad Sázavou se soustřeďují na problematiku vody, povodní. Nejvýznamnější opatření z hlediska adaptace na změnu klimatu byla identifikována jako zelená (ekosystémově založená) a tzv. měkká opatření, konkrétně: budování a údržba zelené infrastruktury ve městě i mimo něj, podpora retenční schopnosti půdy, systém včasného varování a mapování rizik spolu s kvalitním rizikovým managementem.

Většina opatření je již zčásti implementována, případně se s nimi v blízké budoucnosti počítá. V problematice bleskových povodní a přívalového deště bylo jako spíše významné označeno především budování dočasných rezervoárů a nezávislé odtokové sítě pro dešťovou vodu.

V oblasti adaptace na hrozby související s teplotou označili účastníci jako nejdůležitější opatření tepelnou izolaci budov. UHI, tedy tepelné ostrovy, které na obyvatele města již postupně doléhají zatím mezi veřejností akcentovány nejsou a to je pozoruhodné, zejména v době, kdy v létě přejít „rekonstruované“ náměstí není z hlediska UHI jednoduché. Centrum města v obecné rovině není adaptováno na vyšší teploty a tropické dny.

Lokalizace opatření a mapa území parkovišť

Aby bylo možno přijmout adekvátní opatření pro snížení odtoku přívalových vod z parkovišť a současně pro snížení jejich potenciálu jako tepelných ostrovů ohřívajících v letních měsících centrum města, tak bylo nutno vytvořit primární mapu odpovídající rozmístění parkovišť v městské péči.

Navrhovaná opatření k omezení negativních vlivů parkovišť na základě změny klimatu bude nutno strukturovat do návrhů v jejichž rámci budou navrhovaná opatření rozdělena podle jednotlivých oblastí a prioritizace.

