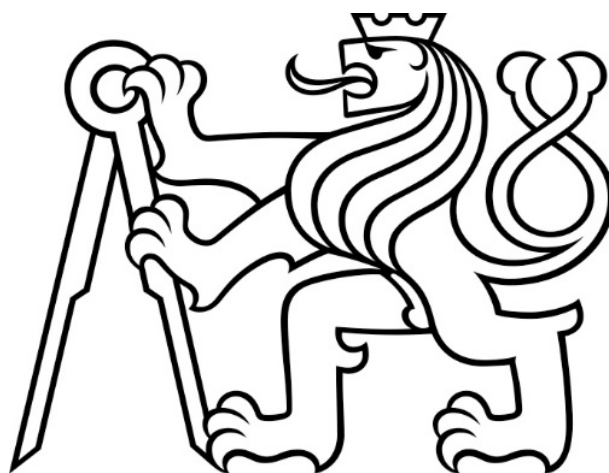


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA HYDROMELIORACÍ A KRAJINNÉHO INŽENÝRSTVÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Hospodaření se srážkovou vodou na vlastním pozemku – návrh zahradního jezírka,  
zelené střechy a akumulční dešťové nádrže**

Management of rainwater on own property – design of garden pond, green roof and rain  
storage tank

Autor: Tomáš Strachota

Vedoucí práce: Ing. Pavla Schwarzová, Ph. D.

Praha 2023



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
Fakulta stavební  
Tháškurova 7, 166 29 Praha 6



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Strachota</u>	Jméno: <u>Tomáš</u>	Osobní číslo: <u>494275</u>
Zadávatel katedra: <u>Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor/specializace: <u>Inženýrství životního prostředí</u>		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Hospodaření se srážkovou vodou na vlastním pozemku - návrh zahradního jezírka, zelené střechy a akumulační dešťové nádrže.</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Management of rainwater on own property - design of a garden pond, green roof and rain storage tank.</u>	
Pokyny pro vypracování: V teoretické části Vaší bakalářské práce zpracujte literární rešerši na téma zásady hospodaření se srážkovou vodou a jejich podchycení v legislativě ČR. Charakterizujte dotační titul Nová zelená úsporám a jeho aktuální podmínky. V praktické části navrhnete na zadaný pozemek akumulační nádrž na jímání srážkové vody, zahradní jezírko/biotop a zelenou střechu, v duchu architektury ohleduplné k životnímu prostředí.	
Konzultant: Ing. Petr Formánek	
Seznam doporučené literatury: TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami odborná literatura pro návrh zahradních jezírek/biotopů s přírodním čištěním Standardy pro navrhování, provádění a údržbu zelených střech, <a href="https://www.zelenestrechy.info/standardy-ke-stazeni">https://www.zelenestrechy.info/standardy-ke-stazeni</a> <a href="http://www.zelenastrecha.cz/">http://www.zelenastrecha.cz/</a> Nová zelená úsporám <a href="http://www.szuz.cz">www.szuz.cz</a> ČSN EN 18941-1 Zařízení pro využití nepitné vody na místě – Část 1: Zařízení pro využití srážkových vod.	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>Ing. Pavla Schwarzová, Ph.D.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>2.3.2023</u>	Termín odevzdání BP v IS KOS: <u>22.5.2023</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)



### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pouze za odborné asistence vedoucí práce Ing. Pavly Schwarzové, Ph. D. a konzultantů Ing. Petra Formánka a Ing. Jiřího Mrtky.

Dále prohlašuji, že veškeré informační zdroje, ze kterých jsem k vypracování této práce čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze dne .....

.....

Tomáš Strachota



## **Poděkování**

Rád bych poděkoval především vedoucí mé bakalářské práce, Ing. Pavle Schwarzové, Ph. D., za odborné vedení, poskytnuté rady, ochotu, pomoc a trpělivost v situacích, kterými jsem v rámci psaní práce prošel.

Dále děkuji Ing. Petru Formánkovi, za odborné rady, konzultace a kontroly při řešení problematiky této práce.

V neposlední řadě děkuji své rodině a blízkým, kteří mi po celou dobu této práce věřili a podporovali mě.



## Abstrakt

Bakalářská práce zpracovává problematiku hospodaření se srážkovou vodou na pozemku. Teoretická část práce obsahuje rešerši zásad hospodaření se srážkovou vodou a jejich podchycení v legislativě ČR, dotačního titulu Nová zelená úsporám a jeho aktuální podmínky a v neposlední řadě obsahuje rešerši pojmů zelená střecha, akumulční nádrž, koupací jezírko, vsakovací zařízení a architektury ohleduplné k životnímu prostředí. Praktická část se věnuje metodice výpočtů a návrhům objektů a zařízení na základě vybraných aspektů v duchu architektury ohleduplné k životnímu prostředí. Konec této části ekonomicky bilancuje navržené řešení a diskutuje nad přínosem.

**Klíčová slova:** srážková voda, akumulční nádrž, vsakovací zařízení, zelená střecha, koupací jezírko

## Abstract

This bachelor thesis analyses the issue of rainwater management on land. The theoretical part of the thesis consists of research into the fundamentals of rainwater management and their legislative backing in the Czech Republic; the subsidy initiative "Nová zelená úsporám" and its current conditions. Last but not least, this thesis consists of research of the concepts of green rooves, storage tanks, swimming ponds, seepage devices and environmentally friendly architecture. The practical part focuses on calculation methodology and the design of buildings and facilities based on selected aspects in the spirit of environmentally friendly architecture. The end of this part economically balances the proposed solutions and discusses possible benefits.

**Keywords:** rainwater, storage tank, seepage facility, green roof, swimming pond



## Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>ZÁSADY HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVOU VODOU A LEGISLATIVA V ČR</b> .....	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>DOTAČNÍ TITUL NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM A JEHO PODMÍNKY</b> .....	<b>14</b>
3.1	PODOBLAST D.2 – ZELENÉ STŘECHY.....	14
3.1.1	<i>Výše podpory</i> .....	15
3.1.2	<i>Podmínky pro podoblast D.2</i> .....	15
3.2	PODOBLAST D.3 – DEŠŤOVKA .....	15
3.2.1	<i>Výše podpory</i> .....	16
3.2.2	<i>Žadatelé</i> .....	16
3.2.3	<i>Podmínky pro hospodaření s dešťovou vodou, včetně jejího využití pro zálivku</i> .....	17
3.2.4	<i>Podmínky pro využívání dešťové a odpadní vody jako užitkové</i> .....	17
<b>4</b>	<b>DEFINICE POJMŮ</b> .....	<b>19</b>
4.1	ZELENÁ STŘECHA.....	19
4.1.1	<i>Dělení podle nároků na péči</i> .....	19
4.1.2	<i>Dělení podle přístupnosti</i> .....	20
4.1.3	<i>Dělení podle převažující funkce</i> .....	21
4.1.4	<i>Dělení podle skladby vegetačního souvrství</i> .....	21
4.1.5	<i>Dělení podle sklonu</i> .....	23
4.1.6	<i>Dělení podle polohy a prostorové vazby na okolní rostlý terén</i> .....	24
4.2	AKUMULAČNÍ NÁDRŽ .....	25



---

4.3	KOUPACÍ JEZÍRKO, BIOTOP, BIOBAZÉN .....	25
4.4	VSAKOVACÍ ZAŘÍZENÍ .....	28
4.4.1	<i>Povrchová vsakovací zařízení</i> .....	29
4.4.2	<i>Podzemní vsakovací zařízení</i> .....	30
4.4.3	<i>Kombinovaná vsakovací zařízení</i> .....	32
4.4.4	<i>Údržba vsakovacích zařízení</i> .....	33
4.5	ARCHITEKTURA OHLEDUPLNÁ K ŽIVOTNÍMU PROSTŘEDÍ.....	33
<b>5</b>	<b>POPIS ZÁMĚRU A VYBRANÉHO ÚZEMÍ.....</b>	<b>36</b>
5.1	VYMEZENÍ ZÁJMOMÉ OBLASTI .....	37
5.2	HYDROLOGICKÉ POMĚRY .....	38
5.3	MORFOLOGICKÉ POMĚRY .....	39
5.4	KLIMATICKÉ POMĚRY .....	41
5.5	GEOLOGICKÉ A PŮDNÍ POMĚRY .....	43
5.6	SLUČITELNOST S ÚZEMNÍM PLÁNEM.....	46
<b>6</b>	<b>POPIS CELKOVÉHO ŘEŠENÍ .....</b>	<b>53</b>
<b>7</b>	<b>NÁVRH ZELENÉ STŘECHY .....</b>	<b>55</b>
<b>8</b>	<b>NÁVRH AKUMULAČNÍ NÁDRŽE .....</b>	<b>59</b>
8.1	METODA ROČNÍ BILANCE .....	60
8.1.1	<i>Vstupní data</i> .....	60
8.1.2	<i>Postup výpočtu</i> .....	60
8.2	METODA MĚSÍČNÍ BILANCE .....	62



8.2.1	Vstupní data.....	62
8.2.2	Postup výpočtu.....	63
8.3	VÝPOČET PRO ŘEŠENÝ POZEMEK.....	67
8.4	NÁVRH OBJEMU AKUMULAČNÍCH OBJEKTŮ.....	72
<b>9</b>	<b>NÁVRH BIOTOPU.....</b>	<b>74</b>
9.1	POŽADAVKY NA PLÁNOVÁNÍ, REALIZACI A ÚDRŽBU.....	74
9.2	NÁVRH KOUPAČÍHO JEZÍRKA NA POZEMKU.....	77
<b>10</b>	<b>VSAKOVACÍ ZAŘÍZENÍ.....</b>	<b>84</b>
10.1	METODIKA NÁVRHU VSAKOVACÍHO ZAŘÍZENÍ.....	84
10.1.1	Retenční objem.....	84
10.1.2	Odvodňovaná plocha.....	86
10.1.3	Vsakovací plocha.....	88
10.1.4	Vsakovaný odtok.....	89
10.1.5	Celkový objem vsakovacího zařízení.....	89
10.1.6	Doba prázdnění.....	90
10.2	VÝPOČET PRO ŘEŠENÝ POZEMEK.....	90
<b>11</b>	<b>EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ NÁVRHU.....</b>	<b>93</b>
11.1	ZELENÉ STŘECHY.....	93
11.2	POTRUBÍ.....	94
11.3	AKUMULAČNÍ NÁDRŽ.....	95
11.4	KOUPAČÍ JEZÍRKO.....	98





---

11.5	VSAKOVACÍ OBJEKTY .....	100
11.6	CELKOVÁ BILANCE.....	102
<b>12</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>103</b>
<b>13</b>	<b>BIBLIOGRAFIE .....</b>	<b>105</b>
<b>14</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>110</b>
<b>15</b>	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>112</b>
<b>16</b>	<b>SEZNAM VÝKRESŮ .....</b>	<b>114</b>



## 1 Úvod

Cílem této bakalářské práce je analyzovat možnosti a přínosy využití dešťové vody na pozemku, jelikož považuji toto téma jako velmi aktuální vzhledem ke snižujícím se zásobám pitné vody na Zemi.

Dříve byla srážková voda vnímána jako samozřejmost, v některých případech i za problém, a to z důvodu povodní. Přístup se postupně mění s transformací rozložení srážek v čase, kdy jsou intenzivnější a více přívalové, tedy vzniká riziko sucha a jsme nuceni na tuto situaci reagovat.

Srážková voda je ekonomicky velmi výhodný zdroj, jelikož její získávání není nikterak zpoplatněno, a navíc je využívání dešťové vody, ať už na zálivku nebo splachování WC, dotováno Operačním programem Životního prostředí, který umožňuje České republice čerpat prostředky Evropské unie na ochranu a zlepšování kvality životního prostředí. Tato dotace pokryje velkou část nákladů na vybudování zachytného systému, díky němuž je možné srážkovou vodu lokálně využívat, a to i v několika cyklech, například při využití dešťové vody k praní, a poté šedé vody na zálivku, než se dostane do dalšího oběhu.

Likvidace dešťové vody je mimo jiné řešena stavebním zákonem. Jedna z podmínek pro získání stavebního povolení rodinného domu a dalších staveb je nutnost likvidaci řešit primárně na vlastním pozemku a odvodem do kanalizace vodu likvidovat pouze v odůvodněných případech a s dalšími povoleními, což pomáhá zadržet vodu v krajině.

Necelých 97 % vody na Zemi je pro většinu rostlin a živočichů nevyužitelných, jelikož se jedná o vodu slanou. Další téměř 3 % jsou sladká voda vázána v ledu a zůstává přibližně 0,3 % k dispozici organismům závislých na vodě. Nezapomínejme však na to, že toto množství není vždy pitnou vodou a té je tedy ještě méně. Úspory pitné vody můžeme jednoduše docílit výměnou spotřebičů jako pračka, myčka, toaleta či sprcha za úspornější verze anebo využitím náhradního zdroje pro činnosti, kde není nutné využívat tak kvalitní vodu, tedy srážkové vody.

Příroda nám srážkovou vodou poskytuje spousty příležitostí, u kterých bychom měli poznat a posoudit jejich potenciál a mít tak možnost zdroje před šetrnou likvidací využít a šetřit tak naši planetu i rodinný rozpočet.



V bakalářské práci se snažím poukázat na různé možnosti nakládání s dešťovou vodou a na jejich porovnání i z pohledu ekonomického, jelikož to bude vždy jeden z hlavních aspektů při hledání ekologického řešení. Snažím se také ukázat, že se akumulace srážkové vody dá realizovat i s ekologickým a estetickým přesahem, aniž by se jednalo o výrazný peněžní výdaj navíc.

## 2 Zásady hospodaření se srážkovou vodou a legislativa v ČR

Hospodařením se srážkovou vodou se zabývají různé zákony a vyhlášky, z nichž následně vychází metodiky pro návrhy řešení pro dané podmínky.

Zákon č. 254/2001 Sb. – Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) uvádí v Hlavě V – Ochrana vodních poměrů a vodních zdrojů v § 27: „*Vlastníci jsou povinni, nestanoví-li zvláštní právní předpis jinak, zajistit péči o ně tak, aby nedocházelo ke zhoršování vodních poměrů. Zejména jsou povinni za těchto podmínek zajistit, aby nedocházelo ke zhoršování odtokových poměrů, odnosu půdy erozní činností vody a dbát o zlepšování retenční schopnosti krajiny.*“

V Hlavě II – Nakládání s vodami v § 5 tento zákon definuje základní povinnosti v odst. 1 až 3: „*Každý, kdo nakládá s povrchovými nebo podzemními vodami, je povinen dbát o jejich ochranu a zabezpečovat jejich hospodárné a účelné užívání podle podmínek tohoto zákona a dále dbát o to, aby nedocházelo k znehodnocování jejich energetického potenciálu a k porušování jiných veřejných zájmů chráněných zvláštními právními předpisy.*“

„*Každý, kdo nakládá s povrchovými nebo podzemními vodami k výrobním účelům, je povinen za účelem splnění povinností podle odstavce 1 provádět ve výrobě účinné úpravy vedoucí k hospodárnému využívání vodních zdrojů a zohledňující nejlepší dostupné technologie.*“

„*Při provádění staveb nebo jejich změn nebo změn jejich užívání je stavebník povinen podle charakteru a účelu užívání těchto staveb je zabezpečit zásobováním vodou a odváděním odpadních vod kanalizací k tomu určenou. Není-li kanalizace v místě k dispozici, odpadní vody se zneškodňují přímým čištěním s následným vypouštěním do vod povrchových nebo podzemních. V případě technické neproveditelnosti způsobů podle vět první a druhé lze odpadní vody akumulovat v nepropustné jímce (žumpě) s následným vyvážením akumulovaných vod na zařízení schválené pro jejich zneškodnění. Dále je stavebník povinen zabezpečit omezení odtoku povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby (dále jen „srážková voda“) akumulací a následným využitím, popřípadě vsakováním na pozemku, výparem, anebo, není-li žádný z těchto způsobů omezení odtoku srážkových vod možný nebo dostatečný, jejich zadržováním a řízeným odváděním nebo kombinací těchto způsobů. 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.*“ (MV ČR, 2001)



Zákon č. 283/2021 Sb. – Zákon stavební zákon v Části čtvrté Hlavě I – Požadavky na vymezení a využívání pozemků v § 140 odst. 3 písm. c) popisuje (teprve vyjde v platnost, ale informace vychází z platných vyhlášek): „*Stavební pozemek se vždy vymezuje tak, aby na něm bylo vyřešeno hospodaření se srážkovými vodami jejich*

- 1. akumulací s následným využitím, vsakováním nebo výparem, pokud to hydrogeologické poměry, velikost pozemku a jeho výhledové využití umožňují a pokud nejsou vsakováním ohroženy okolní stavby nebo pozemky,*
- 2. odváděním do vod povrchových prostřednictvím dešťové kanalizace, pokud jejich akumulace s následným využitím, vsakováním nebo výparem není možná, nebo*
- 3. regulovaným odváděním do jednotné kanalizace, není-li možné odvádění do vod povrchových.“ (MV ČR, 2021)*

Vyhláška č. 268/2009 Sb. – Vyhláška o technických požadavcích na stavby hovořila v § 6 odst. 4 o připojení staveb na sítě technického vybavení následovně: „*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.“ (MV ČR, 2009)*

### 3 Dotační titul Nová zelená úsporám a jeho podmínky

Veškeré informace a údaje v této kapitole byly čerpány ze Závazných pokynů pro žadatele a příjemce podpory programu Nová zelená úsporám v rámci Národního plánu obnovy – Rodinné domy, platné od 1. 6. 2022 (Státní fond životního prostředí ČR, 2022). Jedná se o závazné pokyny, které byly vydané dle směrnice MŽP č. 8/2021 a uvádí podmínky a postupy stanovené pro administraci žádostí a poskytování podpory v programu Nová zelená úsporám financovaného z prostředků Národního plánu obnovy.

Podpory jsou rozděleny do pěti oblastí – zateplení, novostavba, zdroje energie, adaptační a mitigační opatření a projektová podpora. V rámci tématu této práce jsou blíže popsány podoblasti D.2 Zelená střecha a D.3 Dešťovka, které jsou zařazeny do oblasti adaptační a mitigační opatření společně s podoblastí D.1 Instalace stínící techniky a D.4 Ekomobilita.

V rámci celé podpory je možné získat kombinační bonus, jenž je poskytován v případě, že je v rámci jedné žádosti kombinováno více podporovaných opatření. Za každé podporované opatření, tzn. podoblast podpory, s výjimkou první, a podpory na projektovou podporu se bonus zvyšuje o 10 000 Kč. Bonus se neposkytuje, pokud výše podpory v související podoblasti podpory nedosáhla minimálně 20 000 Kč. Tedy řešený návrh by pravděpodobně dosáhl navíc na větší dotaci při realizaci podporované podoblasti, která není řešena v této práci.

#### 3.1 Podoblast D.2 – Zelené střechy

V této podoblasti je možné využít dotaci zejména na výdaje za hydroizolační, hydroakumulační a vegetační vrstvy střechy, komponenty pro odvod dešťové vody instalované ve střechě, vysázené rostliny, případně pevně instalované závlahové zařízení a výdaje za stavebně technické připravenosti včetně statického zajištění. Zelená střecha musí být realizována na rodinném domě případně na stavbách plnící doplňkovou funkci ke stavbě rodinného domu a jsou ve vlastnictví majitele.

### 3.1.1 Výše podpory

Maximální výše podpory na podporovanou stavbu je 100 000 Kč za dobu trvání programu a je závislá na velikosti plochy průmětu do roviny rovnoběžné se sklonem střechy a na vegetačním souvrstvím (tabulka 1). Do plochy se nezapočítávají plošné konstrukce, které prostupují celým vegetačním souvrstvím (střešní okna aj.), ojedinělé prostupy a malé plochy však můžeme zanedbat (odvětrání kanalizace, aj.). Do plochy se naopak započítává obsyp z praného kameniva či jiný materiál pro daný účel (technická a požární hlediska).

Tabulka 1 - Výše podpory v podoblasti podpory D.2 – Zelené střechy (Státní fond životního prostředí ČR, 2022, upraveno)

Typ zelené střechy	Plochá střecha	Šikmá střecha se sklonem nad 12°
Extenzivní	700 Kč/m <sup>2</sup>	800 Kč/m <sup>2</sup>
Intenzivní a polointenzivní	900 Kč/m <sup>2</sup>	1 000 Kč/m <sup>2</sup>

### 3.1.2 Podmínky pro podoblast D.2

Pro schválení žádosti o dotaci je nutné splnit podmínky. Je nutné zelenou střechu navrhnout v souladu s dokumentem Standardy pro navrhování, provádění a údržbu – Vegetační souvrství zelených střech vydaným Svazem zakládání a údržby zeleně, dále jako ochrannou vrstvu hydroizolačního souvrství použít materiál s minimální plošnou hmotností 500 g/m<sup>2</sup>. Navržené vegetační souvrství musí splnit požadavky na odtokové součinitele dle typu realizované zelené střechy, tedy pro extenzivní plochou hodnota C musí být nižší nebo rovna 0,55, u plochých intenzivních menší nebo rovna 0,1 a u šikmých zelených střech se sklonem nad 12° může nabýt odtokový součinitel maximálně hodnotu 0,7. Žadatel také zodpovídá za řádnou péči a udržování vegetace v kondici na minimálně dvou třetinách plochy zelené střechy po celou dobu udržitelnosti. Podmínkou u intenzivního typu vegetačního souvrství je zálivka z jiného zdroje než z veřejné vodovodní sítě, tedy využití např. srážkové či přečištěné odpadní vody.

## 3.2 Podoblast D.3 – Dešťovka

Na základě programu Nová zelená úsporám je možné žádat o dotaci na efektivní zachytávání a využití dešťové a odpadní vody. Zachycenou vodu lze použít na zalévání zahrady nebo jako vodu



užitkovou. Přínosem je úspora výdajů a nižší spotřeba pitné vody. V podoblasti D.3 – Dešťovka je možné podporu poskytnout pouze jednou na stejný rodinný dům za dobu trvání programu. Výdaje musí přímo souviset s dodávkou a montáží podporovaného opatření, zejména se jedná o výdaje za nákup výrobků, zařízení a technologií (akumulační nádrže, čerpadla, aj.), instalaci a zprovoznění systému (zemní práce, usazení, aj.), případně za instalaci kapkové závlahy v případě využití vyčištěné odpadní či srážkové vody.

### 3.2.1 Výše podpory

Maximální výše podpory je stanovena fixní částkou v závislosti na instalovaném systému a proměnnou částkou závislou na velikosti instalované akumulační nádrže (tabulka 2).

Tabulka 2 - Výše podpory v podoblasti podpory D.3 – Dešťovka (Státní fond životního prostředí ČR, 2022, upraveno)

Označení podporovaných opatření	Podporovaná opatření	Výše podpory [Kč]
Zálivka	System pro použití akumulované dešťové vody pro zálivku zahrady.	$20\,000 + 3\,500 * x$ Maximální výše dotace na jednu žádost je omezena na 55 000 Kč.
Zálivka + WC	System pro využití akumulované dešťové vody jako vody užitkové a případně také pro zálivku.	$30\,000 + 3\,500 * x$ Maximální výše dotace na jednu žádost je omezena na 65 000 Kč.
Šedá voda	System pro využití vyčištěné odpadní vody jako vody užitkové, případně také pro zálivku zahrady.	60 000
Šedá voda+	System se dvěma akumulačními nádržemi pro využití vyčištěné a dočištěné odpadní vody a pro dešťové vody jako vody užitkové a případně pro zálivku.	$70\,000 + 3\,500 * x$ Maximální výše dotace na jednu žádost je omezena na 105 000 Kč.

POZNÁMKA: x = objem nádrže v m<sup>3</sup> na dešťovou nebo vyčištěnou odpadní vodu, případně součet těchto objemů

### 3.2.2 Žadatelé

O dotaci mohou žádat vlastníci stávajících rodinných domů, stavebníci nových rodinných domů, nabyvatelé nových rodinných domů, vlastníci řadově uspořádaných vymezených bytových jednotek (tzv. řadové domky) a příspěvkové organizace zřízené územními samosprávnými celky.





### **3.2.3 Podmínky pro hospodaření s dešťovou vodou, včetně jejího využití pro zálivku**

Pro získání podpory z dotačního titulu je třeba splňovat určité podmínky specifikované v závazných pokynech programu.

Realizovaný systém musí zajišťovat odvodnění 100 %, v odůvodněných případech lze odvodňovat menší plochu, avšak minimálně 50 % půdorysného průmětu střechy rodinného domu. Je možné zajistit odvodnění také dalších vhodných ploch, kterými jsou terasy, střechy altánů, garáží, stodol a jiné. Není možné odvodňovat komunikace a parkovací plochy pro motorová vozidla.

Minimální požadovaný objem akumulační nádrže na dešťovou vodu je 2 m<sup>3</sup>. Zároveň tato nádrž musí být umístěna a zabezpečena tak, aby byla chráněna před účinky denního světla a před prudkými výkyvy teplot, dále musí být zajištěna vyhovující kvalita akumulované vody bez rizika poškození systému mrazem.

Jako akumulační nádrž je možné využít i stávající vyčištěné a upravené objekty vhodné pro akumulaci vody, například žumpy či tělesa studní.

Pro proplacení dotace je nutné, aby opatření byla realizována a uhrazena dříve než 2 roky po datu řádného dokončení rodinného domu. Toto datum je bráno jako datum dokončení stavby uvedené v katastru nemovitostí.

### **3.2.4 Podmínky pro využívání dešťové a odpadní vody jako užitkové**

Pro využívání dešťové a odpadní vody jako užitkové jsou podmínky kladeny hlavně na systém propojení vnitřních vodovodů, především aby nemohlo dojít ke kontaminaci pitné vody.

Podporovány jsou systémy, jež akumulují a čistí odpadní vody z umyvadel, van, sprch či dřezů neobsahující fekálie a moč (tzv. šedé vody ve smyslu EN 12056), dále systémy pro akumulaci a dočištění již prvotně vyčištěné odpadní vody odtékající ze zařízení pro čištění odpadní vody (domovní čistírna odpadní vody). Zároveň je možné systémy výše zmíněné využít pro akumulaci a využití dešťové vody.

Obecně musí být dodrženy požadavky dle ČSN EN 1717 a ČSN 75 5409. Oddílné vnitřní vodovody různých druhů vod nesmí být přímo spojeny (např. voda pitná a voda vyčištěná odpadní), aby



nemohlo dojít ke vzájemné kontaminaci. Dojde-li ke smíšení srážkové vody s vyčištěnou odpadní vodou, je na ní nutné pohlížet jako na vodu odpadní.

V případě novostaveb rodinných domů musí být na systém připojeny veškeré toalety přímo umístěné v obytné části domu. U stávajících rodinných domů je nutné mít připojenu alespoň jednu toaletu v obytné části domu. Do obytné části domu nejsou zahrnuty garáže, sklepní prostory, sauny, prádelny, kotelny, technické místnosti a podobně.

Při projektu je třeba klást důraz na eliminaci případně redukci zdravotních rizik při nakládání s vyčištěnou odpadní vodou pomocí filtrace, úpravy a hygienizace odpadní vody. Objem pro akumulaci je navržen dle předpokládané produkce odpadních vod s ohledem na další vstupující parametry, kterým je například koeficient filtrace.

## 4 Definice pojmů

V této kapitole jsou definovány a popsány objekty v rámci návrhu řešení hospodaření se srážkovou vodou. Konkrétně se jedná o zelené střechy, akumulační nádrž, biotop/koupací jezírko a vsakovací objekty. Dále je zde charakterizována architektura v duchu životního prostředí.

### 4.1 Zelená střecha

*„Zelená střecha je střecha, kterou pokrývá vegetační souvrství s vegetací.“* (Státní fond životního prostředí ČR, 2022)

Jak poukazují Standardy pro vegetační souvrství zelených střech, dosud neexistuje definice, která by byla všeobecně uznávaná nebo používaná. Často se však jedná o odlišnou interpretaci vzniklou při překladu zahraničních publikací. Nejčastěji se lze setkat s termíny střešní zahrada, střešní zeleň, zelená střecha, travnatá střecha, zeleň na konstrukcích či vegetační střecha. Pro termíny zelená střecha, střešní zahrada a vegetační střecha Standardy přidávají popis: *“Střecha, kterou pokrývá vegetační souvrství vegetací. Všechny tyto pojmy jsou rovnocenné a obecně zavedené.”* Vegetační souvrství poté popisují jako: *„soubor funkčních vrstev, které svými vlastnostmi a společným působením tvoří vhodné a trvalé prostředí pro život a růst rostlin.“* (BURIAN et al., 2019)

Standardy pro vegetační souvrství zelených střech dle Buriana et al. (2019) dělí zelené střechy dle charakteristik na různé typy:

#### 4.1.1 Dělení podle nároků na péči

Každá forma vegetace má jiné nároky, podle toho volíme mocnost substrátu i četnost kontrol.

#### Extenzivní zelené střechy

Podstatou je použití vegetace s maximální mírou autoregulace. Ta je schopná udržet odpovídající kvalitu porostu s minimální péčí (kontrola obvykle dvakrát ročně, odstranění nežádoucí vegetace a přihnojení). Mocnost tohoto typu vegetačního souvrství se pohybuje v rozmezí 60 až 150 mm (ale i 40 až 200 mm). Nejčastějšími typy porostů jsou mechy, rozchodníky a další sukulenty, trávy a byliny. Typy porostů je možné kombinovat. Výběr je nutné přizpůsobit stanovištním podmínkám.



### **Polointenzivní zelené střechy**

Jedná se o přechodný typ mezi extenzivní a intenzivní zelenou střechou. V sušších obdobích roku je nutná závlaha, což souvisí s použitými rostlinnými druhy jako trávy, trvalky či dřeviny (keře). Mocnost vegetačního souvrství se pohybuje mezi 150 a 350 mm.

### **Intenzivní zelené střechy**

Výběr rostlin pro tento typ je podřizován architektonickému záměru a pobytové funkci. Podmínky a péče se co nejvíce přizpůsobují vegetaci (závlaha, hnojení, kultivace, sečení, aj.). Mocnost substrátu je větší než 300 mm a bývá upravována dle použité rostliny/dřeviny. Intenzivní zelené střechy bývají pochozí nebo pobytové, a tedy doplněné o zpevněné plochy a mobiliář. Mohou zahrnovat rozmanitý výběr rostlin a případná omezení jsou závislá pouze na konkrétním objektu. Častou vegetací je trávník, trvalky, keře, stromy či užitkové rostliny.

#### **4.1.2 Dělení podle přístupnosti**

Na základě skladby zelené střechy a četnosti návštěv je třeba stanovit potřeby na přístupnost plochy pro případnou kontrolu a údržbu.

##### **Nepochozí**

U těchto ploch se nepředpokládá obvyklý pobyt osob. Ty se zde objevují pouze za účelem kontroly a údržby. Tyto osoby by měly být poučené a zajištěné potřebnými prvky.

##### **Pochozí**

Na pochozí zelené střeše je povolen přístup omezenému množství osob, které by měly být poučeny. Zároveň je nutné mít střechu vhodným způsobem zajištěnou z hlediska bezpečnosti osob např. proti pádu. Aby nedocházelo k poškození vegetace, je vhodné zřídit chodníky.

##### **Pobytové**

Tyto plochy jsou primárně určené pro pobyt a pohyb osob a bývají běžně přístupné. Bezpečnost osob zajišťuje zábradlí nebo jiná zábrana.



### **4.1.3 Dělení podle převažující funkce**

Zelené střechy mohou mít několik funkcí a ty jsou provázány mezi sebou.

#### **Retenční**

U těchto zelených střech je nutné přizpůsobit skladbu vegetačního souvrství potřebě zadržovat co největší množství srážkové vody, a tak zpomalovat odtok do kanalizace.

#### **Podporující biodiverzitu**

Zelené střechy s velkou rozmanitostí rostlinných druhů mohou nahrazovat původní zeleň po zastavění. Tím se vytváří vhodná stanoviště pro rozmanité živočišné druhy a dochází na nich k přirozené kolonizaci a sukcesi. Zároveň se rostlinné společenstvo stále mění, v závislosti na činitelích jako je vítr nebo ptáci.

#### **Kombinované s fotovoltaikou**

Vhodnou kombinací pro fotovoltaické panely jsou zelené střechy z důvodu chladivého efektu vegetace, čímž dochází k navýšení účinnosti panelů.

#### **Pěstební**

Zelené střechy je taktéž možné využít pro pěstování užitkových rostlin, což představuje velký potenciál pro školy, sousedské komunity či sociální zařízení. V tomto případě pěstování není nejdůležitější ekonomický přínos, ale spíše ekologický a sociální.

### **4.1.4 Dělení podle skladby vegetačního souvrství**

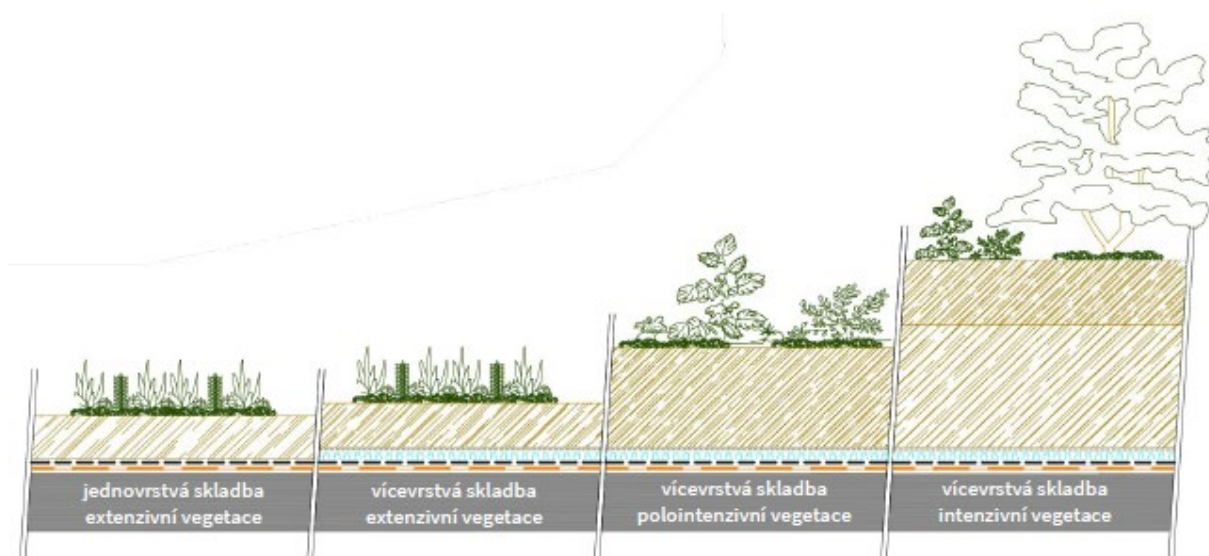
Zelené střechy jsou na základě dokumentu Vegetační souvrství zelených střech rozdělené dle množství vrstev skladby zelené střechy (obrázek 1 a tabulka 3). Množství vrstev ovlivňuje mocnost a tím i potřebnou únosnost střešní konstrukce.

