

Studie analýzy odtokových poměrů v povodí Ústí nad Orlicí s využitím portálu GONEW



AQUA PROCON s.r.o.


Technická zpráva

Studie Odtokových Poměrů Ústí nad Orlicí

Listopad 2019



<i>Revize</i>	<i>Popis revize</i>	<i>Datum revize</i>
---------------	---------------------	---------------------

	AQUA PROCON s.r.o. Projektová a inženýrská společnost – divize Praha Dukelských hrdinů 12, 170 00 Praha tel.: 266 109 335, fax: 266 712 140 E-mail: info@aquaprocon.cz www.aquaprocon.cz
	<i>Vedoucí projektu</i> Ing. Radovan Haloun, CSc. <i>Vedoucí dílčího projektu</i> Ing. Tomáš Metelka <i>Zodpovědný projektant</i> <i>Vypracoval</i> Ing. Tomáš Metelka <i>Kontroloval</i>

<i>Investor</i>	Město Ústí nad Orlicí
<i>Objednatel</i>	Město Ústí nad Orlicí

<i>Formát</i>	A4	<i>Měřítko</i>	<i>Stupeň</i> studie	<i>Datum</i>	11/2019	<i>Zakázkové číslo</i>	1516819-13
---------------	----	----------------	----------------------	--------------	---------	------------------------	-------------------

<i>Projekt</i> <p style="text-align: center;">STUDIE ANALÝZY ODTOKOVÝCH POMĚRŮ V POVODÍ ÚSTÍ NAD ORLICÍ S VYUŽITÍM PORTÁLU GONEW</p>
--

<i>Příloha</i>	<i>Číslo přílohy</i>	<i>Revize</i>
PRŮVODNÍ ZPRÁVA	1	0

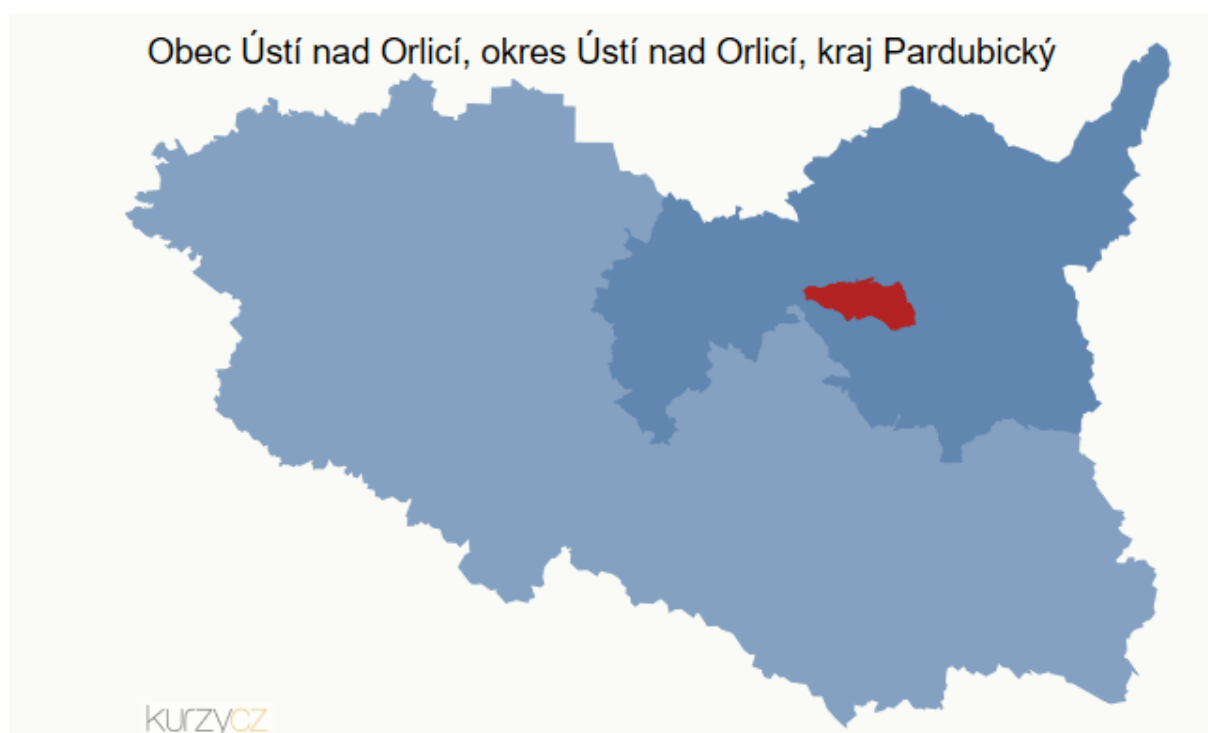
1. Úvod - cíle zpracované studie	4
2. Principy HDV	6
2.1. Koncept HDV	6
2.2. Možnosti řešení HDV	6
2.2.1. Retence na síti	7
2.2.2. Retence na povodí	7
3. Klimatická změna	11
4. Současná legislativa HDV	13
4.1. Směrnice 2000/60/ES – rámcová směrnice o vodě	14
4.2. Zákon 254/2001 Sb. – zákon o vodách	14
4.3. Stavební zákon	15
4.4. Vyhláška č.501/2006 Sb.	16
4.5. Zákon 274/2001 Sb. – zákon o vodovodech a kanalizacích	16
4.6. Plány povodí	17
4.7. Pražské Stavební Předpisy	18
4.8. Nařízení vlády č.401/2015 Sb.	19
4.9. České technické normy	20
4.10. Výpočty a limity srážkových vod podle platné legislativy	21
5. Povodí zájmového území	24
5.1. Zájmové území	24
5.2. Požadavky na řešení SOP	25
6. Metodika a postup řešení	26
6.1. Program GONEW	26
7. Podkladová data	32
7.1. Datové sady	32
8. Hydrologické parametry výpočtu	34
8.1. Návrhové deště	34
8.2. Počáteční ztráty	36
8.3. Kategorizace povodí	36
9. Vyhodnocení odtokových poměrů za stávajícího stavu	38
9.1. Odtokové poměry na celém povodí zájmové oblasti	38
9.2. Odtokové poměry v intravilánu města o obcí zájmového území	40
9.3. Odtokové poměry v extravilánu zájmového území	42
9.4. Dlouhodobá vodní bilance	44
10. Návrh opatření výhledového stavu	45

10.1. Návrh opatření v intravilánu	46
10.2. Návrh opatření v extravilánu	50
11. Vyhodnocení výhledového stavu	52
11.1. Odtokové poměry na celém povodí zájmové oblasti	52
11.2. Odtokové poměry v intravilánu města a obcí zájmového území	54
11.3. Odtokové poměry v extravilánu zájmového území	56
12. Závěry a doporučení	58

1. Úvod - cíle zpracované studie

Katastrální území města Ústí nad Orlicí leží na východě Čech v podhůří Orlických hor na soutoku Tiché Orlice a Třebovky. Průměrná nadmořská výška území se pohybuje kolem 340 m n. m. nicméně členitá morfologie terénu zvláště v okolí města způsobuje významné hydrologické jevy na povodí jako jsou přívalové deště, které způsobují rychlé naplnění koryt místních vodotečí a městské kanalizace a v důsledku toho zaplavení dopravní infrastruktury a nemovitostí v blízkém okolí. Na druhé straně lze s ohledem na vliv klimatické změny sledovat i v tomto regionu narůstající období letních suchých period bez dešťových srážek, které zvyšují nároky na hospodaření s dešťovou vodou. V neposlední řadě je nutno zmínit i vliv těchto jevů na lokální recipienty, které podléhají velké nerovnoměrnosti průtoků (hydraulický stres) za povodňových stavů a dále problémům s kvalitou vody za nízkých stavů v období sucha.

Všechny tyto uvedené aspekty vedou zastupitele města Ústí nad Orlicí ke zvýšenému zájmu o hospodaření s dešťovou vodou (HDV) na povodí celého katastru. Výsledkem tohoto zájmu je pak zadání projektu „Studie analýzy odtokových poměrů v povodí Ústí nad Orlicí s využitím portálu GONEW“, který se má uvedenými otázkami zabývat.



Obr. 1. Povodí katastrálního území Ústí nad Orlicí

Cílem studie je v první řadě bilančně analyzovat odtokové poměry v intravilánu a extravilánu města a dále identifikovat a porovnat opatření na zlepšení odtokových poměrů v intencích principů HDV a projevů klimatické změny. Studie si klade za cíl odpovědět na následující otázky.

- a. Jaká je současná bilance odtoku dešťových z jednotlivých ploch na povodí?**
- b. Jak může ovlivnit odtokové poměry klimatická změna?**
- c. Jaké jsou možnosti využití prvků HDV na povodí?**
- d. Jaká jsou možná návrhová opatření na povodí?**
- e. Jakým způsobem ovlivní identifikovaná opatření odtokové poměry?**

V rámci studie je provedeno několik bloků prací, z nichž jako nejdůležitější lze jmenovat:

- a. Provedení hydrologických a hydraulických analýz hospodaření s dešťovou vodou**
- b. Podrobné určení odtokových poměrů v odvodňovaném území**
- c. Kategorizace odvodňovaných ploch v souladu s předpisy a normami pro městské odvodnění**
- d. Analýza odtoku a celkového odteklého objemu vod z dílčích povodí a celkových odvodňovaných ploch podle zvoleného výběru při různých dešťových událostech**
- e. Identifikace lokalit vhodných pro umístění prvků HDV**
- f. Možnost využití prvků HDV jako požární nádrže**
- g. Návrh koncepčních opatření (poldry, průlehy,...), které budou sloužit jako podklad pro případné pozemkové úpravy.**

Celá studie je zpracována s využitím programového prostředku pro analýzu odtokových poměrů GONEW. Tento program umožňuje na základě podkladových dat o propustnosti povrchu stanovit odtokové hydrogramy pro zvolené dešťové události a provádět bilancování jednotlivých odtoků pro různé druhy povrchů, vlastníků nebo lokalit. Na základě návrhu prvků HDV (lokální retence) pak program bilancuje vliv těchto opatření na celkovou funkci odvodnění a předkládá možnosti řešení pro hospodaření s dešťovou vodou pro různé scénáře řešení.

2. Principy HDV

2.1. Koncept HDV

Požadavek na hospodaření s dešťovými vodami vzniká v posledních letech v oblasti městského odvodnění v souvislosti se změnami v městské hydrologii jako důsledku postupující klimatické změny. Důsledky změny klimatu způsobují v podmínkách České republiky mimo jiné i výrazné změny v rozložení dešťových srážek během roku. To vede k nárůstu suchých bezdeštných období, které jsou následně doprovázeny přívalovými dešti. Ve svém důsledku pak dochází k úbytku vody na urbanizovaném povodí, kterou není možno efektivně udržet na nepropustných plochách města a dochází k jejímu koncentrovanému odtoku do recipientů, kde způsobují zvyšování kulminačních průtoků s důsledky v podobě lokálních povodní a s vlivem na faunu a floru v daném recipientu.

Cílem konceptu hospodaření s dešťovými vodami (HDV) je proto zadržet (případně zpozdít) dešťovou vodu v co největší míře v místě jejího vzniku tak, aby došlo k jejímu co největšímu zasakování nebo retenci pro další využití v době sucha. Tomu jsou pak podřízena jednotlivá opatření na povodí a případně na oddílné dešťové kanalizaci se zájmem o minimalizaci znečištění dešťové vody vodami splaškovými nebo průmyslovými.

Tomuto cíli je také přizpůsobená česká legislativa, která stanovuje u nových staveb (případně u rekonstrukcí staveb) požadovaný způsob nakládání s dešťovými vodami podle lokálních možností daného pozemku v souladu s těmito požadavky. Srážkovou vodu je možno v souladu s legislativou zadržet v povodí podle pořadí

- a. prioritně přímým zasakováním do půdy,**
- b. dále retenováním, zpožděním odtoku a řízeným odváděním vody dešťovou kanalizací do recipientu,**
- c. a nebo v nejhorším případě retenováním, zpožděním odtoku a řízeným odváděním vody do jednotné kanalizace.**

Lokální podmínky v dané oblasti pak spolurozhodují o druhu zvoleného řešení. Přitom právě lokální podmínky způsobují, že požadovaného cíle HDV nelze vždy s úspěchem dosáhnout.

2.2. Možnosti řešení HDV

Možnosti řešení HDV lze v zásadě rozdělit na dvě možnosti a sice

- a. retence na síti,**

- retenční nádrže,
- retenční prefabrikované objekty,
- poldry,...

b. retence na povodí

- zasakování dešťových vod
- zelené střechy,
- akumulace a využití dešťových vod,
- zasakovací retenční zařízení,...

2.2.1. Retence na síti

Retence na stokové síti je obvykle realizována pomocí retenčních nádrží nebo dešťových usazovacích nádrží, které zpomalují odtok dešťových vod a zmenšují kulminaci průtoku. V otevřených korytech pak obdobnou roli plní suché poldry nebo nádrže. Tato opatření jsou obvykle finančně velmi náročná nicméně jsou funkčně velmi robustní a mají ověřenou funkcionalitu.

2.2.2. Retence na povodí

Retence na povodí je v současnosti preferovaným řešením a to s ohledem na současnou legislativu a na problematiku sucha v důsledku klimatické změny. Retence na povodí má mnoho možností a variant z nichž některé jsou představeny v následujících odstavcích.

Zelené střechy

Vhodným prvkem pro retenci vody v povodí se jeví budování pasivních nebo aktivních zelených střech. Lze doporučit použití zelených střech pro nové objekty např. administrativního, vzdělávacího, rekreačního charakteru ve vlastnictví města. Pro stávající objekty se použití zelených střech nedoporučuje. Vlastní řešení zelené střechy představuje mimo jiné významné dodatečné zatížení konstrukce budovy. Jedná se podle typu zelené střechy o dalších minimálně 200 – 400 kg/m² plochy střech. Takovéto zatížení by vyžadovalo významnou dodatečnou investici do zpevnění nosné konstrukce budov, a tudíž je velmi obtížně realizovatelné nebo dokonce nerealizovatelné a z tohoto důvodu nebylo bráno na zřetel.

Detailní řešení HDV v konkrétní budově je svou úrovní detailu mimo rámec řešení na úrovni studie odtokových poměrů. Pro místní řešení je třeba znát konkrétní parametry budovy (např. sklon střechy,

maximální statické zatížení střechy, atd.), které jsou v dostatečné přesnosti k dispozici nejdříve ve fázi přípravy DUR. K výše uvedenému je dále nutno doplnit, že tato povrchová retenční kapacita zelené střechy pojme limitované množství srážkové vody vzhledem k odtokovým poměrům na celém povodí. 1 m² zelené střechy zadrží cca 10-20 litrů vody. Toto množství je však důležité pro celkovou roční bilanci odteklých vod. Z hlediska hospodaření s dešťovými vodami je tento způsob zadržování vody v povodí vhodný a při menších srážkových událostech i velmi efektivní.

Srážková voda pro lokální využití

Využití srážkové vody pro lokální splachování je obecně podporováno s tím, že se jedná o nákladné řešení s minimální ekonomickou návratností. S ohledem na fakt, že je třeba v budovách postavit dvě paralelní vodovodní sítě (voda pitná a srážková), připadá toto řešení v úvahu prakticky pouze u novostaveb. U stávajících budov není toto řešení doporučeno. Výhodnějším řešením je využití dešťových vod společně s šedými vodami (odpadní splaškové vody z umyvadel, sprch či van apod.), které by v případě bezdeštného období nahrazovaly vodu dešťovou. Toto použití je vhodné u objektů hotelů, restaurací, v administrativních budovách či sportovištích. U této varianty hospodaření s dešťovými vodami je však nutné počítat s prostorem pro technologii a náklady na úpravu vody.

Princip využití šedých a dešťových vod pro splachování spočívá v tom, že odpadní voda natéká přes filtr mechanických nečistot do vyrovnávací nádrže, která plní akumulaci. Z vyrovnávací nádrže je voda čerpána čerpadlem do aktivační nádrže. V reakční nádrži se voda biologicky čistí. V aktivační nádrži je osazen **membránový modul**. Čerpadlo, které pod tlakem odsává vodu přes filtrační membrány a **odvádí již vyčištěnou vodu do akumuláční nádrže** vyčištěné vody. Voda z akumuláční nádrže je čerpána pomocí automatické tlakové stanice s membránovou tlakovou nádobou do systému rozvodu provozní vody. Za čerpací stanicí je umístěna membránová tlaková nádoba. Jako poslední je zařazena UV lampa sloužící k dezinfekci vody. Všechny nádrže jsou opatřeny havarijním přepadem a možností doplňování pitnou vodou do akumuláční nádrže vyčištěné vody v případě nedostatku šedých nebo dešťových vod.