Mapa vybraného zakrytého území u centra města

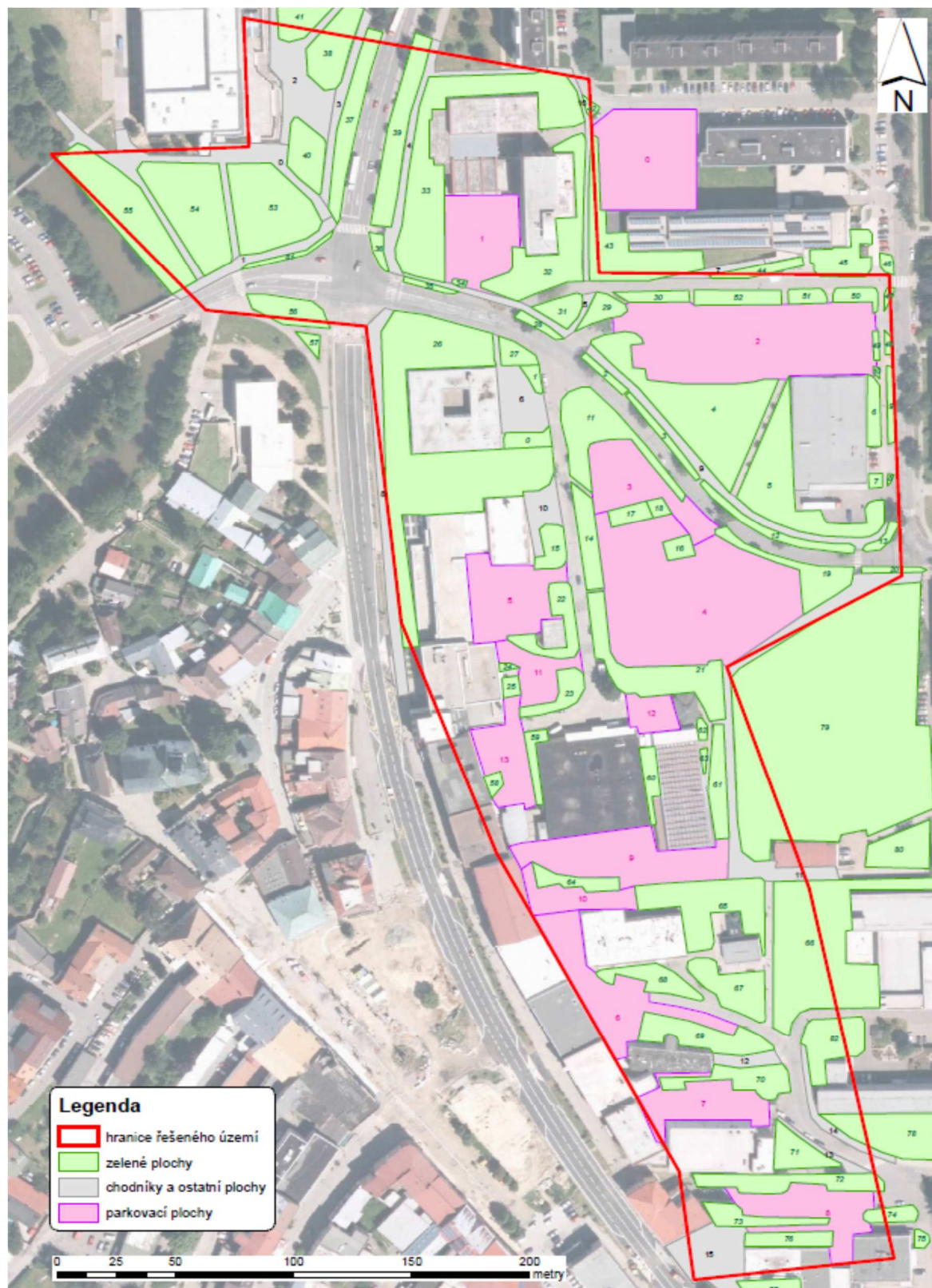


Pro další zkoumání plochy bylo nutno rozdělit plochu na plně asfaltované (živičné) plochy a na těch provést odečet ploch trávníků a stromových ploch od ploch zcela překrytých tvrdým povrchem. Všechna tato měření byla realizována pomocí digitalizace GIS, tak aby se dospělo k pokud možno odpovídajícím výsledkům při výpočtu plochy k odtoku vod při přívalových srážkách.

Plochy byly pro potřeby studie tedy vymezeny detailněji.

*Digitalizovaný
model ploch
parkovišť a okolí
k výpočtům*





Z digitalizace prostoru uvnitř města prostřednictvím leteckých snímků a ortofotomap vznikly poté seznamy ploch s výměrou ploch

Plochy zeleně - vlevo číslo, vpravo výměra v m2 (tabulka)

64	217
65	1046
66	2646
67	521
68	330
69	573
70	425
71	319
72	536
73	271
74	144
75	45
76	236
77	476
78	1240
79	7978
80	426
81	81
82	531
SUMA	43259

Plochy chodníků a ostatní - vlevo číslo, vpravo výměra v m2 (tabulka)

CISLO PLOCHY	AREA (m2)
0	1206
1	337
2	891
3	344
4	535
5	274
6	547
7	131
8	847
9	626
10	315
11	1275
12	163

13	109
14	225
15	969
16	255
SUMA	9049

Plochy parkovací a ke stání vozidel - vlevo číslo, vpravo výměra v m² (tabulka)