### Jednovrstvá skladba vegetačního souvrství

Substrát v jednovrstvé skladbě plní funkci vegetační, drenážní i hydroakumulační. Jednovrstvá skladba je využívána především u extenzivních a u šikmých zelených střech. Základním požadavkem je minimální obsah vyplavitelných částic v substrátu a jeho dostatečná propustnost, zajišťující odvádění přebytečné vody.

### Vícevrstvá skladba vegetačního souvrství

Vegetační souvrství se skládá z několika samostatných funkčních vrstev, nejčastěji je tvořeno vrstvou vegetační, filtrační, hydroakumulační, drenážní a ochrannou.



Obrázek 1 - Rozdělení zelených střech podle druhu vegetace a skladby souvrství (BURIAN et al., 2019, upraveno)

Tabulka 3 - Rozdělení zelených střech podle druhu vegetace a skladby souvrství (BURIAN et al., 2019, upraveno)

Jednovrstvá skladba	Vícevrstvá skladba		
Extenzivní vegetace	Extenzivní vegetace	Polointenzivní vegetace	Intenzivní vegetace
vegetační vrstva se zvýšenou vodopropustností, zpravidla extenzivní střešní substrát bez obsahu vyplavitelných částic	vegetační vrstva, zpravidla extenzivní střešní substrát	vegetační vrstva, zpravidla extenzivní/intenzivní střešní substrát	vegetační vrstva, zpravidla intenzivní střešní substrát, při mocnosti >350 mm je vhodné použít 1/3 vrchní intenzivní substrát a 2/3 spodní minerální substrát, může být doplněn o hydroakumulační vrstvu
	filtrační vrstva		
	drenážní vrstva		
ochranná a separační vrstva			
hydroizolace odolná proti prorůstání kořenů			
mocnost souvrství <100 mm	mocnost souvrství 60–150 mm	mocnost souvrství 150–350 mm	mocnost souvrství >200 mm
plošná hmotnost souvrství 80–150 kg·m <sup>-2</sup>	plošná hmotnost souvrství 90–200 kg·m <sup>-2</sup>	plošná hmotnost souvrství 200–400 kg·m <sup>-2</sup>	plošná hmotnost souvrství >300 kg·m <sup>-2</sup>

POZNÁMKA: Uvedené hodnoty mocnosti a plošné hmotnosti slouží pouze jako příklad, jsou orientační a vztahují se na modelové vegetační souvrství ve stavu nasyceném vodou. Podle konkrétních použitých materiálů se mohou i výrazněji lišit.

#### 4.1.5 Dělení podle sklonu

Důležitý parametr každé střechy je sklon, který ovlivňuje odtokový součinitel a tím i množství srážkové vody odváděné ze střechy. Následující dělení vychází z ČSN 731901:2011.

##### Ploché

Střechy se sklonem vnějšího povrchu  $\alpha \leq 5^\circ$ .



## Šikmé

Střechy se sklonem vnějšího povrchu  $5^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$ . Pro potřeby návrhu zajištění vegetačního souvrství jsou dále děleny na střechy s mírným sklonem  $5^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$  a s velkým sklonem  $20^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$ .

## Strmé

Střechy se sklonem vnějšího povrchu  $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ .

### 4.1.6 Dělení podle polohy a prostorové vazby na okolní rostlý terén

Toto dělení vychází ze zakomponování zelené střechy do svého okolí.

#### V úrovni s parterem

Střešní zahrady v úrovni s parterem patří mezi velmi cenné veřejné prostory a veřejností jsou vnímány velmi pozitivně, případně uživatelé neví, že se pohybují po stropní konstrukci podzemních garáží, metra či obchodů. Tyto úpravy jsou s ohledem na intenzitu provozu zakládány nejčastěji jako intenzivní zelené střechy.

#### V dotyku s parterem

Střešní zahrady jsou oblíbeným nástrojem architektů při hledání nových forem utváření městských prostorů. Tento typ umožňuje začlenění budov do okolního prostředí. Vzhledem k náročným podmínkám jsou nejčastěji zakládány extenzivní zelené střechy.

#### Bez dotyku s parterem

Tento typ střešních zahrad je nejvíce zastoupen a není v kontaktu s okolním parterem. Jsou zakládány všechny formy střešní zahrady (intenzivní, extenzivní, polointenzivní) podle omezení vyplývajících z uživatelem požadované funkce.



## 4.2 Akumulační nádrž

Norma ČSN EN 16941-1 – Zařízení pro využití nepitné vody na místě Část 1: Zařízení pro využití srážkových vod popisuje nádrž jako „*upevněnou (nepohyblivou) nádobu pro akumulaci vody za atmosférického tlaku, která je součástí vnitřního vodovodu.*“ U termínů akumulací zařízení a akumulací nádrž doplňuje: „*zařízení pro akumulaci zachycených srážkových vod.*“ (Sweco Hydroprojekt a.s. a FREMROVÁ, 2018)

Metodika výpočtu objemu akumulací nádrží nedefinuje akumulací nádrž, avšak popisuje akumulací jako takovou: „*Akumulace srážkových vod pro jejich další využití je jednou z možností, které naplňují principy udržitelného hospodaření se srážkovou vodou ve městech. Využití srážkové vody v domácnosti může tvořit až 50 % její celkové spotřeby, využít ji lze zejména na závlahu, splachování WC, praní a úklid v domácnosti. Mimo domácnosti je možné využití pro závlahu veřejné zeleně, čištění a kropení ulic, mytí aut ad.*“ (STRÁNSKÝ a BAREŠ, 2021)

Metodika pro hospodaření s dešťovou vodou ve vazbě na zelenou infrastrukturu Voda ve městě definici doplňuje: „*Akumulací nádrže jsou opět technickým podzemním objektem, který umožňuje zadržet zachycený povrchový odtok a následné využití nashromážděné vody pro závlahu vegetace nebo kropení zpevněných ploch, čímž lze zmírnit náklady na zajištění sezonní závlivy.*“ (ČVUT UCEEB a UJEP IEPP, 2021)

Akumulací nádrže by se daly rozdělit na podzemní a nadzemní. Výhodou podzemních nádrží je umístění v nezámrzné hloubce, snadné napojení na dešťové svody a využití podzemního prostoru. Nevýhodami jsou vyšší pořizovací náklady, náročnost na zemní práce a složitá manipulace při potřebě změn. Výhodou nadzemních nádrží je vysoká flexibilita, nižší cena a jednoduchá manipulace. Hlavní nevýhodou nadzemních nádrží je složitost udržení potřebné jakosti akumulované vody, obzvláště v teplých dnech.

## 4.3 Koupací jezírko, biotop, biobazén

Pojem biotop popisuje publikace Koupací jezírka jako „*jezírko fungující bez technického čistícího systému, kde můžeme pozorovat rostliny, ryby, vodní hmyz a vodní živočichy v přirozeném prostředí.*“ (Sedlák, 2008)



Standardy pro plánování, stavbu a provoz koupacích jezírek a biobazénů popisují koupací jezírko a biobazén jako „společné prostředí určitých složek biocenózy (vodních rostlin, zooplanktonu, řas, bakterií v regenerační zóně nebo filtrech), tedy soubor všech vlivů, které vytvářejí životní prostředí, především rovnováhu všech zde žijících organismů.“ Koupací jezírko dále definují jako „*uměle založené nádrže se stojatou vodou, bez přítoku, využívaná pro plavání a koupání. Jsou limitovaná obsahem fosforu, přičemž voda je čištěna činností zooplanktonu a sedimentací. Jsou rozdělena na užitkovou a regenerační zónu. K vynášení živin dochází pravidelným řezem rostlin a odstraňováním sedimentu. Z hlediska obsahu živin splňují koupací jezírka mezotrofní prostředí (obsah  $P_{celk}$  do 0,035 mg/l).*“ Biobazény (přírodní bazény) charakterizuje jako: „*uměle založené nádrže s cirkulující vodou, limitované obsahem fosforu, bez přítoku, využívané pro plavání a koupání. Čištění vody zajišťuje převážně nárůst biofilmu na substrátu vystavenému náběhovému proudění ve vlastních biofiltrech. K vynášení živin dochází odběrem biofilmu a sedimentu. Z hlediska obsahu živin splňují biobazény oligotrofní prostředí (obsah  $P_{celk}$  do 0,010 mg/l).*“ (Svaz zakládání a údržby zeleně z.s. - Asociace biobazénů a jezírek, 2014)

V návrhu je využito pojmů převzatých ze zmíněných Standardů:

**filtr** = *zařízení pro odlučování látek a odbourání organických substancí a rovněž organismů vč. choroboplodných zárodků biologickými, fyzikálními nebo fyzikálně chemickými metodami,*

**biofilm** = *mikroorganismy uložené v tenké vrstvě na pevném povrchu. Je tvořen bakteriemi, řasami, houbami, viry, jednobuněčnými organismy a malými bezobratlými živočichy, uloženými do vrstvy extracelulárních látek, které ulpívají vzájemně na sobě, na površích nebo sousedících plochách,*

**skimmer** = *pevné nebo flexibilní zařízení pro odtah vody a nečistot z hladiny.*

Standardy dále doplňují pojmy užitková zóna („*oblast určená ke koupání*“) a regenerační zóna („*část, která slouží k biologické, fyzikální a fyzikálně-chemické úpravě vody a není určená ke koupání*“). Na základě doporučeného poměru těchto zón rozlišují mezi koupacím jezírkem a biobazénem na celkem 5 typů charakterizovaných i v tabulce 4 (Svaz zakládání a údržby zeleně z.s. - Asociace biobazénů a jezírek, 2014):

**I. koupací jezírko 40 % : 60 % (užitková zóna : regenerační zóna)**

Tento typ odpovídá stojaté vodě imitující tůň či rybník. Není zde žádná technika ani cirkulace vody. Polovina až dvě třetiny tvoří regenerační zóna. Je zde velká hloubka, a tedy velký objem vody. Jezírko se čistí sedimentací bez rozvíření, zooplanktonem a fytoplanktonem a ponořenými rostlinami. V srpnu je třeba submerzní (ponořené) rostliny sklídit řezem a odstranit, emerzní rostliny se stříhají na jaře nebo na podzim. Sedimenty z užitkové části je doporučeno odsávat 2x ročně.

**II. koupací jezírko 50 % : 50 % (užitková zóna : regenerační zóna)**

Tento typ odpovídá stojaté vodě s čištěním hladiny. V jezírku je technika cirkulující max. 20 % objemu za den. Polovina plochy je určena pro rostlinnou (regenerační) zónu. Péče je stejná jako u typu I, navíc je třeba pravidelně udržovat a čistit čerpadlo a skimmer.

**III. koupací jezírko 50-60 % : 50-40 % (užitková zóna : regenerační zóna)**

Tento typ potřebuje odběr živin za protékáním pomalým filtrem, v němž se organické a jemné částice sbírají a mineralizují. Filtr je spuštěn 24 hod/den s průtokem max. 50 % objemu vody jezírka. Plocha pro regenerační zónu je menší než polovina celkové plochy. Péče je stejná jako u typu II, navíc je třeba pravidelný odběr sedimentů a údržba filtrů a věnovat péči rostlinám a případně hnojit dusíkem.

**IV. biobazén min. 70 % : max. 30 % (užitková zóna : regenerační zóna)**

Tento typ představuje tekoucí vody – neznečištěný nížinný tok s permanentní cirkulací vody pomocí čerpadel 24 hod/den přes biofiltr. Přes skimmer prochází více než 100 % objemu biobazénu. Je zde málo zooplanktonu a rostliny mají podřadnou roli. Je třeba zajistit pravidelný odběr sedimentů, provádět řez rostlin a údržbu biofiltru v závislosti na systému.

**V. biobazén až 100 % + biofiltr : až 0 % (užitková zóna : regenerační zóna)**

V tomto typu nejsou rostliny, nebo jsou využity jen jako dekorace. Většinou je zde externí úprava vody biotechnickými prostředky bez chemické dezinfekce. Péče je stejná jako u typu IV, navíc je velmi intenzivní a často náročná, proto je používáno robotů pro čištění.

Tabulka 4 - Rozdělení typů koupacích jezírek a biobazénů (zdroj uveden jako www.asceuropa.org, Svaz zakládání a údržby zeleně z.s. - Asociace biobazénů a jezírek, 2014, upraveno)

	Typ	Čerpadla	Filtr	Charakteristika	Stupeň trofie P [µg/l]
Koupací jezírko	I	žádné	žádný	stojatá voda; úprava vody probíhá prostřednictvím planktonu a sedimentace ve všech zónách; voda může mít přirozený zákal; utěsněný anaerobní substrát umožňuje růst vodních rostlin náročných na živiny; vysoký obsah fosforu ve vodě umožňuje také růst podvodních rostlin	mezotrofní obsah fosforu ≤ 35 µg/l
	II	odsávání z hladiny max. 2 hod/den pouze v užitkové části			
	III	odsávání z hladiny max. 2 hod/den s výměnou mezi regenerační a užitkovou částí, provoz filtru až 24 hod/den	mineralizační filtr v kombinaci s vázáním fosforu; volitelně: 1. pomalý filtr, 2. interval. mineraliz. filtr, 3. pískový filtr, 4. diskontinuálně zaplavovaný filtr		
Biobazén	IV	odsávání z hladiny až 24 hod/den, provoz filtru 24 hod/den	filtr s pískem nebo jiným inertním filtračním materiálem bez doplňování živin; poměr ploch mezi náplní filtru a ostatními povrchy je > 50:1	tekoucí voda; úprava vody je založena na cíleném pěstování biofilmu v tělese filtru; protékající vodě se odebírá P činností mikroorganismů přichycených na povrchu substrátu; pro výsadbu vodních rostlin nesmí být použity organické substráty; rostliny musí být pěstovány pouze hydroponicky; proto mohou být vysazeny pouze některé druhy	oligotrofní obsah fosforu ≤ 10 µg/l
	V		filtrační systémy s doplňováním živin (N, K, aj.), které podporují růst biofilmu ve filtru; filtrační materiály s aktivním povrchem, např. zeolit		
	V+ IV+		typ IV – filtr bez doplňování živin; typ V – s doplňováním živin		

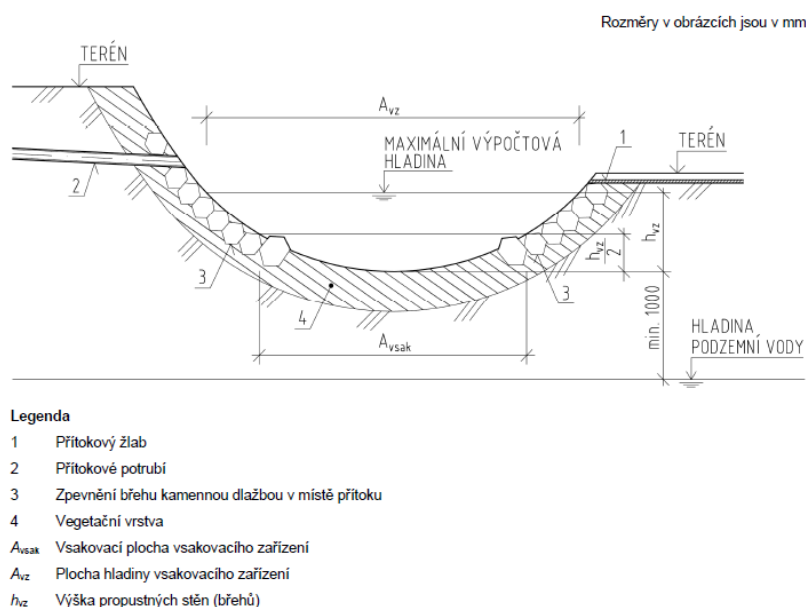
#### 4.4 Vsakovací zařízení

Vsakovací zařízení je v normě ČSN 75 9010 – Vsakovací zařízení srážkových vod definováno jako „zařízení určené ke vsakování srážkových povrchových vod do horninového prostředí“.  
(HYDROPROJEKT CZ a.s. et al., 2012)

Tato norma rozděluje vsakovacích zařízení následovně (HYDROPROJEKT CZ a.s. et al., 2012):

#### 4.4.1 Povrchová vsakovací zařízení

Tento typ vsakovacích zařízení je vhodný pro vsakování přípustných a podmíněčně přípustných srážkových povrchových vod. Povrchové vsakování se nejvíce přibližuje přirozenému vsaku po srážce do půdy přes vegetační pokryv. Přítok do zařízení nesmí způsobit erozi povrchu. Výhodou je snadná obnova filtrační vrstvy a snadné odstranění případných splavenin. Díky využití půdního horizontu se znečištění začíná zachytávat a odbourávat již ve svrchních vrstvách. Doporučené složení půdní vrstvy povrchového vsakovacího zařízení je shora vegetační vrstva obohacená humusem, střední půdní vrstva zpravidla bez humusu a spodní půdní vrstva tvořená nezávětralou či málo zvětrávanou horninou (obrázek 2).



Obrázek 2 - Povrchová vsakovací nádrž nebo příkop (HYDROPROJEKT CZ a.s. et al., 2012)

#### Průleh

Průleh je mělce tvarovaná prohlubeň v terénu určené ke vsakování srážkové povrchové vody s krátkodobou povrchovou retencí. Snížení terénu v průlehu má být maximálně 300 mm, pod vrstvu ornice (100 mm) se doporučuje uložit vrstvu šterkopísku (100 mm) a mezi tyto vrstvy geotextilii. Průlehy mají být realizovány na pozemcích s malým sklonem.

## Povrchová nádrž, příkop

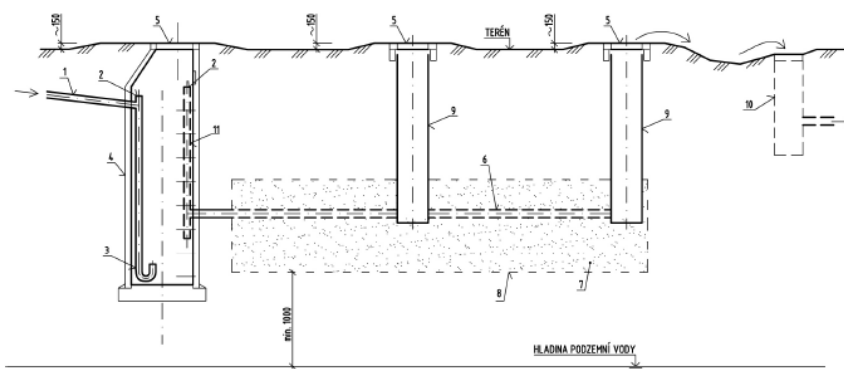
Na pozemcích se svažitém terénem mají být realizovány příkopy nebo povrchové nádrže. Díky těmto zařízením nedochází k soustředěnému povrchovému odtoku, jenž by mohl vyvolat erozi svahů.

### 4.4.2 Podzemní vsakovací zařízení

Podzemní vsakovací zařízení jsou uměle vytvořené prostory pod úrovní terénu nad vsakovací plochou a jsou vždy kombinovaná s retencí, tedy s retenčním objemem zařízení. Tato zařízení jsou vhodná pro vsakování přípustných a podmíněčně přípustných srážkových povrchových vod, u podmíněčně přípustných je nutné je před vsakováním předčistit. Součástí podzemních vsakovacích zařízení mají být kontrolní a čistící šachty a musí být opatřeny odvětráváním.

#### Podzemní prostor vyplněný štěrkem

Podzemní prostor vyplněný štěrkem spočívá ve vytvoření štěrkového polštáře s vloženými drenážními (vsakovacími) trubkami. Pro možnost kontroly a proplachování se do systému navrhuje vstupní a revizní šachty (obrázek 3). Nevýhodou tohoto typu je prostorová náročnost.



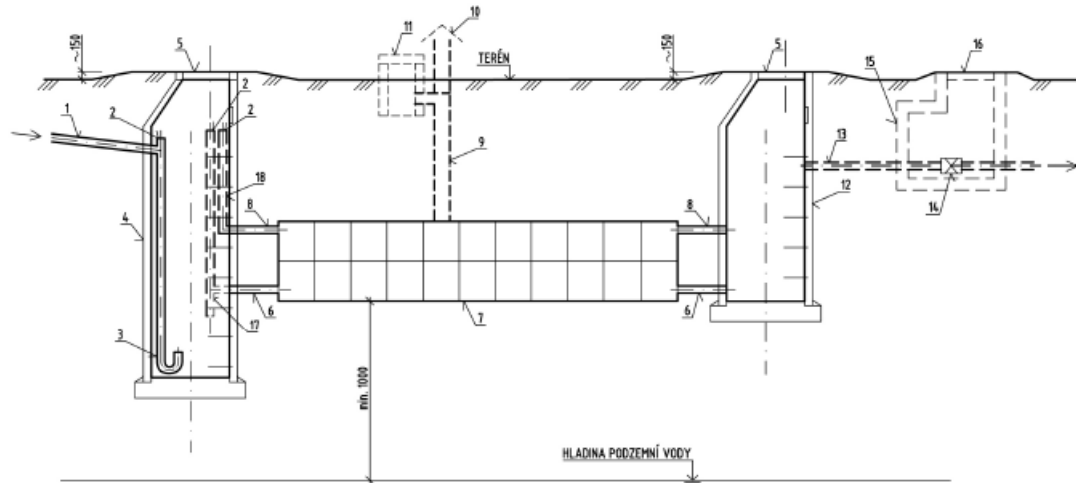
#### Legenda

- 1 Přítokové potrubí
- 2 Otevřené svislé hrdlo
- 3 Svislé potrubí se spodní částí zabraňující víření usazenin na dně šachty vytvořenou např. z kolen
- 4 Vstupní a rozdělovací šachta s kalovým prostorem
- 5 Poklop s otvory nebo mříž plnící funkci odvětrání a bezpečnostního přelivu
- 6 Drenážní trubky
- 7 Štěrkový polštář
- 8 Geotextilie
- 9 Revizní a větrací šachta
- 10 Alternativní bezpečnostní přeliv do vodního toku nebo kanalizace
- 11 Alternativní ponorná trubka pro zabránění průniku lehkých kapalin do vsakovacího zařízení (viz 5.3.4)

Obrázek 3 - Podzemní prostor vyplněný štěrkem (HYDROPROJEKT CZ a.s. et al., 2012)

## Podzemní prostor vyplněný bloky

Vsakovací bloky jsou obvykle vyrobeny z plastu. Voda se do nich dostává pomocí vstupní šachty nebo vstupním otvorem (obrázek 4). Dle konstrukčního řešení se tato vsakovací zařízení rozdělují na zařízení s možností nebo bez možnosti revize.



### Legenda

- 1 Přítokové potrubí
- 2 Otevřené svislé hrdlo
- 3 Svislé potrubí se spodní částí zabraňující víření usazenin na dně šachty vytvořenou např. z kolen
- 4 Vstupní a rozdělovací šachta s kalovým prostorem
- 5 Poklop s otvory nebo mříž plnicí funkci odvětrání, popřípadě bezpečnostního přelivu
- 6 Potrubí pro přívod vody do bloků
- 7 Bloky (technické řešení podle výrobce)
- 8 Větrací potrubí vyústěné do šachet
- 9 Alternativní větrací potrubí
- 10 Alternativní vyústění větracího potrubí
- 11 Alternativní větrací šachta
- 12 Vstupní a větrací šachta
- 13 Alternativní přepadové potrubí do vodního toku nebo kanalizace
- 14 Zpětná armatura na alternativním přepadovém potrubí
- 15 Šachta pro přístup ke zpětné armatuře
- 16 Poklop bez otvorů
- 17 Alternativní ponorná trubka pro zabránění průniku lehkých kapalin do vsakovacího zařízení (viz 5.3.4)
- 18 Alternativní vyvedení větracího potrubí při osazení ponorné trubky

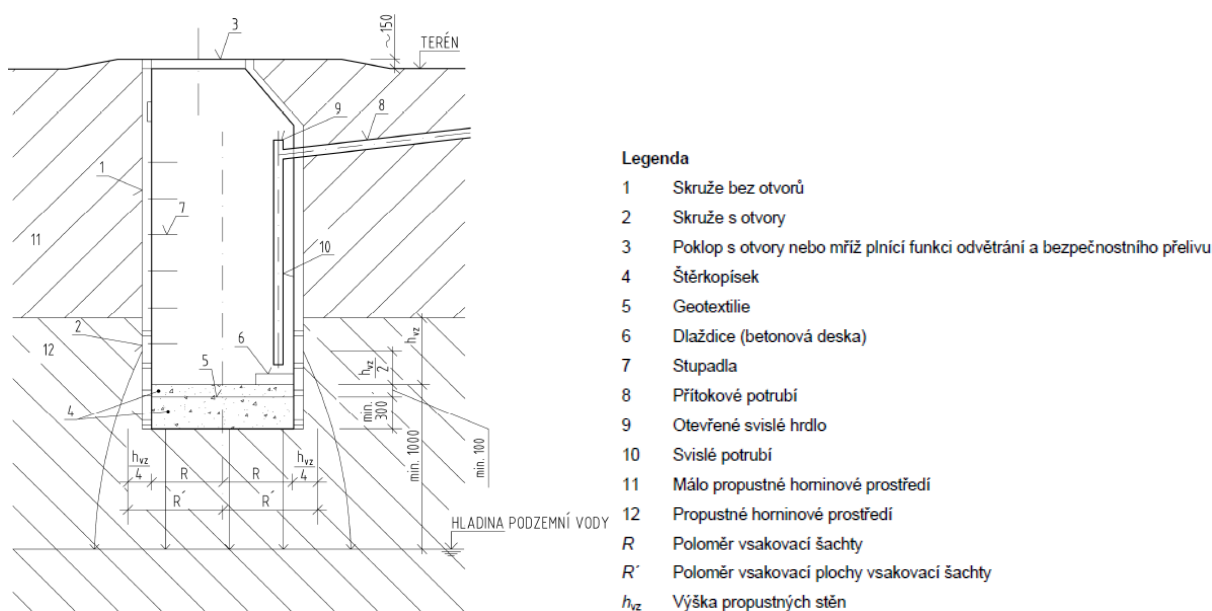
Obrázek 4 - Podzemní prostor vyplněný bloky (HYDROPROJEKT CZ a.s. et al., 2012)

## Tunelové systémy

Podzemní prostor je tvořen prvky (převážně z plastu) ve tvaru klenby. Srážková voda se může vsakovat dnem a bočními otvory do okolí. Prvky jsou často uloženy na štěrkovém loži.

## Vsakovací šachty

Jedná se o vsakovací zařízení vytvořené zpravidla ze skruží, u nichž hloubka rozměrově převládá nad půdorysnými rozměry. Do šachty se voda přivádí potrubím. Na dně šachty je nasypán min. 300 mm tlustá vrstva štěrkopísku, na ní je položena geotextilie, která je chráněná vrstvou štěrkopísku (obrázek 5).



Obrázek 5 - Vsakovací šachta (HYDROPROJEKT CZ a.s. et al., 2012)

### 4.4.3 Kombinovaná vsakovací zařízení

Jak název napovídá, tato zařízení plní několik účelů při hospodaření se srážkovou vodou. Konkrétní způsob řešení musí být vybrán v souladu s místními podmínkami s přihlédnutím na estetické a užitné funkce. Nabízí se kombinace retenční a vsakování funkce daného zařízení. Vhodným řešením je například vsakovací jezírko, u něž je zajištěno udržení hladiny např. 1 m nad terénem (nepropustné podloží v podobě jílu nebo folie) a zbytek vody se zasakuje při navýšení hladiny. Je však třeba pamatovat na jakost vody a dle toho navrhovat plochu a hloubku vodní plochy.



#### 4.4.4 Údržba vsakovacích zařízení

Povrchová i podzemní vsakovací zařízení vyžadují pravidelnou kontrolu a údržbu v intervalech uvedených v tabulce 5.

Tabulka 5 - Údržba vsakovacích zařízení (HYDROPROJEKT CZ a.s. et al., 2012)

Druh zařízení	Způsob údržby	Interval údržby
Povrchová vsakovací zařízení	kosení a odstranění pokosené trávy	min. 2x za léto
	odstranění listí a jiných nánosů	na podzim nebo podle potřeby
Podzemní prostor vyplněný štěrkem	kontrola vstupních nebo revizních šachet, kontrola odvětrání	2x za rok a po každém velkém dešti
	čištění usazovací šachty	po každém velkém dešti, nejméně 2x za rok
Vsakovací šachta	kontrola stavu vsakovací šachty, jejího odvětrání a potrubí, které je v ní umístěno	2x za rok a po každém velkém dešti
	výměna štěrkopísku na dně nebo jeho povrchové vrstvy, výměna geotextilie	podle potřeby při malém vsakovaném odtoku
Podzemní prostor vyplněný bloky nebo tunelový systém	kontrola stavu vsakovacího prostoru, pokud ji jeho konstrukce umožňuje, kontrola odvětrání	2x za rok a po každém velkém dešti
	čištění usazovacího prostoru nebo filtru splavenin, umístěného před vsakovacím zařízením	po každém velkém dešti, nejméně 2x za rok
	odstranění usazenin ze dna vsakovacího prostoru, pokud je to technicky možné	podle potřeby, při malém vsakovaném odtoku

#### 4.5 Architektura ohleduplná k životnímu prostředí

Jak shrnuje v závěru metodika pro hospodaření s dešťovou vodou ve vazbě na zelenou infrastrukturu Voda ve městě (SÝKOROVÁ et al., 2021):

*„Neoddělujeme přírodu a město, hledáme funkční propojení mezi technickými i přírodními prvky ve veřejných prostranstvích. Opatření HDV k tomu mohou přispět. Ocení to nejen lidé samotní, ale také biodiverzita kolem nás.“* „Kde to lze, upřednostňujeme vsakování, retenci nebo akumulaci a využití

*dešťové vody. Máme na to řadu vhodných opatření. Na dešťovou vodu není třeba pohlížet jako na problém, který je třeba co nejrychleji vyřešit, například jejím odvedením do kanálu.“*

Byť je tato metodika zaměřená na architekturu města, informace a doporučení lze použít i v architektuře ostatních sídel. Metodika pojednává o možnostech využití dešťové vody, respektive o opatřeních hospodaření, mezi něž řadí mimo jiné trávničky, keře, stromy, vegetační (zelené) střechy, retenční dešťové nádrže se stálou hladinou vody, kvetoucí záhony, vsakovací šachty, podzemní retenční dešťové nádrže a akumulaci dešťové vody. Jedná se o 9 z celkově 21 zmíněných opatření, které se v řešení na daném pozemku objevují.

Metodika Vegetační souvrství zelených střech – standardy pro navrhování, provádění a údržbu popisují adaptační opatření v urbanizované krajině podobně (BURIAN et al., 2019):

*„Základním cílem adaptačních opatření v urbanizované krajině je zvýšení odolnosti sídel a jejich schopnosti přizpůsobit se projevům změny klimatu, čehož lze dosáhnout jejich trvale udržitelným rozvojem při zachování potřebné kvality života obyvatel. V zájmu naplnění tohoto cíle je třeba zajistit udržitelné hospodaření s vodou (zasakování či využívání srážkových vod, úsporná opatření) a funkční propojení ploch s převažujícími přírodními složkami, tvořícími systém sídelní zeleně. Důležitou roli přitom hrají vegetační plochy a prvky, protože mohou významně ovlivňovat sídelní mikroklima a snižovat teplotu ve městech během letního období. Základním mechanismem je odpařování vody z vegetace (evapotranspirace) a vodních ploch, což snižuje teplotu okolního prostředí (odpaření jednoho litru vody představuje ekvivalent cca 0,7 kWh energie potřebné pro provoz chladícího zařízení, tedy 1 mm srážek zadržných na 100 m<sup>2</sup> zelené střechy odpovídá úspoře 70 kWh energie potřebné na chlazení budovy v letních vedrech). Vegetace akumuluje (zadržuje a následně vyzařuje) méně tepla než antropogenní povrchy, zachycuje nebo odráží část slunečního záření, zastíňuje povrch a tím snižuje jeho teplotu aj. Ve výsledku mohou mít vodní a vegetační plochy výrazný „klimatizační efekt“. Sídelní zeleň (stromy, travnaté plochy, parky) a vodní plochy (vodní toky, nádrže) společně se zelenými střechami a udržitelným odvodňovacím systémem nabízí potenciál k adaptaci měst na klimatické změny. Zvýšená potřeba regulace vodního režimu v sídelním prostředí je patrná již dnes a souvisí především s vysokým podílem zastavěných ploch, resp. zpevněných povrchů na celkové ploše sídel při současné změně sezónního rozložení srážek. Adaptační opatření v urbanizované krajině proto musí*



*zmírňovat možné důsledky extrémních situací okamžitého nedostatku vody (sucha) a okamžitého nadbytku vody (přívalové deště), resp. těmto možným důsledkům předcházet.“*

Vzhledem k přítomnosti zelených střech, vodní plochy, zeleně, akumulčních a vsakovacích objektů v řešení situace na pozemku se dá z obou těchto pohledů řešený návrh charakterizovat jako architektura v duchu životního prostředí.

## 5 Popis záměru a vybraného území

Práce vychází z definovaného půdorysu staveb, které se mají nacházet na řešeném pozemku (obrázek 6). Kromě rodinného domu se jedná o garáž, zahradní altán a tři hospodářské budovy určené k chovu exotického ptactva. Jedna z těchto budov je separována, neboť má sloužit ke karanténě nově zakoupených či nemocných zvířat. Právě z důvodu umístění hospodářských budov pro chov na pozemku je součástí návrhu taktéž přírodní biotop s čištěním pomocí kořenné čistírny a zelené střechy, které mají zajistit příjemné klima v budovách i jejich okolí pomocí využití srážkové vody. Biotop je navíc rozdělen na čistící a koupací část, aby se využil jeho potenciál i pro obyvatele rodinného domu.