Z hlediska druhotného využití dešťových vod se jeví jako výhodné, použití těchto vod také pro účely požární vody. Vodojemy pro požární vodu jsou v současné době zásobovány pitnou vodou. Jeví se tedy jako výhodné požární vodojemy využívat jako retenční nádrže pro dešťovou vodu a pouze v případech nedostatku dešťové vody tyto vodojemy zásobovat ze zdroje pitné vody.

Vsakování dešťových vod

Pokud to dovolí hydrologické podmínky může být nejlepší zvolenou variantou zasakování dešťových vod do půdního horizontu.

ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod stanoví především způsob, rozsah a výstupy geologického průzkumu pro vsakování. Dále klasifikuje srážkové vody z hlediska přípustnosti vsakování vzhledem k jejich znečištění (vody přípustné, podmíněčně přípustné a vody z potenciálně výrazněji znečištěných ploch) a uvádí přípustné způsoby vsakování. Přípustné dešťové vody je dovoleno vsakovat přes nenasycenou oblast bez předchozích opatření (bez předčištění, event. pouze zachycení splavenin). U podmíněčně přípustných dešťových vod je nutno při návrhu vsakování aplikovat vhodný, pokud možno fyzikální způsob předčištění, a to podle druhu znečištění a typu vsakovacího zařízení. Vsakování srážkových povrchových vod z potenciálně výrazněji znečištěných ploch není vhodné. V každém případě musí být pro případné lokální vsakování dešťových vod a pro návrh způsobu zasakování k dispozici hydrogeologický průzkum a znalost kvality srážkových vod. Výstupy geologického průzkumu pro vsakování musí mimo jiné obsahovat:

- stanovení koeficientu vsaku;
- posouzení vhodnosti vsakování z hlediska ochrany stávajících i plánovaných jímacích zdrojů, obecné ochrany podzemních vod, potenciálních svahových deformací, ohrožení okolních stavebních objektů, střetů s dalšími zájmy chráněnými zvláštními předpisy;
- zhodnocení vhodnosti vsakování z geologického hlediska, doporučení vhodného typu vsakovacího zařízení, doporučení pro provedení a umístění vsakovacího zařízení, s přihlédnutím ke sklonu terénu a vhodnosti vsakování.

Zasakovací objekty

Pokud není možno přímé zasakování dešťových vod do půdy, nabízí se možnost tvorby uměle retenční na povodí a to buď lokální změnou morfologie povrchu (např. zasakovací průlehy) nebo realizací umělé retenční kapacity pomocí prefabrikovaných zasakovacích zařízení, která akumulují

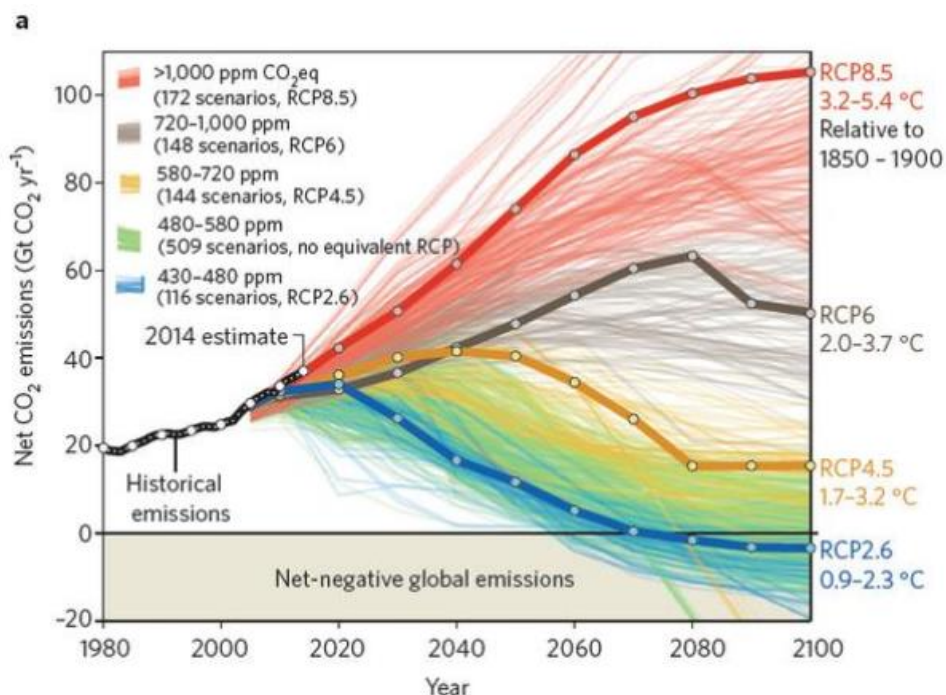
srážkovou vodu a se zpožděním ji regulovaně odvádějí do lokálního recipientu nebo do dešťové a případně jednotné kanalizace. Tato opatření jsou v současnosti nejčastěji realizována s ohledem na požadavky legislativy a modulární řešení těchto objektů, které pokrývá celou škálu možných řešení od odvodnění parcely až po odvodnění velkých prodejních center.

Pro řešení SOP území Ústí nad Orlicí je z výše uvedených možností HDV preferovaným řešením použití zasakovacích objektů pro intravilán města spolu s retencí pomocí poldrů v extravilánu města.

3. Klimatická změna

Změna klimatu se začíná projevovat v poslední dekádě také ve střední Evropě a to s intenzitou, kterou začíná vnímat nejen odborná ale i laická veřejnost. Projevy klimatické změny v podobě zvyšujících se teplot, tenčících se vodních zdrojů, narůstající větrné činnosti a v neposlední řadě také projevy extrémní srážkové činnosti jsou stále viditelnější a způsobují stále větší komplikace ve fungování měst a obcí.

Klimatická změna s sebou tedy přináší kromě jiných jevů i viditelný trend přivalových dešťů, které ohrožují provoz městské infrastruktury. Přitom extremicita (intenzita) přivalových dešťů stále roste a podle dostupných studií lze očekávat, že do konce 21. století bude o 20-50% větší (v závislosti na době trvání a opakování dešťové události) než je tomu v současnosti. Z toho plyne požadavek na stanovení pravděpodobného nárůstu intenzity dešťů pro zvolené budoucí časové horizonty. Zpracování je obvykle prováděno s pomocí analýzy souboru výsledků regionálních klimatických modelů pro zvolenou oblast. Testovány jsou zvolené trendy budoucího vývoje společnosti a s tím spojené produkce skleníkových plynů RCP („Representative Concentration Pathway“), přičemž bývá jako základ pro další analýzy zvolen nejhorší možný scénář vývoje (RCP8,5). Tento scénář vývoje předpokládá, že v následujících desetiletích nedojde k zásadním změnám v produkci CO₂ („Business as usual“). Scénáře vývoje produkce skleníkových plynů jsou znázorněny na následujícím obrázku.



Obr. 2. Scénáře vývoje produkce skleníkových plynů do roku 2100

Analýza předpokládaných změn klimatu pak vede k definici nových hodnot návrhových dešťů na příklad pomocí stanovení hodnoty „Klimatického Faktoru“ CF („Climate Factor“), což je v zásadě koeficient, kterým se zvětší stávající hodnoty návrhových intenzit dešťů. Lze předpokládat, že v podmínkách střední Evropy by se tento faktor pro stoletý déšť měl pohybovat okolo hodnoty 1,2-1,3. to ovšem znamená o 20-30% větší produkci srážkových vod se všemi důsledky z toho plynoucími. Nicméně česká legislativa s efektem klimatické změny v současnosti stále ještě nepočítá.

Tab. 1. Ukázka vlivu klimatické změny na hodnoty 10 a 100letého návrhového deště o různé době trvání

Rok	N	10m	20m	30m	1h	2h	6h	12h	24h
2018	0.1	14.4	20.9	25.5	35.2	47.1	70	86.4	103
2100	0.1	19.3	27.9	34.2	47.1	62.4	89.6	108	125
Rozdíl	--	34.0%	33.5%	34.1%	33.8%	32.5%	28.0%	25.0%	21.4%
2018	0.01	21	30.6	37.7	52.4	70.6	106	132	160
2100	0.01	28.3	41.4	50.9	70.8	94.5	138	167	195
Rozdíl	--	34.8%	35.3%	35.0%	35.1%	33.9%	30.2%	26.5%	21.9%

Fakta předkládaná v podobě výročních zpráv panelu pro klimatickou změnu (IPCC) bohužel mluví o prognóze srážkové činnosti jasně. Z pohledu měst a obcí je tedy třeba připravit soubor adaptačních opatření tak, aby při průchodu přívalového deště byly minimalizovány škody na městské infrastruktuře a na majetku obyvatel.

Pro řešení SOP povodí Ústí nad Orlicí je klimatická změna interpretována pomocí klimatického faktoru. Na základě odborné literatury je hodnota klimatického faktoru pro řešené povodí zvolena v výši CF=1,25 (25% nárůst intenzity dešťů do roku 2100).

4. Současná legislativa HDV

Proměny ve vodohospodářské legislativě za posledních 10 až 15 let silně reflektují požadavek na ochranu vodních zdrojů, a to z pohledu kvantity i kvality. To je prioritně dáno zájmem státu na ochraně životního prostředí v podmínkách rostoucí populace a ekonomiky národního hospodářství se všemi negativními důsledky z toho plynoucími v podobě užívání vodních zdrojů a znečišťování vypouštěných odpadních vod. Probíhající změny klimatu pak působí jako nový silný stresor, jehož budoucí důsledky ještě nedokážeme plně odhadnout. Již dnes je ale jasné, že vodní zdroje budou v podmínkách České republiky nedostatečné a náchylné na zhoršení. Přitom jediným skutečným zdrojem vod ČR je voda srážková. Proto bylo nutné (s ohledem na vývoj situace v posledním desetiletí) stanovit podmínky pro hospodaření s dešťovými vodami, které je dnes v české legislativě dobře zakotveno.

V české legislativě jsou jasně definovány principy odvádění srážkových vod v závislosti na místních podmínkách. Přednostně je preferováno vsakování. Pokud není umožněno vsakování s ohledem na hydrogeologické podmínky dané lokality, je třeba srážkovou vodu zadržovat a regulovaně odvádět oddílnou dešťovou kanalizací do povrchových vod. Pokud není k dispozici ani tato varianta řešení je možné přistoupit k napojení vod do jednotné kanalizace s regulovaným vypouštěním. Takto definované principy platí jak pro novostavby, tak i pro stávající stavby podléhající změnovému řízení v důsledku změny stavby nebo jejího využití.

Analýza právního rámce vodního hospodářství ve vztahu k zpracovávané studii je opřena o několik základních právních dokumentů určujících pravidla nakládání s vodami na území České republiky.

Těmito základními dokumenty jsou

- a. **Směrnice 2000/60/ES – rámcová směrnice o vodě**
- b. **Zákon č.254/2001 Sb. – vodní zákon**
- c. **Zákon č.274/2001 Sb. – o vodovodech a kanalizacích**

Výše uvedené dokumenty v principu definují pravidla hry mezi dodavateli a odběrateli, znečišťovateli a uživateli vodních zdrojů. Na ně jsou pak navázány další zákony, směrnice a vyhlášky, které dohromady tvoří poměrně komplikovaný celek s mnoha výjimkami. V následujících kapitolách jsou diskutovány uvedené základní právní dokumenty vodního hospodářství a dále k nim přidružené další dokumenty související s užíváním vod a specificky s nakládáním se srážkovými vodami.

4.1. Směrnice 2000/60/ES – rámcová směrnice o vodě

Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady ze dne 23.10.2000 uvádí základní pravidlo ve vztahu k využití vodních zdrojů v podobě principu „**odběratel a znečišťovatel platí**“, jak je definováno v bodech 11, 34 a 38 směrnice.

(11) Podle článku 174 Směrnice má politika Společenství pro životní prostředí přispět k prosazování cílů zachování, ochrany a zvýšení kvality životního prostředí, při uvážlivém a rozumném využívání přírodních zdrojů a má být založena na zásadě předběžné opatrnosti, přijímání preventivních opatření, a především na zásadě nápravy škod na životním prostředí u zdroje a na zásadě, že znečišťovatel má platit.

(34) Za účelem ochrany životního prostředí je třeba většího provázání kvalitativních a kvantitativních aspektů jak povrchových, tak podzemních vod se zřetelem na přirozené odtokové poměry v rámci hydrologického cyklu.

(38) Využití ekonomických nástrojů může být vhodné jako součást programu opatření. Přitom má být vzata v úvahu zásada návratnosti nákladů na vodohospodářské služby, včetně nákladů na životní prostředí a vodní zdroje, spojených s poškozením nebo nepříznivým dopadem na vodní prostředí, a to zejména v souladu se zásadou, že znečišťovatel platí. Pro tento účel bude nezbytná ekonomická analýza vodohospodářských služeb založená na dlouhodobé předpovědi nabídky a poptávky po vodě v oblasti povodí.

Největší výhodou zvoleného principu je řešení u zdroje (odběratel, znečišťovatele) a odpadá tak komplikované řešení na straně provozovatele. Motivační složka celého řešení je pak stimulem pro odběratele a znečišťovatele pro hledání co nejefektivnějšího (nejúspornějšího) způsobu využití vodních zdrojů. To je vidět na příkladu zpoplatnění dešťových vod, kde v důsledku zpoplatnění začínají jednotlivé subjekty lépe a hospodárněji nakládat s touto vodou.

4.2. Zákon 254/2001 Sb. – zákon o vodách

Zákon o vodách č.254/2001 Sb. adaptoval evropskou směrnici 2000/60/ES do svého znění a reflektuje uvedené principy směrnice, jak je patrné na příklad z bodu §1 čl.2 zákona.

(2) Zákon upravuje právní vztahy k povrchovým a podzemním vodám, vztahy fyzických a právnických osob k využívání povrchových a podzemních vod, jakož i vztahy k pozemkům a stavbám, s nimiž výskyt těchto vod přímo souvisí, a to v zájmu zajištění trvale udržitelného užívání těchto vod, bezpečnosti vodních děl a ochrany před účinky povodní a sucha. V rámci vztahů upravených tímto zákonem se bere v úvahu zásada návratnosti nákladů na vodohospodářské

služby, včetně nákladů na související ochranu životního prostředí a nákladů na využívané zdroje, v souladu se zásadou, že znečišťovatel platí.

Mezi základní povinnosti při provádění staveb nebo při jejich změnách patří dle podle §5, čl.3 povinnost hospodárného nakládání s vodou.

(3) Při provádění staveb nebo jejich změn nebo změn jejich užívání jsou stavebníci povinni podle charakteru a účelu užívání těchto staveb je zabezpečit zásobováním vodou a odváděním, čištěním, popřípadě jiným zneškodňováním odpadních vod z nich v souladu s tímto zákonem a zajistit vsakování nebo zadržování a odvádění povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby (dále jen „srážkové vody“) v souladu se stavebním zákonem. Bez splnění těchto podmínek nesmí být povolena stavba, změna stavby před jejím dokončením, užívání stavby ani vydáno rozhodnutí o dodatečném povolení stavby nebo rozhodnutí o změně v užívání stavby.

Dále v §38, odst.11 se stanoví: *„Při povolování vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo podzemních vodoprávní úřad*

a) přihlíží k potřebě dosažení nebo zachování dobrého stavu povrchových nebo podzemních vod a na vodu vázaných ekosystémů a

b) posuzuje možnosti omezování znečištění u jeho zdroje i omezování emisí do životního prostředí jako celku a možnosti opětovného využívání odpadních vod.“

4.3. Stavební zákon

Výše zmíněný zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) tedy u dokončené stavby musí vyžadovat zajištění adekvátního hospodaření s vodou, jinak novostavba nebo změna stavby nemůže být povolena. Hlavní důraz se přitom klade na způsob hospodaření s vodou.

Uvedený §5, čl.3 je tedy klíčový pro vydání územního rozhodnutí a stavebního povolení pro všechny nové investice plánované v zájmovém území. Přitom hlavní důraz je v zákoně kladen na zadržování a odvádění povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na stavby. Jedná se o tzv. hospodaření s dešťovými vodami (HDV).

4.4. Vyhláška č.501/2006 Sb.

Podmínky pro vhodné hospodaření s dešťovými vodami jsou pak stanoveny ve vyhlášce č.501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využití území. Tato vyhláška v §20 definuje priority HDV následovně.

(5) Stavební pozemek se vždy vymezuje tak, aby na něm bylo vyřešeno

b) nakládání s odpady a odpadními vodami podle zvláštních předpisů, které na pozemku vznikají jeho užíváním nebo užíváním staveb na něm umístěných,

c) vsakování nebo odvádění srážkových vod ze zastavěných ploch nebo zpevněných ploch, pokud se neplánuje jejich jiné využití; přitom musí být řešeno

1. přednostně jejich vsakování, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, není-li možné vsakování,

2. jejich zadržování a regulované odvádění oddílnou kanalizací k odvádění srážkových vod do vod povrchových, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, nebo

3. není-li možné oddělené odvádění do vod povrchových, pak jejich regulované vypouštění do jednotné kanalizace.