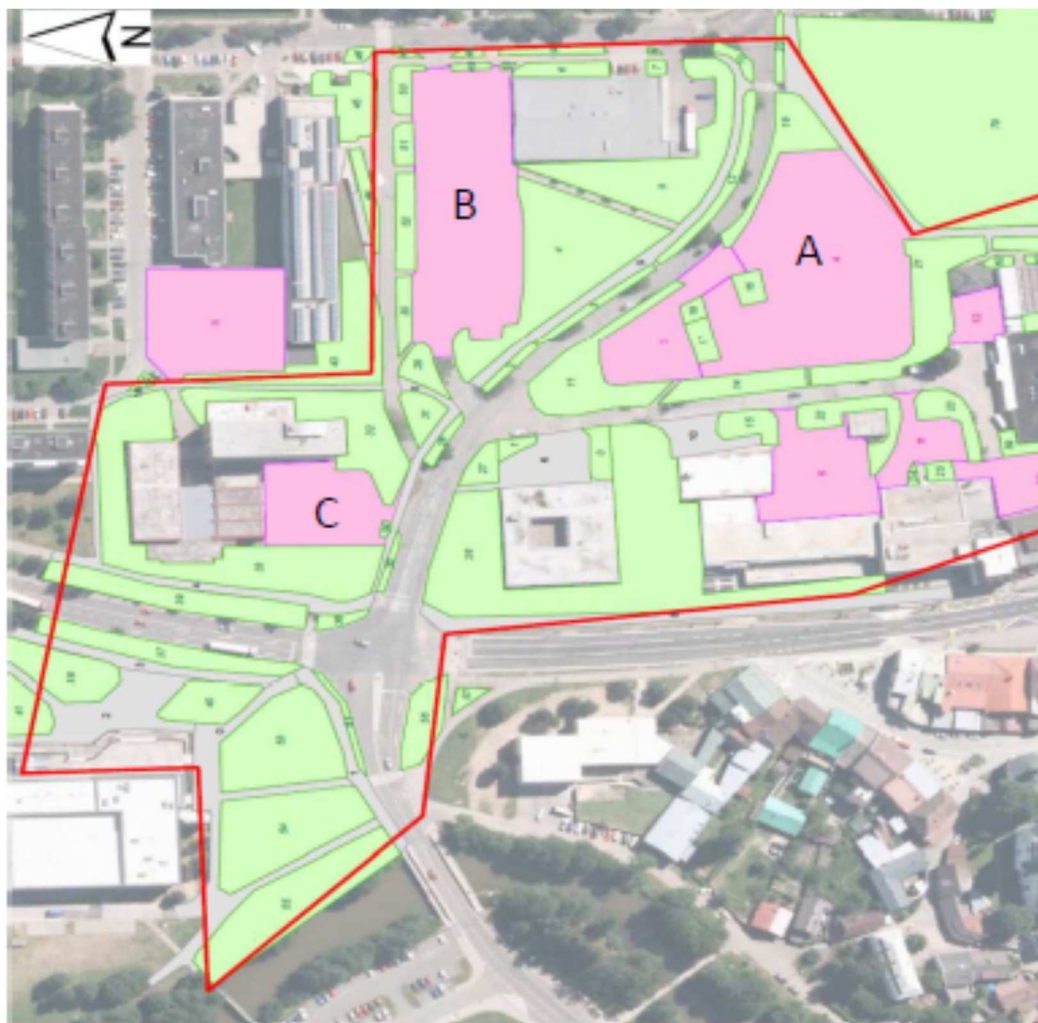
CISLO PLOCHY	AREA (m ²)
0	1880
1	1199
2	3548
3	1074
4	4390
5	1191
6	1414
7	922
8	1075
9	1612
10	520
11	526
12	327
13	824
SUMA	20502

Smyslem výpočtu ploch a dalších parametrů byla nutnost výpočtu plochy k odtoku srážkových vod. Výpočty byly provedeny ve spolupráci se zkušeným hydrologem, doc.V.Švihlou právě na základě předchozí digitalizace ploch.

Účel odvodnění ploch parkoviště

Povrchový odtok nezpevněných ploch a vegetací pokrytých pozemků při běžné srážce zaplavuje křižovatku v městě poblíž řeky Sázavy. Účelem odvodnění je tedy zabránit zaplavlávání komunikace a chodníků. Zpevnění plochy (křižovatky a chodníky), které jsou předmětem úpravy, mají plochu 21 454 m² a vegetací porostlé pozemky 36 982 m², celkem tedy 58 436 m². Rozhodující povrchový odtok je ze zpevněných ploch, kde součinitel povrchu se blíží jedné, tj. spadlá srážka vcelku odečte po povrchu území (vzhledem k teplotním průměrům je odpar srážek prakticky minimální).

Vymezení detailu a dotčených ploch zeleně a parkovišť v městě



Rozčlenění ploch :