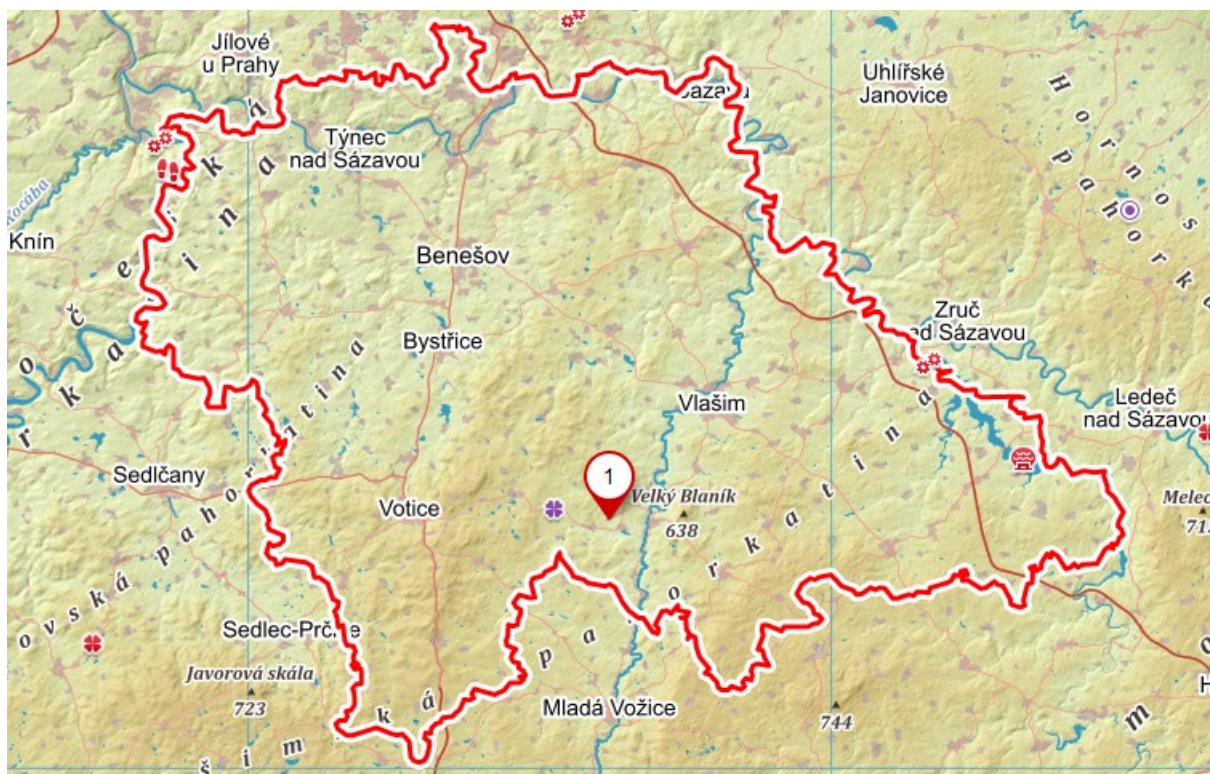
Na základě požadavků a potřeb rodinného domu a všech souvisejících staveb je projekt realizován na pozemku v obci Vestec u Zvěstova.



Obrázek 6 - Půdorys řešených objektů bez určení pozemku

## 5.1 Vymezení zájmové oblasti

Zájmová oblast se nachází v katastrálním území Zvěstov [793876], konkrétně na východě tohoto území v obci Vestec (obrázek 7 a 8). Ta se nachází v jižní části okresu Benešov, přibližně 4,6 km západně od Velkého Blaníku. (Mapy.cz, 2023) Jihovýchodní hranice pozemku kopíruje zpevněnou asfaltovou komunikaci mezi obcemi Vestec a Vlastišov.



Obrázek 7 - Poloha obce Vestec v okrese Benešov (Mapy.cz, 2023)

Jak znázorňuje výkres 1 a výřez z něj na obrázku 8, plocha, na níž je řešena bilance dešťových vod v rámci této práce, je součástí pozemku ve zmíněném katastrálním území s parcelním číslem 1852. Celková plocha tohoto pozemku je 8183 m<sup>2</sup>, řešená severní část má rozlohu 4752 m<sup>2</sup>. Toto území je vybráno na základě potřeb chovu ptactva a co nejdelší možné vzdálenosti od zástavby z důvodu potenciálního hluku. (ČÚZK 2023a)





Obrázek 8 - Výřez výkresu 1 – znázornění pozemku na katastrální mapě

## 5.2 Hydrologické poměry

Jihozápadně od řešeného území (obrázek 9) protéká Strašický potok pramenící v Čestíně v nadmořské výšce okolo 545 m n. m. s průměrným průtokem  $0,17 \text{ m}^3/\text{s}$ . (Wikipedie, 2023) Na tomto toku se v obci Vestec nachází Vestecký rybník o rozloze  $15851 \text{ m}^2$ . (ČÚZK, 2023b) Do Strašnického potoka se zleva na ř. km 2,2 vlévá Sedlečský potok, jež protéká katastrálním územím Zvěstov východně od řešené oblasti. (Wikipedie, 2023) Pozemkem prochází hranice dvou povodí IV. řádu, tedy povodí Sedlečského potoka [1-09-03-0500-0-00] o rozloze  $7,1 \text{ km}^2$  a Strašického potoka [1-09-03-0490-0-00] o rozloze  $10,52 \text{ km}^2$ . (ČHMÚ, 2023)

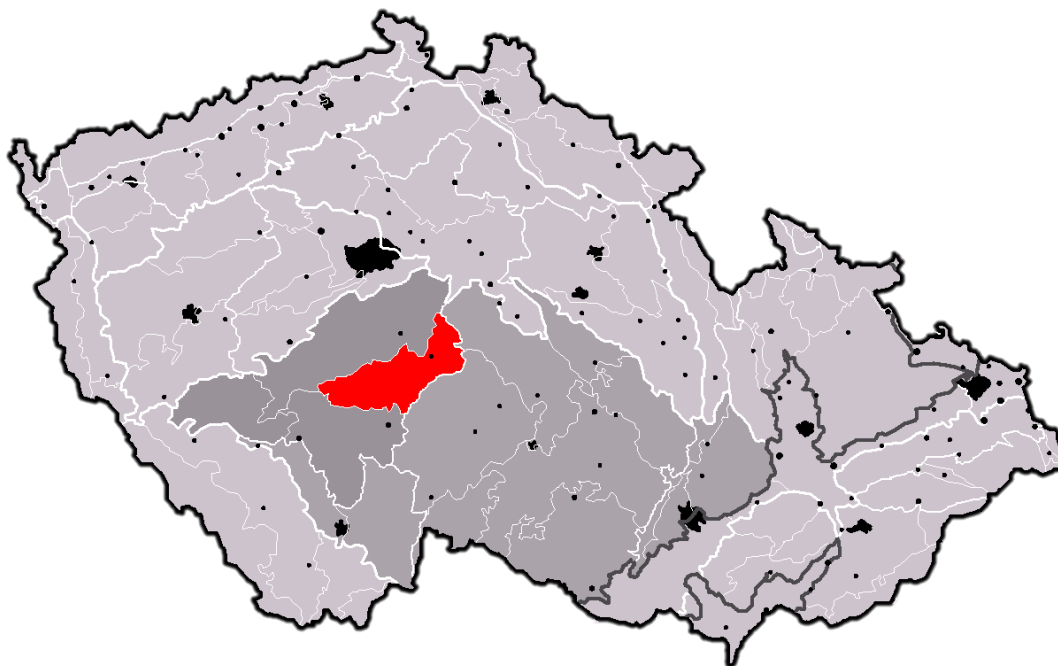
Pozemek je od Vesteckého rybníka vzdálen přibližně 80 m a od Sedlečského potoka 300 metrů. Tyto toky přímo ovlivňují půdní poměry okolí pozemku.



Obrázek 9 - Jih povodí IV. řádu Strašického a Sedlečského potoka (ČHMÚ, 2023, upraveno)

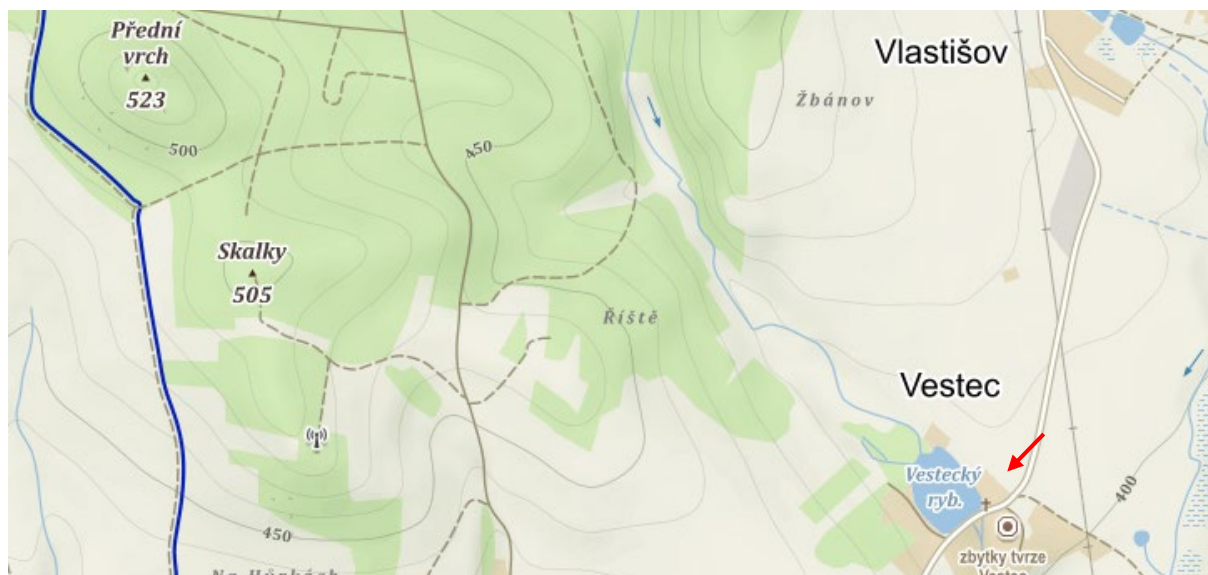
### 5.3 Morfologické poměry

Zájmové území leží v Česko-moravské subprovincii, podsoustavě Středočeská pahorkatina, přesněji se jedná o celek Vlašimská pahorkatina (obrázek 10). Pojem pahorkatina velmi dobře charakterizuje řešené území i jeho okolí, neboť se v prostoru nachází mnoho kopců, avšak převážně s nepřilíš svažitými sklony. Svahy kopců jsou orientovány na všechny světové strany v závislosti na vodních tocích v území.



Obrázek 10 - Vlašimská pahorkatina (červeně) na území České republiky (Wikipedie, 2023b, upraveno)

Vlašimská pahorkatina je severovýchodní částí střeďočeské pahorkatiny a rozkládá se na ploše 1240,39 km<sup>2</sup> na pomezí středních a jižních Čech. Jedná se o poměrně členitou pahorkatinu se střední výškou 492,1 metru v povodí Vltavy a Sázavy. (Wikipedie, 2023b)



Obrázek 11 - Morfologie území v okolí pozemku (Mapy.cz, 2023, upraveno)

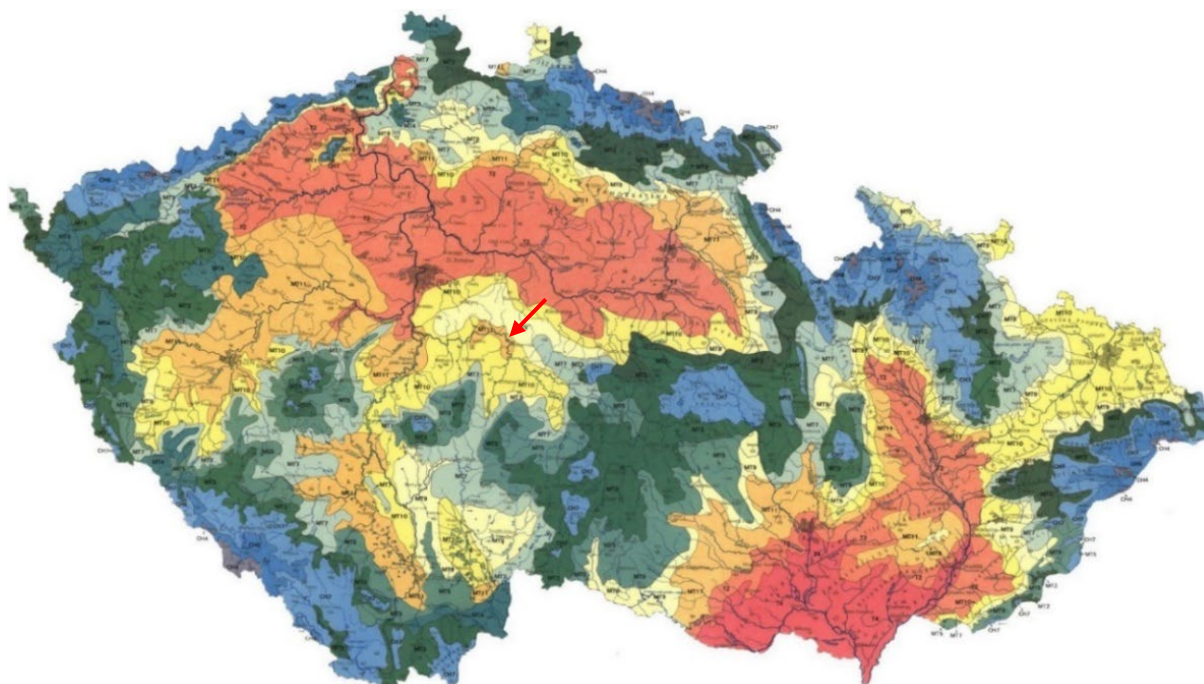


Bodem v blízkém okolí s nejvyšší nadmořskou výškou je vrch Skalky (505 m n. m.), případně Přední vrch (523 m n. m.) a naopak s nejnižší nadmořskou výškou je soutok Strašického a Sedlečského potoka (391 m n. m.), jak znázorňuje obrázek 11. (Mapy.cz, 2023)

V případě řešeného pozemku se jedná o svah orientovaný jihovýchodně, s velmi pozvolným průběhem, ve sklonu přibližně 2,8 %.

## 5.4 Klimatické poměry

Podle klasifikace Evžena Quitta, která vychází z let 1901–2000, lze zájmovou oblast zařadit do oblasti MT2 (viz. obrázek 12), která je charakterizovaná: „Jaro je krátké a mírné, léto je krátké, mírné až mírně chladné, mírně vlhké, podzim je krátký a mírný, zima je mírná, normálně dlouhá, suchá s normálním trváním sněhové pokrývky.“ (QUITT, 1971) Dále lze oblast charakterizovat dle tabulky 6.

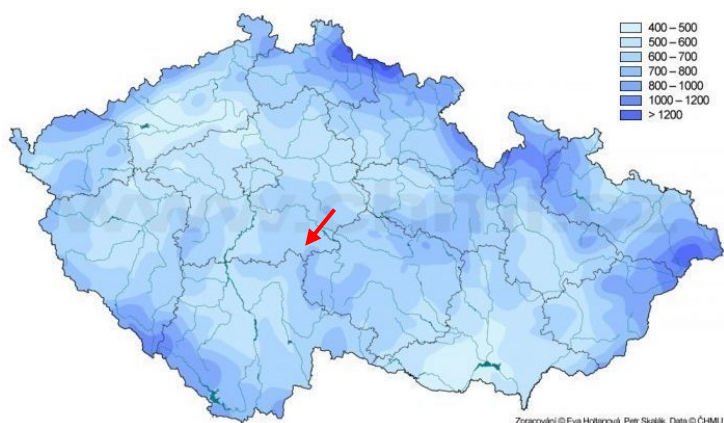


Obrázek 12 - Klimatické oblasti podle Quittovi klasifikace (Moravske-Karpaty.cz, 2023, upraveno)

Tabulka 6 – Klimatické charakteristiky mírně teplé oblasti MT2 (QUITT, 1971)

Počet letních dnů	20–30
Počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více	140–160
Počet dní s mrazem	110–130
Počet ledových dní	40–50
Průměrná lednová teplota	-2 až -3 °C
Průměrná červencová teplota	16–17 °C
Průměrná dubnová teplota	6–7 °C
Průměrná říjnová teplota	6–7 °C
Průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více	120–130
Suma srážek ve vegetačním období	450–500 mm
Suma srážek v zimních období	250–300 mm
Suma srážek celkem	700–800 mm
Počet dní se sněhovou pokrývkou	80–100
Počet zatažených dní	150–160
Počet jasných dní	40–50

Pro pozemek bylo třeba stanovit přesnou průměrných ročních srážek. Pomocí obrázku 13 byla oblast klasifikována jako místo s 600-700 mm průměrnými ročními srážkami podle let 1961-1990.



Obrázek 13 - Průměrný roční úhrn srážek 1961-1990 [mm] (ČHMÚ, 2023b, upraveno)



Dále bylo využito dat poskytnutých Českým hydrometeorologickým ústavem, z let 2017 až 2022 pro výpočet průměrného ročního úhrnu srážek pro město Benešov:

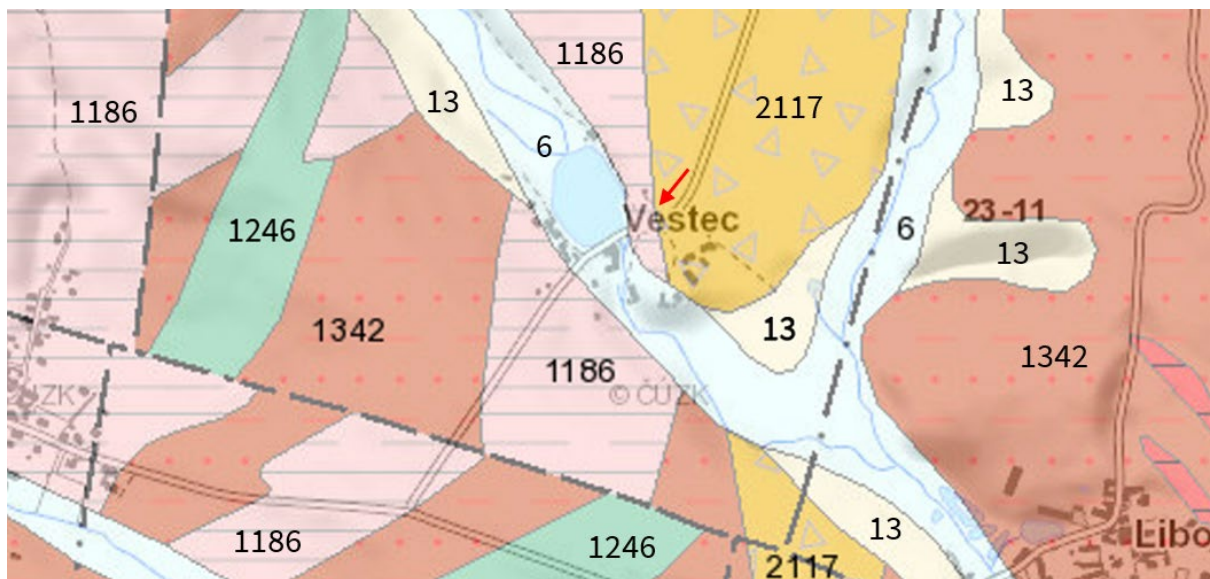
Tabulka 7 - Měsíční úhrny srážek pro město Benešov za období 2017-2022 (ČHMÚ, 2023c, upraveno)

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	průměr
leden	27,8	21,2	58,4	13,6	54,3	39,5	35,8
únor	21,6	10,4	35,3	58,2	37,3	19,1	30,3
březen	44,5	31,0	33,2	45,4	23,9	18,4	32,7
duben	78,0	12,4	21,8	31,6	25,7	34,4	34,0
květen	29,3	55,7	104,5	60,2	126,8	41,2	69,6
červen	37,1	55,5	56	102,8	87,9	137,0	79,4
červenec	85,2	15,6	89,6	39,6	93,6	59,5	63,9
srpen	94,8	39,5	71,7	77,1	102,3	151,5	89,5
září	30,2	42,5	58,2	61,5	15,4	80,7	48,1
říjen	81,8	32,9	37,5	69,8	14,8	30,0	44,5
listopad	39,6	10,9	41,2	15,6	31,9	47,6	31,1
prosinec	31,9	67,4	18,9	14,8	40,3	52,8	37,7
<b>celkem</b>	<b>601,8</b>	<b>395,0</b>	<b>626,3</b>	<b>590,2</b>	<b>654,2</b>	<b>711,7</b>	<b>596,6</b>

Z tabulky 7 byl stanoven průměr pro jednotlivé měsíce v průběhu let 2017 až 2022, z nichž byl stanoven průměrný roční úhrn srážek, jenž bude využíván pro další výpočty, na hodnotu 597 mm.

## 5.5 Geologické a půdní poměry

Jak již bylo zmiňováno výše, zájmová lokalita spadá do Hercynského systému, do provincie Česká vysočina, do subprovincie Česko-moravské, do Středočeské pahorkatiny a přesněji se jedná o Vlašimskou pahorkatinu. (Wikipedie, 2023b) Níže je zobrazen pozemek ve výřezu z geovědní a půdní mapy (obrázek 14 a 15). Pomocí tabulek 8 a 9 je doplněna legenda k informacím zobrazených na daných obrázcích (mapách).

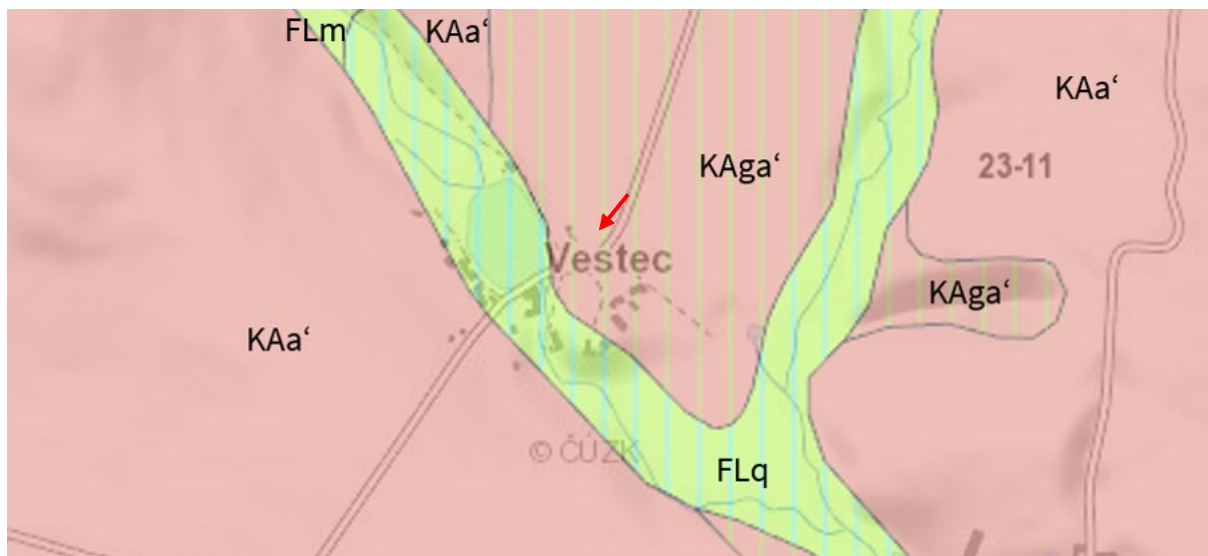


Obrázek 14 - Výřez z geovědní mapy okolí obce Vestec (ČGS, 2023, upraveno)

Tabulka 8 - Legenda ke geovědní mapě (obrázek 14) okolí obce Vestec (ČGS, 2023, upraveno)

ID	Horninový typ	Hornina
6	sediment nezpevněný	nivní sediment
13	sediment nezpevněný	kamenitý až hlinito-kamenitý sediment
1186	metamorfit	migmatit
1246	metamorfit	amfibolit
1342	metamorfit	pararula
2117	sediment zpevněný, kaustobiolit	pískovec, prachovec a slepenec, vložky vápence

Z pohledu geovědní mapy (obrázek 14) se pozemek nachází na oblasti ID 2117, tedy zpevněném sedimentu a kaustobiolitu s horninami – pískovec, prachovec a slepenec s vložkami vápence. (ČGS, 2023) Jak je dále popsáno, tyto údaje ovlivňují vsakovací možnosti půdy.



Obrázek 15 - Výřez z půdní mapy okolí obce Vestec (ČGS, 2023b)

Tabulka 9 - Legenda k půdní mapě (obrázek 15) okolí obce Vestec (ČGS, 2023b)

Index	Dominantní jednotka
KAA'	kambizem mesobasická
KAGa'	kambizem oglejená mesobazická
FLm	fluvizem modální
FLq	fluvizem glejová

Z pohledu půdní mapy (obrázek 15) se pozemek nachází na oblasti KAGa', tedy kambizemi oglejené mesobazické. (ČGS, 2023b) Jak je dále popsáno, tyto údaje ovlivňují vsakovací možnosti půdy.

Dle katastrální mapy je na celém pozemku přítomna půda s kódem BPEJ 5.47.00. (ČÚZK, 2023a) Jedná se o půdu s hlavní půdní jednotkou 47 bez specifikování půdotvorného substrátu, avšak s genetickým půdním představitelem – kambizem glejová (KAq), pseudoglej modální (PGm), pseudoglej luvický (PGl), kambizem oglejená (KAG). Jedná se o hlubokou (hloubka od 60 cm) bezskeletovitou (obsah skeletu do 10 %) půdu s vysokou ohrožeností acidifikací a utužením. Dle eKatalogu BPEJ je tato půda nevhodná k zatravnění (momentální využití), zalesnění anebo ke stavbě nádrží. (VÚMOP, 2023a)

Z důvodu návrhu vsaku je třeba využít hodnot hydropedologických charakteristik. Konkrétně se jedná o zařazení do hydrologické skupiny C – půdy s nízkou rychlostí infiltrace a stanovení infiltrace a propustnosti na  $0,10-0,20 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$  ( $0,0000033 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ). (VÚMOP 2023b)

## 5.6 Slučitelnost s územním plánem

Vybraný pozemek spadá pod katastrální území Zvěstov, tedy informace k možnému zastavění pozemku byly vyňaty z územního plánu této obce. Územní plán byl aktualizován naposledy v únoru roku 2023, z této aktualizace umístěné na webových stránkách [www.zvestov.cz](http://www.zvestov.cz) je vycházeno. (Obec Zvěstov, 2023)

Jak je vidět na obrázku 16 (případně při porovnání s výkresem 1), pozemek je součástí vymezené zastavitelné plochy Z7 (BV-N Plochy bydlení v rodinných domech – venkovské). Celková plocha Z7 je  $9075 \text{ m}^2$ , celá část vymezeného pozemku s parcelním číslem 1852 tedy spadá do této plochy. Pro plochu Z7 je taktéž definováno omezení pro štítovou orientaci, dopravní napojení na stávající účelové komunikace a možná výstavba maximálně tří rodinných domů. To vychází z celkové urbanistické koncepce sídla Vestec, jež je popsána v textové části územní plánu následovně: „Kompozičně se jedná o sídlo se značně organickým tvarem parcel a umístěním staveb o malých objemech, obdélných a jednopodlažních. Celková morfologie území je značně ovlivněna svahovými partiemi a tokem, který sídlem protéká. Zástavba bude respektovat malé objemy staveb.“ (Atelier M.A.A.T. s.r.o. et al., 2023)

Plocha využití způsobem BV-N, tedy plochy bydlení v rodinných domech – venkovské je v textové části územního plánu charakterizována následovně (Atelier M.A.A.T. s.r.o. et al., 2023):

### **Převažující využití**

- *bydlení v rodinných domech se zahradami s možností chovatelského a pěstitelského zázemí pro samozásobení a s příměsí nerušících obslužných funkcí místního významu*

### **Přípustné využití**

- *rodinné domy*
- *stavby ubytovacího zařízení, penziony*



- zahrady a vybavení zahrad (např. skleníky, včelíny, bazény, pergoly, altány, zahradní domky, kůlny apod.)
- vodní plochy, retenční nádrže
- veřejná zeleň, veřejná prostranství a rekreační zeleň s prvky drobné architektury a mobiliářem pro relaxaci
- stavby a zařízení civilní ochrany
- provádění pozemkových úprav
- technická infrastruktura
- dopravní infrastruktura

### **Podmíněně přípustné využití**

- za předpokladu prokázání, že řešením ani provozem pozemků, staveb a zařízení nedojde ve vymezené ploše ke snížení kvality prostředí a pohody bydlení, zejména z hlediska hladiny hluku, vibrací, čistoty ovzduší apod.:
  - stavby a zařízení pro maloobchodní a stravovací služby
  - stavby a zařízení pro nerušící výrobu, servis a služby do 450 m<sup>2</sup> zastavěné plochy (např. opravy osobních vozidel, řemeslnické dílny, prodejny spotřebního zboží, kadeřnictví apod.)
  - stavby a zařízení péče o děti, školská zařízení
  - stavby a zařízení pro informační, vzdělávací, ekologická centra
  - zdravotnické stavby a jejich zařízení
  - stavby a zařízení pro sociální služby (domy s pečovatelskou službou a domovy důchodců)
  - stavby a zařízení pro sport a relaxaci
  - stavby a zařízení pro kulturu a církevní účely
  - stavby a zařízení pro administrativu
  - stavby s doplňkovým zemědělským hospodářstvím a chovem hospodářského zvířectva

### **Nepřípustné využití**

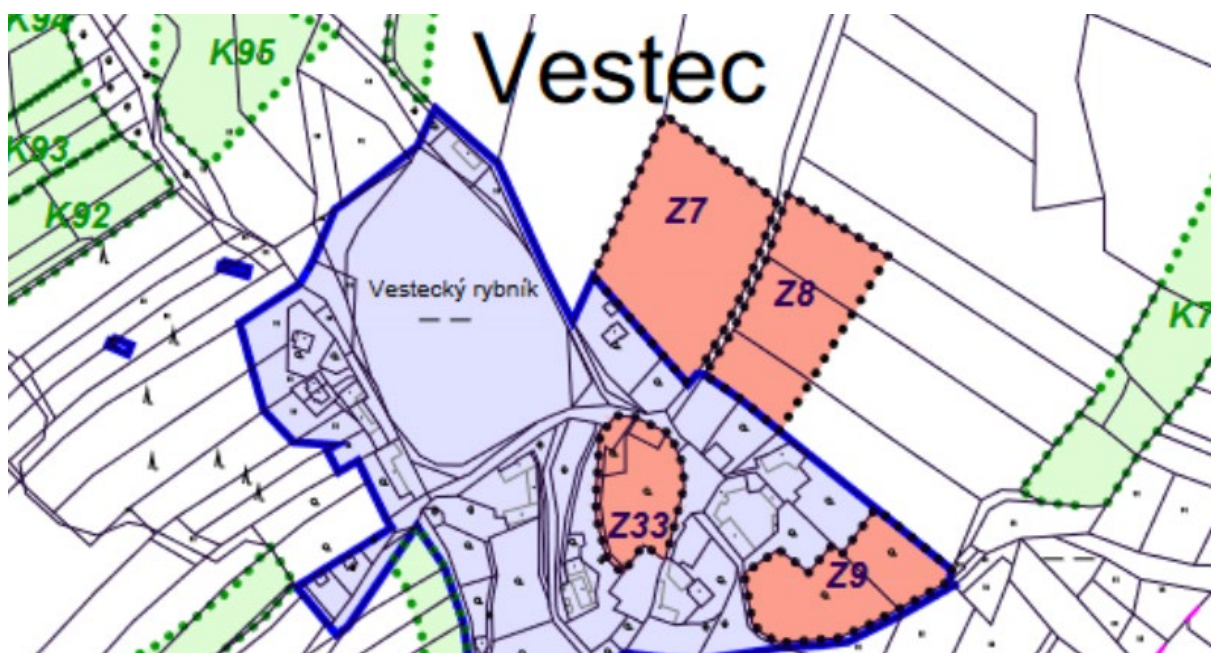
- veškeré stavby a činnosti nesouvisející s převažujícím, přípustným a podmíněně přípustným využitím



### **Podmínky prostorového uspořádání a základní podmínky ochrany krajinného rázu**

- výšková hladina zástavby nepřekročí 2 nadzemní podlaží + podkroví
- výšková hladina hřebene střechy nepřekročí 10 metrů (nejvyšší možná kóta směrem k pozemku, na kterém stavba stojí).

U zastavitelné plochy Z7 není definován koeficient maximální zastavitelnosti plochy, ani minimální koeficient zeleně. U ostatních zastavitelných ploch se první zmiňovaný pohybuje (pokud je definován) od 30 do 40 % (u zemědělských objektů 50 nebo 60 %) a minimální koeficient zeleně je většinou definován jako 30 % plochy v závislosti na typu plochy. (Atelier M.A.A.T. s.r.o. et al., 2023)



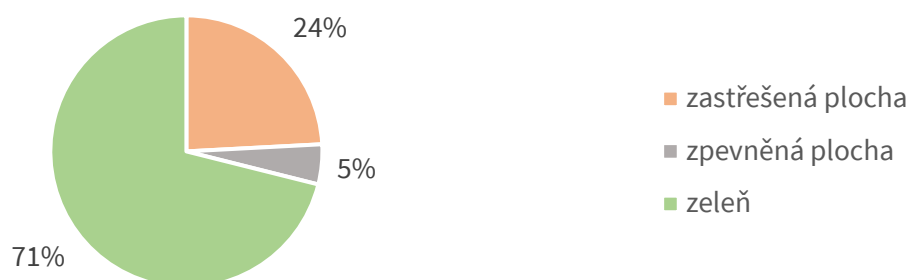
Obrázek 16 - Výřez územního plánu z února 2023 týkajícího se obce Vestec (Atelier M.A.A.T., 2023)

V tabulce 10 a grafu na obrázku 17 je znázorněno rozdělení ploch, které se dají hodnotit z pohledu územního plánu, pokud by nebyla realizována vodní plocha a s ní spojená kořenová čistírna. Je patrné, že zastřešená plocha zabírá 24 % (1148,1 m<sup>2</sup>) z celkové výměry pozemku (tj. 4752 m<sup>2</sup>) a zpevněná plocha 5 % (225,6 m<sup>2</sup>). Celkem by tedy návrh splňoval podmínky zastavitelnosti pro maximální zastavitelnost 25 % a vyšší a minimální výměru zeleně 70 % a nižší.