4.5. Zákon 274/2001 Sb. – zákon o vodovodech a kanalizacích

Přenesení celé zodpovědnosti za hospodaření s vodami ke zdroji (odběratel, znečišťovatel) pak podle Směrnice 2006/60/ES má za cíl zefektivnit a zhospodárnit využívání vodních zdrojů (formou „odběratel a uživatel platí“). Motivační nástroje pro nakládání s vodami jsou instalovány do zákona č.274/2001 Sb. – o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu, kde jsou v §20, odstavec 6 definovány výjimky z platby za vodné a stočné.

(6) Povinnost platit za odvádění srážkových vod do kanalizace pro veřejnou potřebu se nevztahuje na plochy dálnic, silnic, místních komunikací a účelových komunikací veřejně přístupných, plochy drah celostátních a regionálních včetně pevných zařízení potřebných pro přímé zajištění bezpečnosti a plynulosti drážní dopravy s výjimkou staveb, pozemků nebo jejich částí využívaných pro služby, které nesouvisí s činností provozovatele dráhy nebo drážního dopravce, zoologické zahrady a plochy nemovitostí určených k trvalému bydlení a na domácnosti.

Povinnost platit za odvádění srážkových vod mají všechny ostatní subjekty nevyjmenované v tomto paragrafu.

4.6. Plány povodí

Výkonným nástrojem specifikovaným v Rámcové směrnici o vodě a ve Vodním zákoně v §24 jsou „Plány Povodí“. Plány Povodí jsou strategický dokument pro plánování v oblasti vodního hospodářství, v němž jsou stanoveny cíle:

- a) *pro ochranu a zlepšování stavu povrchových a podzemních vod a vodních ekosystémů,*
- b) *ke snížení nepříznivých účinků povodní a sucha,*
- c) *pro hospodaření s povrchovými a podzemními vodami a udržitelné užívání těchto vod pro zajištění vodohospodářských služeb a*
- d) *pro zlepšování vodních poměrů a pro ochranu ekologické stability krajiny.*

Plány povodí jsou aktualizovány v šestiletých cyklech a obsahují základní bloky aktivit v podobě identifikace hospodářských a společenských tlaků na vodní zdroje, analýzy jejich důsledků, stanovení parametrů dobrého stavu vod (kombinací stavu chemického, ekologického, morfologického) a klasifikace vodních útvarů podle míry naplnění podmínek dobrého stavu vod. Pro výhledové řešení je pak navržen program opatření se specifikací očekávaných přínosů pro zajištění dobrého stavu vod.

Plán hlavních povodí České republiky byl schválen usnesením vlády České republiky ze dne 23. května 2007 č. 562. V tomto dokumentu jsou v kapitole 2 definovány požadavky a opatření v ochraně před povodněmi a dalšími škodlivými účinky vod:

- *uplatňovat v generelech odvodnění urbanizovaných území koncepci nakládání s dešťovými vodami, umožňující jejich zadržování, vsakování i přímé využívání*
- *zajistit ochranu lokalit vhodných pro umělou akumulaci povrchových vod pro účely kompenzace dopadu klimatické změny.*

V kapitole D.2.2.2 jsou dále definována vhodná opatření pro nakládání s vodou v místě jejich vzniku za účelem zvýšení retenční schopnosti krajiny a využití vody v době sucha:

- *omezovat intenzitu odvodnění pozemků regulováním v drenážních soustavách opatření pro vsakování, akumulaci a využití dešťových vod na jednotlivých nemovitostech.*
- *Snížovat množství srážkových vod odváděných kanalizací a zlepšit podmínky pro jejich přímé vsakování do půdního prostředí.*
- *Snížit znečištění vodních toků při přímém vypouštění srážkových vod z městských a průmyslových kanalizací, zejména z jednotných kanalizací zavedením povinnosti oddělené likvidace srážkových a odpadních vod.*

- *Trvale zlepšovat systémy hydrologické předpovědi, jejich spolehlivost, vypovídací schopnost a prodlužovat dobu předpovědi. K tomu využívat plošných informací o srážkách ke zpřesnění srážkoodtokového modelování a zkvalitnění operativních předpovědí.*
- *Komplexními pozemkovými úpravami sledovat řešení vhodné velikosti a tvaru půdních bloků se záměrem snižovat rychlost a množství mechanického transportu povrchově odtékající vody a podporovat vsakování srážkových vod.*
- *Posílit postavení vodoprávních úřadů, které by s odbornou pomocí správců povodí, ve spolupráci se správci drobných vodních toků, mohly ovlivňovat využití území způsobem, kterým by byla podporována retenční schopnost území. Zajistit účinný vodoprávní dozor nad naplňováním cílů a zásad zlepšování retenční schopnosti vody v příslušném povodí, zejména s ohledem na schválené plány oblastí povodí.*

4.7. Pražské Stavební Předpisy

Na území hl. m. Prahy nabylo 1.10.2016 účinnosti nařízení č.10/2016 Sb. – pražské stavební předpisy. Z pohledu legislativy nejsou Pražské Stavební Předpisy mimo oblast Prahy závazné. Nicméně zde platí Zákon 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu a další česká legislativa a z ní plynoucí pravidla.

Pražské stavební předpisy stanovují obecné požadavky na využívání území a technické požadavky na stavby na katastrálním území hlavního města. Zde je v §38 stanoven postup pro hospodaření s dešťovými vodami na stavebním pozemku a je stanovena hodnota maximálního povoleného odtoku pro každou stavbu a stavební pozemek odvodňovanou buď oddílnou dešťovou kanalizací do povrchových vod nebo odvodňovanou do jednotné kanalizace.

*(2) Minimální retenční schopnost (celkový objem retenování, opatření, jako jsou průlehy v zeleni, otevřené příkopy, zelené střechy, nádrže, retenční potrubí nebo trubní retenční aj.) pro regulované odvádění srážkových vod musí být taková, aby nedocházelo k většímu odtoku než **10 l/s z hektaru plochy pozemku při třicetiminutovém dešti desetiletém**, nestanoví-li správce toku jinak.*

Tento limit platí jak pro odvodnění do dešťové kanalizace a vod povrchových tak i pro odvodnění do jednotné kanalizace hl. m. Prahy.

(3) Vsakování nebo odvádění srážkových vod podle odstavců 1 a 2 musí být řešeno na stavebním pozemku, v rámci společně řešeného celku, případně v rámci širšího území, pro něž je vsakování nebo odvádění srážkových vod řešeno společně územním nebo regulačním plánem. Retenční

opatření podle odstavce 2 musí být umístěna nad hladinu záplavy, nejedná-li se o retenční opatření pro stavební pozemky nebo části stavebních pozemků v záplavových územích.

4.8. Nařízení vlády č.401/2015 Sb.

Z hlediska kvality vody je stav povrchových vod definován v nařízení vlády č.401/2015 Sb. – o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových a odpadních vod. V §10 a v příloze 1 je stanoveno kritérium akceptovatelných parametrů kvality vody.

(1) Všechny útvary povrchových vod na území České republiky se vymezují jako citlivé oblasti.

Tab. 2. Hodnoty kvality vody pro citlivé oblasti

ČR ČOV (EO)	CHSK _{Cr}		BSK ₅		NL		N – NH ₄		N _{celk}		P celk	
	[mg/l]		[mg/l]		[mg/l]		[mg/l]		[mg/l]		[mg/l]	
	p	m	p	m	p	m	průměr	m	průměr	m	průměr	m
<500	150	220	40	80	50	80	-	-	-	-	-	-
500 – 2 000	125	180	30	60	40	70	20	40	-	-	-	-
2 001 – 10 000	120	170	25	50	30	60	15	30	-	-	3	8
10 001 – 100 00	90	130	20	40	25	50	-	-	15	30	2	6
> 100 000	75	125	15	30	20	40	-	-	10	20	1	3

p ... uváděné přípustné koncentrace „p“ nejsou aritmetické průměry za kalendářní rok a mohou být překročeny v povolené míře podle hodnot uvedených v příloze č. 5 k tomuto nařízení vlády. Vodoprávní úřad stanoví typ vzorku A nebo B nebo C podle poznámky 3) k tabulce 1 v příloze č. 4 k nařízení vlády č. 61/2003 Sb.

m ... uváděné maximální koncentrace „m“ jsou nepřekročitelné. Vodoprávní úřad stanoví typ vzorku uvedený v tabulce 1 přílohy č. 4 k tomuto nařízení v souladu se stanovením hodnoty „p“.

průměr ... uváděné hodnoty jsou aritmetické průměry koncentrací za kalendářní rok a nesmí být překročeny. Počet vzorků odpovídá ročnímu počtu vzorků stanovenému vodoprávním úřadem. Vodoprávní úřad stanoví typ vzorku A nebo B nebo C podle poznámky 3) k tabulce 1 v příloze č. 4 nařízení vlády č. 61/2003 Sb.

v nařízení vlády č.401/2015 Sb., v příloze č.7 jsou pak stanoveny limity koncentrací znečištění pro nejlepší dostupné technologie (BAT).

Nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování odpadních vod a podmínky jejich použití

Dosažitelné hodnoty koncentrací a účinnosti pro jednotlivé ukazatele znečištění při použití nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování městských odpadních vod (pro uvedené hodnoty analogicky platí poznámky uvedené pod tabulkami 1a a 1b přílohy č. 1 k tomuto nařízení vlády)

Kategorie ČOV [EO]	Nejlepší dostupná technologie	CHSK _{Cr}			BSK ₅			NL		N-NH ₄ ⁺			N _{celk}			P _{celk}		
		koncentrace		účinnost [%]	koncentrace		účinnost [%]	koncentrace		koncentrace		účinnost [%]	koncentrace		účinnost [%]	koncentrace		účinnost [%]
		p mg/l	m mg/l		p mg/l	m mg/l		p mg/l	m mg/l	prům mg/l	m mg/l		prům mg/l	m mg/l		prům mg/l	m mg/l	
< 500	Nizko až středně zatěžovaná aktivace nebo biofilmové reaktory	110	170	75	30	50	85	40	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500 - 2000	Nizko zatěžovaná aktivace se stabilní nitrifikací	75	140	75	22	30	85	25	30	12	20	75	-	-	-	-	-	-
2001 - 10 000	Nizko zatěžovaná aktivace se stabilní nitrifikací a se simultánním srážením fosforu + mikrosíta či jiná filtrace	70	120	80	18	25	90	20	30	8	15	80	-	-	-	2	5	75
10 001 - 100 000	Nizko zatěžovaná aktivace s odstraňováním nutriëntů + terciární stupeň včetně srážení fosforu eventuelně dávkování externího substrátu	60	100	80	14	20	90	18	25	-	-	-	14	25	70	1,5	3	80
> 100 000	Nizko zatěžovaná aktivace s odstraňováním nutriëntů + terciární stupeň včetně srážení fosforu, dávkování externího substrátu	55	90	85	10	15	95	14	20	-	-	-	10	16	75	0,7	2	85

Obr. 3. Dosažitelné hodnoty koncentrací a účinností pro jednotlivé ukazatele znečištění při použití BAT

4.9. České technické normy

Hospodaření se srážkovými vodami je technicky popsáno v ČSN (české technické normy). Mezi nejvýznamnější z hlediska HDV patří

- ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod
- TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami
- ČSN 75 6261 Dešťové nádrže
- ČSN 75 6780 Využití šedých a dešťových vod (v návrhu)
- ČSN 01 3463 Výkresy inženýrských staveb – Výkresy kanalizace
- ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení
- ČSN 73 7505 Sdružené trasy městských vedení technického vybavení
- ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace
- ČSN EN 16941-1 Zařízení pro využití nepitné vody na místě

Klíčovou normou pro návrh HDV je ČSN 75 9010 – Vsakovací zařízení srážkových vod obsahující základní principy a návod pro dimenzování a TNV 75 9011 – Hospodaření se srážkovými vodami.

- a) Mezi klíčové ukazatele odvodnění v zastavěných územích se řadí škrcený odtok z retenčních objektů (maximální množství) a bezpečnost tohoto zařízení (periodicita překročení návrhové bezpečnosti). V normě je uvedena doporučená hodnota přípustného odtoku srážkových vod 3 l/(s*ha).
- b) U retenčních objektů s regulovaným odtokem je přípustná periodicita přetížení retenčního objemu $p = 0,2 \text{ rok}^{-1}$. Hodnota může být snížena na $p = 0,01 \text{ rok}^{-1}$ v případě umístění retenční nádrže v objektu, přičemž prázdnění retenčních objektů by nemělo přesáhnout dobu 24 h a objekty by měly být vybaveny bezpečnostním přelivem.
- c) V případě návrhu vsakovacího zařízení je nezbytný hydrogeologický průzkum, který potvrdí vhodné vsakovací schopnosti půdního a horninového prostředí (orientačně $K < 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ je nedostatečná).

Podle ČSN 75 9010 nicméně vsakování srážkových povrchových vod z potenciálně výrazněji znečištěných ploch není vhodné.

4.10. Výpočty a limity srážkových vod podle platné legislativy

Motivačním nástrojem pro hospodaření s dešťovými vodami je ekonomická úleva na stočném. V zákoně 274/2001 je v §19 uveden způsob měření a výpočet množství srážkových vod odváděných do kanalizace.

(1) Množství odpadních vod vypouštěných do kanalizace měří odběratel svým měřicím zařízením, jestliže to stanoví kanalizační řád. Umístění a typ měřicího zařízení se určí ve smlouvě uzavřené mezi odběratelem a vlastníkem vodovodu nebo kanalizace, popřípadě provozovatelem; nedojde-li k uzavření smlouvy, určí umístění a typ měřicího zařízení vodoprávní úřad.

(6) Není-li množství srážkových vod odváděných do jednotné kanalizace přímo přípojkou nebo přes uliční vpust měřeno, vypočte se toto množství způsobem, který stanoví prováděcí právní předpis. Výpočet množství srážkových vod odváděných do jednotné kanalizace musí být uveden ve smlouvě o odvádění odpadních vod.

Výpočet platby za odvádění srážkových vod je uveden v prováděcí vyhlášce Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb. Vzorec pro výpočet množství srážkových vod odváděných do kanalizace je stanoven, jak následuje:

Tab. 3. Výpočet platby za odvádění srážkových vod dle prováděcí vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb.

Druh plochy	Plocha m ²	Odtokový součinitel	Redukovaná plocha m ² (plocha krát odtokový součinitel)
A			
B			
C			
Součet redukovaných ploch			
Dlouhodobý srážkový normál*:mm/rok tj.m/rok			
Roční množství odváděných srážkových vod Q v m³ = součet redukovaných ploch v m² krát dlouhodobý srážkový úhrn v m/rok.			

Dlouhodobý srážkový normál je průměrem určité hodnoty (např. roční srážky) v daném místě, nebo oblasti za 30letí, v současné době za 30let - 1961 až 1990. Tato hodnota se pak používá na 30 let, tedy do roku 2020. Jedná se o normu Světové meteorologické organizace.

Dne 1. dubna 2014 došlo ke změně výpočtu množství srážkových vod odváděných do kanalizace bez měření. Nyní je výpočet proveden na základě dlouhodobého srážkového normálu, nikoliv na základě dlouhodobého úhrnu srážek. (Výklad č. 75 k zákonu o vodovodech a kanalizacích a souvisejícím právním předpisům)

Odtokové součinitele podle druhu plochy:

- plocha A - těžce propustné zpevněné plochy, zastavěné plochy např. střechy s nepropustnou horní vrstvou, asfaltové a betonové plochy, dlažby se zálivkou spár, zámkové dlažby: v případě možnosti odtoku do kanalizace - odtokový součinitel: 0,9
- Plocha B - propustné zpevněné plochy, např. upravené zpevněné štěrkové plochy, dlažby se širšími spárami vyplněnými materiálem umožňujícím zasakování: v případě možnosti odtoku do kanalizace - odtokový součinitel: 0,4
- Plocha C - plochy kryté vegetací, zatravněné plochy, např. sady, hřiště, zahrady, komunikace ze zatravněvaných a vsakovacích tvárnic: v případě možnosti odtoku do kanalizace - odtokový součinitel: 0,05.

Platba poplatku se týká pouze vypouštění srážkových vod do jednotné kanalizace. ro budoucí investice na území bude ale nutné respektovat vyhlášku č.268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby, kde je v §6 pro nakládání s dešťovými vodami stanoveno.