A: Rozloha 4.390 m²

Při přívalové srážce spadne min. 88 m³ vody

Min. objem potřebných zasakovacích průlehlů je cca 132 m³

B: Rozloha 3.548 m²

Při přívalové srážce spadne min. 71 m³ vody

Min. objem potřebných zasakovacích průlehlů je cca 106 m³

C: Rozloha 1.200 m²

Při přívalové srážce spadne min. 24 m³ vody

Min. objem potřebných zasakovacích průlehlů je cca 32 m³

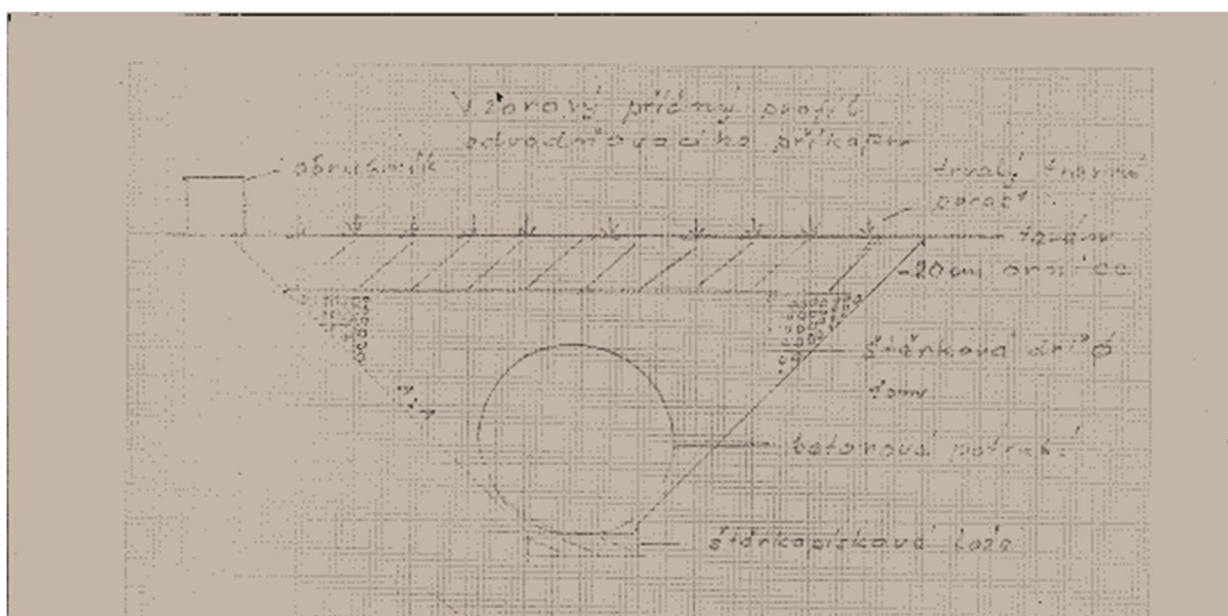
Způsob řešení

Dle mapy 1:25 000 zájmového území (obrázek s odvozením čísel a velikostí ploch) byla navržena odvodňovací síť. Jde o studii - generel, detail řešení bude nutné posléze k realizaci navrhnout dle výškopisu dotčeného území. JZ část zájmové plochy je odvodňována stávající kanalizací, proto zde budou nutné jen úpravy povrchu území.

Pro řešení problému odvodnění povrchového odtoku ze zájmového území parkovišť byl navržen hydrologický matematicko-fyzikální model, který je byl součástí analýzy.

Pro odpovídající řešení byly zvoleny dvě varianty zatížení území ovzdušnou srážkou. V prvním případě byla řídicí srážkou srážka o intenzitě $i = 3,5$ mm/min, která vyvolá maximum odtoku ze zpevněných ploch. Ve druhém případě byla zvolena srážka o intenzitě 1 mm/min, která vyvolá maximální odtok z vegetací krytých ploch.

Odvodnění bude nutné doplnit celkovou úpravou terénu zájmového území, aby odtok byl směřován k šachtám navržené trubní sítě a retenčním příkopům. Vlastní odvodnění je navrženo k realizaci trubní sítě, umístěnou v krytých zatahovacích příkopech (obrázek č. 2). Pouhé zatahovací příkopy nestačí kritickou povodeň kapacitně zachytit. Trubní příkopy budou tvořeny svrchu vrstvou ornice s trvalým travním porostem, zbytek bude naplněn štěrkovou drtí Ø 1 cm. Na potrubí budou podle terénních úprav navrženy jímací šachtice, které budou schopny zachytit povrchový odtok i odtok podpovrchový štěrkováným retenčním příkopem. Šachtice zachytí povrchovou vodu, která se nestačí vsáknout do retenčního příkopu. Retenční příkop bude