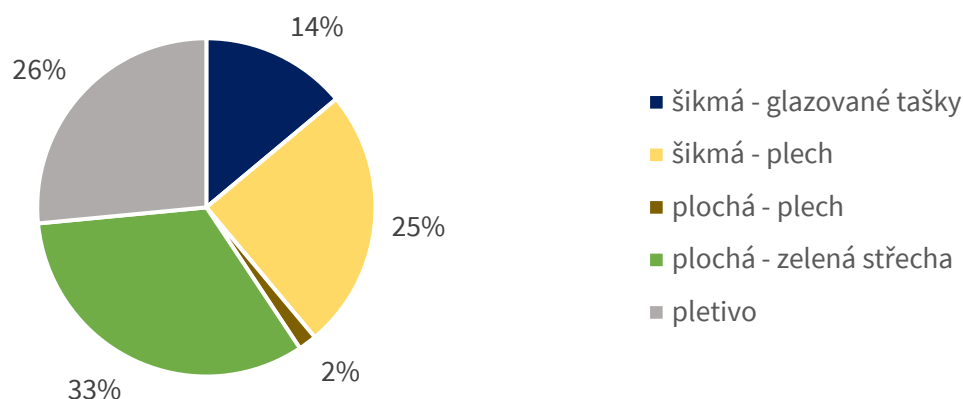
Tabulka 10 - Rozdělení ploch pozemku bez biotopu

		[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]
Pozemek p. č. 1852			4752,0 (100 %)
zastřešená plocha	šikmá – glazované tašky	160,0 (3,4 %)	1148,1 (24,1 %)
	šikmá – plech	286,9 (6,0 %)	
	plochá – plech	20,0 (0,4 %)	
	plochá – zelená střecha	376,8 (7,9 %)	
	pletivo	304,4 (6,4 %)	
zpevněná plocha	chodník	207,6 (4,4 %)	225,6 (4,8 %)
	terasa	18,0 (0,4 %)	
zeleň	trávník	2705,0 (56,9 %)	3378,4 (71,1 %)
	mulč, štěpka	673,4 (14,2 %)	



Obrázek 17 - Procentuální podíly jednotlivých ploch na pozemku bez navrženého biotopu

Z obrázku 18 je vidět, že pro třetinu střech bude využito skladby zelené střechy, což se ztotožňuje s myšlenkou tvorby příjemného klimatu v okolí a uvnitř budov. Zároveň jsou budovy navrženy v duchu architektury ohleduplné k životnímu prostředí.



Obrázek 18 - Procentuální podíly zastřešených ploch rozdělených dle krytin

O zhruba 7 % méně, než zelené střechy, je zastoupeno pletivo a o další 1 % méně je zastoupen plech v šikmých střechách. Kromě altánu jsou veškeré tyto krytiny využity u hospodářských budov, potažmo venkovních výletů voliér. Použití pletiva zároveň nezabraňuje vsaku srážkové vody (z důvodu většího záchytného povrchu je ovlivňováno množství spadných srážek na povrch pod pletivem, které je však vzhledem k tloušťce drátu zanedbatelné), ani nikterak neomezuje využití půdy pod ním. Vzhledem k tomu, že je žádoucí v chovatelských zařízeních vytvořit příjemné prostředí pro chov s cílem odchovu, jsou tyto plochy z většiny využívány jako travní porost, případně jsou doplňovány vhodným keřovým porostem, což opět napomáhá přírodě blízkému využití srážkové vody a případnému vsaku.

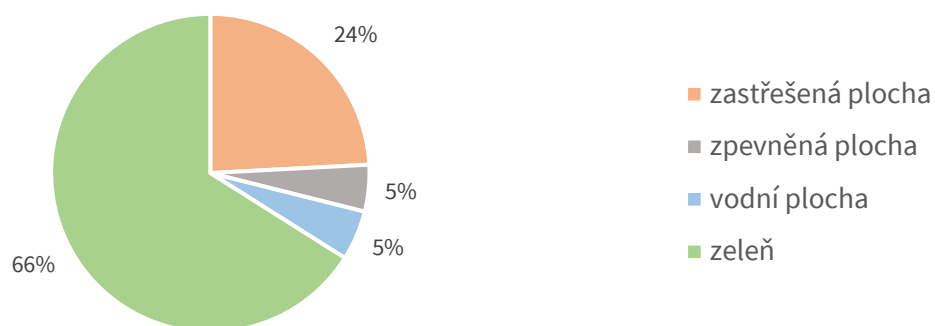
Ze zmiňovaných důvodů je otázkou, zdali by se zastřešení pletivem započítávalo do maximálního koeficientu zastavitelnosti plochy, nebo zdali by se započítávaly pouze základy svislých konstrukcí. Tento faktor by byl ovlivněn rozhodnutím daného úřadu. Vzhledem k tomu, že na vybraném pozemku omezení koeficienty není definováno, není tato problematika dále řešena.

Z tabulky 11 a grafu na obrázku 19, znázorňující rozdělení ploch včetně realizování vodní plochy s kořenovou čistírnou, je patrné, že zastřešená plocha zabírá stále 24 % (1148,1 m<sup>2</sup>) z celkové výměry pozemku (tj. 4752 m<sup>2</sup>), zpevněná plocha zůstává 5 % (225,6 m<sup>2</sup>), avšak dochází ke změně u kategorie zeleně. Navržený biotop včetně kořenové čistírny zabírá přibližně 5 % (240,2 m<sup>2</sup>) z plochy pozemku. Na zeleň zbývá přibližně 66 % (3138,2 m<sup>2</sup>) z celkové rozlohy pozemku. Celkem by tedy návrh splňoval podmínky zastavitelnosti, dle územního plánu, pro maximální zastavitelnost 25 % a vyšší a minimální výměru zeleně 66 % a nižší.

Pokud by navržený biotop splňoval technické parametry, aby jej bylo možné začlenit do rozlohy zeleně (u takového návrhu je možné využít pouze přírodní bariéry proti vsakování vody např. jílové bloky, nikoliv např. PE folie), v tom případě by poměry ploch dle typu využití doznaly změn vůči návrhu bez biotopu pouze v ploše kořenové čistírny. Zde je opět otázkou postoj úřadů při pohledu na foliový biotop, jenž není v daném územním plánu nijak řešen. Jde o stavbu zabraňující vsaku srážkové vody na ploše biotopu, avšak tato stavba podporuje výpar do ovzduší a pomáhá tak zlepšovat mikroklima okolí, nehledě na to, že poskytuje stanoviště a útočiště pro rostliny a živočichy a podporuje tím biodiverzitu.

Tabulka 11 - Rozdělení ploch pozemku při zahrnutí biotopu

		[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]
Pozemek p .č. 1852			4752,0 (100 %)
zastřešená plocha	<i>šikmá – glazované tašky</i>	160,0 (3,4 %)	1148,1 (24,1 %)
	<i>šikmá – plech</i>	286,9 (6,0 %)	
	<i>plochá – plech</i>	20,0 (0,4 %)	
	<i>plochá – zelená střecha</i>	376,8 (7,9 %)	
	<i>pletivo</i>	304,4 (6,4 %)	
zpevněná plocha	<i>chodník</i>	207,6 (4,4 %)	225,6 (4,8 %)
	<i>terasa</i>	18,0 (0,4 %)	
vodní plocha	<i>jezíčko – biotop</i>	232,7 (4,9 %)	240,2 (5,1 %)
	<i>kořenová čistírna</i>	7,5 (0,2 %)	
zeleně	<i>trávník</i>	2705,0 (56,9 %)	3138,2 (66,0 %)
	<i>mulč, štěpka</i>	433,2 (9,1 %)	



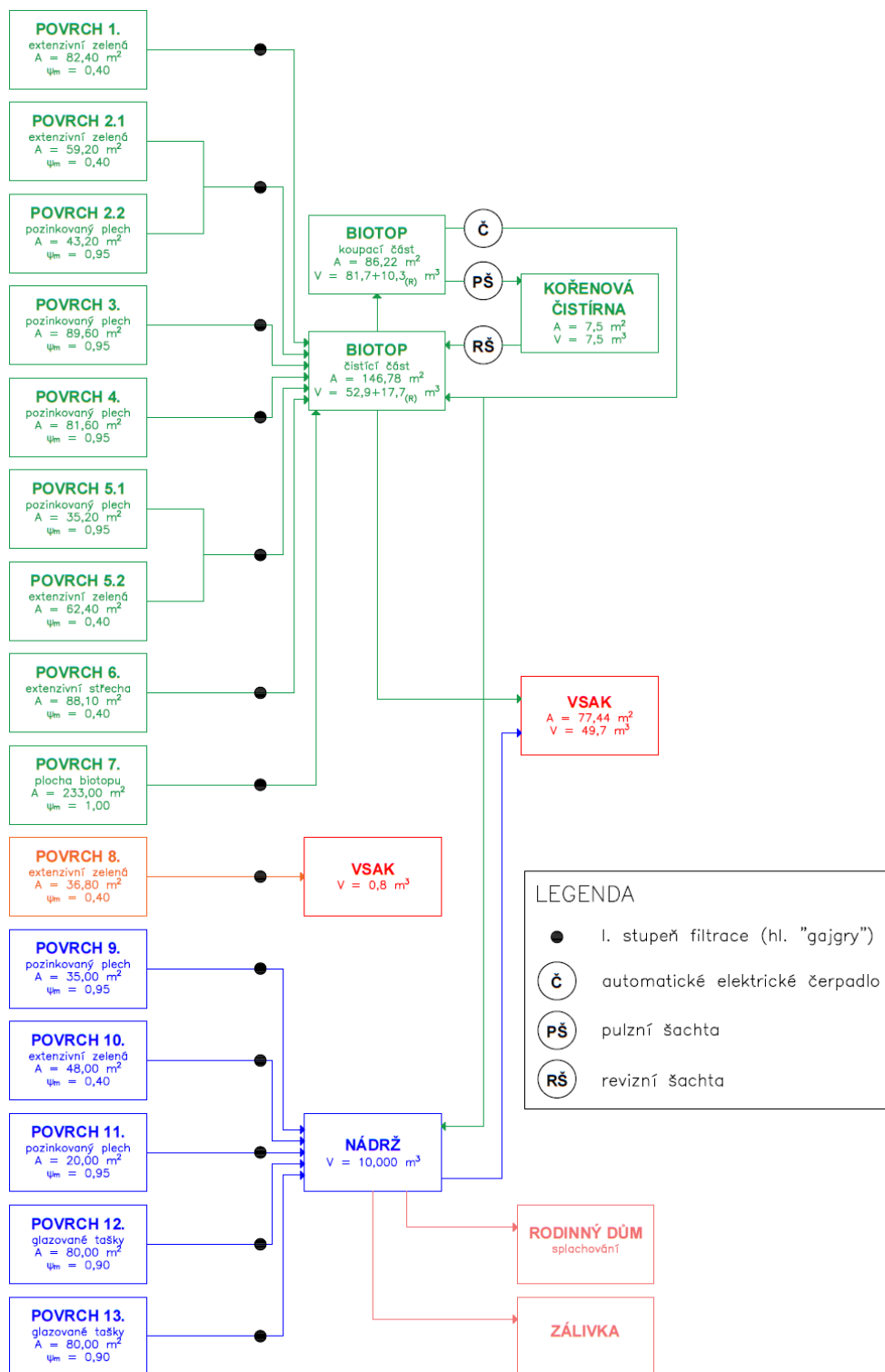
Obrázek 19 - Procentuální podíly jednotlivých ploch na pozemku s navrženým biotopem

Na základě zjištění v této kapitole je dle platného územního plánu v dané lokalitě obce Vestec (potažmo Zvěstov) navrhovaný půdorys na vybraném pozemku přípustný.

## 6 Popis celkového řešení

Jak je vidět na obrázku 20, akumulace srážkové vody z odvodňovaných ploch byla rozdělena na tři části. Jihovýchodní část pozemku zahrnuje pouze budovu karantény (povrch 8) a srážková voda z ní je odvedena do vsakovacího zařízení 2 poblíž budovy. Ostatní hospodářské budovy a zastřešené části venkovních voliér „výletů“ (povrchy 1, 2.1, 2.2, 3, 4, 5.1, 5.2, 6, 7) jsou odvodněny do čistící zóny biotopu, odkud voda přetéká do koupací zóny. Následně se voda pomocí malého okruhu s pulzní šachtou, kořenovou čistírnou a čerpací šachtou čistí a vrací zpět do čistící zóny biotopu pomocí čerpadla vyvedeného na pramenný kámen. Při nadbytku vody je voda bezpečnostním přelivem odváděna do vsakovacího zařízení 1. Do tohoto vsakovacího zařízení je sveden bezpečnostní přeliv i z akumulární nádrže, do níž je sbírána voda ze střech altánu, garáže a rodinného domu (povrchy 9, 10, 11, 12, 13). Kromě „gajgrů“ (první stupeň – primární – čištění největších nečistot) pod každým svodem je před nádrží umístěna filtrační šachta (filtrační koš s oky do 0,8 mm) umožňující napojení potrubí potřebného průměru.

Voda z nádrže je využívána pro zálivku nebo odváděna do technické místnosti rodinného domu, kde je využívána ke splachování WC. Při nedostatku vody v nádrži je čerpadlem z čerpací šachty, umístěné za kořenovou čistírnou, doplňována z biotopu. V technické místnosti je možné umístit řídicí jednotku, případně filtry, která dokáže zajistit přepnutí mezi využití srážkové vody a vody z dalšího zdroje, aniž by došlo ke vzájemné kontaminaci, případně je třeba zajistit dopouštění vody přímo do nádrže. Dopouštění se spustí při nedostatku vody v nádrži i v biotopu, z nějž se voda doplňuje do nádrže primárně.



Obrázek 20 - Schéma odváděné srážkové vody do akumuláčnických a vsakovacích zařízení

## 7 Návrh zelené střechy

Zelená střecha pro hospodářské budovy byla navržena z důvodu snahy o zlepšení mikroklimatu ve srovnání se střechami s holou hydroizolací nebo vrstvou šterku. Díky vegetačnímu povrchu dochází k vyrovnávání extrémních teplot, ke snížení intenzity vyzařování na sousední plochy, ke zvýšení vlhkosti vzduchu a ke snížení prašnosti. Zároveň je tímto řešením vytvořena náhradní plocha pro flóru a faunu v oblasti lidských sídel. Je podporována biodiverzita, jelikož se díky rychlému ohřevu přírodních prvků tvoří optimální podmínky pro určité druhy bezobratlých či na střeše vzniká prostor pro volně žijící živočichy, ptáky a hmyz. (BURIAN et al., 2019)

Důvody pro využití vegetační vrstvy na střeše lze nalézt i ochranné a ekonomické. Vegetační vrstva hrání hydroizolaci před degradací v důsledku UV záření a kolísání teplot, snižuje nebezpečí mechanického poškození hydroizolace následkem vnějších vlivů a zlepšuje tepelnou ochranu v zimě, a především v létě. Z ekonomického hlediska zvyšuje užitnou hodnotu nemovitosti a zvyšuje účinnost případných fotovoltaických panelů v důsledku snižování extrémních teplot prostředí. (BURIAN et al., 2019)

Firma EKROST realizuje z 90 % extenzivní střechy a zbytek intenzivní střechy, kde Ing. Mrtko vidí jako problém zvýšenou potřebu vody, k jejímuž pokrytí většinou srážková voda nestačí a využívat vodu z vodovodního řádu je neekonomické. Na extenzivní střechy se závlaha téměř nedává (případně se používá nadzemní kapková závlaha). Do vegetační vrstvy extenzivní střechy se navrhuje netřesky a rozchodníky, případně bylinný a travní porost. Rozchodníky je nutné plít ručně, jelikož se jedná o dvouděložné rostliny, které se nedají ošetřit chemicky. Extenzivní zelenou střechu můžeme realizovat pomocí rohoží nebo řízků. Rohože jsou na pěstírně pod trvalou závlahou, tedy se jim na střeše více nedaří (1. měsíc se musí zalévat a poté při horkých dnech), a navíc jsou ekonomicky náročnější. Řízky jsou naopak 10krát levnější a není třeba platit lidi např. na pletí. Dle všech informací, tedy Ing. Mrtko doporučuje v případě zelené střechy použít extenzivní typ. (MRTKA, 2023)

Ing. Mrtko (2023) při konzultaci doporučil zakládat zelené střechy na podzim a následně dostatečně zavlažit pro uchycení rostlin. Dále popisuje, že pro trávnik je ideální přibližně 20 až 25 cm substrátu. Zelená střecha dle jeho informací zadrží 20 až 150 litrů na m<sup>2</sup>. Substrát je schopný akumulovat

2 litry na m<sup>2</sup> plochy (tj. na každý cm tloušťky substrátu se vsáknou 2 mm vody – pro 40 cm vrstvu je třeba srážka větší než 80 mm). (MRTKA, 2023)

Tabulka 12 - Mocnost souvrství využitelná pro kořenění rostlin u různých způsobů ozelenění a forem vegetace, modrá – doporučené, žlutá – dovolená (BURIAN et al., 2019, upraveno)

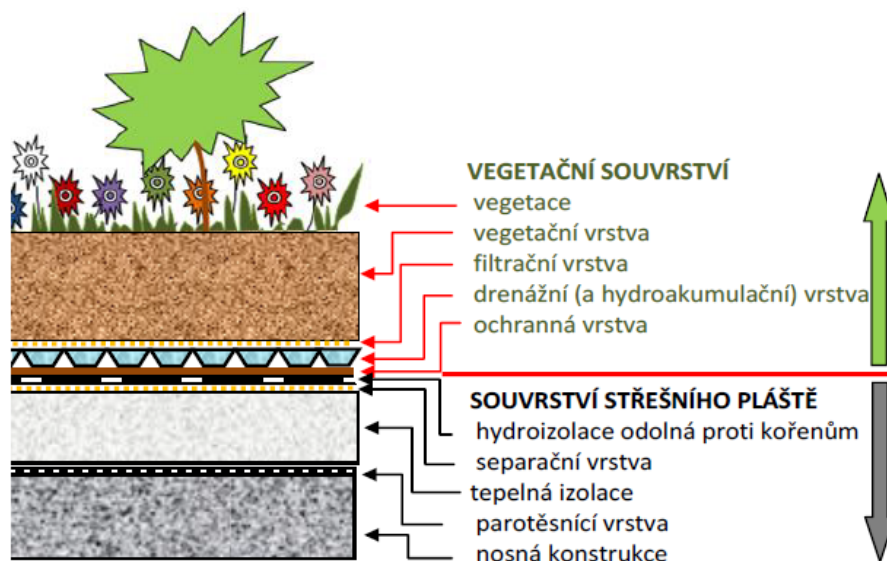
Mocnost souvrství využitelná pro kořenění rostlin v cm		4	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	125	150	200		
Způsoby ozelenění a formy vegetace	Extenzivní	Rozchodníky	žlutá																						
		Rozchodníky – trvalky																							
		Rozchodníky – byliny – trávy																							
		Trávy – byliny																							
	Polointenzivní	Trávy – byliny																							
		Trvalky																							
		Trvalky – dřeviny																							
		Dřeviny																							
	Intenzivní	Trávník																							
		Nízké trvalky a keře																							
		Středně vysoké trvalky a keře																							
		Vysoké trvalky a keře																							
		Velké keře a malé stromy																							
		Střední až vyšší stromy																							
Velké stromy																									

POZNÁMKA: Regionální klimatické poměry a specifické podmínky objektu (orientace ke světovým stranám, sklon apod.) se někdy mohou výrazně lišit, a proto je třeba zvolit přiměřeně větší nebo menší mocnost souvrství v daném rozpětí. U extenzivní zelené střechy není vhodné zvyšovat mocnost vegetačního souvrství nad doporučenou mez, stupňuje se tím pravděpodobnost uchycení nežádoucí vegetace.

Na výběr vhodného typu vegetačního souvrství a formy vegetace mají tyto faktory:

- způsob využití (bez využití, příležitostný pobyt osob, trvalý pohyb osob, provoz veřejnosti, provoz vozidel, soukromá nebo komerční zemědělská/zahradnická činnost),
- stavebně technické podmínky (nosnost stavební konstrukce, sklon, způsob odvádění srážkové vody, skladba střešního pláště),
- konkrétní podmínky stanoviště (např. orientace ke světovým stranám, odraz světla nebo zastínění, větrná poloha, srážkový stín),
- výška objektu a jeho umístění v krajině (viditelnost střechy, namáhání sáním větru),
- možnosti následné údržby (přístupové cesty, možnost využití mechanizace, likvidace odpadu, finanční stránka).

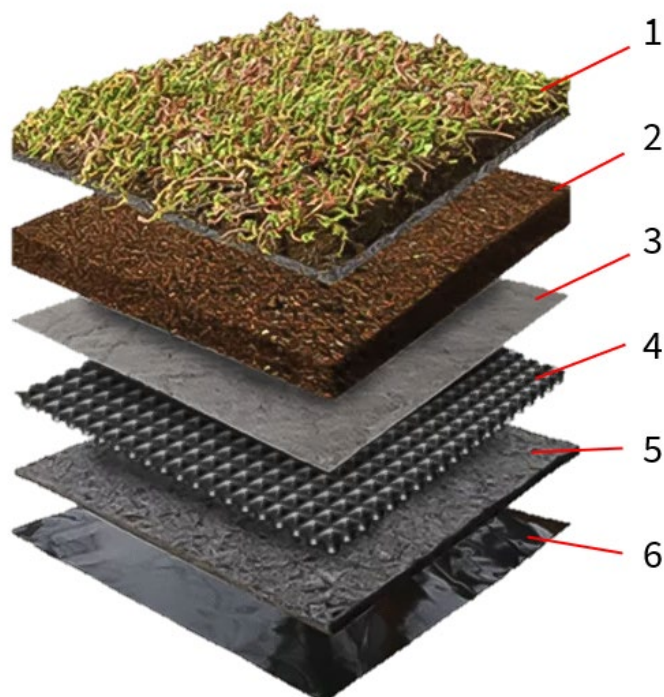




Obrázek 21 - Schéma rozhraní vegetačního souvrství a souvrství střešního pláště (BURIAN et al., 2019)

Na základě potřeb pro vhodné řešení a ekonomiky, která odpovídá použití na hospodářských budovách, byla pomocí tabulky 12, obrázku 21 a kalkulátoru firmy EKROS vybrána tato skladba vegetačního souvrství (seřazeno od svrchní vrstvy viz. obrázek 22, pro sklon střechy do 5°) (EKROS et al., 2023):

1. **Řízky rozchodníků mix druhů** – mix 5 až 8 druhů rozchodníků s doporučeným množstvím 100 g/m<sup>2</sup>;
2. **Extenzivní substrát Optigreen (8 cm)** – český substrát ve vlhkém stavu max. 1275 kg/m<sup>2</sup>, big bag 1,7 m<sup>3</sup>, připočítává se 15 % na slehnutí;
3. **Filtrační geotextilie Optigrün 105** – filtrační vrstva oddělující drenáž od substrátu, připočítává se 15 % na přesah a překryv;
4. **Drenážní a vodoakumulační fólie FKD 20** – umělohmotná deska z hluboko taženého recyklátu HDPE se systémem kanálků při spodním líci a difúzními otvory, připočítává se 4 % na přesah a dořezy;
5. **Ochranná geotextilie Optigrün RMS 300** – ochranná vrstva přímo na hydroizolaci nebo kořenovzdornou fólii, připočítává se 15 % na přesah a překryv;
6. **Kořenovzdorná fólie** – z vysoce elastického PELD, tl. 0,5 mm, gramáž 470 g/m<sup>2</sup>, kořenovzdornost dle směrnice FLL.



Obrázek 22 - Navržená skladba extenzivní zelené střechy (EKROST et al., 2023)

Mimo hlavní skladbu vegetačního souvrství byly pro správnou funkčnost střechy vybrány navíc tyto materiály (EKROS et al., 2023):

**Dlouhopůsobící hnojivo Opticote** – hnojivo působící po dobu 8-9 měsíců, u extenzivních střech doporučené množství 30 g/m<sup>2</sup>;

**Ukončovací lišta ZP 100** – dosedací strana s otvory, materiál hliník, tl. 1 mm, délka 2500 mm, výška 100 mm, šířka 120 mm, navaňuje se do hydroizolace pomocí pásek z fólie;

**Děrovaná kačírková lišta** – ALU, tl. 1 mm, délka 3000 mm, výška 80 mm, šířka 100 mm, pro spojení je třeba spojek, případně lze otočit na výšku 100 mm;

**Praný kačírek frakce 16/32 mm** – použití kolem atiky a světlíků, šíře 30 cm, hmotnost přibližně 1000 kg/0,5 m<sup>2</sup>.

Tato skladba splňuje podmínky pro získání dotací dle dotačního titulu Nová zelená úsporám.

## 8 Návrh akumulací nádrže

Veškeré informace a výpočty týkající se návrhu akumulací nádrže vychází a byly provedeny podle Metodiky výpočtu objemu akumulací nádrží pro srážkové vody (STRÁNSKÝ a BAREŠ, 2021) a podle Standardů hospodaření se srážkovými vodami na území hlavního města Prahy (SÝKOROVÁ et al., 2021).

K výpočtu objemu akumulací nádrží na srážkovou vodu můžeme využít několik metod návrhu. Jednotlivé metody se liší délkou období pro bilancování přítoku srážkových vod a jejich potřeby. Vždy vychází z dlouhodobých dat a volíme je na základě způsobu využívání srážkové vody:

### **Roční bilance využitelného srážkového přítoku a potřeby vody**

Tato metoda je vhodná u objektu s pravidelným využitím srážkových vod, tedy například pro splachování WC anebo zavlažování interiérových zelených stěn. Metoda využívá místně příslušné průměrné roční srážkové úhrny a zároveň počítá s délkou období sucha (tedy bez srážky), během něhož je třeba zajistit zásobování vodou, počítá se s 21 nebo 28 dny.

### **Měsíční bilance v průběhu roku**

Tuto metodu je vhodné využít u objektu, jehož potřeba se v průběhu roku mění. Především je to v závislosti na zálivce ve vegetačním období. Metoda využívá místně příslušné průměrné měsíční srážkové úhrny a měsíční potřebu provozní vody. Podle této metody lze charakterizovat vztah mezi velikostí akumulacího prostoru, efektivitou využití objemu nádrže, stupněm pokrytí potřeby provozní vody vodou srážkovou a nároky na pokrytí případného nedostatku srážkové vody vodou z jiného zdroje.

### **Denní bilance v průběhu roku**

Tato metoda je vhodná především pro komplexní systémy anebo systémy s různou denní potřebou vody (např. rekreační objekty) a nejistým nátokem srážkových vod (např. propustné zpevněné plochy). Výpočty této metody vychází z denních srážkových úhrnů a potřeb provozní vody na příslušném místě. Tato metoda dokáže popsat a charakterizovat stejný vztah jako metoda měsíční bilance v průběhu roku.



## Podrobná dlouhodobá simulace

Tuto metodu volíme v případě zapojení akumulční nádrže do série s dalšími objekty např. vsakovací či retenční s regulovaným odtokem. Tato metoda do detailu simuluje veškeré hydrologické a hydraulické procesy jako např. počáteční ztráty, proměnlivý výpar, proměnlivou vsakovací schopnost podloží či transformaci odtoku. Minimální délka srážkové řady u této metody je 5 let s časovým rozlišením srážek 1 až 5 minut. Využit lze software SWWM, Mike Urban a další.

## 8.1 Metoda roční bilance

Jak bylo zmíněno, tato metoda je vhodná u objektu s pravidelným využitím srážkových vod, tedy například pro splachování WC anebo zavlažování interiérových zelených stěn. Metoda využívá místně příslušné průměrné roční srážkové úhrny a zároveň počítá s délkou období sucha (tedy bez srážky), během něhož je třeba zajistit zásobování vodou, počítá se s 21 nebo 28 dny.

### 8.1.1 Vstupní data

Vstupními daty pro metodu roční bilance jsou:

- dlouhodobý roční srážkový úhrn,
- údaje o odvodňované ploše (velikost, typ povrchu),
- součinitele odtoku,
- údaje o denní potřebě provozní (srážkové) vody na nemovitosti.

### 8.1.2 Postup výpočtu

Jelikož pro navržení velikosti akumulčního objemu  $V_A$  je třeba stanovit využitelné množství srážkové vody (množství, které jsme schopni zachytit) a potřebu provozní vody, je třeba začít výpočtem právě těchto dvou hodnot.

Roční potřeba provozní (srážkové) vody  $V_{potř,a}$  [m<sup>3</sup>] se stanoví součtem ročních potřeb provozní vody souvisící a nesouvisící s osobami. Potřebami souvisícími s osobami ( $V_{potř,os,a}$ ) jsou například splachování WC anebo praní, potřebami nesouvisícími s osobami ( $V_{potř,pl,a}$ ) komerční a průmyslové využití vody anebo na mytí aut. Veškeré objemy stanovíme pomocí následujících rovnic:



$$V_{potř,a} = V_{potř,os,a} + V_{potř,pl,a} \quad (1)$$

$$V_{potř,os,a} = v_{potř,os,d} \cdot n_1 \cdot 365 \quad (2)$$

$$V_{potř,pl,a} = v_{potř,pl,d} \cdot n_2 \cdot 365 \quad (3)$$

kde

$V_{potř,a}$  ... roční potřeba provozní (srážkové) vody [ $m^3$ ],

$V_{potř,os,a}$  ... roční potřeba provozní (srážkové) vody souvisící s osobami [ $m^3$ ],

$V_{potř,pl,a}$  ... roční potřeba provozní (srážkové) vody nesouvisící s osobami [ $m^3$ ],

$v_{potř,os,d}$  ... specifická denní potřeba provozní (srážkové) vody na jednu osobu [ $m^3 \cdot os^{-1} \cdot d^{-1}$ ],

$v_{potř,pl,d}$  ... specifická denní potřeba provozní (srážkové) vody nesouvisící s osobami na danou jednotku [ $m^3 \cdot jednotka^{-1} \cdot d^{-1}$ ],

$n_1$  ... počet osob v budově [os],

$n_2$  ... počet měrných jednotek.

Využitelné množství srážkové vody za rok  $V_{přít,a}$  [ $m^3$ ] se stanoví podle dlouhodobého ročního úhrnu srážek a redukované odvodňované plochy (v případě více ploch, je třeba počítat pro každou zvlášť anebo upravit vzorec):

$$V_{přít,a} = \frac{h_a}{1000} \cdot A \cdot \psi_m \cdot \eta \quad (4)$$

kde

$h_a$  ... roční srážkový úhrn [mm],

$A$  ... půdorysný průmět odvodňované (sběrné) plochy  $A$  [ $m^2$ ],

$\psi_m$  ... střední (objemový) součinitel odtoku,

$\eta$  ... součinitel ztráty ve filtru (účinnosti filtrace), zpravidla uvažovaný hodnotou 0,9.

Velikost akumulačního objemu  $V_A$  [ $m^3$ ] se navrhuje jako menší z hodnoty využitelného množství srážkové vody a potřeby provozní vody pro předpokládanou délku suchého období 21 dní nebo 28 dní (dle DIN 1989-1:2001-10; ÖNORM B2572, 2005):

$$V_A = \min \left\{ \frac{V_{přít,a}}{V_{potř,a}} \right\} \cdot \frac{R}{365} = \min \left\{ \frac{V_{přít,a}}{V_{potř,a}} \right\} \cdot \phi \quad (5)$$

kde

$V_A$  ... velikost akumulární nádrže [ $m^3$ ],

$V_{přít,a}$  ... využitelné množství srážkové vody za rok [ $m^3$ ],

$V_{potř,a}$  ... celková roční potřeba provozní (srážkové) vody [ $m^3$ ],

pro  $R = 21$  dní je  $\phi = 21/365 = 0,0575$ ,

pro  $R = 28$  dní je  $\phi = 28/365 = 0,0767$ .

Pro potřeby OP ŽP (Operační program Životní prostředí) je doporučeno používat hodnotu  $R = 28$  dní, tedy  $\phi = 28/365 = 0,0767$ .

## 8.2 Metoda měsíční bilance

Jak bylo zmíněno výše, tuto metodu je vhodné využít u objektu, jehož potřeba se v průběhu roku mění. Především je to v závislosti na zálivce ve vegetačním období. Metoda využívá místně příslušné průměrné měsíční srážkové úhrny a měsíční potřebu provozní vody. Podle této metody lze charakterizovat vztah mezi velikostí akumulárního prostoru, efektivitou využití objemu nádrže, stupněm pokrytí potřeby provozní vody vodou srážkovou a nároky na pokrytí případného nedostatku srážkové vody vodou z jiného zdroje.

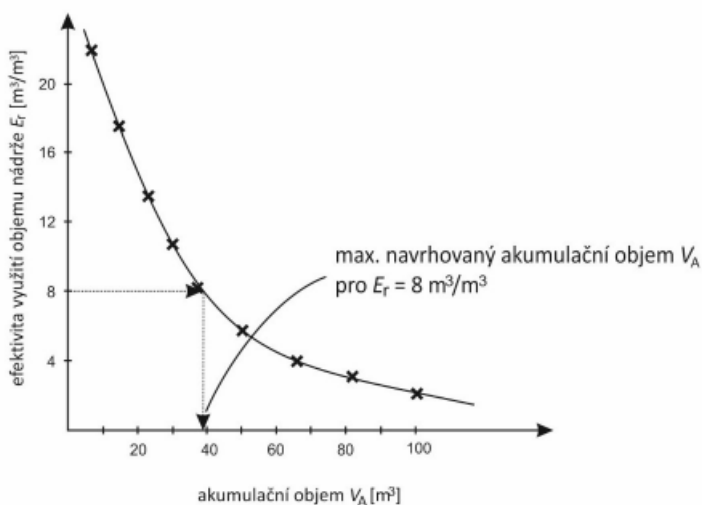
### 8.2.1 Vstupní data

Vstupními daty pro metodu měsíční bilance jsou:

- dlouhodobý měsíční srážkové úhrny,
- údaje o odvodňované ploše (velikost, typ povrchu),
- součinitele odtoku,
- údaje o denní potřebě vody na nemovitosti v jednotlivých měsících roku.

## 8.2.2 Postup výpočtu

Návrh akumulačního objemu se provádí na základě funkčního vztahu mezi velikostí akumulačního objemu nádrže  $V_A$  a efektivitou využití objemu nádrže  $E_r$ , která vyjadřuje poměr mezi celkovým odebraným objemem srážkové vody za rok a akumulačním objemem nádrže. Výpočet se tedy provádí pro různé akumulační objemy, výsledná velikost akumulačního objemu  $V_A$  se pak stanoví na základě požadované minimální efektivity využití objemu nádrže  $E_r$  (obrázek 27).