(4) Stavby, z nichž odtékají povrchové vody, vzniklé dopadem atmosférických srážek (dále jen „srážkové vody“), musí mít zajištěno jejich odvádění, pokud nejsou srážkové vody zadržovány pro další využití. Znečištění těchto vod závadnými látkami nebo jejich nadměrné množství se řeší

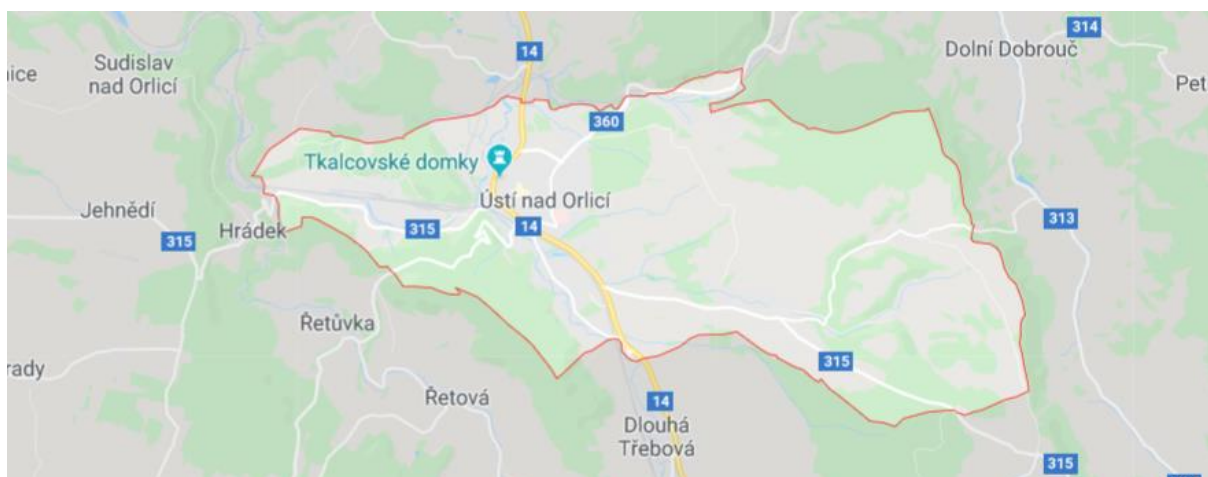
vhodnými technickými opatřeními. Odvádění srážkových vod se zajišťuje přednostně zasakováním. Není-li možné zasakování, zajišťuje se jejich odvádění do povrchových vod; pokud nelze srážkové vody odvádět samostatně, odvádí se jednotnou kanalizací.

5. Povodí zájmového území

Město Ústí nad Orlicí se nachází na východě [Čech](#) v podhůří [Orlických hor](#) na soutoku [Tiché Orlice](#) a [Třebovky](#), asi 10 km severozápadně od [České Třebové](#). Průměrná nadmořská výška se pohybuje kolem 340 m n. m. Žije zde přibližně 14 tisíc obyvatel. Leží ve [stejnomeném okresu](#) a je pátým největším městem [Pardubického kraje](#). Město se nachází v geomorfologickém okrsku [Ústecká brázda](#), který spadá do [Česko-třebovské vrchoviny](#). Nad městem, na [Andrlově chlumu](#) (559 m n. m.), se tyčí rozhledna [Stříbrná krasavice](#).

5.1. Zájmové území

Zájmové území projektu SOP je ohraničeno katastrálním územím města (viz. obrázek). Morfologie terénu v celé oblasti je značně členitá a je tvořena na jedné straně mírně se svažujícími oblastmi polí a luk protkanými hlubokými zalesněnými údolími se svažitém terénem a divokými místními recipienty, které se postupně stékají do Tiché Orlice. Do tiché Orlice také odtéká voda ze severní části zájmového území. Dominantní část území je ale odvodňována lokálními recipienty Třebovka a Knapovecký potok spolu s dalšími malými vodoteči, které se mohou za deště rozvodnit.



Obr. 4. Zájmové území SOP Ústí nad Orlicí

5.2. Požadavky na řešení SOP

Tento členitý terén má poměrně významný vliv na srážko-odtokové procesy při průchodu dešťů. Morfologie terénu způsobuje zrychlený odtok, který způsobuje lokální problémy s kapacitou stokové sítě a recipientů. I v tomto regionu je možno sledovat vliv klimatické změny v podobě narůstajících období letních suchých period bez dešťových srážek, které zvyšují nároky na hospodaření s dešťovou vodou. Tím vším trpí lokální recipienty, které podléhají velké nerovnoměrnosti průtoků za povodňových stavů a dále problémům s kvalitou vody za nízkých stavů v období sucha. Všechny tyto uvedené aspekty vedly zastupitele města Ústí nad Orlicí ke zvýšenému zájmu o hospodaření s dešťovou vodou (HDV) na povodí celého katastru.

Hospodaření s vodou v katastrálním území Ústí nad Orlicí je možno rozdělit do dvou odlišných oblastí a sice použití intravilánu a extravilánu.

- V intravilánu města je cílem HDV zajištění lokálního hospodaření s dešťovou vodou pomocí lokálních retencí. Tyto retenční prostory mají být dimenzovány na objem srážkové vody z desetiletého deště o trvání 30 minut. S ohledem na možnosti technického a administrativního zajištění celého řešení je cílem prací provést analýzu odpojení srážkových vod ze střech všech budov ve vlastnictví městského úřadu. Jedná se o několik desítek objektů v intravilánu města, pro které má být proveden předběžný koncepční návrh jejich retenčních objemů a umístění.
- V extravilánu města je potom základním problémem objem vod přitékajících z polí, luk a lesů. Pro řešení HDV v extravilánu je proto třeba hledat možnosti pro umístění suchých poldrů, jejichž dimenzování má být provedeno na dvacetiletý déšť o trvání 60 minut (viz. Kapitola 8). V oblasti extravilánu města se bude jednat o několik objektů, pro které bude definována předběžná velikost objemu zadržovaných vod a lokalita.

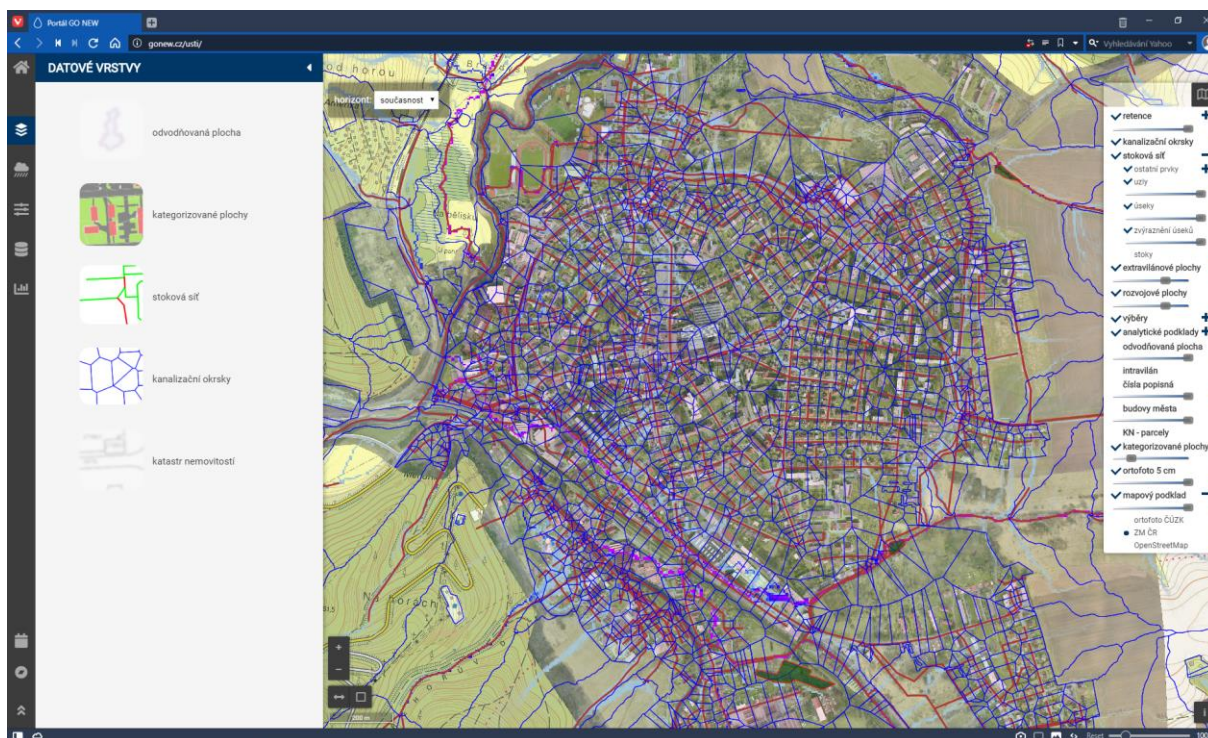
Návrh řešení HDV v intravilánu i v extravilánu je nutno chápat jako předběžný koncepční návrh, který má být v další fázi zpřesněn a verifikován.

6. Metodika a postup řešení

Metodika řešení SOP Ústí nad Orlicí je založena na řešení srážko-odtokového modelu, který pro celé území provádí analýzu odtoku ze všech ploch s různými odtokovými charakteristikami (tzv. „kategorizované plochy“). Srážko-odtokový model definuje počáteční ztráty z jednotlivých typů a kategorií ploch a s jejich pomocí počítá tak zvaný efektivní déšť, tj. déšť, při kterém začíná docházet k odtoku srážkových vod po povodí. Odtoky srážkových vod z jednotlivých dílčích povodí jsou pak prezentovány v podobě odtokových hydrogramů a déle bilancovány pro jednotlivé typy povrchů.

6.1. Program GONEW

Výše popsáný způsob řešení je implementován do programového prostředku zpracovatele „GONEW“. Jedná se o webový portál dostupný přes vybrané internetové prohlížeče s definovanými uživatelskými právy. Aplikace je jako lehký klient napojena na databázové jádro databáze „Postgre“, ve kterém jsou všechna data ukládána a spravována, a ve kterém jsou prováděny výpočty srážkového odtoku pro definované scénáře řešení.



Obr. 5. Uživatelské prostředí webového portálu GONEW

Z uživatelského pohledu se jedná o aplikaci, která využívá informací z mnoha datových sad a vrstev, které jsou k dispozici pro analýzy odtokových poměrů. Jedná se o následující datové vrstvy.

- a. Ortofoto zájmového území
- b. Katastrální mapa
- c. Podkladová mapa ZABAGED
- d. Topologie stokové sítě
- e. Topologie říční sítě
- f. Mapa dílčích povodí – odtokových okrsků
- g. Mapa katastrálního území zájmového povodí
- h. Mapa kategorizovaných ploch

Zásadní roli při určení srážkového odtoku hraje datová vrstva „Mapa kategorizovaných ploch“. Tato datová sada je vytvořena na základě ostatních podkladových dat a obsahuje detailní informace o druhu povrchů na zájmové lokalitě (viz. obrázek). Mapa kategorizovaných ploch je vytvořena v návaznosti na kvalitu podkladových dat buď automaticky, poloautomaticky nebo manuálně. V tomto případě se jednalo o poloautomatické zpracování. Mapa kategorizovaných ploch je dále používána jako základní vstupní datový zdroj pro řešení srážko-odtokového procesu.

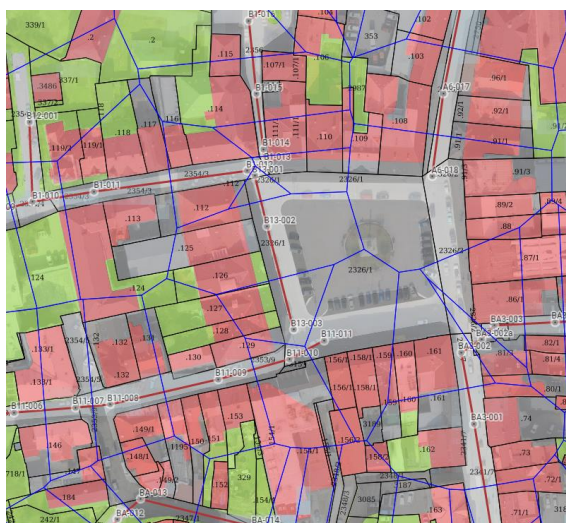


Obr. 6. Ukázka porovnání dat ortofotomapy (vlevo) a výsledné mapy kategorizovaných ploch (vpravo)
Dalším klíčovým zdrojem dat jsou data stokové a říční sítě. Jednotlivé šachty kanalizační sítě a body na úsecích říční sítě jsou pak používány jako míst pro soustředěný odtok dešťových vod z jednotlivých dílčích povodí. K tomu účelu je proto dále vytvořena datová vrstva dílčích povodí pro každou šachtu, ze které bude voda odtékat do takto definovaného bodu na stokové nebo říční síti (viz obr.).



Obr. 7. Ukázka vrstvy kategorizovaných ploch s vrstvou kanalizační sítě (vlevo) a dále s vrstvou dílčích povodí

Pro účely analýz budoucích scénářů rozvoje oblasti je dále využita vrstva katastrální mapy, která umožňuje vztahovat jednotlivé scénáře řešení k jednotkám parcel a vlastníků (viz. obr.).



Obr. 8. Ukázka vložení katastrální mapy do programu GONEW

Dalšími Informacemi potřebnými pro výpočet jsou velikosti počátečních ztrát pro jednotlivé druhy povrchu s předdefinovanými hodnotami podle literatury a dále informace o zvolené dešťové události (konstantní hodnota intenzity/blokový déšť nebo libovolný historický déšť).

POČÁTEČNÍ ZTRÁTY a CN

Změna odtokových parametrů:

materiál	smáčení	retence	infiltrace	Σmm	cn
střecha	0.2	1.5	0	1.7	95
asfalt/beton	0.5	2	0	2.5	91
dlažba	1	2.5	3	6.5	80
štěrk	1	3	5	9	73
zeleň	3	5	8	16	55
vodní plocha	100	0	0	100	30
les	2	3	15	20	45
svažitý les	3	4	12	19	47
louka	3	5	10	18	50
svažitá louka	3	4	8	15	57
pole	2	3	8	13	62
svažitě pole	1	2	7	10	72


[obnovit původní](#)

Vyberte z dříve uložených:

DĚŠŤ

(mm)
 (minut)

Hyetogram:

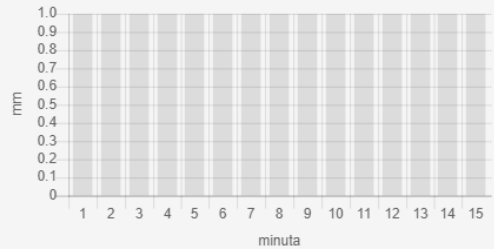


15 mm za 15 minut, konstantně 1 mm/min

Pro vlastní průběh nahrajte textový soubor z počítače:

Soubor nevybrán

Uložené serie:



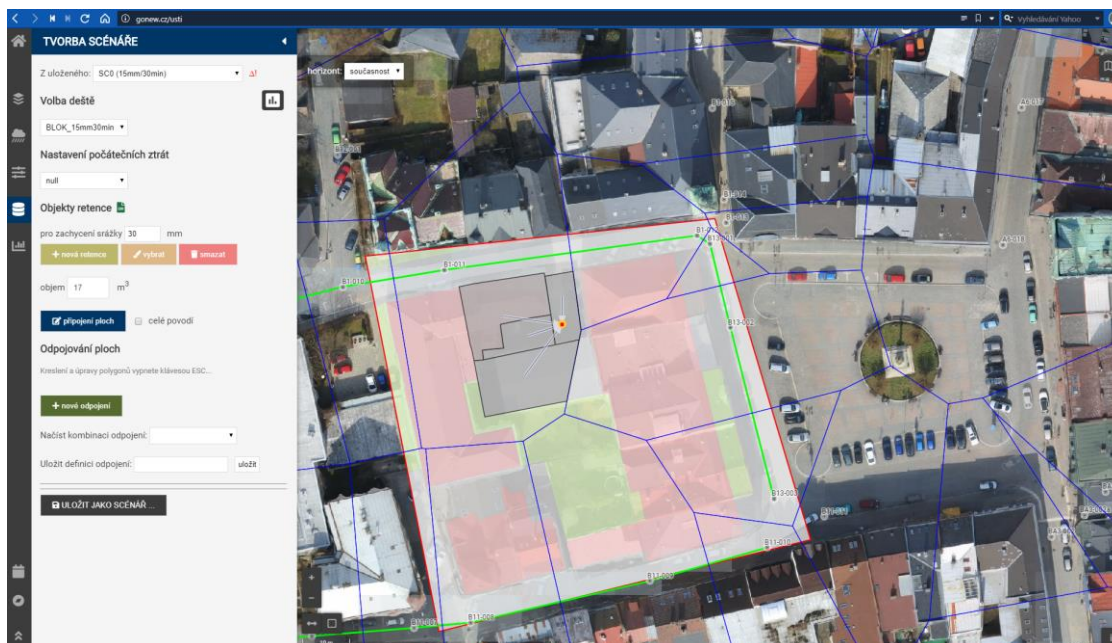
Faktor změny klimatu:

(srážka 15 mm)

Obr. 9. Dialog pro zadávaná hodnot počátečních ztrát a pro výběr dešťových událostí

Kombinací hodnot počátečních ztrát, velikosti deště a dané vrstvy kategorizovaných ploch je pak možno vytvářet scénáře řešení pro analýzu odtokových poměrů na dané oblasti.