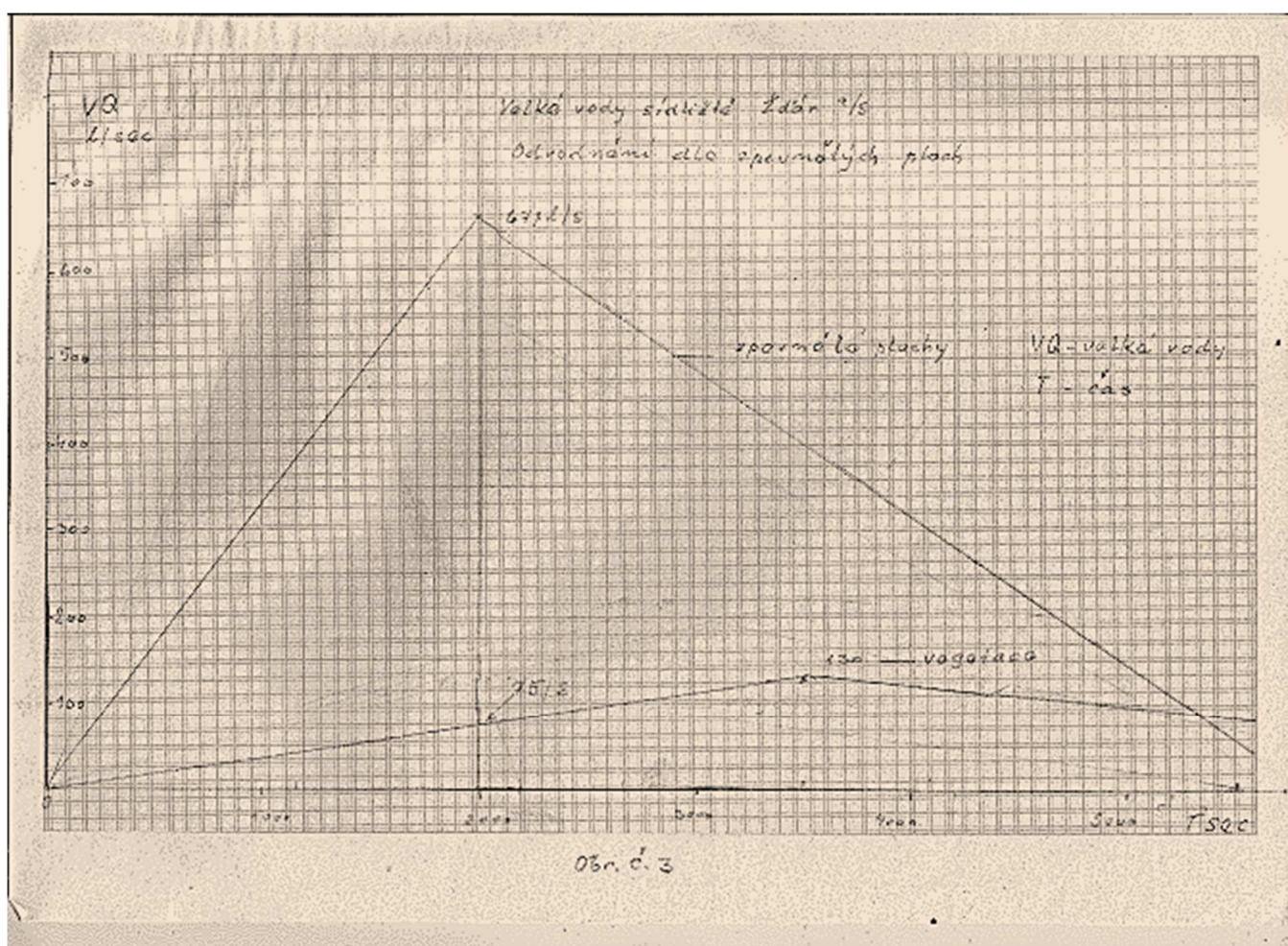


vybaven obrubníky, které zabrání eventuálnímu přetékání po povrchu příkopu, které vznikne při přítoku vody vyšším, než bude vsakovací schopnost retenčního příkopu.