Obrázek 23 - Princip návrhu akumulačního objemu nádrže (STRÁNSKÝ a BAREŠ, 2021)

Pro potřeby OP ŽP (Operační program Životní prostředí) je doporučeno, aby hodnota  $E_r$  nebyla nižší než  $8 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ .

Nejprve je odhadem stanoven objem akumulační nádrže  $A_N$  pro výpočet prvního bodu křivky závislosti  $V_A$  na  $E_r$ . Například jako:

$$V_A = 0,045 \cdot A_{red} \quad (6)$$

kde

$A_{red}$  ... redukovaná odvodňovaná plocha připojená do akumulační nádrže [ $\text{m}^2$ ],

kteřá se vypočítá jako:

$$A_{red} = \eta \cdot \sum A_i \cdot \psi_{m,i} \quad (7)$$



kde

$\eta$  ... součinitel ztráty ve filtru (účinnosti filtrace), zpravidla uvažovaný hodnotou 0,9 [-],

$A_i$  ... půdorysný průmět odvodňované (sběrné) plochy A [m<sup>2</sup>],

$\psi_{m,i}$  ... střední (objemový) součinitel odtoku dílčího typu povrchu [-].

Pro výpočet dalších bodů křivky závislosti  $V_A$  na  $E_r$  se  $V_A$  volí v rozsahu alespoň 0,015 až 0,095 \*  $A_{red}$ .

Pro každé zvolené  $V_A$  probíhá následně výpočet využitelného množství srážkové vody v jednotlivých měsících roku  $V_{přít,m}$ , které se stanoví z dlouhodobých měsíčních úhrnů srážek  $h_m$  a z redukované odvodňované plochy jako:

$$V_{přít,m} = \frac{h_m}{1000} \cdot A_{red} \quad (8)$$

kde

$V_{přít,m}$  ... využitelné množství srážkové vody v jednotlivých měsících roku [m<sup>3</sup>],

$h_m$  ... měsíční srážkový úhrn [mm],

$A_{red}$  ... půdorysný průmět odvodňované (sběrné) plochy A [m<sup>2</sup>].

Potřeba provozní (srážkové) vody na nemovitosti za daný měsíc vychází z denní potřeby vody, která je v průběhu roku nerovnoměrná. Nerovnoměrnost zpravidla souvisí s potřebou vody pro zálivku ve vegetačním období. Tato potřeba vody pro daný měsíc  $V_{potř,m}$  se stanoví jako součet souvisících a nesouvisících s osobami:

$$V_{potř,m} = V_{potř,os,m} + V_{potř,pl,m} \quad (9)$$

kde

$V_{potř,m}$  ... potřeba provozní (srážkové) vody za daný měsíc [m<sup>3</sup>],

$V_{potř,os,m}$  ... měsíční potřeba provozní (srážkové) vody souvisící s osobami [m<sup>3</sup>],

$V_{potř,pl,m}$  ... měsíční potřeba provozní (srážkové) vody nesouvisící s osobami [m<sup>3</sup>],

pro výpočet se dílčí měsíční potřeby srážkové vody stanoví následovně:





$$V_{potř,os,m} = v_{potř,os,d} \cdot n \cdot d \quad (10)$$

kde

$V_{potř,os,m}$  ... měsíční potřeba provozní (srážkové) vody související s osobami [ $m^3$ ],

$v_{potř,os,d}$  ... specifická denní potřeba provozní (srážkové) vody na jednu osobu v daném měsíci [ $m^3 \cdot os^{-1} \cdot d^{-1}$ ],

$n$  ... počet osob v připojené budově,

$d$  ... počet dní v daném měsíci, kdy jsou budovy využívány,

$$V_{potř,pl,m} = v_{potř,pl,d} \cdot n \cdot d \quad (11)$$

kde

$V_{potř,pl,m}$  ... měsíční potřeba provozní (srážkové) vody nesouvisející s osobami [ $m^3$ ],

$v_{potř,os,d}$  ... specifická denní potřeba provozní (srážkové) vody na jednu osobu v daném měsíci [ $m^3 \cdot os^{-1} \cdot d^{-1}$ ],

$n$  ... počet osob v připojené budově,

$d$  ... počet dní v daném měsíci, kdy jsou budovy využívány.

Pro výpočet objemu srážkové vody v akumulární nádrži na konci daného měsíce je nutné stanovit měsíční odběr srážkových vod z akumulárního zařízení  $V_{odběr,m}$  jako:

$$V_{odběr,m} = \min \left\{ V_{potř,m}, V_{A,(m-1)} + V_{přít,m} \right\} \quad (12)$$

kde

$V_{odběr,m}$  ... měsíční odběr srážkových vod z akumulárního zařízení [ $m^3$ ],

$V_{potř,m}$  ... potřeba provozní (srážkové) vody za daný měsíc [ $m^3$ ],

$V_{A,(m-1)}$  ... objem srážkové vody v akumulární nádrži na konci předchozího měsíce (pro první měsíc výpočtu se uvažuje hodnota 0) [ $m^3$ ],

$V_{přít,m}$  ... využitelné množství srážkové vody v jednotlivých měsících roku [ $m^3$ ].

Objem srážkové vody v akumulární nádrži na konci daného měsíce  $V_{A,m}$  se poté stanoví jako:

$$V_{A,m} = \min \left\{ V_{A,(m-1)} + \frac{V_{přít,m}}{V_A} - V_{odběr,m} \right\} \quad (13)$$

kde

$V_{A,m}$  ... objem srážkové vody v akumulační nádrži na konci daného měsíce [ $m^3$ ],

$V_{A,(m-1)}$  ... objem srážkové vody v akumulační nádrži na konci předchozího měsíce (pro první měsíc výpočtu se uvažuje hodnota 0) [ $m^3$ ],

$V_{přít,m}$  ... využitelné množství srážkové vody v jednotlivých měsících roku [ $m^3$ ],

$V_{odběr,m}$  ... měsíční odběr srážkových vod z akumulačního zařízení [ $m^3$ ],

$V_A$  ... objem akumulační nádrže [ $m^3$ ].

Po stanovení měsíčních odběrů srážkových vod z akumulačního zařízení, je možné stanovit efektivitu využití objemu nádrže  $E_r$  pro zvolený objem  $V_A$ :

$$E_r = \frac{\sum V_{odběr,m}}{V_A} \quad (14)$$

kde

$E_r$  ... efektivita využití objemu nádrže [ $m^3 \cdot m^{-3}$ ],

$V_{odběr,m}$  ... měsíční odběr srážkových vod z akumulačního zařízení [ $m^3$ ],

$V_A$  ... objem akumulační nádrže [ $m^3$ ].

Dále je možné stanovit stupeň pokrytí potřeby užitkové vody  $C_r$ , pro každý zvolený objem  $V_A$ :

$$C_r = \frac{\sum V_{odběr,m}}{\sum V_{potř,m}} \quad (15)$$

kde

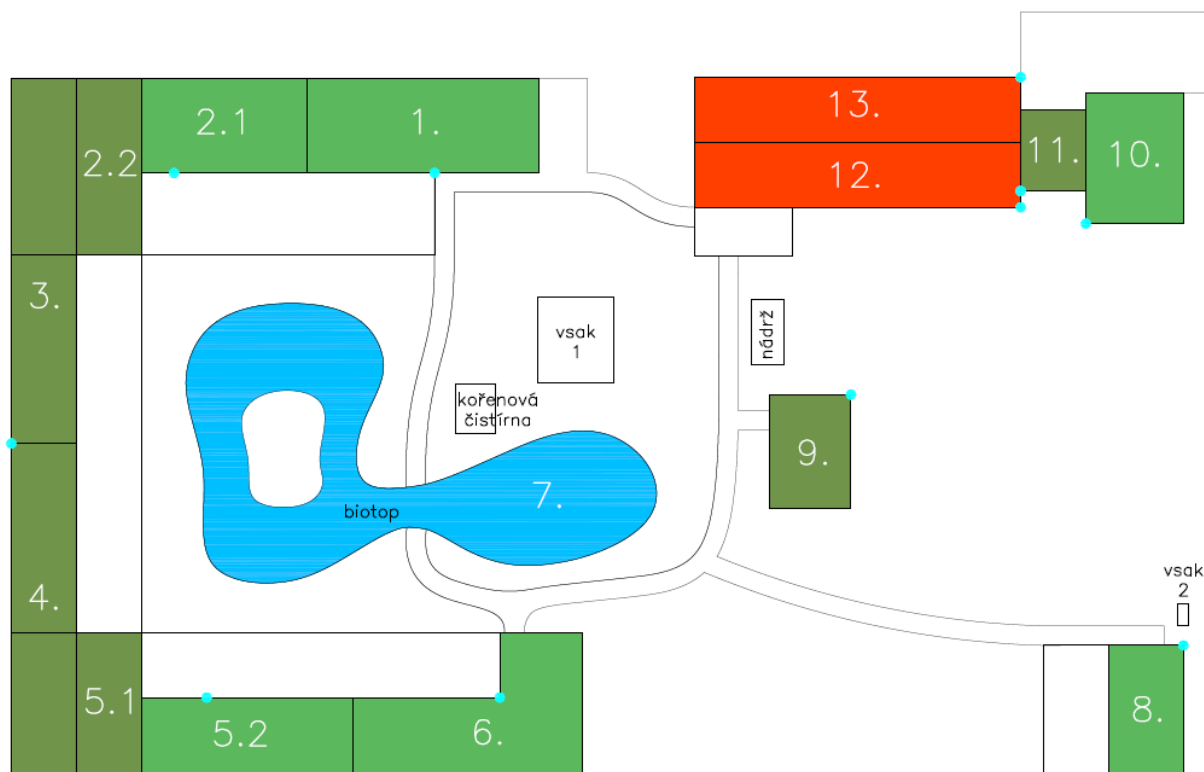
$C_r$  ... stupeň pokrytí potřeby užitkové vody [ $m^3 \cdot m^{-3}$ ],

$V_{odběr,m}$  ... měsíční odběr srážkových vod z akumulačního zařízení [ $m^3$ ],

$V_{potř,m}$  ... potřeba provozní (srážkové) vody za daný měsíc [ $m^3$ ].

### 8.3 Výpočet pro řešený pozemek

Jak již bylo uvedeno, odvodnění bylo vymezeno na celkem 15 plochách s různými typy povrchu, a tedy i objemovými součiniteli odtoku (obrázek 23). Veškeré výpočty byly provedeny dle postupu v předchozích kapitolách, které vychází z Metodiky výpočtu objemu akumulčních nádrží pro srážkovou vodu (STRÁNSKÝ a BAREŠ, 2021).



Obrázek 24 - Výřez z výkresu 3 - Odvodňované plochy

Podle výkresu 3 (obrázek 23) byla sestavena tabulka odvodňovaných ploch (tabulka 13) s jejich charakteristikami (půdorysným průmětem, typem povrchu a sklonem). Na základě těchto informací byly dle metodiky (STRÁNSKÝ a BAREŠ, 2021) vybrány střední (objemové) součinitele odtoku. Pro extenzivní zelenou střechu  $\psi_m = 0,40$ ; pro pozinkovaný plech  $\psi_m = 0,95$ ; pro glazované tašky  $\psi_m = 0,90$  a pro vodní plochu byl navržen  $\psi_m = 1,00$  na základě předpokladu, že nedojde k žádné ztrátě srážkového úhrnu při dopadu na vodní hladinu.

Při výpočtu objemu srážkových vod odvedených z jednotlivých ploch dle rovnice 4, byla účinnost filtru ( $\eta$ ) na základě doporučení a zkušeností Ing. Formánka (2023) uvažována 1,00 namísto hodnoty



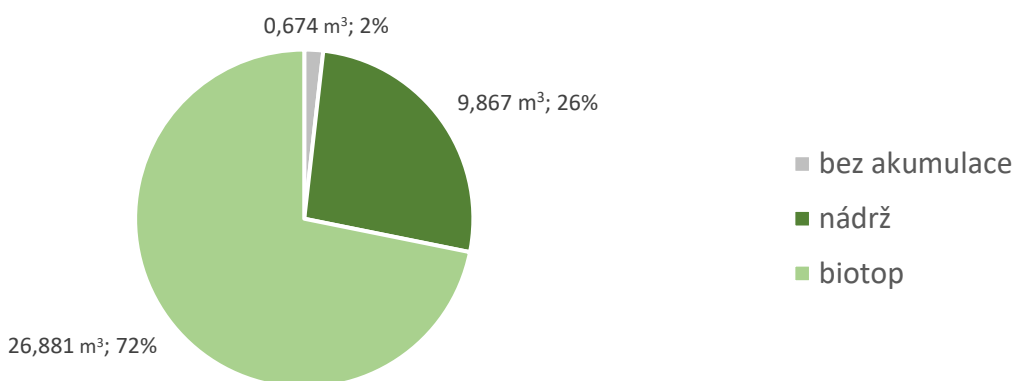
0,90 doporučené metodikou (STRÁNSKÝ a BAREŠ, 2021). Pro výpočet byl dále uvažován roční úhrn srážek ( $h_a$ ) vypočtený v kapitole 5.4, tedy 597 mm. Délka suchého období ( $R$ ) byla při výpočtu předpokládána 28 dní dle doporučení metodiky pro potřeby OP ŽP (Operační program Životního prostředí).

Tabulka 13 - Odvodňované plochy na řešeném pozemku s objemem srážkových vod (viz. výkres 3)

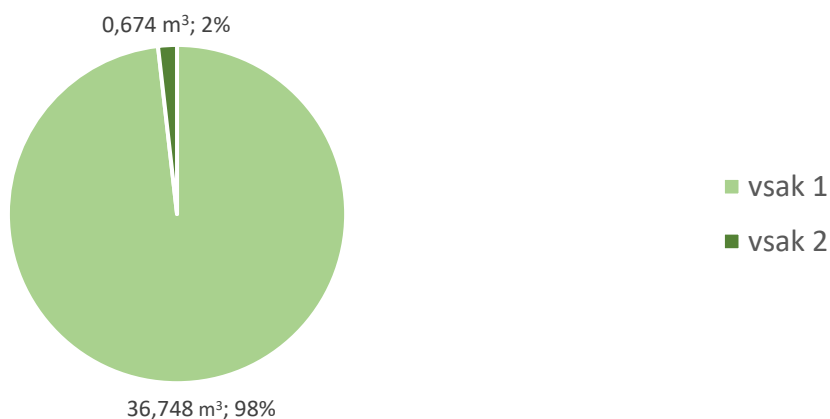
	<b>PŮDORYSNÝ PRŮMĚT ODVODŇOVANÉ PLOCHY <math>A_i</math> [m<sup>2</sup>]</b>	<b>TYP POVRCHU</b>	<b>SKLON</b>	<b>OBJEMOVÝ SOUČINITEL ODTOKU <math>\Psi_{m,i}</math> [-]</b>	<b>OBJEM SRÁŽKOVÉ VODY <math>V_i</math> [m<sup>3</sup>]</b>
1.	82,40	ext. zel. střecha	plochá (1-5°)	0,40	1,509
2.1	59,20	ext. zel. střecha	plochá (1-5°)	0,40	1,084
2.2	43,20	pozinkovaný plech	šikmá (5°+)	0,95	1,880
3.	89,60	pozinkovaný plech	šikmá (5°+)	0,95	3,898
4.	81,60	pozinkovaný plech	šikmá (5°+)	0,95	3,550
5.1	35,20	pozinkovaný plech	šikmá (5°+)	0,95	1,531
5.2	62,40	ext. zel. střecha	plochá (1-5°)	0,40	1,143
6.	88,10	ext. zel. střecha	plochá (1-5°)	0,40	1,614
7.	233,00	biotop, vodní plocha	plochá (do 1°)	1,00	10,671
8.	36,80	ext. zel. střecha	plochá (1-5°)	0,40	0,674
9.	35,00	pozinkovaný plech	šikmá (5°+)	0,95	1,523
10.	48,00	ext. zel. střecha	plochá (1-5°)	0,40	0,879
11.	20,00	pozinkovaný plech	plochá (1-5°)	0,95	0,870
12.	80,00	glazované tašky	šikmá (5°+)	0,90	3,297
13.	80,00	glazované tašky	šikmá (5°+)	0,90	3,297
<b>CELKEM</b>					<b>37,422</b>

Na celkového objemu využitelných srážkových vod  $37,422 \text{ m}^3$ , z odváděných ploch, má největší podíl biotop – vodní plocha ( $10,671 \text{ m}^3$ , 28,5 %), což vysvětluje velikost plochy ( $233 \text{ m}^2$  z celkových  $1074,5 \text{ m}^2$ , tedy 21,7 %) a velký objemový součinitel odtoku (1,00).

Dle schématu řešení (obrázek 20) jsou plochy 1 až 7 svedeny do biotopu s případným přepadem do vsaku 1. Odtok z plochy 8 (zelená střecha) je sveden přímo do vsaku 2. Plochy 9 až 13 jsou svedeny do akumulární nádrže a případně bezpečnostním přepadem do vsaku 1. Na obrázcích 25 a 26 je vidět rozdělení celkového objemu dle následného využití.



Obrázek 25 - Rozdělení objemu srážkových vod dle akumulčních objektů



Obrázek 26 - Rozdělení objemu srážkových vod dle vsakovacích objektů



Akumulovaná srážková voda je dle návrhu využívána pro zálivku a splachování WC v rodinném domě. V obou případech se voda čerpá z akumulární nádrže. Pokud je v nádrži zjištěn hladinovým senzorem nedostatek vody, je dopuštěna z biotopu, případně dalšího zdroje vody.

Postup výpočtu potřeby srážkové vody byl proveden dle metodiky, hodnoty potřeby srážkové vody dle činnosti či závlahy byly pro porovnání převzaty z přílohy A.3 (STRÁNSKÝ a BAREŠ, 2021):

*Tabulka 14 - Typické potřeby provozní vody pro různé činnosti – doporučené hodnoty pokrývají cca 65 % případů (STRÁNSKÝ a BAREŠ, 2021)*

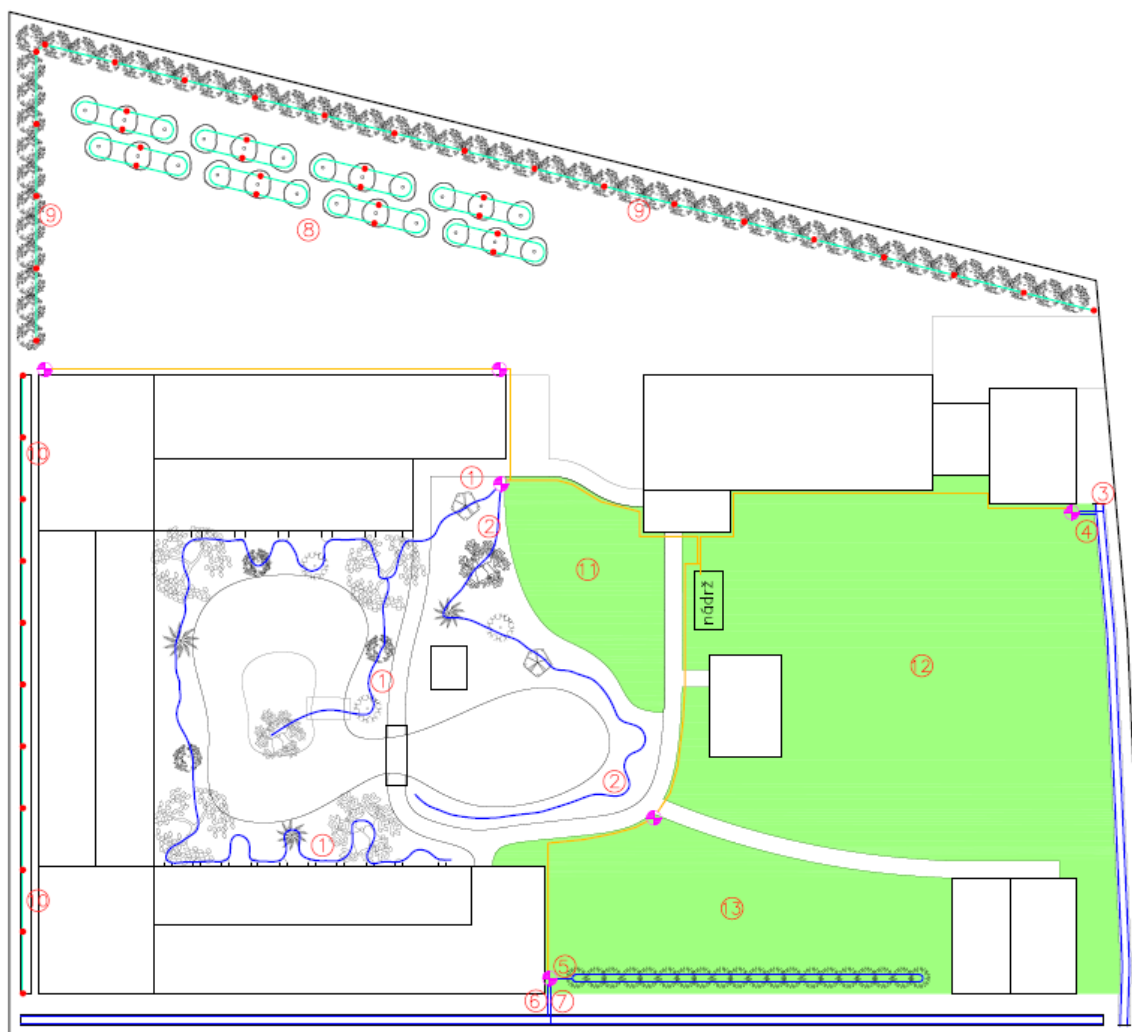
Činnost	Potřeba	Doporučená hodnota pro potřeby OP ŽP
Splachování WC	$18-30 \text{ l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$	$25 \text{ l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$
Praní prádla	$12-18 \text{ l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$	$15 \text{ l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$
Úklid domácnosti	$1-2 \text{ l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$	$2 \text{ l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$

Vzhledem k tomu, že na srážkovou vodu budou napojeny pouze WC v rodinném domě, tak je pro další výpočet uvažována pouze tato hodnota, tedy konkrétně doporučených  $25 \text{ l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ .

Co se týče využití vody pro závlahu, u stromů nové výsadby (2 až 3 roky) je dle metodiky doporučeno zavlažovat 120 litrů na 1 strom 1x za 14 dní od května do září (STRÁNSKÝ a BAREŠ, 2021). Zahradnice Hana Pollertová v rozhovoru pro *ekolist.cz* uvedla na základě svých zkušeností doporučení během suchého období v létě zavlažovat 100 až 200 litrů vody na strom jednou týdně. Jak dále uvedla, zálivka je v tomto období vhodná především v noci, kdy se minimalizuje odpar z vrchních vrstev a dojde tak k žádoucímu provlhčení půdy ve spodních vrstvách. (POLLERTO VÁ a KOVÁŘÍKOVÁ, 2019)

U intenzivních trávníků je v metodice celková ideální srážka během vegetačního období od dubna do září popsána při součtu jako 533 mm. (STRÁNSKÝ a BAREŠ, 2021)

Společnost IRIMON na svých webových stránkách popisuje roční úhrn srážek, jako poskytovatele 1/3 až 1/2 potřebného množství vody pro optimální růst kvalitního trávníku. Dle nich většina trávníků potřebuje během vegetačního období od jara do podzimu 600 až 800 mm vody. Tomuto požadavku odpovídá týdenní závlahová dávka 25 až 40  $\text{l} \cdot \text{m}^{-2}$  za týden. Společnost taktéž doporučuje provádět závlahu v ranních či večerních hodinách, aby nedocházelo k výparu před zasáknutím závlahové vody. (IRIMON, 2023)



Obrázek 27 - Výřez z výkresu 8 - Závlaha zeleně

Na obrázku 26, případně výkresu 8, je patrné přibližné rozmístění zavlažovacího systému na pozemku. Automatická závlaha je použita pro trávník (plochy na obrázku vyznačeny zeleně), stromy a keře v okolí biotopu, ovocné keře a živý plot (na obrázku vyznačeno modře) na jižní a východní straně pozemku. Neautomatizovaná závlaha je navržena u ostatních živých plotů a ovocných stromů v sadu (na obrázku vyznačeno tyrkysově), kde je závlaha řešena pomocí podzemního vsakovacího potrubí. Pro neautomatizovanou závlahu jsou navrženy dvě ventilové šachty pro jednoduchý přístup k vodě při suchých obdobích.

Do výpočtu potřeby provozní vody byly zahrnuta jen vegetace zavlažovaná automatickou závlahou a potřeba ke splachování WC. Na základě zjištěných informací byly vybrány spotřeby vody souvisící



s osobami  $25 \text{ l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  (splachování WC) a nesouvisící s osobami  $15 \text{ l} \cdot \text{strom} \cdot \text{d}^{-1}$ ,  $9 \text{ l} \cdot \text{keř} \cdot \text{d}^{-1}$  a pro trávník  $4 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ . Zároveň je pro závlahu nutné odečíst závlahu, kterou poskytne úhrn srážek, který byl dle Metodiky (STRÁNSKÝ a BAREŠ, 2021) stanoven pro měsíce duben až září na 351,8 mm, tedy  $1,9 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$  (pro 183 dní).

Tabulka 15 - Potřeba provozní (srážkové) vody dle druhu potřeby

Druh potřeby	Potřeba provozní (srážkové) vody	Srážkový úhrn	Počet dnů	Počet jednotek	Celková potřeba za rok
Splachování WC	$25 \text{ l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$	-	365	4 os.	36 500 l (36,5 m <sup>3</sup> )
Závlaha stromů	$15 \text{ l} \cdot \text{strom} \cdot \text{d}^{-1}$	$10 \text{ l} \cdot \text{strom} \cdot \text{d}^{-1}$	183	6 stromů	5 490 l (5,5 m <sup>3</sup> )
Závlaha keřů	$9 \text{ l} \cdot \text{keř} \cdot \text{d}^{-1}$	$6 \text{ l} \cdot \text{keř} \cdot \text{d}^{-1}$	183	45 keřů	24 705 l (25 m <sup>3</sup> )
Závlaha trávníku	$4 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$	$1,9 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$	183	1300 m <sup>2</sup>	499 590 l (500 m <sup>3</sup> )
<b>CELKEM</b>					<b>567 m<sup>3</sup></b>

Odhadovaná celková roční potřeba byla stanovena metodou roční bilance na 567 m<sup>3</sup>. Pro návrh nádrže je třeba danou hodnotu na základě rovnice 5 ještě přenásobit hodnotou překlenutí suchého období  $R/365$ , kdy  $R$  je uvažování 28 dní, tedy  $V_{\text{potř,a}} = 43,5 \text{ m}^3$  srážkové vody. Tento postup byl zvolen jako odhad s vysokou mírou nejistoty, jelikož bude závlaha přizpůsobena daným okolnostem. Jak je vysvětleno v kapitole 8.4, nejistota se vzhledem k vysokým potřebným objemům neprojeví v dimenzování akumulární nádrže a koupacího jezírka.

## 8.4 Návrh objemu akumulárních objektů

Velikost akumulárního objemu  $V_A$  [m<sup>3</sup>] se navrhuje jako menší z hodnoty využitelného množství srážkové vody a potřeby provozní vody pro předpokládanou délku suchého období (v tomto případě 28 dní).

Využitelné množství srážkové vody bylo stanoveno jako 26,881 m<sup>3</sup> odváděno do biotopu, 9,867 m<sup>3</sup> do akumulární podzemní nádrže (celková hodnota pro návrh retenčního objemu je 36,748 m<sup>3</sup>, jelikož je veškerá využitelná voda čerpána z nádrže s případným doplněním z biotopu) a 0,674 m<sup>3</sup>





do vsakovacího objektu bez akumulování a dalšího využití. Potřebné množství provozní vody pro předpokládanou délku suchého období bylo vyčísleno na 43,5 m<sup>3</sup>.

Dle metody roční bilance pro stanovení velikosti nádrže na řešeném území, vycházející z potřeb automatizované závlahy a potřeb pro splachování WC v rodinném domě, je třeba dimenzovat retenční objem biotopu a akumulační nádrže na hodnotu využitelného množství srážkové vody 36,748 m<sup>3</sup>, jelikož je menší než hodnota potřeby provozní vody pro předpokládanou délku suchého období (28 dní). Dále je třeba zdůraznit, že potřeba provozní vody bude navýšena dle aktuálních srážkových podmínek potřebou neautomatizovaného zavlažovacího systému pro stromy a keře, a tedy není třeba stanovovat přesnější potřebu pomocí měsíční bilance, jelikož by potřeba byla vždy vyšší než využitelné množství vody, na které bude retenční prostor při použití obou metod dimenzován. Z toho důvodu je retenční objem nádrže dimenzován na minimální objem 9,867 m<sup>3</sup> a retenční objem biotopu na minimální objem 26,881 m<sup>3</sup>.

## 9 Návrh biotopu

Veškeré informace o požadavcích na plánování, realizaci a údržbu koupacích jezírek vychází ze Standardů pro plánování, stavbu a provoz koupacích jezírek a biobazénů. (Svaz zakládání a údržby zeleně z.s. - Asociace biobazénů a jezírek, 2014)

### 9.1 Požadavky na plánování, realizaci a údržbu

Z pohledu bezpečnosti Standardy poukazují na stabilní osazení kamenného materiálu, definování nejméně jednoho místa vstupu a na provádění elektrických zařízení, kdy musí být dodrženy ČSN 331500 a ČSN 332000.

Materiály použité v jezírku nesmí ovlivnit hodnotu pH vody tak, aby došlo v 24hodinovém průměru k dlouhodobému (více než tři týdny) posunu hodnoty pH mimo rozsah pH 8,0 až pH 8,5. Snahou je dosáhnout hodnoty pH ve smyslu udržování vápenato-uhličitanové rovnováhy optimálně kolem pH 8,4. Na to je třeba dbát při výběru materiálu. Např. nevyzrálý beton způsobuje příliš vysoké hodnoty pH. Zároveň nesmí být použity žádné materiály s biocidními, konzervačními nebo dezinfekčními účinky. Materiály, jež se po realizaci jezírka nachází v zámrazné hloubce, musí být odolné vůči mrazu. Kovové prvky lze používat pouze trvale odolné, např. nerezová ocel nebo hliník, mohou být ošetřeny výhradně mořidly bez kyseliny fosforečné.

Standardy věnují kapitulu speciálně pro požadavky na izolace, na nichž především záleží nepropustnost jezírka. Koupací jezírka a biobazény musí být vůči podloží izolovány tak, aby z nich voda nemohla nekontrolovaně unikat, ani aby do nich žádná voda nemohla pronikat, kromě přímého vnosu dešťové vody. Vnos povrchové vody je třeba vyloučit stavebními opatřeními. Izolace musí být obecně provedena tak, aby nemohla být při řádném užívání objektu poškozena. Na ochranu izolace je nutné podloží s ohledem na použitý systém urovnat a event. i zhutnit. Podklad musí být proveden tak, aby izolace nemohla být poškozena sedáním. U izolace z plastových hydroizolačních fólií se předpokládá provedení ochranné vrstvy (např. betonová vyrovnávací vrstva, svařená ochranná plastová geotextilie). Musí být zajištěno, aby ochranná vrstva byla kompatibilní s izolací, byla dostatečně pevná a odolná vůči alkáliím. Aby se zabránilo bodovému zatížení izolace technickými vestavbami, např. můstky, lávkami, kameny, vstupy, musí být provedena opatření



zajišťující rozložení tlaku, např. základy, ochranné vrstvy atd. Osázení rostlinami musí být naplánováno, resp. zvoleno tak, aby izolace nebyla, a to ani v dlouhodobém výhledu, ohrožena kořeny a výhonky. Zejména je nepřipustné použít rákos (*Phragmites communis*) a bambus (*Bambusa*).

Použitý izolační materiál musí splňovat požadavky dle ČSN EN 13967 2005 zejména v těchto aspektech (min. tloušťky v tabulce 16): stabilita vůči UV záření; odolnost vůči prorůstání kořenů dle ČSN CEN/TS 14416; mechanická odolnost vůči proražení a statickému zatížení dle ČSN EN 12310-1 a ČSN EN 12730; chemická odolnost dle ČSN EN 1847 a ČSN EN 1928. Plastové izolační fólie musí být při zkoušce vodonepropustnosti podle ČSN 75 0905 metoda zátopová zkouška nepropustné. Při spojování použitého materiálu musí být dodrženy předpisy výrobce. Svařováním mohou být spojovány pouze produkty ze stejného materiálu. Zkoušky svarů musí být provedeny dle ustanovení ČSN 75 0905.

*Tabulka 16 - Minimální tloušťky plastových izolačních fólií (Svaz zakládání a údržby zeleně z.s. - Asociace biobazénů a jezírek, 2014)*

<b>Materiál</b>	<b>Minimální tloušťka</b>
ECB – etylén kopolymer bitumen	1,5 mm
EPDM – etylen-propylen-dien monomer	1,0 mm
FPO – flexibilní polyolefiny	1,3 mm
PE – polyetylen	1,5 mm
PPflex – vysoce flexibilní polypropylen	1,5 mm
PVC – polyvinylchlorid (homogenní/s tkaninou) a tolerance tloušťky $\pm 5 \%$	1,5 mm

POZNÁMKA: Pokud bude použita izolační fólie z jiných materiálů nebo menší tloušťkou, je nutné uvést doklad o rovnocennosti.

Ohledně okrajů izolace Standardy doplňují: „*musí být provedeny tak, aby bylo vyloučeno pronikání povrchové vody a nekontrolovaný výtok vody z objektu. Jako déšť relevantní pro návrh se uvažuje 100 mm srážek po dobu jedné hodiny. Bez ohledu na okraje musí být voda ze svahů a přebytečná voda odváděna vhodnými příkopy, trubkami nebo jinými stavebními opatřeními nebo je nutné zahrnout*



*návrh odvodnění. Pro kontrolovaný odtok přebytečné vody je nutné vybudovat dostatečně dimenzovaný přeпад, aby bylo tuto vodu možné bezpečně odvádět.“*

V popisu projektu má kromě konstrukce a funkce objektu být jednoznačně definován typ koupacího jezírka nebo biobazénu. Dále musí být zřejmý způsob úpravy vody, předpokládané užívání a řádné používání, spotřeba energie za provozu, nároky na údržbu a opatření nutná pro péči a údržbu. Musí být definovány meze zatížení maximálního počtu koupajících se osob za den (kdy je vycházeno z hodnoty 0,1 g fosforu na osobu).