Program dále umožňuje vkládání objektů lokální retence pro analýzy různých způsobů hospodaření s dešťovou vodou. Na lokální retence je možno připojit zvolené kategorizované plochy, ze kterých pak voda odtéká místo do kanalizace do této retence. Pro jednotlivé retence je možno vypočítat objem retenčního prostoru pro retenování odtoku z deště dané velikosti. Soubor podkladových map pak ulehčuje práci při umisťování jednotlivých objektů na povodí (viz. obr).



Obr. 10. Ukázka vložení lokální retence pro odvodnění souboru budov (šedá barva)

Tímto způsobem je možno definovat soubor lokálních retencí v intravilánu města v závislosti na zvolených kritériích (jako např. majetkové poměry) nebo definovat lokální retence přímo v zájmových lokalitách města.

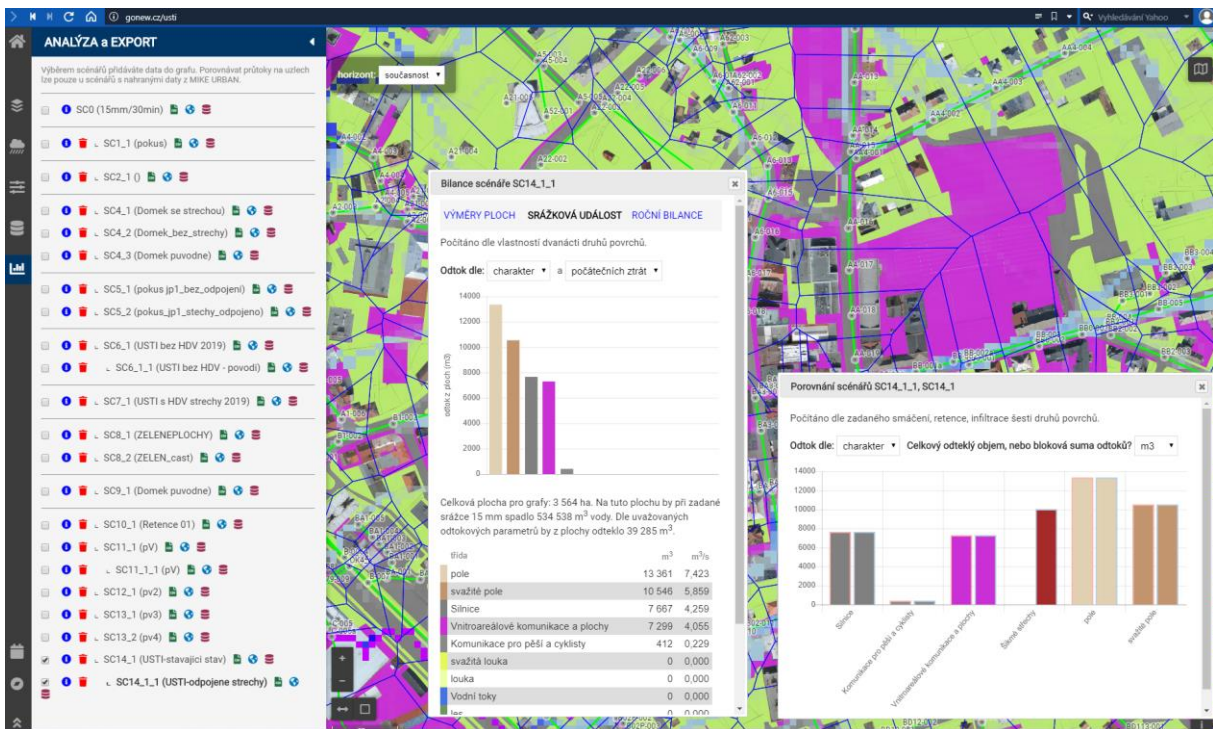
Obdobným způsobem jako v intravilánu je možno postupovat i v extravilánu města. S přihlédnutím k morfologii terénu a velikosti odvodňovaného území je možno vkládat objekty suchých poldrů pro zachycení srážkového odtoku z definovaných srážkových událostí.



Obr. 11. Ukázka vložení objektu suchého poldru pro odvodnění povodí v extravilánu (šedá barva)

Uvedeným způsobem je možno v programovém prostředí GONEW definovat různé scénáře odvodnění a hospodaření s dešťovou vodou pro následné analýzy odtokových poměrů.

Analýzy jsou prováděny jednak v rovině bilančních charakteristik povodí pro různé scénáře řešení a dále navržených HDV opatření v podobě lokálních retencí nebo suchých poldrů. Jednotlivé scénáře řešení lze vzájemně porovnávat z různých pohledů (výměry ploch, srážková událost, druhy povrchu, atd.). Výsledky je možno exportovat do programu MS Excel a dále jako SHAPE.



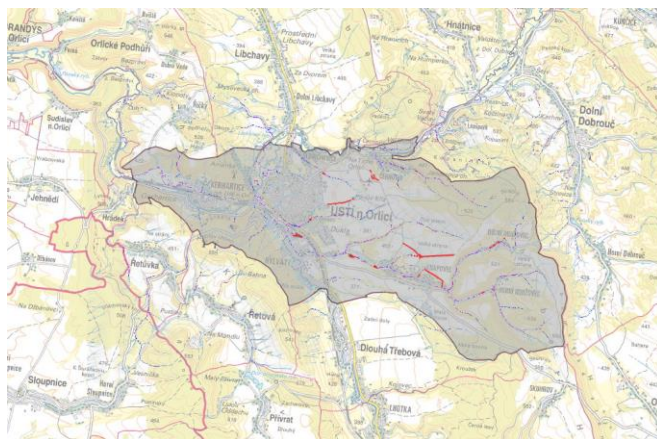
Obr. 12. Ukázka analytických možností programu GONEW

7. Podkladová data

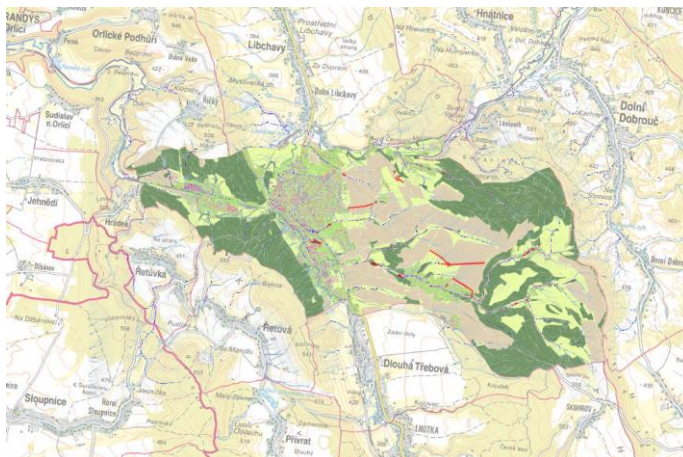
Pro zpracování Studie odtokových poměrů města Ústí nad Orlicí byly získány, pořízeny nebo vytvořeny následující datové sady.

7.1. Datové sady

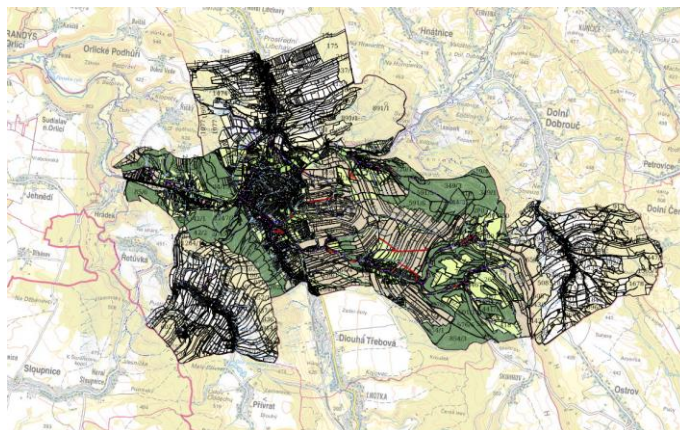
Mapa povodí zájmového území definuje rozsah a obsah celého řešení.



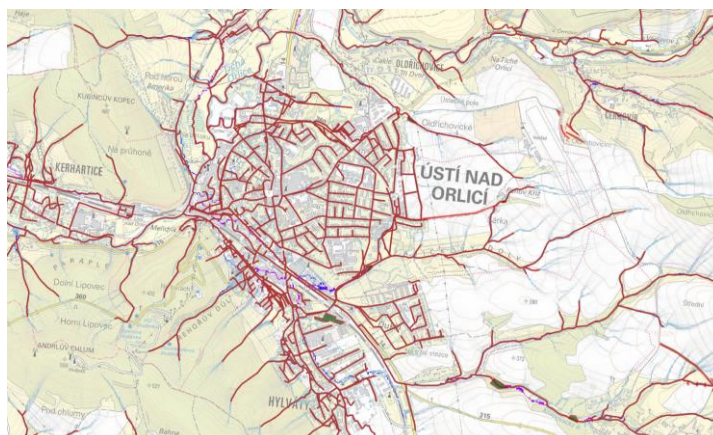
Vrstva kategorizovaných ploch byla nově vytvořena na oblasti celého povodí z podkladových dat zadavatele, vlastních zdrojů zpracovatele a z ostatních dostupných informací na internetu.



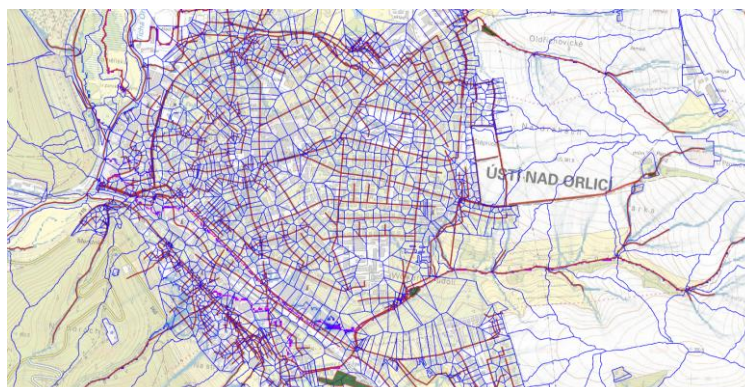
Data z katastru nemovitostí byla získána od zadavatele spolu s atributovou tabulkou určující vlastníka jednotlivých parcel a objektů. Tato datová vrstva byla použita pro analýzy odpojení dešťových vod objektů ve vlastnictví Mu Ústí nad Orlicí.



Data kanalizační sítě byla získána z databáze simulačního modelu pro řešení generelu odvodnění města. Vrstva obsahuje data stokových úseků s jejich atributy (materiál, DN, atd.) a data šachet s jejich atributy (výška poklopu, výška dna šachty, atd.). Data říční sítě byla digitalizovaná poloautomaticky na základě morfologie terénu, sklonitosti a informací od zadavatele.



Data povodí v intravilánu a v extravilánu byla vytvořena pomocí metody Voroniových polygonů a to tak, aby každá šachta získala své dílčí povodí.



8. Hydrologické parametry výpočtu

8.1. Návrhové deště

Zpracování návrhových dešťů pro SOP Ústí nad Orlicí je opřeno o níže uvedenou tabulku náhradních intenzit blokových dešťů používanou ve vodohospodářské praxi.

N	1	0.5	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
T [min]	[l/s/ha]	[l/s/ha]	[l/s/ha]	[l/s/ha]	[l/s/ha]	[l/s/ha]	[l/s/ha]
10	160	205	263	308	352	440	495
15	130	170	210	247	285	354	400
20	107	140	173	204	236	297	337
25	90	116.5					
30	78	100	127	153	178	225	256
35	68.5	88.5					
40	61.5	79	104	124	144	182	208
45	56	71.5					
50	51.5	66	87.2	104.5	121	156	176
55	47.5	60.8					
60	44	55.4	75.9	91.1	106.7	133	152
70	39	50					
80	35	44.7					
90	32	40.4	55.2	65.4	76.8	96.2	110
100	29.5	37					

Tab. 4. Tabulka náhradních intenzit blokových dešťů různé periodicity a doby trvání v [l/s/ha]

Tato tabulka byla pro účely projektu převedena z jednotek „litry za sekundu na hektar“ na jednotky „milimetry“ celkového srážkového úhrnu deště.

N	1	0.5	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
T [min]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
10	9.6	12.3	15.78	18.48	21.12	26.4	29.7
15	11.7	15.3	18.9	22.23	25.65	31.86	36
20	12.84	16.8	20.76	24.48	28.32	35.64	40.44
25	13.5	17.475					
30	14.04	18	22.86	27.54	32.04	40.5	46.08
35	14.385	18.585					
40	14.76	18.96	24.96	29.76	34.56	43.68	49.92
45	15.12	19.305					
50	15.45	19.8	26.16	31.35	36.3	46.8	52.8
55	15.675	20.064					

60	15.84	19.944	27.324	32.796	38.412	47.88	54.72
70	16.38	21					
80	16.8	21.456					
90	17.28	21.816	29.808	35.316	41.472	51.948	59.4
100	17.7	22.2					

Tab. 5. Tabulka náhradních intenzit blokových dešťů různé periodicity a doby trvání v [mm]

Zpracovatel a zadavatel odsouhlasili použití následujících zatěžovacích dešťů podle jejich významu a účelu.

	N	T	i	i
Vybrane deště	[1]	[min]	[mm]	[l/s/ha]
A. Návrhový dešť pro návrh jednotné kanalizace	2	15	15.3	170
B. Návrhový dešť pro určení objemů retencí v intravilánu	10	30	27.54	153
C. Návrhový dešť pro určení objemů retencí v extravilánu	20	60	38.412	106.7

Tab. 6. Zvolené blokové deště pro zpracování SOP Ústí nad Labem

Návrhový blokový dešť A má dobu opakování 2 roky, trvání deště je 15 minut a jeho intenzita 15,3mm respektive 170 l/s/ha. Tento dešť je použit pro stanovení parametrů celkové bilance odtokových poměrů na povodí katastrálního území Ústí nad Orlicí.

Návrhový blokový dešť B má dobu opakování 10 let, trvání deště je 30 minut a jeho intenzita 27,5mm respektive 153 l/s/ha. Tento dešť je použit pro koncepční dimenzování lokálních retencí v intravilánu města. Dále je dešť použit pro analýzu celkové bilance odtokových poměrů na povodí katastrálního území Ústí nad Orlicí.

Návrhový blokový dešť C má dobu opakování 20 let, trvání deště je 60 minut a jeho intenzita 38,4mm respektive 170 l/s/ha. Tento dešť je použit pro koncepční dimenzování poldrů v extravilánu města. Dále je dešť použit pro analýzu celkové bilance odtokových poměrů na povodí katastrálního území Ústí nad Orlicí.

8.2. Počáteční ztráty

Hodnoty počáteční ztráty pro jednotlivé druhy materiálů představují informaci o retenční kapacitě povodí. Tyto hodnoty představují objem vody v milimetrech, který je k dispozici na daném povrchu pro přirozené zadržení vody na povrchu před tím, než dojde k jeho odtoku po povrchu do recipientu nebo do kanalizace. Počáteční ztráty jsou v literatuře popisovány jako součet pří hydrologických jevů a sice smáčení daného povrchu, retence v nerovnostech daného povrchu a konečně infiltrace z daného povrchu do podloží. Teprve po naplnění těchto vodních rezervoárů dochází k odtoku po povrchu. Hodnoty počátečních ztrát byly převzaty pro výpočet SOP Ústí nad Orlicí z literatury podle následující tabulky.

MATERIAL	Smáčení	retence	infiltrace	celkem
Střecha	0.2	1.5	0	1.7
asfalt/beton	0.5	2	0	2.5
dlažba	1	2.5	3	6.5
šterk	1	3	5	9
zeleň	3	5	8	16
vodní plocha	100	0	0	100
les	2	3	15	20
svažitý les	3	4	12	19
louka	3	5	10	18
svažitá louka	3	4	8	15
pole	2	3	8	13
svažitě pole	1	2	7	10

Tab. 7. Tabulka počátečních ztrát jednotlivých typů povrchů

8.3. Kategorizace povodí

Zpracování vstupních informací a dat do podoby vrstvy kategorizovaných ploch umožňuje poměrně přesné stanovení podílu jednotlivých ploch na katastrálním území Ústí nad Orlicí. Parametry hydrologického popisu povodí pro stávající stav jsou presentovány v následující tabulce.