1) Výsledky řešení

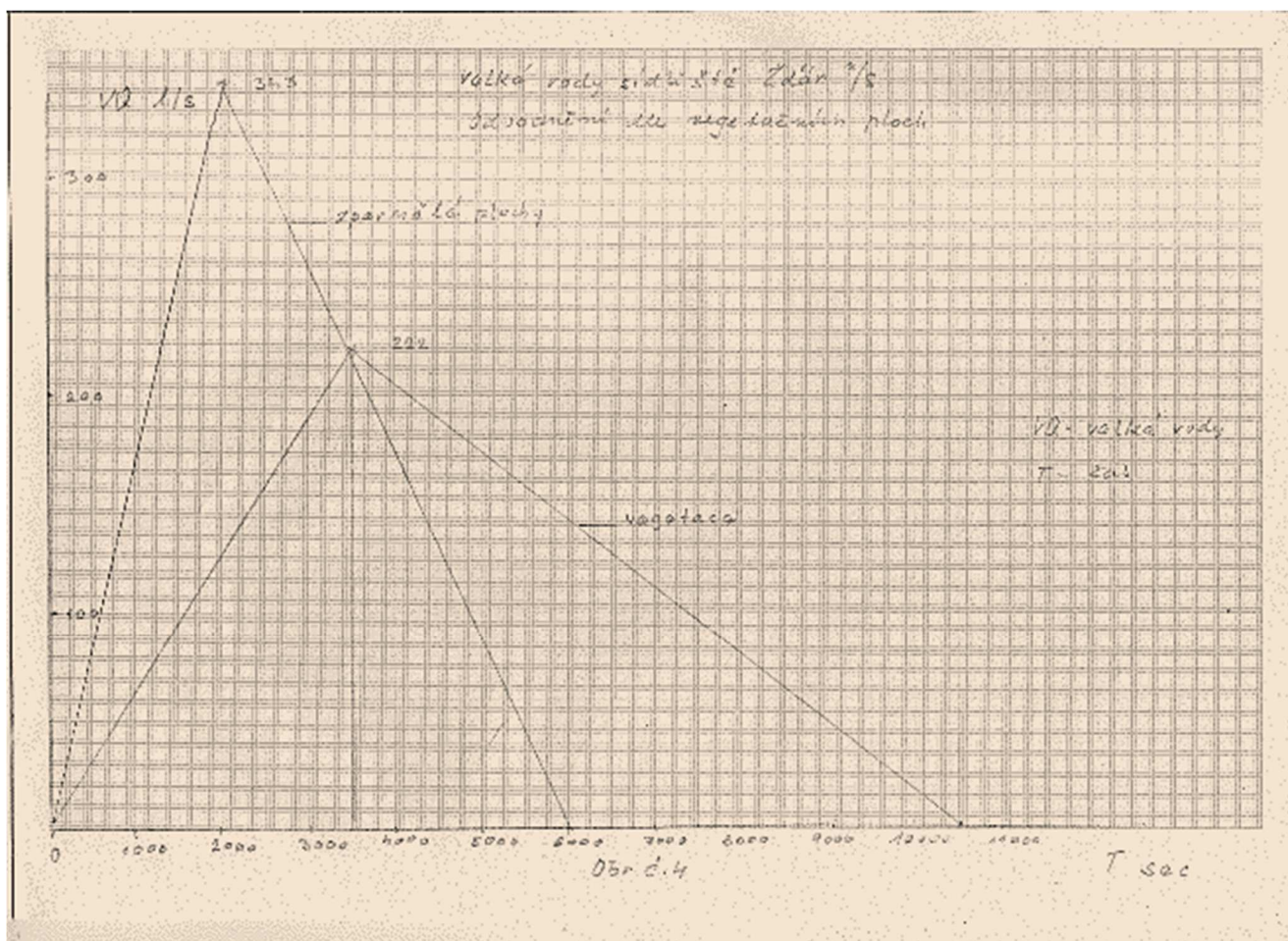
Matematicko-fyzikální model pro směrodatný odtok ze zpevněných ploch dává kritickou velkou vodu v závěru trubní sítě $677 + 75 = 752 \text{ l/s}$ při návrhu odvodňovací sítě pro maximální intenzitu kritického deště $3,5 \text{ mm/min}$ v délce trvání $5 \frac{1}{2}$ minuty (obrázek č. 3).

V závěru trubní sítě to vyžaduje průměr betonového potrubí 70 cm . Jde o kritickou velkou vodu při srážkovém úhrnu 19 mm , který má periodicitu $1x$ za 20 let.



Druhé řešení vychází z velké vody o intenzitě deště 1 mm/min o trvání 30 minut o periodicitě srážky 20 let, které dává maximální odtok při návrhu směrodatného odtoku s vegetací

pokrytých ploch o výšce 33 mm a odtoku $222 + 222 = 444$ l/s (obrázek č. 4). Tento způsob by vyžadoval v závěru trubního vedení Ø potrubí 60 cm (obrázek č. 4).



Bezpečnější je tedy prvý návrh, který vychází z kritické srážky pro zpevněné plochy.