Pro koupací jezírka jsou dále definovány speciální požadavky. Zdrojová plnicí voda smí obsahovat max. 35  $\mu\text{g/l}$  celkového fosforu a max. 40  $\text{mg/l}$  síranů. Vodivost musí být nižší než 1000  $\mu\text{S/cm}$ . Je-li vyšší vodivost způsobena dočasnou tvrdostí vody, takže pokles vodivosti pod 1000  $\mu\text{S/cm}$  lze očekávat do šesti týdnů, může být vodivost plnicí vody i vyšší. Vodu je eventuálně nutné upravit.

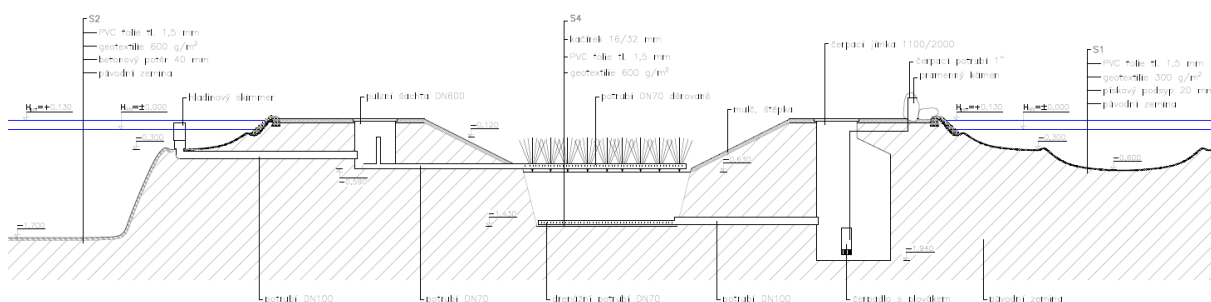
Při použití štěrku, kamenů, betonu, lepidla na dlaždice, spárovacích hmot, malty pro beton a kameny apod. ve vodě jezírka, se nedoporučuje vnést na 100  $\text{m}^3$  jezírka více než 200 g fosforu, tvořícího potenciálně rozpustnou zásobu tohoto prvku. Tento limit může být překročen, pokud každý materiál bude mít obsah extrahovatelného fosforu menší než 6  $\text{mg/kg}$ .

Rostlinné substráty smí být ukládány pouze tam, kde se předpokládá výsadba rostlin. Násypy a urovnávací vrstvy z kamenného materiálu, které nejsou nuceně protékány, nesmí mít větší tloušťku vrstvy než 20 cm. Povrch v užitkové zóně musí být možné snadno čistit. Štěrkové násypy se v užitkové zóně nedoporučují. Sedimentace je podporována hustým osázením regenerační zóny rostlinami, zařízením podporujícím sedimentaci (např. zóny se stojatou vodou, mezidna, oddělení zón) a zařízení, která snižují nápor větru. Hustota rostlin má při vysazování činit nejméně 6 rostlin na čtvereční metr zóny. Je třeba zajistit, aby se submerzní, nekořenicí rostliny a plovoucí rostliny nemohly za normálního provozu dostávat do užitkové zóny.

Hladinové sběrače se doporučuje používat pouze v užitkové zóně a nikoli v zóně regenerační. Je možno vybudovat flexibilní jezy, protože u koupacích jezírek lze očekávat různé stavy hladiny vody. Smí být instalovány pouze takové skimmery, které jsou funkční i při kolísání hladiny min. 15 cm. Konstrukce skimmeru musí umožnit únik živočichů.

## 9.2 Návrh koupacího jezírka na pozemku

Dle situace má koupací jezírko splňovat několik funkcí. Jedná se o retenční prostor pro odváděnou srážkovou vodu z hospodářských budov, zároveň se v jezírku, potažmo v kořenové čistírně na jezírko napojené, čistí. Jezírko má splňovat funkci biotopu, tedy má vytvářet příjemné prostředí a mikroklima pro chov exotického ptactva v budovách okolo jezírka. Proto je jezírko rozděleno do dvou částí. Regenerační zóna s ostrůvkem splňuje podmínky pro výsadbu rostlin a tím čištění vody a evaporaci. Uživatelská zóna je schválně vybočena mimo hospodářské budovy, aby mohla být využívána pro koupání a zároveň aby nedocházelo k rušení ptactva v hospodářských budovách. Tato zóna je přizpůsobena potřebám koupání a je z ní odváděna pomocí skimmeru voda do kořenové čistírny, kde dochází k přečištění a následně je voda vrácena do regenerační zóny pomocí čerpadla z čerpací jímky na pramenný kámen. Situační odvod vody pro čištění v kořenové čistírně je znázorněn na výkresu 10 (výřez na obrázku 28).

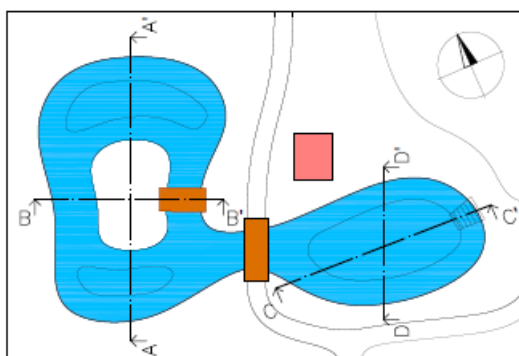


Obrázek 28 - Výřez z výkresu 10

Situace a řezy jsou znázorněny na výkresech 5 a 6.

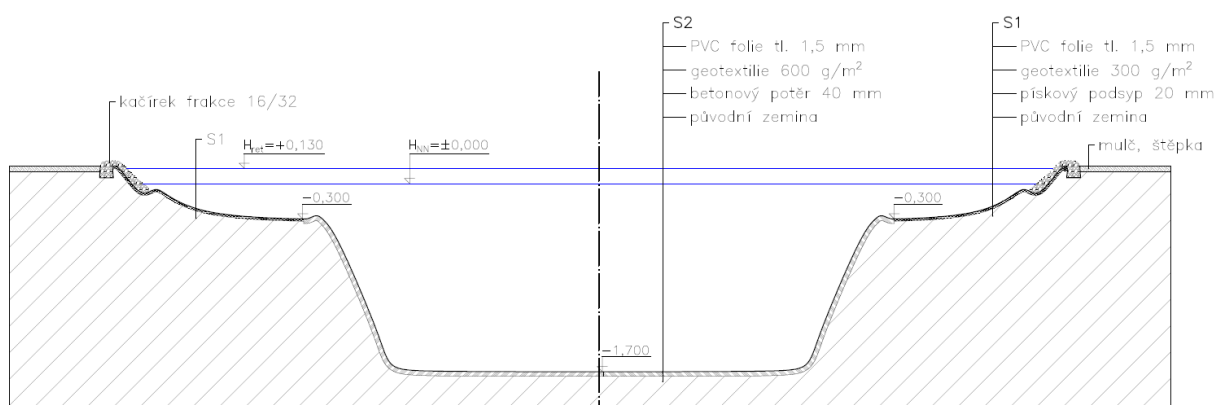
Celková plocha koupacího jezírka je 233 m<sup>2</sup>. Pro výpočet výšky retenčního prostoru byl převzat minimální retenční objem pro srážkovou vodu sváděnou z ploch hospodářských budov a voliéř z kapitoly 8.4, tedy 26,881 m<sup>3</sup>. Retenční výška byla při výsledku 115 mm zaokrouhlena na 130 mm (celkový maximální retenční objem tedy upraven na 30,29 m<sup>3</sup>). Od toho byla stanovena hladina normálního nadržení ve výšce ±0,000 m a hladina retenčního prostoru ve výšce +0,130 m. V této výšce je nastavena hrana bezpečnostního přelivu, jenž má podobu dvou kolen KG potrubí DN 150 do sebe zasazených, aby mohla být hrana přelivu případně upravena dle potřeby. Hrana skimmeru,

z něhož potrubí odvádí vodu do kořenové čistírny k přečištění, pohyblivě reaguje na stav hladiny, avšak minimálně na hladinu normálního nadržení.



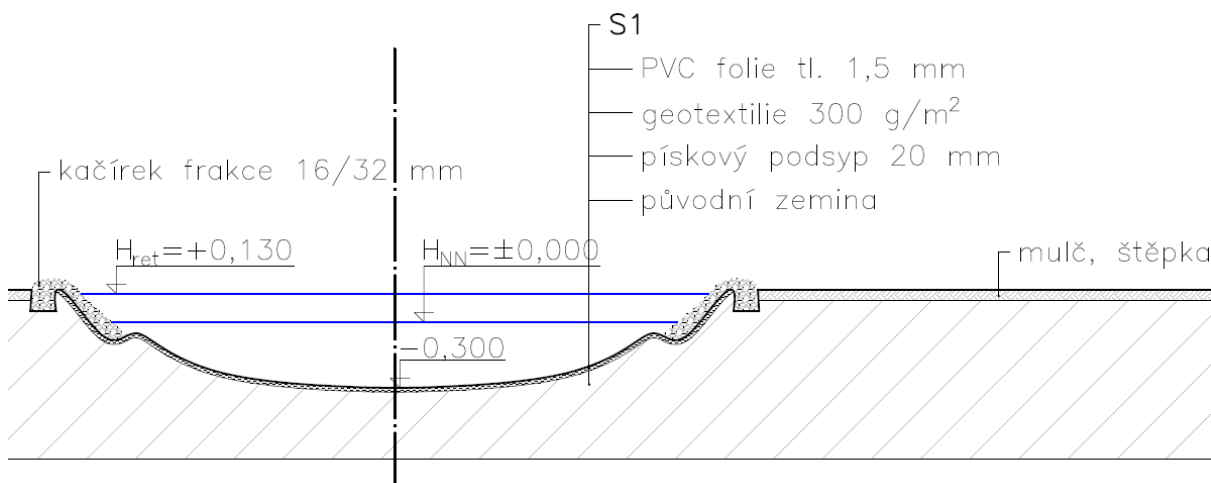
Obrázek 29 - Výřez z výkresu 5 - situace řezů koupacího jezírka k výkresu 5 a 6 (vlevo regenerační zóna, vpravo koupací část s mělkou přechodnou zónou)

Jezírko bylo výškově rozděleno na tři hlavní úrovně 30, 60 a 150-185 cm pod úroveň hladiny normálního nadržení. Popis řezů vychází ze situace znázorněné na obrázku 29. Jak je vidět v řezu C-C' a D-D' ve výkresu 6 (část v obrázku 30), nejhlubší úroveň se nachází v koupací části jezírka, která s přibližnými rozměry 9 x 5 m má plochu 37,2 m<sup>2</sup>. Kolem této užité plochy se ještě v koupací části nachází plocha o výměře 49 m<sup>2</sup> s maximální hloubkou -0,300 metru, která je určena k osázení rostlinami vhodnými do této hloubky a slouží jako regenerační zóna v přímém kontaktu s koupací částí, ale především slouží jako pozvolný přechod mezi zahradou rodinného domu s převahou travníkových ploch a hojným osázením vodní plochy a jejího okolí.



Obrázek 30 - Řez D-D' koupací zóny (výřez z výkresu 6)

Jak je vidět v řezu A-A' a B-B' ve výkresu 5 (část v obrázku 31), v regenerační zóně se nachází plochy s hloubkami -0,300 m a 0,600 m. Tyto hloubky byly zvoleny vzhledem k doporučením v odborné literatuře a potřebám rostlin vhodných pro osázení regenerační zóny jezírka. Plocha o maximální hloubce -0,300 m v regenerační zóně má výměru 117,1 m<sup>2</sup>, o maximální hloubce -0,600 m v regenerační zóně má výměru 29,7 m<sup>2</sup>. S plochou regenerační zóny 146,8 m<sup>2</sup> (63 %) a plochou užitkové části 86,2 m<sup>2</sup> (37 %) je koupací jezírko klasifikováno jako typ I.



Obrázek 31 - Část řezu B-B' regenerační zóny (výřez z výkresu 5)

Jak je vidět v tabulce 17, která znázorňuje zásobní objem v jednotlivých plochách dle maximální hloubky, celkový zásobní objem jezírka je 42,4 m<sup>3</sup> v regenerační zóně a 74,1 m<sup>3</sup> v koupací zóně, celkem 116,5 m<sup>3</sup>.

Tabulka 17 - Zásobní objemy jednotlivých ploch dle hloubek a zón v jezírku

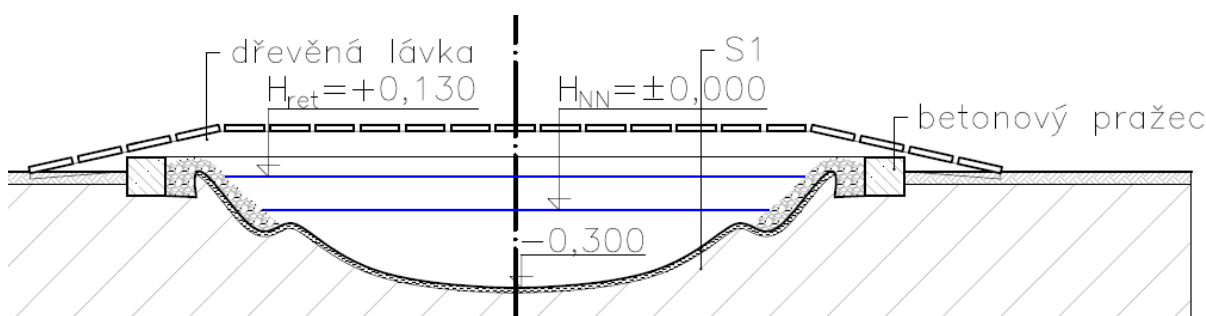
Zóna	Hloubka	Plocha	Zásobní objem
Regenerační	-0,300 m	117,1 m <sup>2</sup>	28,1 m <sup>3</sup>
	-0,600 m	29,7 m <sup>2</sup>	14,3 m <sup>3</sup>
Užitková	-0,300 m	49,0 m <sup>2</sup>	11,8 m <sup>3</sup>
	-1,500 až -1,850 m	37,2 m <sup>2</sup>	62,3 m <sup>3</sup>
<b>CELKEM</b>		<b>223,0 m<sup>2</sup></b>	<b>116,5 m<sup>3</sup></b>

Při součtu s retenčním objemem 30,29 m<sup>3</sup> má jezírko objem 146,8 m<sup>3</sup>. Do tohoto objemu však není započítán objem vegetace a substrátu, tedy se jedná o maximální možný objem, který pravděpodobně nikdy nenastane. Jelikož bude substrát umístěn pouze v zásobním prostoru, a nikoliv v retenčním, není ohroženo správné dimenzování retenční výšky.

Ve většině plochy (kromě koupací části) je izolační skladba složená z vyrovnávacího pískového podsypu (min. tl. 20 mm) na výkopu původní zeminy, geotextilie s gramáží 300 g/m<sup>2</sup> a následně PVC fólie o tloušťce 1,5 mm (výkres 5 a 6). V koupací části je izolační skladba obdobně složená. Na původní zemině je min. 40 mm tlustý betonový potěr, poté geotextilie gramáže 600 g/m<sup>2</sup> a PVC fólie tloušťky 1,5 mm (výkres 6). Betonový potěr je volen kvůli příkřejším svahům koupací části a předpokladu většího namáhání při pohybu osob v jezírku. Do koupací zóny vede jeden vchod složený ze šesti schodů s výškou stupně 275 mm a šířkou stupně 300 mm. Schody se zužují svrchu dolů, aby vznikl daný sklon svahu. Schodiště je po celé délce osazeno zábradlím z nerezové trubky o průměru 70 mm. Schody jsou betonové monolitické a na nich je umístěna geotextilie gramáže 600 g/m<sup>2</sup> a PVC fólie o tloušťce 1,5 mm (výkres 6).

Nekontrolovanému výtoku vody v okrajích je zabráněno vytažením PVC fólie nad plánovanou hladinu maximálního retenčního prostoru a zpětným ohnutím konce fólie mezi původní zeminu a kačírek frakce 16/32 mm, který funguje jako zajištění okraje přibližně 500 mm širokým pásem (150 mm mimo jezírko, 350 mm uvnitř jezírka na okraji). Na kačírek volně navazuje okrasná zahrada s mulčem či štěpkou na povrchu.

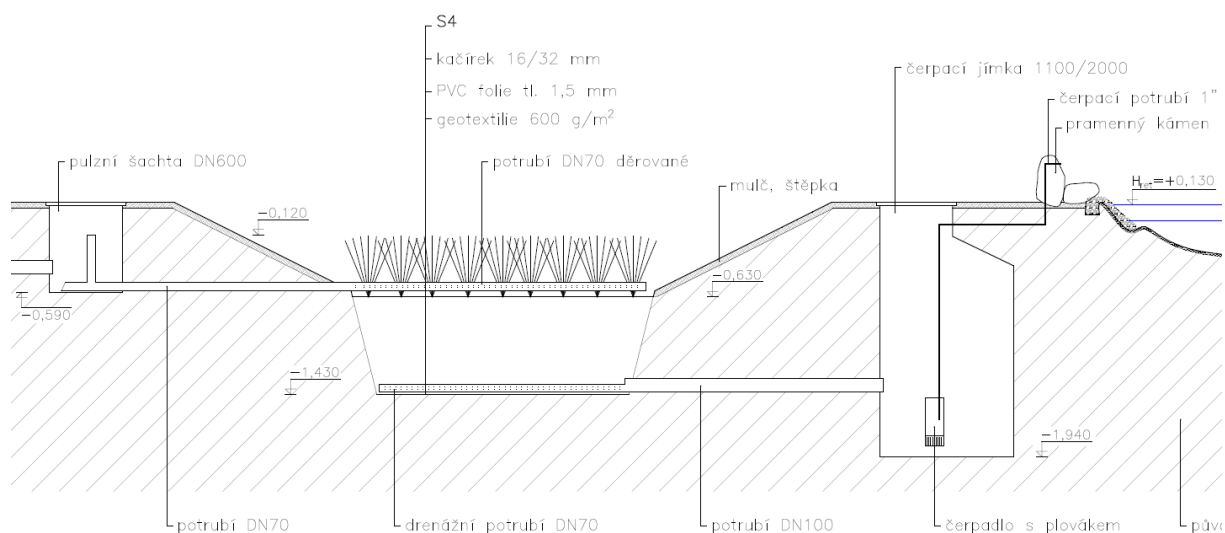
Přístup na ostrov v regenerační zóně je zajištěn pomocí dřevěné lávky o šířce 1 m, která je v základech zajištěna betonovými pražci. K lávce je doporučeno umístit zábradlí.



Obrázek 32 - Znáznornění umístění lávky výřezem z výkresu 5



Jako další čistící prvek, kromě regenerační zóny, je navržena vertikální kořenová čistírna (obrázek 33, výkres 10). Do ní je voda z koupací zóny přivedena pomocí potrubí DN 70 z pulzní šachty. Tato šachta je plněna potrubím ze skimmeru, jenž se automaticky přizpůsobuje hladině vody v jezírku. Voda se v pulzní šachtě akumuluje, než dosáhne hladiny, která je nastavena pro otevření uzávěru v šachtě. Následně všechna voda přeteče do kořenové čistírny děrovaným potrubím, a poté se uzávěr opět zavře. Tím je docíleno, že voda bude rozvedena po celé navržené ploše čistírny (7,5 m<sup>2</sup>). Voda v čistírně protéká přes vegetaci a její kořeny a 1 m tlustou vrstvu kačírku frakce 16/32 mm. Následně je voda sbírána pomocí drenážního potrubí a odváděna do čerpací jímky 1100/2000 mm, odkud je při sepnutí čerpadla, na základě výšky hladiny, přečerpána na pramenný kámen s náklonem do regenerační zóny jezírka. Kořenová čistírna je od původní zeminy chráněna geotextilií gramáže 600 g/m<sup>2</sup> a PVC fólií o tl. 1,5 mm. Celkový objem tělesa kořenové čistírny je 7,5 m<sup>3</sup>.

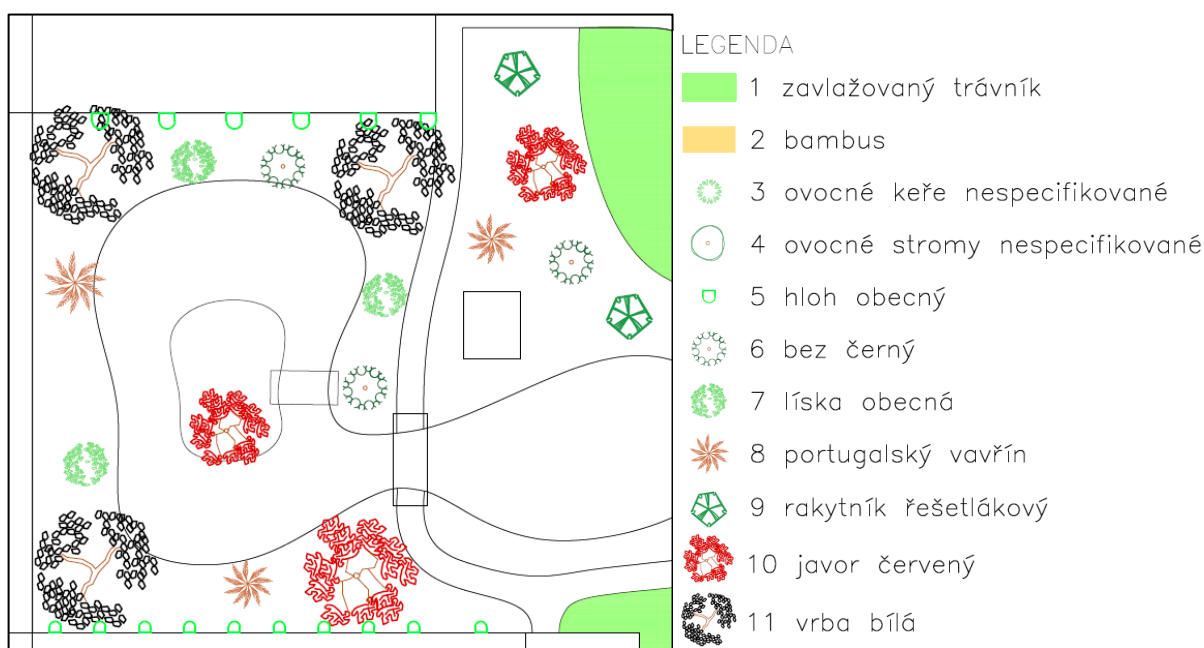


Obrázek 33 - Znárodnění kořenové čistírny výřezem z výkresu 10

Rostliny do regenerační ani užité zóny nejsou definovány. Při výběru druhů je třeba splnit podmínky na umístění v závislosti na hloubce. Do hloubky max. 30 cm jsou doporučeny např. kosatec žlutý, modráška srdčitá, plavín štítnatý, šípka širokolistá či zevar a do hloubky max. 60 cm jsou doporučeny např. orobinec úzkolistý a širokolistý, skřipinec dvoubližný nebo prustka bahenní. Z rostlin plovoucích na hladině můžeme použít babelku, voňanku žabí, kotvici nebo vodní hyacint. Na 1 m<sup>2</sup> se vysazuje 5 velkých nebo 10 malých rostlin. (Sedlák, 2008)

Rostlinné substráty pro bahenní a podvodní rostliny s plovoucími listy (např. lekníny) musí být jednak anaerobní, jednak mohou obsahovat fosfáty. Substrát musí být zakryt jílem, aby byly zaručeny anaerobní podmínky a zabránilo se úniku fosfátů obsažených v půdě. Jílový pokryv musí být až do hloubky vody min. 50 cm zakryt štěrkem. Rostlinné substráty pro podvodní rostliny s listy rostoucími pod vodou slouží pro jejich ukotvení a nemusí nutně být zásobovány živinami. Zrno se musí pohybovat v rozmezí 0 až 8 mm. Maximální tloušťka vrstvy substrátu 15 cm. (Svaz zakládání a údržby zeleně z.s. - Asociace biobazénů a jezírek, 2014)

Vodní plocha je vhodně doplněna okolní vegetací v podobě stromů a keřů, návrh ozelenění je znázorněn na výkresu 7 (část v obrázku 34). V okolí jezírka je vysazen hloh obecný, bez černý, líska obecná, portugalský vavřík, rakytník řešetlákový, javor červený a vrba bílá. Tato vegetace byla vybrána na základě možného použití ořezů větví v chovu ptactva. Na základě navedeného zavlažování, které je odhadem znázorněno na výkresu 8 a 9, je možné vegetaci doplnit dalšími druhy.



Obrázek 34 - Navržená vegetace v okolí biotopu (výřez z výkresu 7)

Na ploše 233 m<sup>2</sup> bylo navrženo koupací jezírko typu I s cílem zadržet pomocí retenčního prostoru 26,881 m<sup>3</sup> srážkové vody odváděné z hospodářských budov a s cílem vytvořit příjemné prostředí a mikroklima pro chov exotického ptactva v okolních budovách. Jezírko je rozděleno na regenerační zónu o ploše 146,8 m<sup>2</sup> a užitkovou zónu o ploše 86,2 m<sup>2</sup>. Čistící funkci regenerační zóny doplňuje



napojená vertikální kořenová čistírna o objemu 7,5 m<sup>3</sup>. Výškově bylo jezírko rozděleno na hloubky 30, 60 a 150-185 cm od hladiny normálního nadržení. Maximální hladina retenčního prostoru byla stanovena 130 mm nad hladinu normálního nadržení s možným objemem 30,29 m<sup>3</sup>. Společně s objemem zásobního prostoru, který čítá 116,5 m<sup>3</sup>, tak jezírko může pojmout maximálně 146,8 m<sup>3</sup> vody.

## 10 Vsakovací zařízení

Veškeré informace a výpočty pro návrh vsakovacích zařízení byly provedeny podle České technické normy ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod z února 2012.

Vsakovací zařízení musí splňovat odstupové vzdálenosti, jelikož nesmí způsobit škody na odvodňované stavbě i na sousedních budovách, komunikacích anebo dalších zařízeních, a to především na studnách pro zásobování pitnou vodou. Vsakovaná voda nesmí ohrozit podzemní prostory budovy, tedy je třeba zajistit příslušnou maximální hladinu podzemní vody. Další důležitou podmínkou je umístění vsakovacího zařízení tak, aby úroveň základové spáry byla alespoň 1,0 m nad maximální hladinou podzemní vody. Tuto hodnotu je možné snížit, ale pouze na základě hydrogeologického průzkumu. Na výstupu tohoto průzkumu zeminy je taktéž závislá možná vzdálenost objektu pro vsakování povrchových vod od zdroje pitné vody (studny). Vsakovací objekt není možné umístit do zásypu výkopu pro základy budovy.

### 10.1 Metodika návrhu vsakovacího zařízení

Při návrhu vsakovacího zařízení a jeho dimenzování se stanovuje především retenční objem a doba prázdnění vsakovacího zařízení, potažmo vsakovací plocha.

#### 10.1.1 Retenční objem

Postup pro návrh retenčního objemu se liší podle velikosti odvodňované plochy, kdy hranicí je plocha 3 ha. U odvodňovaných ploch větších než 3 ha, anebo u systémů navrhovaných ze sériově řazených retenčních či vsakovacích zařízení, je doporučeno stanovit retenční objem zařízení pro vsakování za pomoci dlouhodobé simulace srážkoodtokového děje s využitím místně platných hydrologických a závazných podkladů.

Pro stanovení retenčního objemu vsakovacího zařízení pro odvodňované plochy do 3 ha se využívá následujících vztahů, tabulek a informací podle ČSN 75 9010.

Vzhledem k tomu, že vsakovaný odtok je většinou nižší než přítok do vsakovacího zařízení, je potřebné, aby měl objekt zajištěný retenční objem, jenž navrhujeme s dostatečnou předností podle následujícího vztahu:

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60 \quad (16)$$

kde

$V_{vz}$  ... retenční objem [ $m^3$ ],

$h_d$  ... návrhový úhrn srážek podle přílohy A k ČSN 75 9010 nebo přesnějších místně platných hydrologických údajů s odpovídající dobou trvání  $t_c$  a stanovenou periodicitou podle tabulky 18 [mm],

$A_{red}$  ... redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy [ $m^2$ ],

$f$  ... součinitel bezpečnosti vsaku [-],

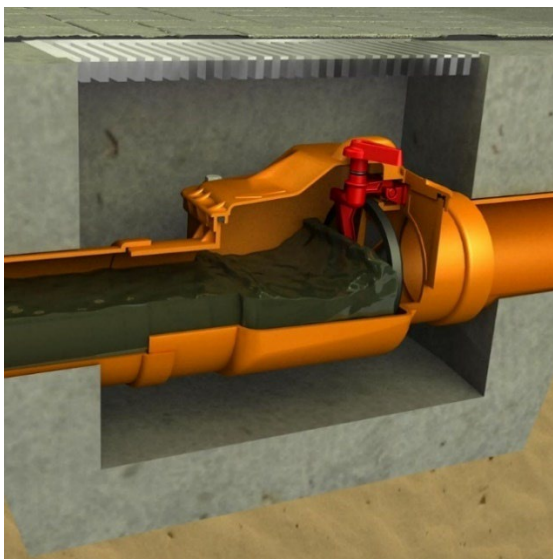
$k_v$  ... koeficient vsaku [ $m \cdot s^{-1}$ ],

$A_{vsak}$  ... vsakovací plocha vsakovacího zařízení [ $m^2$ ],

$A_{vz}$  ... plocha hladiny vsakovacího zařízení (pouze u povrchových vsakovacích zařízení) [ $m^2$ ],

$t_c$  ... doba trvání srážky určité periodicity podle přílohy A k ČSN 75 9010 nebo přesnějších místně platných hydrologických údajů [min].

Při výpočtu neuvažujeme výpar vody, jelikož je vůči vsakování zanedbatelný. Výpočet provádíme pro všechny návrhové úhrny srážek s dobou trvání od 5 min do 72 hod s využitím přílohy A v ČSN 75 9010 nebo přesnějších místně platných hydrologických údajů.



Obrázek 35 – KGSK zpětná klapka DN110 (aquaTOPshop, 2023)

Tabulka 18 - Návrhová periodičita srážek pro dimenzování vsakovacích zařízení (ČSN 75 9010, 2012, upraveno)

Riziko při přeplnění vsakovacího zařízení	Návrhová periodičita srážek p [rok <sup>-1</sup> ]
<p>Při přetečení vsakovacího zařízení je možný odtok srážkové vody ze vsakovacího zařízení po povrchu terénu nebo přepadovým potrubím mimo budovy nebo podzemní dopravní zatížení.</p> <p>Při zpětném vzduť v dešťové kanalizaci, která je zaústěna do vsakovacího zařízení, je možný odtok srážkové vody z dešťové kanalizace po povrchu terénu mimo budovy nebo podzemní dopravní zařízení.</p> <p>Prostory odvodněné do dešťové kanalizace nacházející se pod hladinou zpětného vzduť jsou proti vniknutí vzduť vody z dešťové kanalizace chráněny technickým opatřením podle ČSN EN 12056-4 a ČSN 75 6760.</p>	0,2
<p>Pokud není splněna některá z podmínek uvedených v předcházejícím řádku této tabulky, např. u vsakovacích zařízení, která slouží pouze pro odvodnění podzemních dopravních zařízení anebo vstupů do budov nacházejících se pod úrovní okolního terénu, a odvodňované prostory pod úrovní terénu nemohou být před vodou přetékající ze vsakovacího zařízení chráněny.</p>	0,1
<p>V případech, kdy je zpracován generel odvodnění nebo generel kanalizace zájmového území a obsahuje návrhovou periodičitu srážek.</p>	hodnota podle generelu
<p>V souladu s hydraulickou spolehlivostí vybudované protipovodňové ochrany.</p>	individuálně stanovená hodnota

POZNÁMKA: Zpětné vzduť v dešťové kanalizaci zaústěné do vsakovacího zařízení vznikne při naplnění vsakovacího zařízení na větší objem, než je vypočtený retenční objem. Hladinou zpětného vzduť je úroveň terénu v místě, kde může srážková voda ze vsakovacího zařízení anebo připojené dešťové kanalizace přetékat (úroveň poklopu s otvory, mříže na šachtě apod.).

Ve všech případech je nutné, aby přepadové potrubí bylo zabezpečeno proti zpětnému průchodu, například zpětnou klapkou, aby nemohlo dojít k plnění vsakovacího zařízení vodou z kanalizace anebo vodního toku.

### 10.1.2 Odvodňovaná plocha

Pro výpočet retenčního objemu  $V_{vz}$  je třeba stanovit redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy, za použití součinitele odtoku srážkových podle druhu plochy, a to podle vztahu:

$$A_{red} = \sum_{i=1}^n A_i \cdot \psi_i \quad (17)$$

kde

$A_{red}$  ... redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy [m<sup>2</sup>],

$A_i$  ... půdorysný průměr odvodňované plochy určitého druhu dle tabulky 19 [m<sup>2</sup>],

$\psi_i$  ... součinitel odtoku srážkových povrchových vod pro odvodňovanou plochu určitého druhu podle tabulky 19 [-],

$n$  ... počet odvodňovaných ploch určitého druhu.

Pro vsakování srážkových vod z více nemovitostí je při dimenzování vsakovacího zařízení možné použít i součinitele odtoku srážkových povrchových vod podle ČSN 75 6101.

Tabulka 19 - Součinitele odtoku srážkových povrchových vod (upraveno, ČSN 75 9010, 2012)

Druh odvodňované plochy; druh úpravy povrchu	Sklon povrchu		
	do 1 %	1 % až 5 %	nad 5 %
	Součinitele odtoku srážkových povrchových vod [ $\psi$ ]		
Střechy s propustnou horní vrstvou (vege. střechy)	0,40 až 0,70 <sup>1)</sup>	0,40 až 0,70 <sup>1)</sup>	0,50 až 0,70 <sup>1)</sup>
Střechy s vrstvou kačírku na nepropustné vrstvě	0,70 až 0,90 <sup>1)</sup>	0,70 až 0,90 <sup>1)</sup>	0,80 až 0,90 <sup>1)</sup>
Střechy s nepropustnou horní vrstvou	1,00	1,00	1,00
Střechy s neprop. horní vrst. o ploše > 10 000 m <sup>2</sup>	0,90	0,90	0,90
Asfaltové a beton. plochy, dlažby se zálivkou spár	0,70	0,80	0,90
Dlažby s pískovými spárami	0,50	0,60	0,70
Upravené štěrkové plochy	0,30	0,40	0,50
Neupravené a nezastavěné plochy	0,20	0,25	0,30
Komunikace ze zatravnovacích tvárnic	0,20	0,30	0,40
Komunikace ze vsakovacích tvárnic	0,20	0,30	0,40
Sady, hřiště	0,10	0,15	0,20
Zatravněné plochy	0,05	0,10	0,15

<sup>1)</sup> Podle tloušťky propustné horní vrstvy (s rostoucí tloušťkou propustné horní vrstvy se součinitel odtoku srážkových povrchových vod snižuje až na uvedenou mezní hodnotu).