Hodnocení dle Kategorizace	PLOCHA	Podíl
třída	ha	%
les	1283.9	35,3
pole	879	24,2
louka	754.5	20,7
Zeleň	510.8	14,0
Komunikace a zpevněné plochy	124.6	3,4

Sřechy	75.5	2,1
Vodní plochy	10.9	0,3

3639.2

Hodnoceni dle charakteru	PLOCHA	Podíl
třída	ha	%
svažitý les	1011.7	27,8
pole	668	18,4
Zatrávněné plochy	490.5	13,5
svažitá louka	467.4	12,8
louka	287.1	7,9
les	272.2	7,5
svažité pole	210.9	5,8
Šikmé sřechy	75.5	2,1
Silnice	61.3	1,7
Vnitroareálové komunikace a plochy	58.4	1,6
Parky	20.3	0,6
Vodní toky	8.6	0,2
Komunikace pro pěší a cyklisty	4.9	0,1
Rybníky	2.3	0,1

Hodnoceni dle Materiálu	PLOCHA	Podíl
třída	ha	%
svažitý les	1011.6	27,8
pole	668	18,4
Tráva	490.5	13,5
svažitá louka	467.4	12,8
louka	287.1	7,9
les	272.2	7,5
svažité pole	210.9	5,8
Asfalt	119.7	3,3
Nepropustné (inertní) sřechy	75.5	2,1
Vodní plocha	31.2	0,9
Dlažba (beton či keramika)	4.7	0,1
Šterk	0.2	0,0

Tab. 8. Tabulka složení jednotlivých druhů povrchů na povodí katastrálního území Ústí nad Labem

9. Vyhodnocení odtokových poměrů za stávajícího stavu

Pro stávající stav byla provedena analýza srážkového odtoku z jednotlivých druhů povrchů pro zvolené návrhové srážky N02, N10 a N20. analýza je provedena jednak pro celé povodí katastrálního území Ústí nad Orlicí a dále odděleně pro povodí intravilánu města a okolních obcí a pro povodí extravilánu. Důvodem pro tyto oddělené analýzy je jejich vztah k výhledovému řešení, které je navrženo pro intravilán a extravilán v odlišných proporcích a bilancování některých opatření (na příklad vlivu lokálních retencí v intravilánu města) ve vztahu k celému povodí zájmové oblasti by bylo překryto objemy vod z celého povodí. V následujících podkapitolách je odděleně provedena analýza odtokových poměrů pro celé povodí a dále pro intravilán a extravilán zájmové oblasti.

9.1. Odtokové poměry na celém povodí zájmové oblasti

Celková plocha oblasti pro výpočet odtoku je 3 639 ha. Na tuto plochu by při zadané srážce N02 (15.3 mm) dopadlo 556 000 m³ vody. Dle uvažovaných odtokových parametrů počátečních ztrát byl z této plochy vyprodukován odtok 53 965 m³. Při zadané srážce N10 (27.6 mm) pak dopadlo na povodí 1 004 387 m³ vody. A byl generován odtok 436 327 m³. Při srážce N20 (38.4 mm) dopadlo na povodí 1 397 408 m³ vody z plochy odteklo 825 980 m³. Porovnání tří dešťových událostí (zvolených návrhových dešťů) z pohledu vyprodukovaného srážkového odtoku je presentováno v následující tabulce.

Ústí nad Orlicí - Navrhovy dest kanalizace N=2			Ústí nad Orlicí - desetiletý dest N=10			Ústí nad Orlicí - dest N=20		
Blok 15.3 mm / 15minut - 170 [l/s/ha]			Blok 27.5mm / 30minut - 153 [l/s/ha]			Blok 38.4 mm / 60minut - 106 [l/s/ha]		
Stávající stav - SC01_1 (UNO-SS-N02)-15.3 mm			Stávající stav - SC1_1_ (UNO-SS-N10)-27.5 mm			Stávající stav - SC1_1_2 (UNO-SS-N20)-38.4 mm		
Hodnocení dle Kategorizace	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle Kategorizace	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle Kategorizace	OBJEM	PRUTOK
třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s
Komunikace a zpevněné plochy	15752	17.502	Komunikace a zpevněné plochy	31081	17.267	Komunikace a zpevněné plochy	44541	12.373
Les	0	0	Les	107689	59.827	Les	246345	68.429
Louka	1402	1.558	Louka	86453	48.029	Louka	167939	46.65
Pole	26544	29.493	Pole	134656	74.809	Pole	229584	63.773
Střechy	10268	11.409	Střechy	19554	10.863	Střechy	27708	7.697
Vodní plochy	0	0	Vodní plochy	0	0	Vodní plochy	0	0
Zeleň	0	0	Zeleň	56894	31.608	Zeleň	109864	30.518

Hodnocení dle charakteru	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle charakteru	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle charakteru	OBJEM	PRUTOK
třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s
Komunikace pro pěší a cyklisty	427	0.474	Komunikace pro pěší a cyklisty	1030	0.572	Komunikace pro pěší a cyklisty	1560	0.433
les	0	0	les	20687	11.493	les	50085	13.912

louka	0	0	louka	27565	15.314	louka	58575	16.271
pole	15365	17.072	pole	97535	54.186	pole	169684	47.134
Rybníky	0	0	Rybníky	0	0	Rybníky	0	0
Silnice	7851	8.723	Silnice	15395	8.553	Silnice	22019	6.116
svažitá louka	1402	1.558	svažitá louka	58888	32.716	svažitá louka	109364	30.379
svažitě pole	11178	12.42	svažitě pole	37121	20.623	svažitě pole	59900	16.639
svažitý les	0	0	svažitý les	87002	48.334	svažitý les	196260	54.517
Šikmé střechy	10268	11.409	Šikmé střechy	19554	10.863	Šikmé střechy	27708	7.697
Vnitroareálové komunikace a plochy	7474	8.305	Vnitroareálové komunikace a plochy	14656	8.142	Vnitroareálové komunikace a plochy	20963	5.823
Vodní toky	0	0	Vodní toky	0	0	Vodní toky	0	0
Zatravněné plochy	0	0	Zatravněné plochy	56894	31.608	Zatravněné plochy	109864	30.518

Hodnocení dle Materiálu	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle Materiálu	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle Materiálu	OBJEM	PRUTOK
třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s
Asfalt	15325	17.028	Asfalt	30051	16.695	Asfalt	42982	11.939
Dlažba (beton či keramika)	416	0.462	Dlažba (beton či keramika)	997	0.554	Dlažba (beton či keramika)	1508	0.419
les	0	0	les	20687	11.493	les	50085	13.912
louka	0	0	louka	27565	15.314	louka	58575	16.271
Nepropustné (inertní) střechy	10268	11.409	Nepropustné (inertní) střechy	19554	10.863	Nepropustné (inertní) střechy	27708	7.697
pole	15365	17.072	pole	97535	54.186	pole	169684	47.134
svažitá louka	1402	1.558	svažitá louka	58888	32.716	svažitá louka	109364	30.379
svažitě pole	11178	12.42	svažitě pole	37121	20.623	svažitě pole	59900	16.639
svažitý les	0	0	svažitý les	87002	48.334	svažitý les	196260	54.517
Štěrka	11	0.012	Štěrka	33	0.018	Štěrka	52	0.014
Tráva	0	0	Tráva	56894	31.608	Tráva	109864	30.518
Vodní plocha	0	0	Vodní plocha	0	0	Vodní plocha	0	0

Tab. 9. Výsledky analýzy stávajícího stavu pro jednotlivé druhy povrchů a zvolené srážky na celém povodí

Z výsledků bilančních analýz stávajícího stavu vyplývá, že celková retenční kapacita povodí katastrálního území Ústí nad Labem je přibližně 550 000 m³. Tento objem vody je v principu absorbován na povodí před tím, než dojde k celkovému odtoku. Přitom samozřejmě z jednotlivých druhů povrchů dochází k odtoku podle jejich retenční kapacity.

9.2. Odtokové poměry v intravilánu města o obcí zájmového území

Dále byla provedena bilanční analýza odtokových poměrů z intravilánu oblasti. Celková plocha intravilánu pro výpočet odtoku je 722 ha. Na tuto plochu by při zadané srážce N02 (15.3 mm) dopadlo 110 000 m³ vody. Dle uvažovaných odtokových parametrů počátečních ztrát byl z této plochy vyprodukován odtok 26 000 m³. Při zadané srážce N10 (27.6 mm) pak dopadlo na povodí 199 200 m³ vody a byl generován odtok 107 500 m³. Při srážce N20 (38.4 mm) dopadlo na povodí 277 000 m³ vody z plochy odtoklo 182 000 m³. Porovnání tří dešťových událostí (zvolených návrhových dešťů) z pohledu vyprodukovaného srážkového odtoku je presentováno v následující tabulce.

Ústí nad Orlicí - Navrhovy dest kanalizace N=2			Ústí nad Orlicí - desetiletý dest N=10			Ústí nad Orlicí - dest N=20		
Blok 15.3 mm / 15minut - 170 [l/s/ha]			Blok 27.5mm / 30minut - 153 [l/s/ha]			Blok 38.4 mm / 60minut - 106 [l/s/ha]		
Stávající stav - SC1_2 (UNO-SS-N02-IN)-15.3 mm			Stávající stav - SC1_1_3 (UNO-SS-N10-IN)-27.5 mm			Stávající stav - SC1_1_4 (UNO-SS-N20-IN) -38.4 mm		
Hodnocení dle Kategorizace	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle Kategorizace	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle Kategorizace	OBJEM	PRUTOK
třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s
Komunikace a zpevněné plochy	15752	17.502	Komunikace a zpevněné plochy	31081	17.267	Komunikace a zpevněné plochy	44541	12.373
Střechy	10268	11.409	Střechy	19554	10.863	Střechy	27708	7.697
Vodní plochy	0	0	Vodní plochy	0	0	Vodní plochy	0	0
Zeleň	0	0	Zeleň	56894	31.608	Zeleň	109864	30.518
26020			107529			182113		
Hodnocení dle charakteru	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle charakteru	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle charakteru	OBJEM	PRUTOK
třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s
Komunikace pro pěší a cyklisty	427	0.474	Komunikace pro pěší a cyklisty	1030	0.572	Komunikace pro pěší a cyklisty	1560	0.433
Rybníky	0	0	Rybníky	0	0	Rybníky	0	0
Silnice	7851	8.723	Silnice	15395	8.553	Silnice	22019	6.116
Šikmé střechy	10268	11.409	Šikmé střechy	19554	10.863	Šikmé střechy	27708	7.697
Vnitroareálové komunikace a plochy	7474	8.305	Vnitroareálové komunikace a plochy	14656	8.142	Vnitroareálové komunikace a plochy	20963	5.823
Vodní toky	0	0	Vodní toky	0	0	Vodní toky	0	0
Zatravňené plochy	0	0	Zatravňené plochy	56894	31.608	Zatravňené plochy	109864	30.518
Hodnocení dle Materiálu	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle Materiálu	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle Materiálu	OBJEM	PRUTOK
třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s
Asfalt	15325	17.028	Asfalt	30051	16.695	Asfalt	42982	11.939
Dlažba (beton či keramika)	416	0.462	Dlažba (beton či keramika)	997	0.554	Dlažba (beton či keramika)	1508	0.419
Nepropustné (inertní) střechy	10268	11.409	Nepropustné (inertní) střechy	19554	10.863	Nepropustné (inertní) střechy	27708	7.697
Štěrky	11	0.012	Štěrky	33	0.018	Štěrky	52	0.014
Tráva	0	0	Tráva	56894	31.608	Tráva	109864	30.518
Vodní plocha	0	0	Vodní plocha	0	0	Vodní plocha	0	0

Tab. 10. Výsledky analýzy stávajícího stavu pro jednotlivé druhy povrchů a zvolené srážky na intravilánu

Z výsledků bilančních analýz stávajícího stavu vyplývá, že celková retenční kapacita intravilánu katastrálního území Ústí nad Labem je přibližně 90 000 m³. Tento objem vody je v principu absorbován na povodí před tím, než dojde k celkovému odtoku. Přitom samozřejmě z jednotlivých druhů povrchů dochází k odtoku podle jejich retenční kapacity.

9.3. Odtokové poměry v extravilánu zájmového území

Dále byla provedena bilanční analýza odtokových poměrů z extravilánu oblasti. Celková plocha extravilánu pro výpočet odtoku je 2 917 ha. Na tuto plochu by při zadané srážce N02 (15.3 mm) dopadlo 446 000 m³ vody. Dle uvažovaných odtokových parametrů počátečních ztrát byl z této plochy vyprodukován odtok 27 000 m³. Při zadané srážce N10 (27.6 mm) pak dopadlo na povodí 805 000 m³ vody a byl generován odtok 328 500 m³. Při srážce N20 (38.4 mm) dopadlo na povodí 1 120 000 m³ vody z plochy odteklo 643 000 m³. Porovnání tří dešťových událostí (zvolených návrhových dešťů) z pohledu vyprodukovaného srážkového odtoku je presentováno v následující tabulce.

Ústí nad Orlicí - Navrhovy dest kanalizace N=2			Ústí nad Orlicí - desetiletý dest N=10			Ústí nad Orlicí - dest N=20		
Blok 15.3 mm / 15minut - 170 [l/s/ha]			Blok 27.5mm / 30minut - 153 [l/s/ha]			Blok 38.4 mm / 60minut - 106 [l/s/ha]		
Stávající stav - SC1_1_5 (UNO-SS-N02-EX)-15.3			Stávající stav - SC1_1_6 (UNO-SS-N10-EX)-27.6			Stávající stav - SC1_1_7 (UNO-SS-N20-EX)-38.4		
Hodnocení dle Kategorizace	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle Kategorizace	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle Kategorizace	OBJEM	PRUTOK
Třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s
Les	0	0	Les	107689	59.827	Les	246345	68.429
Louka	1402	1.558	Louka	86453	48.029	Louka	167939	46.65
Pole	26544	29.493	Pole	134656	74.809	Pole	229584	63.773
27946			328798			643868		
Hodnocení dle charakteru	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle charakteru	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle charakteru	OBJEM	PRUTOK
třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s
les	0	0	les	20687	11.493	les	50085	13.912
louka	0	0	louka	27565	15.314	louka	58575	16.271
pole	15365	17.072	pole	97535	54.186	pole	169684	47.134
svažitá louka	1402	1.558	svažitá louka	58888	32.716	svažitá louka	109364	30.379
svažitě pole	11178	12.42	svažitě pole	37121	20.623	svažitě pole	59900	16.639
svažitý les	0	0	svažitý les	87002	48.334	svažitý les	196260	54.517
Hodnocení dle Materiálu	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle Materiálu	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle Materiálu	OBJEM	PRUTOK
třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s
les	0	0	les	20687	11.493	les	50085	13.912
louka	0	0	louka	27565	15.314	louka	58575	16.271
pole	15365	17.072	pole	97535	54.186	pole	169684	47.134
svažitá louka	1402	1.558	svažitá louka	58888	32.716	svažitá louka	109364	30.379
svažitě pole	11178	12.42	svažitě pole	37121	20.623	svažitě pole	59900	16.639
svažitý les	0	0	svažitý les	87002	48.334	svažitý les	196260	54.517

Tab. 11. Výsledky analýzy stávajícího stavu pro jednotlivé druhy povrchů a zvolené srážky v extravilánu

Z výsledků bilančních analýz stávajícího stavu vyplývá, že celková retenční kapacita intravilánu katastrálního území Ústí nad Labem je přibližně 470 000 m³. Tento objem vody je v principu absorbován na povodí před tím, než dojde k celkovému odtoku. Přitom samozřejmě z jednotlivých druhů povrchů dochází k odtoku podle jejich retenční kapacity.

Celkový objem srážkové vody pro celé povodí extravilánu města Ústí nad Orlicí, která odeče po povrchu do recipientu je pro návrhový dešť N20 přibližně 640 000 m³. Tento objem vody představuje maximální možnou retenci, která by zajistila zachycení návrhového deště N20 v suchých poldrech.

Celkový pohled na bilance srážko-odtokových poměrů pro stávající stav povodí katastrálního území Ústí nad Orlicí je zpracován v následující tabulce. Tabulka sumarizuje celkové produkce srážkových vod, celkovou retenci na povodí a celkový odtok z povodí pro definované 3 srážkové události N02, N10 a N20.