V celém území nejen plochy parkovišť je tedy nutno provést terénní úpravy, včetně parkovišť tak, aby po povrchu stékající voda směřovala k retenčním příkopům pod parkovišti a na nich k navrženým šachticím. Tak bude upraven i odtok z JZ části zájmové plochy, kde bude povrchový odtok směřován i ke stávajícím šachticím kanalizačního potrubí. V závěrečném profilu potrubí směřujícího směrem k řece Sázavě bude trouba potrubí o minimálně Ø 70 cm a na závěru profilu je nutný také lapol a případně přístupné česle před lapolem (k odlapení olejů a dalších látek z parkovišť).

Opatření tedy lze na závěr specifikovat jako soustavu zaštěrkovaných polootevřených příkopů (kvůli sněhu) se šachticemi dle obrázku č.2 a orientovaných spádově směrem k jihu. Tyto příkopy a šachtice by byly podle výpočtu schopny pojmout přívalové srážky, tzv. 20ti letou

vodu a posléze po zpomalení a zčásti vsakování ji odvést postupně do recipientu, tedy do toku řeky Sázavy po předčištění. Při projekci je možno také zvážit vbudování menší retenční a usazovací nádrže, před vtokem do řeky Sázavy. Zásadním je ovšem instalace lapolu a úprava trubišního vedení směrem k jihu.

Výsadby zeleně a zatravnění

Vzhledem k vyšším srážkovým průměrům a srážkovým epizodám lze konstatovat, že plochy parkovišť by neměla být parkovacími zatravněovacími dlaždicemi být pokryta celá, pouze by dlaždice měly být umístěny na plochách ke stání motorových vozidel, ostatní plochy by měly být zpevněné s výjimkou výsadby stromů do příkopů mezi parkovací stání.

Obrázek stávající plochy většího parkoviště



Jedinečnou a nutnou podmínkou pro udržení vlhkosti a změnu mikroklimatu je výsadba již větších předrostků listnatých stromů (výška 2 m a více s předpěstovanou korunou a také se zakulováním a použitím hnojiva). Současně je u výsadeb nutné využít jejich mulčování u kmene a v okolí po výsadbě pro snížení odparu z půdy u paty stromu. Takto pojatá výsadba může velmi silně zvýšit zastínění živých ploch v procentech a současně způsobit snížení teplot na parkovištích.

Odstranit kovové prodejní stánky a v okolí provést nátěr střech stávajících budov okolí parkoviště.

Výsadbu je nutno organizovat do pruhů a sníženin v terénu tak aby výsadba také zadržela srážkovou vodu a současně aby zlepšila mikroklima města. Rozvržení stání pro osobní auta a ploch pro dřeviny a křoviny provede na základě podkladů odpovědný projektant finálních úprav parkovišť, kde lze zejména preferovat výsadbu zeleně úměrnou prostoru a také požadavkům na procentuální zastínění otevřených veřejných ploch parkovišť.

Návrhy na ozelenění plochy parkovišť jsou v následujících obrazech :

Uspořádání výsadeb vhodné do města



Příklady řešení průlehů



Obrázek možné vzorové vpusti



Monitoring a realizace

K dosažení cíle – tedy snížení odtoků přívalových srážek z ploch parkovišť při centru města a snížení teplot při odstranění nadměrných teplot na parkovištích prostřednictvím výsadby zeleně je nutno monitorovat situaci před započatím úprav a po ukončení úprav prostoru parkovišť. Fáze monitorování má za cíl průběžně vyhodnocovat, zda jsou naplňovány stanovené cíle a úkoly adaptační technologie a zda prováděné činnosti směřují k naplnění celkového cíle. Zásadní monitorovanou veličinou by měl být objem odtékajících srážek a pak také průměrná teplota ve středu parkovišť před a po úpravě s výsadbou zeleně. Návrh vodních prvků může být rovněž součástí realizačního projektu, protože jej lze provést až na základě detailnějšího průzkumu podloží a půd pod parkovišti.

Kvantifikované hodnocení monitoringu by jednak mělo obsahovat konečné termíny naplnění stanovených strategických cílů a návrh dalších indikátorů adaptace, kterými bude toto plnění sledováno. Indikátory představují ukazatele vývoje určitého vybraného jevu získané průběžným sledováním, zaznamenáváním a vyhodnocováním souboru přesně stanovených údajů. Bližší podrobnosti o indikátorech jsou součástí „Metodiky tvorby adaptační strategie sídel na změnu klimatu“.