POZNÁMKA: Červeně označeny využitě hodnoty.

### 10.1.3 Vsakovací plocha

Pro stanovení vsakovaného odtoku, jenž je nutný pro výpočet retenčního objemu vsakovacího zařízení, je třeba stanovit vsakovací plochu objektu podle následujících vztahů v závislosti na řešení:

- a) pro podzemní prostor s propustnými stěnami

$$A_{vsak} = L \cdot b' = L \cdot \left( \frac{h_{vz}}{2} + b \right) \quad (18)$$

- b) pro vsakovací šachtu s propustnými stěnami (skruže s otvory ve stěnách) ve spodní části

$$A_{vsak} = \pi \cdot R'^2 = \pi \cdot \left( R + \frac{h_{vz}}{4} \right)^2 \quad (19)$$

kde

$A_{vsak}$  ... vsakovací plocha [m<sup>2</sup>],

$L$  ... délka podzemního prostoru [m],

$b$  ... šířka podzemního prostoru [m],

$b'$  ... šířka vsakovací plochy podzemního prostoru [m],

$h_{vz}$  ... výška propustných stěn [m],

$R$  ... poloměr vsakovací šachty [m],

$R'$  ... poloměr vsakovací plochy vsakovací šachty [m].

Vsakovací plochu  $A_{vsak}$  rovnou ploše propustného dna vsakovacího zařízení můžeme předpokládat pro zjednodušení výpočtu nebo při nepropustných stěnách objektu.

Při návrhu retenčního objemu pro povrchové vsakovací zařízení nebo podzemní prostory a tunelové systémy je možné odhadnout vsakovací plochu  $A_{vsak}$  podle vztahu:

$$A_{vsak} = (0,1 \text{ až } 0,3) \cdot A_{red} \quad (20)$$

kde

$A_{vsak}$  ... vsakovací plocha [m<sup>2</sup>],

$A_{red}$  ... redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy [m<sup>2</sup>].



#### 10.1.4 Vsakovaný odtok

Vsakovaný odtok vychází ze vsakovací plochy a koeficientu vsaku, jenž musí být uveden ve výstupu hydrogeologického posudku pro vsakování. Propustnost případné filtrační vrstvy nemá být menší než propustnost horninového prostředí vyjádřená koeficientem vsaku. Vsakovaný odtok je stanoven dle vztahu:

$$Q_{vsak} = \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \quad (21)$$

kde

$Q_{vsak}$  ... vsakovaný odtok [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ],

$f$  ... součinitel bezpečnosti vsaku,

$k_v$  ... koeficient vsaku [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ],

$A_{vsak}$  ... vsakovací plocha [ $\text{m}^2$ ].

Součinitel bezpečnosti vsaku vyjadřuje bezpečnost a předpokládané změny vsakovací schopnosti horninového prostředí po určitém čase provozu vsakovacího objektu, doporučuje se hodnota  $f \geq 2$ .

#### 10.1.5 Celkový objem vsakovacího zařízení

Pokud je vsakovací zařízení závislé na objemu pórů (šterk) nebo retenčním prostoru (prefabrikované bloky), celkový objem vsakovacího zařízení se v závislosti na pórovitosti nebo retenční schopnosti stanoví podle vztahu:

$$W = \frac{V_{vz}}{m} \quad (22)$$

kde

$W$  ... celkový objem vsakovacího zařízení [ $\text{m}^3$ ],

$V_{vz}$  ... největší vypočtený retenční objem (návrhový objem) vsakovacího zařízení [ $\text{m}^3$ ],

$m$  ... pórovitost nebo retenční schopnost vsakovacího zařízení (pórovitost hrubého písku nebo šterku zrnitosti 2 mm až 20 mm je  $m = 0,3$ ; retenční schopnost vsakovacího zařízení sestaveného z bloků je stanoven výrobcem).

### 10.1.6 Doba prázdnění

Doba prázdnění vsakovacího zařízení se stanoví následovně:

$$T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak}} \quad (23)$$

kde

$T_{pr}$  ... doba prázdnění [s] – tato doba nemá překročit 72 hodin tj. 259 200 vteřin,

$V_{vz}$  ... největší vypočtený retenční objem (návrhový objem) vsakovacího zařízení [ $m^3$ ],

$Q_{vsak}$  ... vsakovaný odtok [ $m^3 \cdot s^{-1}$ ].

## 10.2 Výpočet pro řešený pozemek

Na řešeném pozemku byl vsakovací objekt navržen podle ČSN 75 9010. Z přílohy A (tabulka A.2) normy ČSN 75 9010 byla pro výpočet převzata návrhová srážka 42,5 mm ( $h_d$ ) s dobou trvání 6 hodin ( $t_c$ ) pro návrhovou periodicitu srážek ( $p$  [ $rok^{-1}$ ]), která má dle tabulky 18 hodnotu 0,2. Součinitel bezpečnosti vsaku ( $f$ ) byl stanoven na základě doporučení normy s hodnotou 2. Hodnota koeficientu vsaku ( $k_v$ ) byla převzata z výpočtu z kapitoly 5.5, tedy  $0,0000035 m \cdot s^{-1}$ .

Redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy ( $A_{red}$ ) byl stanoven pomocí rovnice 17. Celkové a dílčí výsledky výpočtu jsou znázorněny v tabulce 20. Hodnota součinitele odtoku srážkových povrchových vod ( $\psi$ ) byla podle tabulky 19 pro extenzivní zelenou střechu stanovena na 0,55 a pro nepropustné plochy (plech, tašky, vodní hladina) na hodnotu 1,00.



Tabulka 20 - Stanovení redukováných půdorysných průmětů pro dimenzování vsakovacích zařízení dle jednotlivých ploch

	PŮDORYSNÝ PRŮMĚT ODVODŇOVANÉ PLOCHY $A_i$ [m <sup>2</sup> ]	TYP POVRCHU	SKLON	SOUČINITEL ODTOKU SRÁŽ. POVRCH. VOD $\psi$ [-]	REDUKOVANÝ PŮDORYSNÝ PRŮMĚT $A_{red}$ [m <sup>2</sup> ]
<b>VSAK 1</b>					
1.	82,40	ext. zel. střecha	plochá (1-5°)	0,55	45,32
2.1	59,20	ext. zel. střecha	plochá (1-5°)	0,55	32,56
2.2	43,20	pozinkovaný plech	šikmá (5°+)	1,00	43,20
3.	9,60	pozinkovaný plech	šikmá (5°+)	1,00	89,60
4.	81,60	pozinkovaný plech	šikmá (5°+)	1,00	81,60
5.1	35,20	pozinkovaný plech	šikmá (5°+)	1,00	35,20
5.2	62,40	ext. zel. střecha	plochá (1-5°)	0,55	37,44
6.	88,10	ext. zel. střecha	plochá (1-5°)	0,55	48,46
7.	233,00	biotop, vodní plocha	plochá (do 1°)	1,00	233,00
9.	35,00	pozinkovaný plech	šikmá (5°+)	1,00	35,00
10.	48,00	ext. zel. střecha	plochá (1-5°)	0,55	26,40
11.	20,00	pozinkovaný plech	plochá (1-5°)	1,00	20,00
12.	80,00	glazované tašky	šikmá (5°+)	1,00	80,00
13.	80,00	glazované tašky	šikmá (5°+)	1,00	80,00
	1037,70			<b>CELKEM</b>	<b>887,78</b>
<b>VSAK 2</b>					
8.	36,80	ext. zel. střecha	plochá (1-5°)	0,55	20,24
	36,80			<b>CELKEM</b>	<b>20,24</b>

Celkový redukováný půdorysný průmět odvodňovaných ploch pro vsak 1 byl vypočten 887,78 m<sup>2</sup>, pro vsak 2 byl vypočten 20,24 m<sup>2</sup>. Z těchto hodnot byly odhadnuty vsakovací plochy na 78,5 m<sup>2</sup> pro vsak 1 a 1,5 m<sup>2</sup> pro vsak 2.



Z hodnot vsakovacích ploch vsakovacích zařízení ( $A_{vsak}$ ) byly dle rovnice 21 stanoveny vsakovací odtoky ( $Q_{vsak}$ ) o hodnotách  $0,000137 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . ( $137 \text{ ml} \cdot \text{s}^{-1}$ ) pro vsak 1 a  $0,0000031 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . ( $3,1 \text{ ml} \cdot \text{s}^{-1}$ ) pro vsak 2 a dle rovnice 16 byly stanoveny návrhové retenční objemy ( $V_{vz}$ ) o hodnotách  $34,77 \text{ m}^3$  pro vsak 1 a  $0,80 \text{ m}^3$  pro vsak 2.

V případě navržení vsakovacích zařízení s výplní hrubým pískem nebo šterkem o zrnitosti 2 mm až 20 mm ( $m = 0,3$ ) jsou dle rovnice 22 celkové objemy vsakovacího zařízení  $115,9 \text{ m}^3$  pro vsak 1 a  $2,64 \text{ m}^3$  pro vsak 2.

Pro kontrolu byla podle rovnice 23 vypočtena doba prázdnění ( $T_{pr}$ ) 253 052 vteřin tj. 70,3 hodin pro vsak 1 a 255 884 vteřin tj. 71,1 hodin, což splňuje podmínku vsakování do 72 hodin.

Na základě vypočtených hodnot a požadovaného řešení je třeba vsak 2 pro plochu 8 (redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy  $20,24 \text{ m}^2$ ) navrhovat pro minimální vsakovací plochu  $1,5 \text{ m}^2$  a retenční objem  $0,80 \text{ m}^3$ . Vsak 1 (pro ostatní odvodňované plochy – redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy  $887,78 \text{ m}^2$ ) musí splnit požadavky na hodnoty minimální vsakovací plochy  $78,5 \text{ m}^2$  a retenčního objemu  $34,77 \text{ m}^3$ .

## 11 Ekonomické zhodnocení návrhu

V této kapitole je popsáno vybrané řešení na základě vypočtených návrhových parametrů a odhadnuty náklady na pořízení materiálu s případným zahrnutím možných dotací na dané řešení.

### 11.1 Zelené střechy

Na základě definování skladby extenzivních vegetačních střech na odvodňovaných plochách v kapitole 7 je v tabulce 21 zobrazen odhad ceny materiálu pro jednotlivé plochy.

Tabulka 21 - Náklady a dotace realizace vegetačního souvrství s kořenovzdornou fólií (ceny zahrnují pouze materiál a byly převzaty z EKROS et al., 2023)

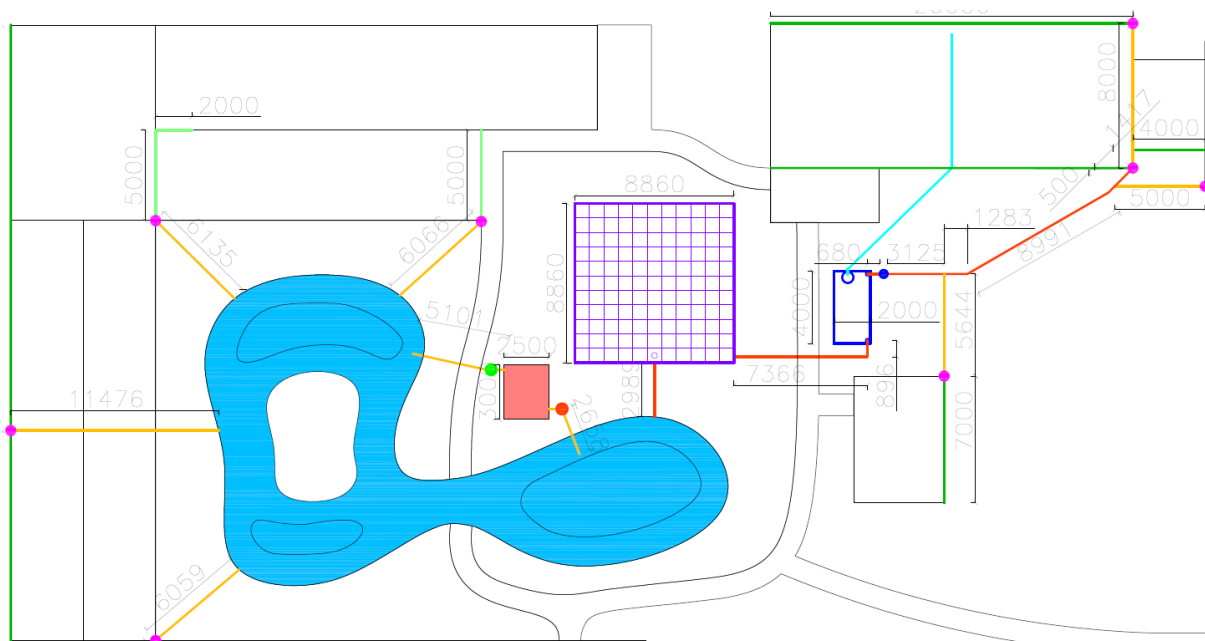
Položka	Jednotka	Množství [jednotka]					Jednotková cena bez DPH [Kč]	Cena bez DPH [Kč]	Cena s 21% DPH [Kč]
		Plocha				Celkem			
		1., 2.1	5.2, 6.	8.	10.				
Řízky rozchodníků mix druhů	kg	12,00	13,00	3,00	4,00	32,00	549	17 568	21 257
Extenzivní substrát Optigreen tl. 8 cm	m <sup>3</sup>	11,39	11,90	2,72	3,68	29,69	2 590	76 897	93 045
Filtrační geotextilie Optigrün 105	m <sup>2</sup>	142,00	149,00	34,00	46,00	371,00	31	11 501	13 916
Drenážní a vodoakumulační fólie FKD 20	m <sup>2</sup>	130,00	136,00	32,00	42,00	340,00	149	50 660	61 299
Ochranná geotextilie Optigrün RMS 300	m <sup>2</sup>	163,00	173,00	42,00	55,00	433,00	34	14 722	17 814
Kořenovzdorná fólie	m <sup>2</sup>	156,00	165,00	41,00	53,00	415,00	145	60 175	72 812
Dlouhopůsobící hnojivo Opticote	kg	3,70	3,90	0,90	1,20	9,70	259	2 512	3 040
Ukončovací lišta ZP 100 (2500 mm)	ks	4,00	4,00	4,00	4,00	16,00	929	14 864	17 985
Děrovaná kačírková lišta (3000 mm)	ks	20,00	23,00	8,00	9,00	60,00	824	49 440	59 822
Praný kačírek frakce 16/32	m <sup>3</sup>	1,80	2,10	0,70	0,80	5,40	2 190	11 826	14 309
<b>CELKEM</b>								<b>310 165</b>	<b>375 300</b>
Dotace D.2 - Zelené střechy	m <sup>2</sup>	141,5	150,5	36,8	48,0	376,8	dosažené maximum		100 000
<b>CELKEM</b>									<b>100 000</b>

Celkový půdorys odvodňovaných zelených střech je 376,8 m<sup>2</sup>. Na nich je navržena skladba pro extenzivní zelené střechy (mix druhů rozchodníků) s tloušťkou vrstvy substrátu 80 mm a celkovou tloušťkou vegetačního souvrství bez vegetace 105,2 mm, s celkovým zatížením bez vegetace 50 až 150 kg/m<sup>2</sup> dle vlhkosti substrátu (samotná skladba v suchém stavu 51,8 kg/m<sup>2</sup>). Přebytečná voda je sbírána a svedena do retenční srážkové vody. Celková cena materiálu pro vegetační souvrství ploch zelených střech je dle odhadu 310 165 Kč bez DPH, 375 300 Kč s DPH

21 %. Při výpočtu dotace pro ploché extenzivní střechy (700 Kč/m<sup>2</sup>) bylo dosaženo maximální možné částky pro čerpání tj. 100 000 Kč. Při započítání dotace je celková cena vegetačního souvrství extenzivních střech 275 300 Kč s DPH 21 %. Při celkové ploše 376,8 m<sup>2</sup> vychází cena na 1 m<sup>2</sup> na 996 Kč s DPH 21 % bez započítání dotace a 731 Kč s DPH 21 % se započítáním dotace. Schválením žádosti o dotaci tedy dochází k úspoře 265 Kč/m<sup>2</sup>.

## 11.2 Potrubí

Odhad ceny potrubí je znázorněn v tabulce 22 a vychází z výkresu 4 (část na obrázku 36) dle aktuálního ceníku e-shopu Dešťovka.eu pro větší odběr materiálu (Climate CZ, 2023).



Obrázek 36 - Výřez z výkresu 4 znázorňující vzdálenosti mezi objekty pro využití srážkové vody

Tabulka 22 - Odhad ceny potrubí a komponent pro odvod srážkové vody dle návrhu

Položka	Jednotka	Množství	Jednotková cena bez DPH [Kč]	Cena bez DPH [Kč]	Cena s 21% DPH [Kč]
KG trubka DN100 délka 500 mm	ks	4,00	50	198	240
KG trubka DN100 délka 2000 mm	ks	18,00	188	3 392	4 104
KG trubka DN100 délka 5000 mm	ks	5,00	430	2 149	2 600
KG trubka DN150 délka 500 mm	ks	5,00	119	595	720
KG trubka DN150 délka 1000 mm	ks	4,00	215	860	1 040
KG trubka DN150 délka 3000 mm	ks	7,00	595	4 165	5 040
KG koleno DN150 45°	ks	2,00	119	238	288
KG koleno DN150 87°	ks	1,00	142	142	172
KG odbočka DN150/100 45°	ks	1,00	185	185	224
KG odbočka DN150/100 87°	ks	1,00	179	179	216
<b>CELKEM</b>				<b>12 102</b>	<b>14 644</b>

Pro odvedení srážkové vody od svodů přes retenční objekty do vsakovacích objektů je celkem potřeba 91 m potrubí. Včetně dalších komponent jako jsou kolena a odbočky vychází cena 12 102 Kč bez DPH, 14 644 Kč s DPH 21 %.

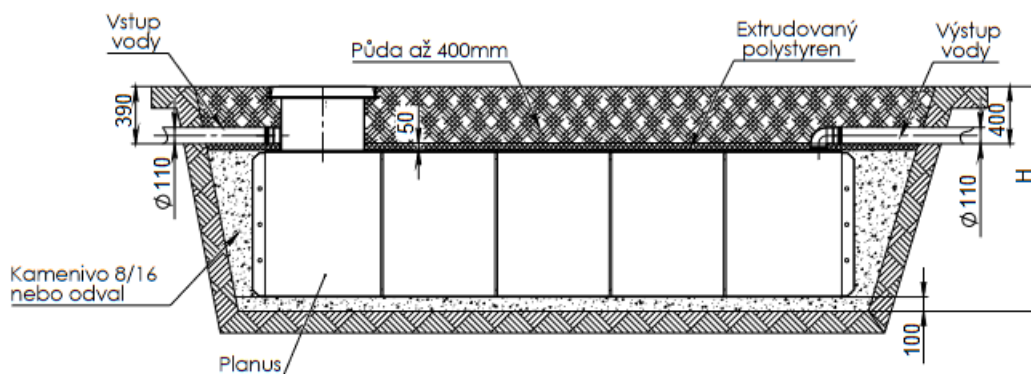
### 11.3 Akumulační nádrž

Dle návrhu minimálního objemu akumulací nádrže v kapitole 8.4 (9,687 m<sup>3</sup>), byla pro ekonomický odhad nákladů za materiál vybrána nádrž Planus 10000 (obrázek 37) z nabídky e-shopu Dešťovka.eu s celkovým objemem 10 000 litrů (10,0 m<sup>3</sup>).



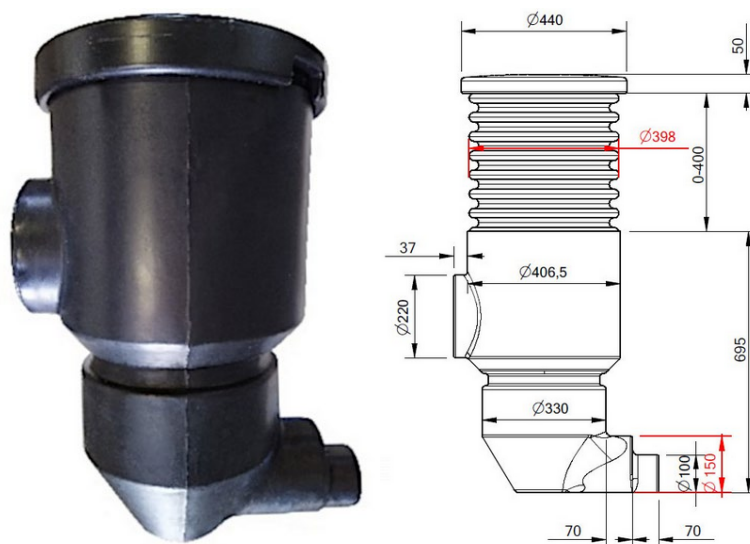
Obrázek 37 - Akumulační nádrž Planus 10 000 (CLIMATE CZ, 2023)

Tato nádrž má rozměry výška 1270 mm, šířka 2170 mm, délka 4170 mm a hmotnost 260 kg. Jedná se o svařovanou nádrž z polypropylenových desek o tl. 10 až 15 mm. V ceně nádrže uvedené v tabulce 23 je pochozí kompozitní poklop, výškově nastavitelné vstupní hrdlo s integrovaným bezpečnostním poklopem, integrované výztuhy stěn a odnímatelné vzpěry mezi dnem a stropem. Při montáži nádrže je nutné postupovat dle montážního návodu výrobce (část zobrazena na obrázku 38).



Obrázek 38 - Montáž nádrže Planus, výřez z montážního návodu (Kolomaki, 2023)

Pro jednoduchost filtrace srážkové vody odváděné do akumulací nádrží byl filtrační koš, jenž se zpravidla umísťuje do nádrže, nahrazen filtrační šachtou Basic (obrázek 39) z nabídky e-shopu Dešťovka.eu, která umožňuje napojení potrubí až DN150.



Obrázek 39 - Filtrační šachta Basic vzhled a výkres (CZ PLAST, 2023)



Pro využití srážkové vody ke splachování WC v rodinném domě, je navržena řídicí jednotka WiloRain1-24 EM (obrátek 40), která se umísťuje do technické místnosti a přepíná mezi zdroji vody při nedostatku vody v nádrži. Voda z nádrže je do jednotky přiváděna pomocí sacího potrubí.



Obrázek 40 - Vybraný kompletní set řídicí jednotky WiloRain1-24 EM (CLIMATE CZ, 2023a)

Celková kalkulace za materiál pro realizaci montáže akumulční nádrže vč. filtrační šachty a řídicí jednotky je zpracována v tabulce 23.

Tabulka 23 - Odhad ceny nádrže a filtrační šachty dle návrhu

Položka	Jednotka	Množství	Jednotková cena bez DPH [Kč]	Cena bez DPH [Kč]	Cena s 21% DPH [Kč]
Podzemní nádrž Planus 10000	ks	1,00	38 936	38 936	47 112
Filtrační šachta Basic	ks	1,00	4 124	4 124	4 990
Řídicí jednotka WiloRain 1 24	ks	1,00	28 917	28 917	34 990
			<b>CELKEM</b>	<b>71 977</b>	<b>87 092</b>
Dotace D.3 - Dešťovka	m <sup>3</sup>	10,00	3 500	maximum	65 000
			<b>CELKEM</b>		<b>65 000</b>



Pro akumulaci srážkové vody odváděné z rodinného domu, altánu a garáže byla navržena nádrž Planus 10000 s objemem 10 m<sup>3</sup>, což splňuje podmínku minimálního potřebného objemu 9,867 m<sup>3</sup>. K nádrži byla navržena filtrační šachta Basic pro sekundární čištění srážkové vody. Pro čerpání vody z nádrže pro využití ke splachování WC v rodinném domě byla vybrána domovní řídicí jednotka WiloRain1-24 EM v kompletním setu. Celková cena navrženého materiálu je dle odhadu 71 977 Kč bez DPH, 87 092 Kč s DPH 21 %. Při výpočtu dotace při využití srážkové vody ke splachování a zálivce (fixních 30 000 Kč + 3 500 Kč/m<sup>3</sup>) bylo dosaženo maximální možné částky pro čerpání tj. 65 000 Kč. Při započítání dotace je celková cena nádrží, filtrační šachty a řídicí jednotky 22 092 Kč s DPH 21 %. Při celkovém objemu 10,0 m<sup>3</sup> vychází cena na 1 m<sup>3</sup> na 8 709 Kč s DPH 21 % bez započítání dotace a 2 209 Kč s DPH 21 % se započítáním dotace. Schválením žádosti o dotaci tedy dochází k úspoře 6 500 Kč/m<sup>3</sup>.

#### **11.4 Koupací jezírko**

Na základě návrhu koupacího jezírka a kořenové čistírny v kapitole 9.2 byla v tabulce odhadnuta cena materiálu tohoto řešení.

Na ploše 233 m<sup>2</sup> bylo navrženo koupací jezírko typu I s cílem zadržet pomocí retenčního prostoru 26,881 m<sup>3</sup> srážkové vody odváděné z hospodářských budov a s cílem vytvořit příjemné prostředí a mikroklima pro chov exotického ptactva v okolních budovách. Jezírko je rozděleno na regenerační zónu o ploše 146,8 m<sup>2</sup> a užitkovou zónu o ploše 86,2 m<sup>2</sup>. Čistící funkci regenerační zóny doplňuje napojená vertikální kořenová čistírna o objemu 7,5 m<sup>3</sup>. Výškově bylo jezírko rozděleno na hloubky 30, 60 a 150-185 cm od hladiny normálního nadržení. Maximální hladina retenčního prostoru byla stanovena 130 mm nad hladinu normálního nadržení s možným objemem 30,29 m<sup>3</sup>. Společně s objemem zásobního prostoru, který čítá 116,5 m<sup>3</sup>, tak jezírko může pojmout maximálně 146,8 m<sup>3</sup> vody.

Tabulka 24 - Odhad ceny materiálu pro realizaci jezírka a kořenové čistírny dle návrhu

Položka	Jednotka	Množství	Jednotková cena bez DPH [Kč]	Cena bez DPH [Kč]	Cena s 21% DPH [Kč]
<b>Koupací jezírko</b>					
PVC fólie tl. 1,5 mm olivově zelená	m <sup>2</sup>	420,00	212	88 862	107 522
Geotextilie 300 g/m <sup>2</sup> Filtek 300	m <sup>2</sup>	310,00	34	10 540	12 753
Geotextilie 600 g/m <sup>2</sup> Filtek 600	m <sup>2</sup>	140,00	68	9 520	11 519
Kačírek frakce 16/32 mm	m <sup>3</sup>	75,00	1 330	99 750	120 698
Písek	t	15,00	480	7 200	8 712
Betonový potěr	t	7,20	4 000	28 800	34 848
Betonové schody (beton)	ks	1,00	6 000	6 000	7 260
Nerezové zábradlí	ks	1,00	5 000	5 000	6 050
Dřevěná lávka	ks	1,00	3 000	3 000	3 630
Skimmer	ks	1,00	2 200	2 200	2 662
			<b>CELKEM</b>	<b>260 872</b>	<b>315 655</b>
<b>Kořenová čistírna</b>					
Pulzní šachta DN600	ks	1,00	7 843	7 843	9 490
Potrubí DN 70	m	4,00	60	240	290
Kačírek frakce 16/32 mm	m <sup>3</sup>	7,50	1 330	9 975	12 070
PVC fólie tl. 1,5 mm olivově zelená	m <sup>2</sup>	18,50	212	3 922	4 746
Geotextilie 600 g/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	18,50	68	1 258	1 522
Potrubí DN 100	m	4,00	65	262	317
Čerpací jímka 1100/2000	ks	1,00	11 066	11 066	13 390
Čerpadlo s plovákem	ks	1,00	8 500	8 500	10 285
			<b>Celkem</b>	<b>43 066</b>	<b>52 110</b>
			<b>CELKEM</b>	<b>303 937</b>	<b>367 764</b>

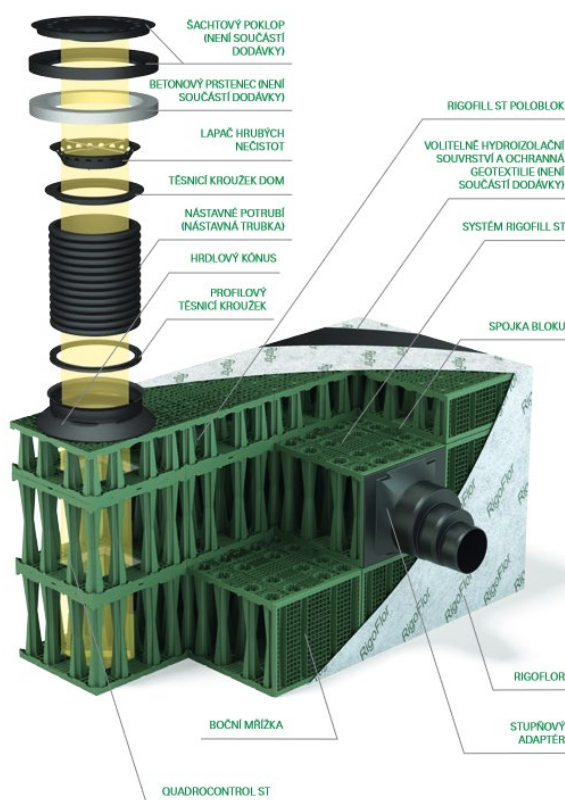
Celková cena materiálu pro realizaci jezírka a kořenové čistírny je 303 937 Kč bez DPH, 367 764 s DPH 21 %. Pro porovnání podzemní nádrž RoTerra o objemu 30 000 litrů (splňovala by požadavky na retenční objem) má cenu 197 430 Kč bez DPH, 238 890 Kč s DPH 21 %. Při celkovém maximálním zásobním objemu 116,5 m<sup>3</sup> vychází cena na 1 m<sup>3</sup> na 2 609 Kč bez DPH, 3 157 Kč s DPH 21 %. Při maximálním retenčním objemu 30,29 m<sup>3</sup> vychází cena na 1 m<sup>3</sup> na 10 034 Kč

bez DPH, 12 141 Kč s DPH 21 % (přepočít u nádrže RoTerra je 7963 Kč s DPH 21 % na 1 m<sup>3</sup>).

Při celkové ploše jezírka 233 m<sup>2</sup> vychází cena na 1 m<sup>2</sup> na 1 305 Kč bez DPH, 1 578 Kč s DPH 21 %.

## 11.5 Vsakovací objekty

Na základě hodnot definovaných pro dimenzování vsakovacích objektů v kapitole 10.2 byl pro návrh řešení vybrán systém vsakovacích bloků Rigofill ST-B od společnosti Fränkische (obrázek 41). Jedná se o prostorově úsporný systém s jednoduchou montáží, který splňuje podmínky ČSN EN 17152-1. Vsakovací systém Rigofill se skládá především z bloků o základně 800 x 800 mm a výšce 660 mm. Tyto bloky se spojují spojkami jednovrstvými a vícevrstvémi (pro spojování bloků i mezi vrstvami) a z boků zakrývají mřížkami. Celá soustava bloků se obaluje geotextilií. Součástí systému jsou i kontrolní šachty QuadroControl, které jsou na míru přizpůsobené potřebné výšce a fungují vždy jako náhrada bloku. Do této šachty je umístěn lapač nečistot a propojuje se s terémem pomocí nástavce a těsnění pod poklop.



Obrázek 41 - Prvky vsakovacího systému Rigofill (Fränkische, 2022)



Situace a řezy vsakovacích objektů jsou zobrazeny ve výkresech 11 a 12. Instalace tohoto systému musí probíhat dle montážního návodu od výrobce (Fränkische, 2022). Pro vsak 1 je navržena jedna vrstva vsakovacích bloků Rigofill ST-B o stranách 11x11 bloků s jednou kontrolní šachtou, do níž je navedeno potrubí z bezpečnostního přelivu biotopu. Bezpečnostní přeliv z nádrže je naveden do jedné z bočních mřížek. Pro vsak 2 je navržena jedna vrstva vsakovacích bloků Rigofill ST-B o stranách 1x2 bloky bez kontrolní šachty, do níž je naveden svod z odvodňované plochy 8 (extenzivní zelená střecha). Dále je přidáno potrubí, jež je do vsakovacích zařízení připojeno z důvodu odvětrávání prostoru.

Od množství vsakovacích bloků (celkem 122 kusů) se pro jednotlivá vsakovací zařízení odvíjí množství ostatních komponent, které je znázorněno v tabulce 25. V této tabulce je znázorněn odhad ceny dle aktuálního ceníku e-shopu Dešťovka.eu pro větší odběr komponent Rigofill (Climate CZ, 2023).

Tabulka 25 - Odhad nacenění materiálu pro realizaci vsakovacích zařízení

Položka	Jednotka	Množství [jednotka]			Jednotková cena bez DPH [Kč]	Cena bez DPH [Kč]	Cena s 21% DPH [Kč]
		Vsak		Celkem			
		1	2				
Plný blok Rigofill ST-B	ks	120,00	2,00	122,00	1 514	184 714	223 504
Spojka jednovrstvá pro systém Rigofill	ks	220,00	1,00	221,00	10	2 192	2 652
Boční mřížka k plnému bloku ST-B	ks	44,00	6,00	50,00	324	16 198	19 600
Geotextilie RigoFlor 200 g/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	230,00	10,00	240,00	45	10 703	12 950
Šachta QuadroControl ST-B 1	ks	1,00	0,00	1,00	9 331	9 331	11 290
Nástavec 1000 mm	ks	1,00	0,00	1,00	2 256	2 256	2 730
Těsnění DOM pod poklop	ks	1,00	0,00	1,00	550	550	666
Lapač nečistot	ks	1,00	0,00	1,00	736	736	891
Potrubí pro odvětrání	ks	1,00	1,00	2,00	155	311	376
<b>CELKEM</b>						<b>226 991</b>	<b>274 659</b>

Celkový objem vsakovacích objektů je 51,062 m<sup>3</sup> u vsaku 1 a 0,844 m<sup>3</sup> u vsaku 2, z toho retenční objem 49,126 m<sup>3</sup> u vsaku 1 a 0,812 m<sup>3</sup> u vsaku 2. Vsakovací plocha dna u vsaku 1 je 78,5 m<sup>2</sup> a u vsaku 2 je 1,5 m<sup>2</sup>. Celková cena materiálu pro realizaci obou vsakovacích zařízení je



226 991 Kč bez DPH, 274 659 s DPH 21 %. Při celkovém retenčním objemu 49,938 m<sup>3</sup> vychází cena na 1 m<sup>3</sup> na 4 545,5 Kč bez DPH, 5 500 Kč s DPH 21 %.