Stávající stav	N02			N10			N20		
	Produkce	Retence	Odtok	Produkce	Retence	Odtok	Produkce	Retence	Odtok
[m ³]									
Celé povodí	556780	502814	53966	1004387	568060	436327	1397408	571427	825981
Intravilán	110431	84411	26020	199210	91681	107529	277161	95048	182113
Extravilán	446348	418402	27946	805177	476379	328798	1120247	476379	643868

Tab. 12. Bilance celkové produkce retence a odtoku srážkových vod pro stávající stav a zvolené deště

Z výsledků vyplývají následující závěry. Celková retenční kapacita povodí je přibližně 550 tis. m³, kapacita intravilánu dosahuje cca. 90 tis. m³ a retenční kapacita v extravilánu pak přibližně 470 tis. m³.

Cílem řešení výhledového stavu je tuto retenční kapacitu posílit v intravilánu a v extravilánu pomocí prvků HDV (lokální retence a suché poldry). Přitom omezení v intravilánu je definováno v podobě odpojení pouze střeš objektů ve vlastnictví MU Ústí nad Orlicí. V extravilánu takovéto omezení není stanoveno a je zde tedy proveden návrh respektující morfologické parametry a možnosti povodí.

9.4. Dlouhodobá vodní bilance

V rámci analýzy stávajícího stavu byla dále zpracována dlouhodobá vodohospodářská bilance na povodí pro rozmezí let 2005 až 2018. Výsledky bilance jsou presentovány v následující tabulce.

Rok	odtekle celkem m ³	min měsíc (m ³)	max měsíc (m ³)
2005	13562052.5	říjen	červenec
		(1 340 7)	(2 948 050 0)
2006	13262842.8	říjen	srpen
		(5 038 6)	(3 941 240 0)
2007	8556734.2	duben	leden
		(302 0)	(2 815 610 0)
2008	9156581.2	únor	červen
		(23 611 0)	(2 268 450 0)
2009	8688528.6	duben	červenec
		(12 216 2)	(3 602 350 0)
2010	14011324.3	listopad	květen
		(97 645 2)	(3 799 280 0)
2011	8593114.9	listopad	červenec
		(12 012 1)	(2 421 960 0)
2012	7021828.1	listopad	září
		(85 919 1)	(1 895 820 0)
2013	8783895.3	červenec	srpen
		(7 762 6)	(2 973 610 0)
2014	9724643.9	říjen	září
		(5 146 1)	(3 187 220 0)
2015	8619026.3	únor	srpen
		(12 081 1)	(2 848 280 0)
2016	4923160.9	leden	březen
		(35 142 8)	(851 370 0)
2017	8285249.4	prosinec	říjen
		(62 883 1)	(2 248 270 0)
2018	3806568.2	únor	prosinec
		(19 028 0)	(2 220 420 0)

Tab. 13. Dlouhodobá vodní bilance na povodí zájmového území

10. Návrh opatření výhledového stavu

Návrh výhledového hospodaření s vodou v katastrálním území Ústí nad Orlicí je možno rozdělit do dvou odlišných oblastí a sice použití intravilánu a extravilánu.

- V intravilánu města je cílem HDV zajištění lokálního hospodaření s dešťovou vodou pomocí lokálních retencí. Tyto retenční prostory mají být dimenzovány na objem srážkové vody z desetiletého deště o trvání 30 minut. S ohledem na možnosti technického a administrativního zajištění celého řešení je cílem prací provést analýzu odpojení srážkových vod ze střech všech budov ve vlastnictví městského úřadu. Jedná se o několik desítek objektů v intravilánu města, pro které je proveden předběžný koncepční návrh jejich retenčních objemů a umístění.
- V extravilánu města je potom základním problémem objem vod přitékajících z polí, luk a lesů. Pro řešení HDV v extravilánu je proto třeba hledat možnosti pro umístění suchých poldrů, jejichž dimenzování má být provedeno na dvacetiletý déšť o trvání 60 minut. V oblasti extravilánu města je tedy předběžně identifikováno několik objektů suchých poldrů, pro které je definována předběžná velikost objemu zadržovaných vod a lokalita.

10.1. Návrh opatření v intravilánu

Návrh opatření výhledového stavu v intravilánu je opřen o požadavek zadavatele, aby došlo k odpojení všech střešních svodů na nemovitostech ve vlastnictví města Ústí nad Orlicí. Počet a umístění objektů v majetku města je zobrazen na následujícím obrázku.



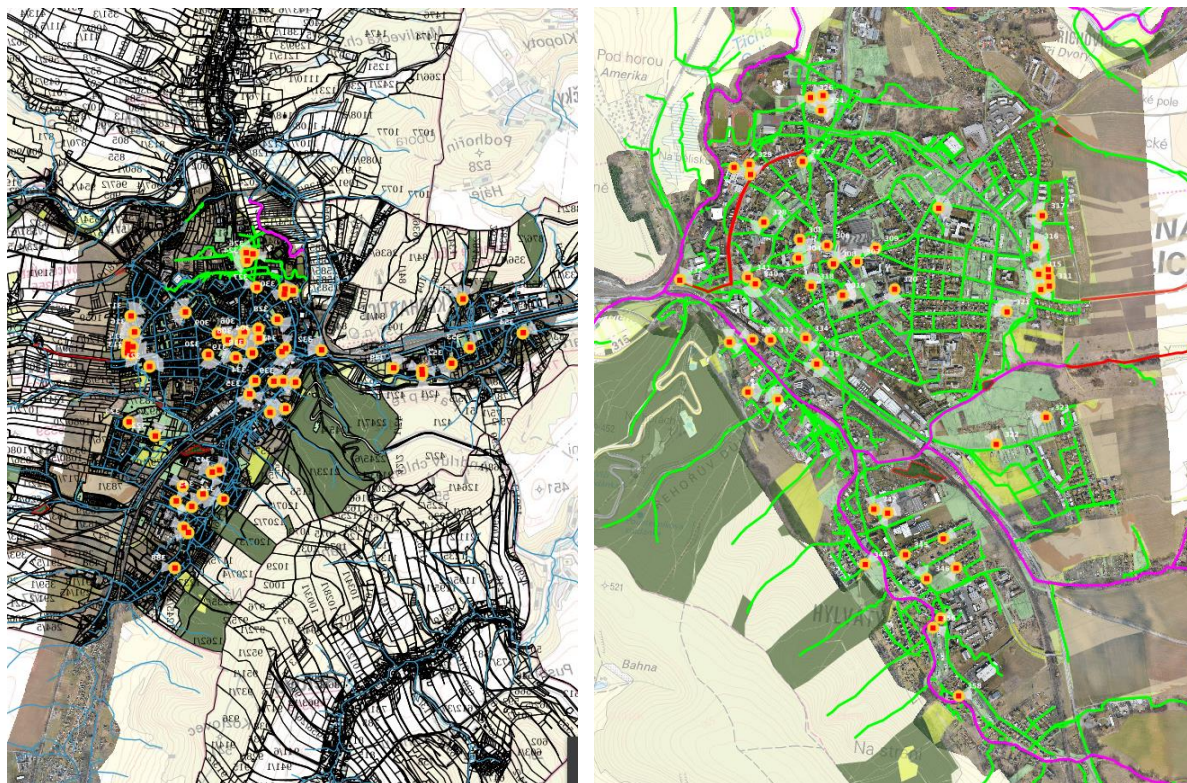
Obr. 13. Objekty v majetku města Ústí nad Orlicí – střechy pro odpojení (červená barva)

Přitom je třeba poznamenat, že ve značné míře jsou na parcelách v majetku města budovy, které nejsou v majetku města ale v majetku vlastníků bytových jednotek, jak je presentováno na následujícím obrázku.



Tab. 14. Ukázka parcel v majetku města a budovami v majetku SVJ

Zpracovatel na základě výběru nemovitostí v majetku MU Ústí nad Orlicí provedl návrh 55 lokálních retencí v intravilánu města Ústí nad Orlicí a to tak, aby dešťové vody ze střech těchto nemovitostí byly odvedeny místo kanalizace do lokálních retencí o objemu, který zajistí zadržení odtoku z 10letého deště o trvání 30 minut, intenzitě 153l/s/ha a celkovém srážkovém úhrnu 27,5mm. Následující obrázek znázorňuje umístění retencí v intravilánu města.



Obr. 14. Konceptní umístění plánovaných lokálních retencí v intravilánu města

Návrh lokálních retencí v intravilánu města je zpracován v následující tabulce. Číslo retence odpovídá číslu umístění opatření na mapě.

číslo retence	objem [m ³]	výměra[m ²]	parcely pod retencí	vlastník
304	6	245	st. 126	Město Ústí nad Orlicí
331	5	230	458/1	Město Ústí nad Orlicí
337	1	79	2172	Město Ústí nad Orlicí
310	11	442	2979	Město Ústí nad Orlicí
316	21	869	923/19	Město Ústí nad Orlicí
343	67	2676	1448	Město Ústí nad Orlicí
322	14	565	1090/2	Město Ústí nad Orlicí
349	9	369	93/10	Město Ústí nad Orlicí
325	7	286	2563/2	Město Ústí nad Orlicí
355	3	158	224/4	Město Ústí nad Orlicí
326	15	597	2563/2	Město Ústí nad Orlicí
317	21	865	923/60	Město Ústí nad Orlicí
332	7	280	2531/1	Město Ústí nad Orlicí
323	8	332	1090/6	Město Ústí nad Orlicí
338	7	311	61/8	Město Ústí nad Orlicí
344	1	45	1215/1	Město Ústí nad Orlicí
305	20	791	st. 114	Město Ústí nad Orlicí
311	10	434	923/132	Město Ústí nad Orlicí

350	6	259	st. 7/1	Město Ústí nad Orlicí
356	7	295	143/1	Město Ústí nad Orlicí
327	1	64	423/3	Město Ústí nad Orlicí
333	4	182	2393/1	Město Ústí nad Orlicí
339	10	424	60/7	Město Ústí nad Orlicí
306	4	174	st. 91/2	Město Ústí nad Orlicí
345	4	177	st. 167	Město Ústí nad Orlicí
312	10	434	923/131	Město Ústí nad Orlicí
351	2	107	250/4	Město Ústí nad Orlicí
318	10	406	318	Město Ústí nad Orlicí
357	3	150	139/2	Město Ústí nad Orlicí
324	49	1894	2563/2	Město Ústí nad Orlicí
307	5	232	1606/8	Město Ústí nad Orlicí
328	8	325	432/5	Město Ústí nad Orlicí
313	19	775	923/2	Město Ústí nad Orlicí
334	5	202	43/1	Město Ústí nad Orlicí
319	41	1654	289/1	Město Ústí nad Orlicí
340	12	504	43/29	Město Ústí nad Orlicí
346	6	265	862/1	Město Ústí nad Orlicí
352	9	369	244/1	Město Ústí nad Orlicí
358	6	268	192/1	Město Ústí nad Orlicí
314	10	433	923/278	Město Ústí nad Orlicí
329	7	297	461/9	Město Ústí nad Orlicí
308	68	2699	3128	Město Ústí nad Orlicí
320	16	651	1608/11	Město Ústí nad Orlicí
335	18	718	st. 1256	Město Ústí nad Orlicí
341	1	21	43/30	Město Ústí nad Orlicí
347	8	324	855/13	Město Ústí nad Orlicí
353	1	26	259/9	Město Ústí nad Orlicí
309	17	708	3170	Město Ústí nad Orlicí
330	11	448	459/3	Město Ústí nad Orlicí
315	21	840	923/2	Město Ústí nad Orlicí
336	10	411	2725/3	Město Ústí nad Orlicí
342	7	292	80/8	Město Ústí nad Orlicí
348	6	272	940/16	Město Ústí nad Orlicí
321	23	918	1623/7	Město Ústí nad Orlicí
354	6	251	07.V	Město Ústí nad Orlicí

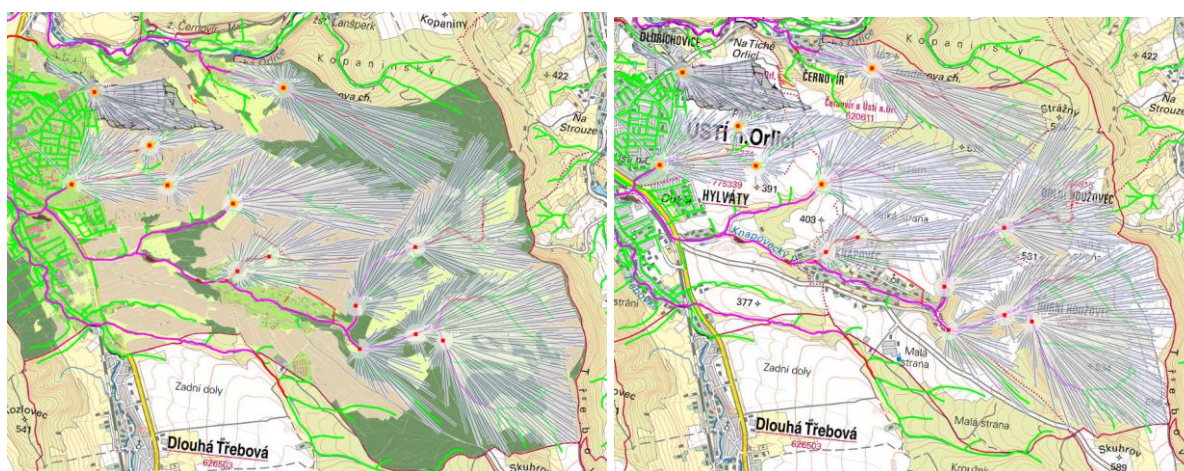
Tab. 15. Seznam lokálních retencí s jejich předběžné návrhové parametry

Celkem je tedy v intravilánu města možno umístit 55 lokálních retencí s celkovým objemem cca. 680 m³. Tento objem reprezentuje množství vody vzniklé na daných nemovitostech v důsledku příchodu 10letého deště o trvání 30 minut a intenzitě 153 l/s/ha.

10.2. Návrh opatření v extravilánu

Návrh opatření výhledového stavu v extravilánu je opřen o požadavek zadavatele, aby došlo k zajištění ochrany města před příchodem povodňové vlny z lokálních recipientů.

Zpracovatel provedl návrh 13 suchých poldrů v extravilánu města Ústí nad Orlicí a to tak, aby dešťové vody z povodí nad těmito poldry byly retardovány v objemu, který zajistí zadržení odtoku z 20letého deště o trvání 60 minut, intenzitě 106 l/s/ha a celkovém srážkovém úhrnu 38,4 mm. Následující obrázek znázorňuje umístění retencí v extravilánu města.



Obr. 15. Konceptní umístění plánovaných suchých poldrů v extravilánu města

Konceptní návrh suchých poldrů v extravilánu města je zpracován v následující tabulce. Číslo retence odpovídá číslu umístění opatření na mapě.

číslo retence	objem [m3]	výměra[m2]	parcela pod retencí	vlastník
372	40037	1745882	140/2	SJM Roller Jiří a Rollerová Romana
373	44741	1889003	652/1	Město Ústí nad Orlicí
374	42733	2010293	547/2	Česká republika ; Lesy České republiky, s.p.
375	18259	888377	1021	Česká republika ; Státní pozemkový úřad
376	20214	947223	876/1	Pardubický kraj ; Správa a údržba silnic Pardubického kraje
377	12149	497632	701/2	Bioprodukt Knapovec a.s.
378	16875	673574	715/1	Vacek Pavel
381	38235	1868688	674/1	Česká republika ; Lesy České republiky, s.p.
382	17082	713251	1837/1	Město Ústí nad Orlicí
383	5510	225833	2436/58	Město Ústí nad Orlicí
384	13252	554020	1080/2	Šafářová Eva

385	50044	2077204	825/1	Česká republika ; Státní statek Jeneč, státní podnik v likvidaci
386	10546	646774	497/1	Tesařová Hana

Tab. 16. Seznam identifikovaných suchých poldrů s jejich předběžné návrhové parametry

Celkem je tedy v extravilánu povodí identifikováno 13 suchých poldrů s celkovým objemem cca. 330 000 m³. Tento objem reprezentuje množství vody vzniklé na odvodněných částech povodí v důsledku průchodu 20letého deště o trvání 30 minut a intenzitě 106 l/s/ha. Umístění jednotlivých poldrů je předběžné a bez bližších hydrogeologických a morfologických analýz. Objem jednotlivých poldrů tak představuje maximální možný oteklý objem vod z jednotlivých podpovodí v extravilánu. Pro detailní umístění a stanovení objemu jednotlivých poldrů je navrženo provést další analýzy.

11. Vyhodnocení výhledového stavu

Vyhodnocení výhledového stavu bylo provedeno jednak pro celé povodí katastru Ústí nad Orlicí a dále pro intravilán města s ohledem na okolnost, že pro bilance celého povodí objemy lokálních retencí nepředstavují významný retenční objem. I pro výhledový stav byla provedena analýza srážkového odtoku z jednotlivých druhů povrchů pro zvolené návrhové srážky N02, N10 a N20. Výhledový stav byl definován jako stav, kdy dojde v intravilánu města k odpojení srážkového odtoku z odtokových ploch střech, které jsou ve vlastnictví městského úřadu MU Ústí nad Orlicí a kdy bude v extravilánu města vytvořen systém 13 suchých poldrů.

11.1. Odtokové poměry na celém povodí zájmové oblasti

Celková plocha oblasti pro výpočet odtoku je 3 639 ha. Na tuto plochu by při zadané srážce N02 (15.3 mm) dopadlo 556 000 m³ vody. Dle uvažovaných odtokových parametrů počátečních ztrát byl z této plochy vyprodukován odtok 36 000 m³. Při zadané srážce N10 (27.6 mm) pak dopadlo na povodí 1 004 000 m³ vody. A byl generován odtok 258 000 m³. Při srážce N20 (38.4 mm) dopadlo na povodí 1 397 000 m³ vody z plochy odteklo 495 000 m³. Porovnání tří dešťových událostí (zvolených návrhových dešťů) z pohledu vyprodukovaného srážkového odtoku je presentováno v následující tabulce.

Ústí nad Orlicí - Navrhovy dest kanalizace N=2			Ústí nad Orlicí - desetiletý dest N=10			Ústí nad Orlicí - dest N=20		
Blok 15.3 mm / 15minut - 170 [l/s/ha]			Blok 27.5mm / 30minut - 153 [l/s/ha]			Blok 38.4 mm / 60minut - 106 [l/s/ha]		
Výhledový stav - (SC11_1_1 (UNO-RET+POL-N02)-15.3			Výhledový stav - SC11_1_2 (UNO-RET+POL-N10) -27.6 mm			Výhledový stav - SC11_1_3 (UNO-RET+POL-N20)-38.4		
Hodnoceni dle Kategorizace	OBJEM	PRUTOK	Hodnoceni dle Kategorizace	OBJEM	PRUTOK	Hodnoceni dle Kategorizace	OBJEM	PRUTOK
třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s
Komunikace a zpevněné plochy	15158	16.842	Komunikace a zpevněné plochy	29909	16.616	Komunikace a zpevněné plochy	42914	11.921
Les	0	0	Les	60198	33.444	Les	139931	38.87
Louka	539	0.599	Louka	35582	19.768	Louka	72738	20.205
Pole	11571	12.857	Pole	62279	34.6	Pole	112509	31.253
Střechy	9519	10.577	Střechy	18172	10.095	Střechy	26053	7.237
Vodní plochy	0	0	Vodní plochy	0	0	Vodní plochy	0	0
Zeleň	0	0	Zeleň	52494	29.164	Zeleň	101621	28.228
36787			258634			495766		
Hodnoceni dle charakteru	OBJEM	PRUTOK	Hodnoceni dle charakteru	OBJEM	PRUTOK	Hodnoceni dle charakteru	OBJEM	PRUTOK

třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s
Komunikace pro pěší a cyklisty	411	0.456	Komunikace pro pěší a cyklisty	990	0.55	Komunikace pro pěší a cyklisty	1500	0.417
les	0	0	les	10951	6.084	les	27038	7.511
louka	0	0	louka	12959	7.199	louka	29468	8.186
pole	7880	8.756	pole	50023	27.79	pole	91962	25.545
Rybníky	0	0	Rybníky	0	0	Rybníky	0	0
Silnice	7286	8.096	Silnice	14288	7.938	Silnice	20485	5.69
svažitá louka	539	0.599	svažitá louka	22624	12.569	svažitá louka	43270	12.019
svažitě pole	3691	4.101	svažitě pole	12257	6.809	svažitě pole	20547	5.708
svažitý les	0	0	svažitý les	49247	27.36	svažitý les	112893	31.359
Šikmé střechy	9519	10.577	Šikmé střechy	18172	10.095	Šikmé střechy	26053	7.237
Vnitroareálové komunikace a plochy	7461	8.29	Vnitroareálové komunikace a plochy	14631	8.128	Vnitroareálové komunikace a plochy	20930	5.814
Vodní toky	0	0	Vodní toky	0	0	Vodní toky	0	0
Zatrávněné plochy	0	0	Zatrávněné plochy	52494	29.164	Zatrávněné plochy	101621	28.228

Tab. 17. Výsledky analýzy výhledového stavu pro jednotlivé druhy povrchů a zvolené srážky na celém povodí

Z výsledků analýz výhledového stavu vyplývá, že celková bilanční kapacita povodí katastrálního území Ústí nad Labem je přibližně 550 000 m³. Tento objem vody je v principu absorbován na povodí před tím, než dojde k celkovému odtoku. Přitom samozřejmě z jednotlivých druhů povrchů dochází k odtoku podle jejich retenční kapacity.

Porovnáním výsledků odtoků ze stávajícího a výhledového stavu lze konstatovat, že pro návrhovou srážku N10 bude třeba realizovat přibližně 950 m³ lokálních retencí s pomocí prvků HDV.

11.2. Odtokové poměry v intravilánu města a obcí zájmového území

Celková plocha intravilánu pro výpočet odtoku je 718 ha. Na tuto plochu by při zadané srážce N02 (15.3 mm) dopadlo 110 000 m³ vody. Dle uvažovaných odtokových parametrů počátečních ztrát byl z této plochy vyprodukován odtok 25 000 m³. Při zadané srážce N10 (27.6 mm) pak dopadlo na povodí 199 000 m³ vody. A byl generován odtok 106 000 m³. Při srážce N20 (38.4 mm) dopadlo na povodí 277 000 m³ vody z plochy odtoklo 181 000 m³. Porovnání tří dešťových událostí (zvolených návrhových dešťů) z pohledu vyprodukovaného srážkového odtoku je presentováno v následující tabulce.

Ústí nad Orlicí - Navrhový dest kanalizace N=2			Ústí nad Orlicí - desetiletý dest N=10			Ústí nad Orlicí - dest N=20		
Blok 15.3 mm / 15minut - 170 [l/s/ha]			Blok 27.5mm / 30minut - 153 [l/s/ha]			Blok 38.4 mm / 60minut - 106 [l/s/ha]		
Vyhledový stav - SC9_1_1 (UNO-VS-RET-N02-IN)-15.3			Vyhledový stav - SC9_1_2 (UNO-VS-RET-N10-IN)-27.6			Vyhledový stav - SC9_1_3 (UNO-VS-RET-N20-IN) -38.4		
Hodnocení dle Kategorizace	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle Kategorizace	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle Kategorizace	OBJEM	PRUTOK
třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s
Komunikace a zpevněné plochy	15752	17.502	Komunikace a zpevněné plochy	31081	17.267	Komunikace a zpevněné plochy	44541	12.373
Střechy	9887	10.986	Střechy	18872	10.484	Střechy	27026	7.507
Vodní plochy	0	0	Vodní plochy	0	0	Vodní plochy	0	0
Zeleň	0	0	Zeleň	56894	31.608	Zeleň	109864	30.518
25639			106847			181431		
Hodnocení dle charakteru	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle charakteru	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle charakteru	OBJEM	PRUTOK
třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s
Komunikace pro pěší a cyklisty	427	0.474	Komunikace pro pěší a cyklisty	1030	0.572	Komunikace pro pěší a cyklisty	1560	0.433
Rybníky	0	0	Rybníky	0	0	Rybníky	0	0
Silnice	7851	8.723	Silnice	15395	8.553	Silnice	22019	6.116
Šikmé střechy	9887	10.986	Šikmé střechy	18872	10.484	Šikmé střechy	27026	7.507
Vnitroareálové komunikace a plochy	7474	8.305	Vnitroareálové komunikace a plochy	14656	8.142	Vnitroareálové komunikace a plochy	20963	5.823
Vodní toky	0	0	Vodní toky	0	0	Vodní toky	0	0
Zatrávněné plochy	0	0	Zatrávněné plochy	56894	31.608	Zatrávněné plochy	109864	30.518
Hodnocení dle Materiálu	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle Materiálu	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle Materiálu	OBJEM	PRUTOK
třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s
Asfalt	15325	17.028	Asfalt	30051	16.695	Asfalt	42982	11.939
Dlažba (beton či keramika)	416	0.462	Dlažba (beton či keramika)	997	0.554	Dlažba (beton či keramika)	1508	0.419
Nepropustné (inertní) střechy	9887	10.986	Nepropustné (inertní) střechy	18872	10.484	Nepropustné (inertní) střechy	27026	7.507
Štěrky	11	0.012	Štěrky	33	0.018	Štěrky	52	0.014
Tráva	0	0	Tráva	56894	31.608	Tráva	109864	30.518
Vodní plocha	0	0	Vodní plocha	0	0	Vodní plocha	0	0

Tab. 18. Výsledky analýzy výhledového stavu pro jednotlivé druhy povrchů a zvolené srážky v intravilánu

Z výsledků analýz výhledového stavu a při porovnání výsledků se stávajícím stavem lze konstatovat, že plánované lokální retence v intravilánu města zadrží cca. 680 m³ dešťových vod což představuje 2,5% odteklých srážkových vod. K uvedenému je však nutno poznamenat, že lokální retence použité pro hospodaření s dešťovou vodou mají hlavní smysl pro dlouhodobou vodní bilanci na povodí.

11.3. Odtokové poměry v extravilánu zájmového území

Celková plocha extravilánu pro výpočet odtoku je 2 917 ha. Na tuto plochu by při zadané srážce N02 (15.3 mm) dopadlo 446 000 m³ vody. Dle uvažovaných odtokových parametrů počátečních ztrát byl z této plochy vyprodukován odtok 12 000 m³. Při zadané srážce N10 (27.6 mm) pak dopadlo na povodí 805 000 m³ vody. A byl generován odtok 158 000 m³. Při srážce N20 (38.4 mm) dopadlo na povodí 1 120 000 m³ vody z plochy odteklo 318 000 m³. Porovnání tří dešťových událostí (zvolených návrhových dešťů) z pohledu vyprodukovaného srážkového odtoku je presentováno v následující tabulce.

Ústí nad Orlicí - Navrhovy dest kanalizace N=2			Ústí nad Orlicí - desetiletý dest N=10			Ústí nad Orlicí - dest N=20		
Blok 15.3 mm / 15minut - 170 [l/s/ha]			Blok 27.5mm / 30minut - 153 [l/s/ha]			Blok 38.4 mm / 60minut - 106 [l/s/ha]		
Stávající stav - SC10_1_1 (UNO-POL-N02-EX)-15.3			Stávající stav - SC10_1_2 (UNO-POL-N10-EX)-27.6			Stávající stav - SC10_1_3 (UNO-POL-N20-EX)-38.4		
Hodnocení dle Kategorizace	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle Kategorizace	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle Kategorizace	OBJEM	PRUTOK
třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s
Les	0	0	Les	60198	33.444	Les	136801	38
Louka	539	0.599	Louka	35582	19.768	Louka	70426	19.563
Pole	11571	12.857	Pole	62279	34.6	Pole	110837	30.788
12110			158059			318064		
Hodnocení dle charakteru	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle charakteru	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle charakteru	OBJEM	PRUTOK
třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s
les	0	0	les	10951	6.084	les	26447	7.346
louka	0	0	louka	12959	7.199	louka	28738	7.983
pole	7880	8.756	pole	50023	27.79	pole	90722	25.2
svažitá louka	539	0.599	svažitá louka	22624	12.569	svažitá louka	41688	11.58
svažitě pole	3691	4.101	svažitě pole	12257	6.809	svažitě pole	20116	5.588
svažitý les	0	0	svažitý les	49247	27.36	svažitý les	110354	30.654
Hodnocení dle Materiálu	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle Materiálu	OBJEM	PRUTOK	Hodnocení dle Materiálu	OBJEM	PRUTOK
třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s	třída	m ³	m ³ /s
les	0	0	les	10951	6.084	les	26447	7.346
louka	0	0	louka	12959	7.199	louka	28738	7.983
Pole	7880	8.756	pole	50023	27.79	pole	90722	25.2
svažitá louka	539	0.599	svažitá louka	22624	12.569	svažitá louka	41688	11.58
svažitě pole	3691	4.101	svažitě pole	12257	6.809	svažitě pole	20116	5.588
svažitý les	0	0	svažitý les	49247	27.36	svažitý les	110354	30.654

Tab. 19. Výsledky analýzy výhledového stavu pro jednotlivé druhy povrchů a zvolené srážky v extravilánu

Z výsledků analýz výhledového stavu a při porovnání výsledků se stávajícím stavem lze konstatovat, že plánované objekty suchých poldrů v extravilánu města zadrží cca. 325 000 m³ dešťových vod

což představuje 50% odteklých srážkových vod. K uvedenému je však nutno poznamenat, že skutečnou velikost a umístění suchých poldrů bude třeba upřesnit na základě dalších studií a přesnějších znalostí geomorfologie a hydrogeologie terénu.

Celkový pohled na bilance srážko-odtokových poměrů pro výhledový stav povodí katastrálního území Ústí nad Orlicí po implementaci lokálních retencí a suchých poldrů je zpracován v následující tabulce. Tabulka sumarizuje celkové produkce srážkových vod, celkovou retenci na povodí a celkový odtok z povodí pro definované 3 srážkové události N02, N10 a N20.

Výhledový stav	N02			N10			N20		
	Produkce	Retence	Odtok	Produkce	Retence	Odtok	Produkce	Retence	Odtok
[m3]									
Celé povodí	556780	519993	36787	1004387	745753	258634	1397408	901642	495766
Intravilán	110431	84792	25639	199210	92363	106847	277161	95730	181431
Extravilán	446348	434238	12110	805177	647118	158059	1120247	802183	318064

Tab. 20. Bilance celkové produkce retence a odtoku srážkových vod pro výhledový stav a zvolené deště

Z výsledků vyplývají následující závěry. Celková retenční kapacita povodí se zvýšila na přibližně 900 tis. m³, kapacita intravilánu dosahuje cca. 91 tis. m³ a retenční kapacita v extravilánu pak přibližně 800 tis. m³. Tím je dosaženo očekávaného zvýšení celkové retenční kapacity na povodí katastrálního území Ústí nad Orlicí. Celkový objem odtoku z povodí klesnul zhruba o 40%, celková retence povodí se zvýšila o cca. 60%.

12. Závěry a doporučení

Zpracovatel provedl v rámci studie analýzu srážko-odtokových poměrů v katastrálním území města Ústí nad Orlicí. Analýza byla provedena pro stávající stav a pro výhledový návrhový stav, pro který byly se zadavatelem domluveny požadavky na odvodnění intravilánu pomocí lokálních retencí zajišťujících retenci srážkových vod u objektů ve vlastnictví MU Ústí nad Orlicí pro 10letý dešť a dále v extravilánu katastrálního území s pomocí soustavy suchých poldrů, pro jejichž retenční schopnost byla definována podmínka akumulace odtoku z 20letého deště.

Celkem bylo v rámci studie předběžně identifikováno 55 lokálních retencí v intravilánu města o celkové retenční kapacitě 680 m³. Dále bylo v extravilánu města identifikováno 13 suchých poldrů o celkové retenční kapacitě 325 000 m³. Přesné umístění a rozložení objemů retencí a poldrů bude třeba vyřešit v navazujících projektech.

Pro uvedené výhledové řešení odvodnění v oblastech Ústí nad Orlicí byla provedena srovnávací analýza odtokových poměrů před a po implementaci identifikovaných opatření. Z této analýzy vyplývá, že pro intravilán města specifikované prvky HDV nebudou znamenat radikální snížení objemů odteklých vod do kanalizace (pouze 2,5% redukce přímého odtoku z intravilánu) s ohledem na fakt, že pro odpojení střešních svodů byly použity pouze nemovitosti ve vlastnictví města (cca. 3,7 ha). Je zřejmé, že tento závěr by se významně změnil, pokud by pro odpojení bylo využito více objektů v intravilánu města. Na druhé straně je však nutno konstatovat, že prvky HDV v intravilánu měst jsou prioritně budovány pro nadlepení celkové hydrologické bilance v městě, a k tomu identifikované lokální retence jistě přispějí.

Naopak koncepční návrh soustavy suchých poldrů v extravilánu města má na celkové bilanci odtoku logicky výrazný vliv (až 50% redukce rychlého odtoku) a může významně přispět k ochraně celé oblasti proti důsledkům přívalových srážek. Je však třeba poznamenat, že předběžný návrh poldrů se detailně nezabýval morfologickými a hydrogeologickými poměry v povodí a pro další zpřesnění těchto koncepčních řešení je doporučeno provést další analýzy, které upřesní lokality poldrů a zkonkretizují jejich retenční kapacitu.

Studie byla zpracována firmou Aquaprocon sro. V roce 2019.