## 11.6 Celková bilance

Na základě odhadovaných cen nákladů na materiál a výší dotací pro dané řešení je v tabulce 26 zpracována celková ekonomická bilance návrhu.

Tabulka 26 - Celková bilance odhadovaných nákladů navrženého řešení

<b>Položka</b>	<b>Cena bez DPH [Kč]</b>	<b>Cena s 21% DPH [Kč]</b>
Extenzivní zelená střecha	310 165	375 300
Potrubí	12 102	14 644
Akumulační nádrž s vybavením	71 977	87 092
Koupací jezírko	260 872	315 655
Kořenová čistírna ke koupacímu jezírku	43 066	52 110
Vsakovací zařízení 1 a 2	226 991	274 659
<b>CELKEM</b>	<b>925 173</b>	<b>1 119 460</b>

Dotace D.2 - Zelené střechy	100 000
Dotace D.3 - Dešťovka	65 000
<b>CELKEM</b>	<b>165 000</b>

Celková cena navrženého materiálu je dle odhadu 925 173 Kč bez DPH, 1 119 460 Kč s DPH 21 %. Při výpočtech dotací pro podtituly D.2 a D.3 bylo dosaženo maximálních možných částek pro čerpání tj. dohromady 165 000 Kč. Při započítání dotace je celková cena nákladů navrhovaného řešení 954 460 Kč s DPH 21 %. Díky tomuto řešení bylo dle zákona vyřešeno hospodaření se srážkovou vodou na pozemku. Zároveň byl splněn požadavek na vytvoření příjemného prostředí a mikroklima pro chov exotického ptactva, tedy může být návrh uznán jako ekonomicky rentabilní s přímým vlivem na úspěch v chovu a odchovu ptactva.

## 12 Závěr

Bakalářská práce zpracovává problematiku hospodaření se srážkovou vodou na pozemku. V úvodní části práce byla zpracována rešerše zaměřená na zásady hospodaření se srážkovou vodou a jejich podchycení v legislativě ČR. Dále byl charakterizován dotační titul Nová zelená úsporám a jeho aktuální podmínky.

V praktické části byla popsána zájmová oblast na východě katastrálního území Zvěstov v obci Vestec s parcelním číslem 1852. Celková plocha tohoto pozemku je 8183 m<sup>2</sup>, řešená část má rozlohu 4752 m<sup>2</sup>. Toto území bylo vybráno na základě potřeb chovu ptactva a co nejdelší možné vzdálenosti od zástavby z důvodu potenciálního hluku. Přípustnost návrhu byla analyzována dle platného územního plánu, navrhovaný půdorys na vybraném pozemku je přípustný.

Pro navazující výpočty byl z průběhu let 2017 až 2022 stanoven průměrný roční úhrn srážek pro danou oblast na hodnotu 597 mm za rok. Půda v řešené oblasti byla zařazena do hydrologické skupiny C – půdy s nízkou rychlostí infiltrace.

Akumulace srážkové vody z odvodňovaných ploch byla rozdělena na tři části. První část zahrnuje pouze budovu karantény a srážková voda z ní je odvedena do vsaku 2. Ostatní hospodářské budovy a zastřešené části venkovních voliér jsou odvodněny do regenerační zóny jezírka, odkud voda přetéká do koupací zóny. Poté je voda pomocí malého okruhu s pulzní šachtou, kořenovou čistírnou a čerpací šachtou čištěna a může se vracet zpět do regenerační zóny jezírka. Při nadbytku vody je voda bezpečnostním přelivem odváděna do vsaku 1. Do vsaku 1 je svedena i nadbytečná voda z akumulární nádrže, do níž je sbírána voda ze střech altánu, garáže a rodinného domu.

Voda z nádrže je využívána pro zálivku anebo ke splachování WC. Při nedostatku vody v nádrži je doplňována z biotopu. V technické místnosti je umístěna řídicí jednotka, která přepíná mezi využitím srážkové vody a vody z dalšího zdroje, aniž by došlo ke vzájemné kontaminaci.

Celková plocha zelených střech je 376,8 m<sup>2</sup>. Na nich je navržena skladba pro extenzivní zelené střechy. Celková tloušťka vegetačního souvrství bez vegetace je 105,2 mm, z toho substrát 80 mm. Celková cena materiálu pro vegetační souvrství ploch zelených střech je dle odhadu cca 375 000 Kč s DPH 21 %. Při výpočtu dotace pro ploché extenzivní střechy (700 Kč/m<sup>2</sup>) bylo dosaženo maximální



možné částky pro čerpání tj. 100 000 Kč. Při celkové ploše 376,8 m<sup>2</sup> vychází cena na 1 m<sup>2</sup> na 731 Kč s DPH 21 % se započítáním dotace. Schválením žádosti o dotaci tedy dochází k úspoře 265 Kč/m<sup>2</sup>.

Využitelné množství srážkové vody bylo stanoveno podle metodiky (STRÁNSKÝ a BAREŠ, 2021). Objem cca 27 m<sup>3</sup> je odváděn do biotopu, cca 10 m<sup>3</sup> do akumulární podzemní nádrže a cca 0,7 m<sup>3</sup> do vsakovacího objektu bez využití. Celková hodnota pro návrh retence je cca 37 m<sup>3</sup>. Potřebný objem provozní vody pro předpokládanou délku suchého období 28 dní bylo vyčísleno na 43,5 m<sup>3</sup>. Pro akumulaci srážkové vody odváděné z rodinného domu, altánu a garáže byla navržena nádrž Planus 10000 s objemem 10 m<sup>3</sup>. K nádrži byla navržena filtrační šachta Basic. Pro čerpání vody z nádrže do rodinného domu byla vybrána domovní řídicí jednotka WiloRain1-24 EM v kompletním setu. Celková cena nádrže, filtr. šachty a řídicí jednotky je dle odhadu cca 87 000 Kč s DPH 21 %. Při výpočtu dotace bylo dosaženo maximální možné částky pro čerpání tj. 65 000 Kč. Při celkovém objemu nádrže (10,0 m<sup>3</sup>) vychází cena na 1 m<sup>3</sup> cca 2 200 Kč s DPH 21 % se započítáním dotace. Schválením žádosti o dotaci tedy dochází k úspoře 6 500 Kč/m<sup>3</sup>.

Na ploše 233 m<sup>2</sup> bylo navrženo koupací jezírko typu I. Jezírko je rozděleno na regenerační a užitkovou zónu o plochách 146,8 m<sup>2</sup> a 86,2 m<sup>2</sup>. Čistící funkci doplňuje vertikální kořenová čistírna o objemu 7,5 m<sup>3</sup>. Výška retenčního prostoru byla stanovena na 130 mm (max. retenční objem 30,3 m<sup>3</sup>). Společně se zásobním prostorem (116,5 m<sup>3</sup>) tak jezírko může pojmout až 146,8 m<sup>3</sup> vody. Celková cena materiálu pro realizaci jezírka a kořenové čistírny je cca 370 000 s DPH 21 %. Při celkovém maximálním objemu 146,8 m<sup>3</sup> vychází cena jezírka na 1 m<sup>3</sup> na 2 522 Kč s DPH 21 %.

Podle ČSN 75 9010 byl navržen minimální retenční objem 0,80 m<sup>3</sup> pro vsak 2 a cca 35 m<sup>3</sup> pro vsak 1. Celkový retenční objem je cca 49 m<sup>3</sup> u vsaku 1 a 0,8 m<sup>3</sup> u vsaku 2. Celková cena materiálu pro realizaci obou vsakovacích zařízení je cca 275 000 Kč s DPH 21 %. Při retenčním objemu 49,938 m<sup>3</sup> vychází cena na 1 m<sup>3</sup> na 5 500 Kč s DPH 21 %.

Celková cena navrženého materiálu všech objektů je dle odhadu cca 1 120 000 Kč s DPH 21 % bez zahrnutí dotací. Při výpočtech dotací pro podtituly D.2 a D.3 bylo dosaženo maximálních možných částek pro čerpání tj. 165 000 Kč. Díky tomuto řešení bylo dle platných zákonů vyřešeno hospodaření se srážkovou vodou na pozemku. Zároveň byl splněn požadavek na vytvoření příjemného prostředí a mikroklima pro chov exotického ptactva, tedy může být návrh uznán jako ekonomicky rentabilní s přímým vlivem na úspěch v chovu a odchovu ptactva.





## 13 Bibliografie

AQUATOPSHOP, 2023. *KGSK zpětná klapka DN110* [online] [vid. 2023-05-09]. Dostupné z: [https://www.aquatopshop.cz/KGSK-zpetna-klapka-DN110-d42926.htm?gclid=CjwKCAjw3ueiBhBmEiwA4BhspDGAXhSDd1msAMUHCyhxVQL\\_NK1n5IELkUzx5nv2c9M\\_VscSrmlVnhoCOXIQA\\_vD\\_BwE](https://www.aquatopshop.cz/KGSK-zpetna-klapka-DN110-d42926.htm?gclid=CjwKCAjw3ueiBhBmEiwA4BhspDGAXhSDd1msAMUHCyhxVQL_NK1n5IELkUzx5nv2c9M_VscSrmlVnhoCOXIQA_vD_BwE)

ATELIER M.A.A.T. S.R.O. a Martin JIROVSKÝ, 2023. *Úplné znění územního plánu Zvěstov - výkres základního členění sever* [online]. [vid. 2023-05-11]. Dostupné z: [http://www.zvestov.cz/urad/dokumenty/up/n1a\\_vykres\\_zakladniho\\_cleneni\\_uzemi\\_s\\_1485x1065.pdf](http://www.zvestov.cz/urad/dokumenty/up/n1a_vykres_zakladniho_cleneni_uzemi_s_1485x1065.pdf)

ATELIER M.A.A.T. S.R.O., Martin JIROVSKÝ a Dominika PRAŽÁKOVÁ, 2023. *Úplné znění územního plánu Zvěstov po vydání změny č. 1 - textová část* [online]. [vid. 2023-05-11]. Dostupné z: [http://www.zvestov.cz/urad/dokumenty/up/uplne\\_zneni\\_up\\_zvestov\\_po\\_zm\\_c\\_1\\_unor\\_2023.pdf](http://www.zvestov.cz/urad/dokumenty/up/uplne_zneni_up_zvestov_po_zm_c_1_unor_2023.pdf)

BURIAN, Samuel, Jitka DOSTALOVÁ, Martin DUBSKÝ, Petr HALAMA, Karel CHALOUPKA, Jiří KOMZÁK, Roman PAŤAVA, Marie STRAKOVÁ, František ŠRÁMEK, Petr VACEK, Pavel DOSTAL, GABRIEL. TOMÁŠ, Josef HOFFMANN, Jiří MRTKA, Jaroslav NÁDVORNÍK, Marek NOVOTNÝ, Jan PLACHÝ, Zbyněk PTÁČEK, Petr SELNÍK, Jiří ŠÁLA a Marek URBAN, 2019. *VEGETAČNÍ SOUVRSTVÍ ZELENÝCH STŘECH: STANDARDY PRO NAVRHOVÁNÍ, PROVÁDĚNÍ A ÚDRŽBU* [online]. Dostupné z: [www.zelenestrechy.info](http://www.zelenestrechy.info)

CLIMATE CZ, 2023a. *Eshop Dešťovka.eu - Domovní jednotka WILO RAIN1-24 EM - set komplet* [online] [vid. 2023-05-22]. Dostupné z: <https://eshop.destovka.eu/domovni-jednotka-wilo-rain1-set-komplet/>

CLIMATE CZ, 2023b. *Eshop Dešťovka.eu - Podzemní nádrž nízká Planus 10000 l* [online] [vid. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://eshop.destovka.eu/podzemni-nadrz-nizka-novy-planus-10000-l/>

CLIMATE CZ, 2023. *Eshop Dešťovka.eu - vsakovací systém Rigofill* [online] [vid. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://eshop.destovka.eu/vsakovaci-system-rigofill/>



CZ PLAST, 2023. *Eshop Dešťovka.eu - Podzemní filtrační šachta Basic* [online] [vid. 2023-05-21].

Dostupné z: <https://eshop.destovka.eu/filtracni-sachta-basic-podzemni/>

ČGS, Česká geologická služba, 2023a. *Geovědní mapy 1:50000* [online] [vid. 2023-05-12]. Dostupné

z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>

ČGS, Česká geologická služba, 2023b. *Půdní mapa 1:50000* [online] [vid. 2023-05-12]. Dostupné

z: <https://mapy.geology.cz/pudy/>

ČHMÚ, Český hydrometeorologický ústav, 2023a. *Povodí IV. řádu Sedlečského a Strašického potoka*

[online]

[vid. 2023-05-09].

Dostupné

z: [https://isvs.chmi.cz/ords/f?p=11002:17:3769216092810::NO:RP,17:P17\\_SEQ:103550](https://isvs.chmi.cz/ords/f?p=11002:17:3769216092810::NO:RP,17:P17_SEQ:103550)

ČHMÚ, Český hydrometeorologický ústav, 2023b. *Průměrný roční úhrn srážek 1961-1990 [mm]*

[online]

[vid. 2023-05-09].

Dostupné

z: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/charakteristiky\\_klimatu/img/sra6190.gif](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/charakteristiky_klimatu/img/sra6190.gif)

ČHMÚ, Český hydrometeorologický ústav, 2023c. *Úhrn srážek ve Středočeském kraji - Benešov*

[online].

[vid. 2023-05-09].

Dostupné

z: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/open\\_data/MDATA/SRA/HTML/Stredocesky.html](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/open_data/MDATA/SRA/HTML/Stredocesky.html)

ČÚZK, 2023a. *Nahlížení do katastru nemovitostí - pozemek p. č. 1852* [online] [vid. 2023-05-09].

Dostupné

z: [https://nahlizenidokn.cuzk.cz/ZobrazObjekt.aspx?encrypted=NAHL~OxHY9fENefiKcCWxVTLgfYzObMiBdD1sSGEZeKfOvyaojAPJHlIS1BOMqTpWMJYaD8xFS9rHpA0Aa8beRCZtluxNZ83VOcc6ACsIPaTKK6Qm-](https://nahlizenidokn.cuzk.cz/ZobrazObjekt.aspx?encrypted=NAHL~OxHY9fENefiKcCWxVTLgfYzObMiBdD1sSGEZeKfOvyaojAPJHlIS1BOMqTpWMJYaD8xFS9rHpA0Aa8beRCZtluxNZ83VOcc6ACsIPaTKK6Qm-yiv_lXPSW0yoNB1Gt1mOlsXQO4XNBoe0B3jldUjQIEWcCr4Ju2qu4NVbU3t1YXXWs4kyyts68INbEVZeX2w9gkYpby7zM1yozUgrVG0w==)

[TKK6Qm-](https://nahlizenidokn.cuzk.cz/ZobrazObjekt.aspx?encrypted=NAHL~OxHY9fENefiKcCWxVTLgfYzObMiBdD1sSGEZeKfOvyaojAPJHlIS1BOMqTpWMJYaD8xFS9rHpA0Aa8beRCZtluxNZ83VOcc6ACsIPaTKK6Qm-yiv_lXPSW0yoNB1Gt1mOlsXQO4XNBoe0B3jldUjQIEWcCr4Ju2qu4NVbU3t1YXXWs4kyyts68INbEVZeX2w9gkYpby7zM1yozUgrVG0w==)

[yiv\\_lXPSW0yoNB1Gt1mOlsXQO4XNBoe0B3jldUjQIEWcCr4Ju2qu4NVbU3t1YXXWs4kyyts68INbEVZe](https://nahlizenidokn.cuzk.cz/ZobrazObjekt.aspx?encrypted=NAHL~OxHY9fENefiKcCWxVTLgfYzObMiBdD1sSGEZeKfOvyaojAPJHlIS1BOMqTpWMJYaD8xFS9rHpA0Aa8beRCZtluxNZ83VOcc6ACsIPaTKK6Qm-yiv_lXPSW0yoNB1Gt1mOlsXQO4XNBoe0B3jldUjQIEWcCr4Ju2qu4NVbU3t1YXXWs4kyyts68INbEVZeX2w9gkYpby7zM1yozUgrVG0w==)

[X2w9gkYpby7zM1yozUgrVG0w==](https://nahlizenidokn.cuzk.cz/ZobrazObjekt.aspx?encrypted=NAHL~OxHY9fENefiKcCWxVTLgfYzObMiBdD1sSGEZeKfOvyaojAPJHlIS1BOMqTpWMJYaD8xFS9rHpA0Aa8beRCZtluxNZ83VOcc6ACsIPaTKK6Qm-yiv_lXPSW0yoNB1Gt1mOlsXQO4XNBoe0B3jldUjQIEWcCr4Ju2qu4NVbU3t1YXXWs4kyyts68INbEVZeX2w9gkYpby7zM1yozUgrVG0w==)

ČÚZK, 2023b. *Nahlížení do katastru nemovitostí - Vestecký rybník* [online] [vid. 2023-05-09]. Dostupné

z: [https://nahlizenidokn.cuzk.cz/ZobrazObjekt.aspx?encrypted=NAHL~GVP\\_JlZZAIK8N6UjXD2ABH](https://nahlizenidokn.cuzk.cz/ZobrazObjekt.aspx?encrypted=NAHL~GVP_JlZZAIK8N6UjXD2ABHSzlaavl33Xbk0k-teyxUTbt2w44BcQGnpxSpUCvIbyBpHsHaAJvZJcdfQzzqWZGxzriyYe3uKNYpWAtmbp35_uyoHU22)

[Szlaavl33Xbk0k-](https://nahlizenidokn.cuzk.cz/ZobrazObjekt.aspx?encrypted=NAHL~GVP_JlZZAIK8N6UjXD2ABHSzlaavl33Xbk0k-teyxUTbt2w44BcQGnpxSpUCvIbyBpHsHaAJvZJcdfQzzqWZGxzriyYe3uKNYpWAtmbp35_uyoHU22)

[teyxUTbt2w44BcQGnpxSpUCvIbyBpHsHaAJvZJcdfQzzqWZGxzriyYe3uKNYpWAtmbp35\\_uyoHU22](https://nahlizenidokn.cuzk.cz/ZobrazObjekt.aspx?encrypted=NAHL~GVP_JlZZAIK8N6UjXD2ABHSzlaavl33Xbk0k-teyxUTbt2w44BcQGnpxSpUCvIbyBpHsHaAJvZJcdfQzzqWZGxzriyYe3uKNYpWAtmbp35_uyoHU22)



meMLKnmFHuNidDIG4\_ag5czXblHXDTz1OwPlQPpbnVJMMWPmt3T0DhJa8IylcVRhvMZvnyz-fi8x-TiSLwl-wibR6LLysJkYcKg==

ČVUT UCEEB, Univerzitní centrum energeticky efektivních budov a Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku UJEP IEPP, 2021. *VODA VE MĚSTĚ: Metodika pro hospodaření s dešťovou vodou ve vazbě na zelenou infrastrukturu* [online]. [vid. 2023-05-14]. Dostupné z: [www.vodavemeste.cz](http://www.vodavemeste.cz)

EKROS, s.r.o., Jiří MRTKA, Tomáš MRTKA a Jan MAŠÍN, 2023. *ekrost.cz - Kalkulátor* [online] [vid. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://ekrost.cz/kalkulator/#>

EKROST, s.r.o., Jiří MRTKA, Tomáš MRTKA a Jan MOTL, 2023. *ekrost.cz - Zelené střechy* [online] [vid. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://ekrost.cz/zelene-strechy/>

FRÄNKISCHE, 2022. *Montážní návod vsakovacího systému Rigofill* [online]. [vid. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://oxomi.com/p/3000470/catalog/10204685>

HYDROPROJEKT CZ A.S., Jiří KAISLER, Marcela SYNÁČKOVÁ, Zdeněk ŽABIČKA, Jakub VRÁNA, Jana ŠENKAPOULOVÁ, Pavel ŠPAČEK, Miloš ROZKOŠNÝ a Petr PRAX, 2012. *ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA: Vsakovací zařízení srážkových vod ČSN 75 9010*. 2012.

IRIMON, spol. s r.o., 2023. *IRIMON - Kolik vody na závlahu* [online] [vid. 2023-05-15]. Dostupné z: [https://zavlahy.irimon.cz/clanek\\_kolik\\_vody\\_na\\_zavlahu](https://zavlahy.irimon.cz/clanek_kolik_vody_na_zavlahu)

KOLOMAKI, 2023. *Eshop Dešťovka.eu - Montážní návod nádrže Planus 10000* [online] [vid. 2023-05-21]. Dostupné z: [https://eshop.destovka.eu/user/related\\_files/mont\\_na\\_\\_vod\\_planus\\_25\\_11\\_20\\_\(003\).pdf](https://eshop.destovka.eu/user/related_files/mont_na__vod_planus_25_11_20_(003).pdf)

MAPY.CZ, 2023. *Poloha obce Vestec v okrese Benešov* [online] [vid. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zemepisna?vlastni-body&l=0&ut=Vestec&uc=95FtSxV8eX&ud=Vestec%2C%20Zv%C4%9Bstov%2C%20Bene%C5%A1ov&x=14.8230752&y=49.7473709&z=10>

MORAVSKE-KARPATY.CZ, 2023. *Klimatické oblasti dle Evžena Quitta (1971)*.

MRTKA, Jiří, 2023. *Konzultace s panem Mrtkou*. 2023.



MV ČR, Ministerstvo vnitra České republiky, 2001. Zákon č. 254/2001 Sb. - Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). *Sbírka zákonů* [online] [vid. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>

MV ČR, Ministerstvo vnitra České republiky, 2009. Vyhláška č. 268/2009 Sb. - Vyhláška o technických požadavcích na stavby. *Sbírka zákonů* [online] [vid. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-268>

MV ČR, Ministerstvo vnitra České republiky, 2021. Zákon č. 283/2021 Sb. - Zákon stavební zákon. *Sbírka listin* [online] [vid. 2023-05-20]. Dostupné z: [https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-283/zneni-20230701#p334\\_f7205767](https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-283/zneni-20230701#p334_f7205767)

OBEC ZVĚSTOV, 2023. *Obec Zvěstov* [online] [vid. 2023-05-14]. Dostupné z: <http://www.zvestov.cz/urad/uzemni-plan.php>

POLLERTOVÁ, Hana a Zdeňka KOVÁŘÍKOVÁ, 2019. *ekolist.cz - Trávník si se suchem nakonec poradí, ale stromy zalít musíte, říká zahradnice Hana Pollertová* [online] [vid. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/publicistika/rozhovory/travnik-si-se-suchem-nakonec-poradi-ale-stromy-zalit-musite-rika-zahradnice-hana-pollertova>

QUITT, Evžen, 1971. *Klimatické oblasti Československa* [online]. Praha: Academia. *Studia geographica*, 16 [vid. 2023-05-09]. Dostupné z: <http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klimaticke-oblasti-dle-e-quitta-1971/>

SEDLÁK, Jiří, 2008. *Koupací jezírka* [online]. B.m.: Grada [vid. 2023-05-14]. ISBN 978-80-247-6927-1. Dostupné z: [www.grada.cz](http://www.grada.cz)

STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR, 2022. *Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory programu Nová zelená úsporám v rámci Národního plánu obnovy RODINNÉ DOMY* [online]. 2022. [vid. 2023-05-01]. Dostupné z: [https://novazelenausporam.cz/files/documents/storage/2022/06/07/1654591457\\_NZ%C3%9A%20RD%20Z%C3%A1vazn%C3%A9%20pokyny\\_01-06-2022.pdf](https://novazelenausporam.cz/files/documents/storage/2022/06/07/1654591457_NZ%C3%9A%20RD%20Z%C3%A1vazn%C3%A9%20pokyny_01-06-2022.pdf)



STRÁNSKÝ, David a Vojtěch BAREŠ, 2021. *Metodika výpočtu objemu akumulčních nádrží pro srážkové vody* [online]. 2021. [vid. 2023-05-02]. Dostupné

z: [https://opzp.cz/files/documents/storage/2022/06/27/1656330992\\_Metodika%20v%C3%BDpo%C4%8Dtu%20objemu%20akumula%C4%8Dn%C3%ADch%20n%C3%A1dr%C5%BE%C3%AD\\_OP%C5%BDP%202021-2027\\_sr%C3%A1%C5%BEkov%C3%BD%20norm%C3%A1l%201991-2020.pdf](https://opzp.cz/files/documents/storage/2022/06/27/1656330992_Metodika%20v%C3%BDpo%C4%8Dtu%20objemu%20akumula%C4%8Dn%C3%ADch%20n%C3%A1dr%C5%BE%C3%AD_OP%C5%BDP%202021-2027_sr%C3%A1%C5%BEkov%C3%BD%20norm%C3%A1l%201991-2020.pdf)

SVAZ ZAKLÁDÁNÍ A ÚDRŽBY ZELENĚ Z.S. - ASOCIACE BIOBAZÉNŮ A JEZÍREK, 2014. *STANDARDY PRO PLÁNOVÁNÍ, STAVBU A PROVOZ KOUPACÍCH JEZÍREK A BIOBAZÉNŮ* [online]. 2014. [vid. 2023-05-02].

Dostupné z: [http://www.jezirka-biobazeny.cz/UserFiles/File/standardy\\_uzamcene.pdf](http://www.jezirka-biobazeny.cz/UserFiles/File/standardy_uzamcene.pdf)

SWECO HYDROPROJEKT A.S. a Lenka FREMROVÁ, 2018. *ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA: Zařízení pro využití nepitné vody na místě - Část 1: Zařízení pro využití srážkových vod ČSN EN 16941-1*. 2018.

SÝKOROVÁ, Martina, Pavel TOMÁNEK, Lýdia ŠUŠLÍKOVÁ, Nicol STAŇKOVÁ, Markéta HABALOVÁ, Martin ČTVERÁK, Jan MACHÁČ a Marek HEKRLE, 2021. *Voda ve městě: metodika pro hospodaření s dešťovou vodou ve vazbě na zelenou infrastrukturu*. 2021. ISBN 978-80-01-06817-5.

VÚMOP, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2023a. *eKatalog BPEJ - 5.29.14* [online] [vid. 2023-05-12]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/52914>

VÚMOP, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2023b. *eKatalog BPEJ - 5.47.00* [online] [vid. 2023-05-12]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/54700>

WIKIPEDIE, 2023a. *Strašický potok* [online] [vid. 2023-05-09]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Stra%C5%A1ick%C3%BD\\_potok](https://cs.wikipedia.org/wiki/Stra%C5%A1ick%C3%BD_potok)

WIKIPEDIE, 2023b. *Vlašimská pahorkatina* [online] [vid. 2023-05-09]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Vla%C5%A1imsk%C3%A1\\_pahorkatina](https://cs.wikipedia.org/wiki/Vla%C5%A1imsk%C3%A1_pahorkatina)

## 14 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Rozdělení zelených střech podle druhu vegetace a skladby souvrství (BURIAN et al., 2019, upraveno) .....	22
Obrázek 2 - Povrchová vsakovací nádrž nebo příkop (HYDROPROJEKT CZ a.s. et al., 2012) .....	29
Obrázek 3 - Podzemní prostor vyplněný štěrkem (HYDROPROJEKT CZ a.s. et al., 2012) .....	30
Obrázek 4 - Podzemní prostor vyplněný bloky (HYDROPROJEKT CZ a.s. et al., 2012) .....	31
Obrázek 5 - Vsakovací šachta (HYDROPROJEKT CZ a.s. et al., 2012) .....	32
Obrázek 6 - Půdorys řešených objektů bez určení pozemku .....	36
Obrázek 7 - Poloha obce Vestec v okrese Benešov (Mapy.cz, 2023) .....	37
Obrázek 8 - Výřez výkresu 1 – znázornění pozemku na katastrální mapě .....	38
Obrázek 9 - Jih povodí IV. řádu Strašického a Sedlečského potoka (ČHMÚ, 2023, upraveno) .....	39
Obrázek 10 - Vlašimská pahorkatina (červeně) na území České republiky (Wikipedie, 2023b, upraveno) .....	40
Obrázek 11 - Morfologie území v okolí pozemku (Mapy.cz, 2023, upraveno) .....	40
Obrázek 12 - Klimatické oblasti podle Quittovi klasifikace (Moravske-Karpaty.cz, 2023, upraveno) .....	41
Obrázek 13 - Průměrný roční úhrn srážek 1961-1990 [mm] (ČHMÚ, 2023b, upraveno) .....	42
Obrázek 14 - Výřez z geovědní mapy okolí obce Vestec (ČGS, 2023, upraveno) .....	44
Obrázek 15 - Výřez z půdní mapy okolí obce Vestec (ČGS, 2023b) .....	45
Obrázek 16 - Výřez územního plánu z února 2023 týkajícího se obce Vestec (Atelier M.A.A.T., 2023) .....	48
Obrázek 17 - Procentuální podíly jednotlivých ploch na pozemku bez navrženého biotopu .....	49
Obrázek 18 - Procentuální podíly zastřešených ploch rozdělených dle krytin .....	50
Obrázek 19 - Procentuální podíly jednotlivých ploch na pozemku s navrženým biotopem .....	52
Obrázek 20 - Schéma odváděné srážkové vody do akumulačních a vsakovacích zařízení .....	54



Obrázek 21 - Schéma rozhraní vegetačního souvrství a souvrství střešního pláště (BURIAN et al., 2019).....	57
Obrázek 22 - Navržená skladba extenzivní zelené střechy (EKROST et al., 2023).....	58
Obrázek 27 - Princip návrhu akumulačního objemu nádrže (STRÁNSKÝ a BAREŠ, 2021).....	63
Obrázek 23 - Výřez z výkresu 3 - Odvodňované plochy.....	67
Obrázek 25 - Rozdělení objemu srážkových vod dle akumulačních objektů.....	69
Obrázek 24 - Rozdělení objemu srážkových vod dle vsakovacích objektů.....	69
Obrázek 26 - Výřez z výkresu 8 - Závlaha zeleně .....	71
Obrázek 28 - Výřez z výkresu 10 .....	77
Obrázek 29 - Výřez z výkresu 5 - situace řezů koupacího jezírka k výkresu 5 a 6 (vlevo regenerační zóna, vpravo koupací část s mělkou přechodnou zónou).....	78
Obrázek 30 - Řez D-D' koupací zóny (výřez z výkresu 6).....	78
Obrázek 31 - Část řezu B-B' regenerační zóny (výřez z výkresu 5).....	79
Obrázek 32 - Znázornění umístění lávky výřezem z výkresu 5 .....	80
Obrázek 33 - Znázornění kořenové čistírny výřezem z výkresu 10.....	81
Obrázek 34 - Navržená vegetace v okolí biotopu (výřez z výkresu 7) .....	82
Obrázek 35 – KGSK zpětná klapka DN110 (aquaTOPshop, 2023) .....	85
Obrázek 36 - Výřez z výkresu 4 znázorňující vzdálenosti mezi objekty pro využití srážkové vody .....	94
Obrázek 37 - Akumulační nádrž Planus 10 000 (CLIMATE CZ, 2023).....	95
Obrázek 38 - Montáž nádrže Planus, výřez z montážního návodu (Kolomaki, 2023).....	96
Obrázek 39 - Filtrační šachta Basic vzhled a výkres (CZ PLAST, 2023).....	96
Obrázek 40 - Vybraný kompletní set řídicí jednotky WiloRain1-24 EM (CLIMATE CZ, 2023a).....	97
Obrázek 41 - Prvky vsakovacího systému Rigofill (Fränkische, 2022).....	100



## 15 Seznam tabulek

<i>Tabulka 1 - Výše podpory v podoblasti podpory D.2 – Zelené střechy (Státní fond životního prostředí ČR, 2022, upraveno) .....</i>	<i>15</i>
<i>Tabulka 2 - Výše podpory v podoblasti podpory D.3 – Dešťovka (Státní fond životního prostředí ČR, 2022, upraveno) .....</i>	<i>16</i>
<i>Tabulka 3 - Rozdělení zelených střech podle druhu vegetace a skladby souvrství (BURIAN et al., 2019, upraveno) .....</i>	<i>23</i>
<i>Tabulka 4 - Rozdělení typů koupacích jezírek a biobazénů (zdroj uveden jako <a href="http://www.asceuropa.org">www.asceuropa.org</a>, Svaz zakládání a údržby zeleně z.s. - Asociace biobazénů a jezírek, 2014, upraveno).....</i>	<i>28</i>
<i>Tabulka 5 - Údržba vsakovacích zařízení (HYDROPROJEKT CZ a.s. et al., 2012) .....</i>	<i>33</i>
<i>Tabulka 6 – Klimatické charakteristiky mírně teplé oblasti MT2 (QUITT, 1971) .....</i>	<i>42</i>
<i>Tabulka 7 - Měsíční úhrny srážek pro město Benešov za období 2017-2022 (ČHMÚ, 2023c, upraveno).....</i>	<i>43</i>
<i>Tabulka 8 - Legenda ke geovědní mapě (obrázek 14) okolí obce Vestec (ČGS, 2023, upraveno) .....</i>	<i>44</i>
<i>Tabulka 9 - Legenda k půdní mapě (obrázek 15) okolí obce Vestec (ČGS, 2023b).....</i>	<i>45</i>
<i>Tabulka 10 - Rozdělení ploch pozemku bez biotopu.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabulka 11 - Rozdělení ploch pozemku při zahrnutí biotopu.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabulka 12 - Mocnost souvrství využitelná pro kořenění rostlin u různých způsobů ozelenění a forem vegetace, modrá – doporučené, žlutá – dovolená (BURIAN et al., 2019, upraveno) .....</i>	<i>56</i>
<i>Tabulka 13 - Odvodňované plochy na řešeném pozemku s objemem srážkových vod (viz. výkres 3) .....</i>	<i>68</i>
<i>Tabulka 14 - Typické potřeby provozní vody pro různé činnosti – doporučené hodnoty pokrývají cca 65 % případů (STRÁNSKÝ a BAREŠ, 2021) .....</i>	<i>70</i>
<i>Tabulka 15 - Potřeba provozní (srážkové) vody dle druhu potřeby .....</i>	<i>72</i>
<i>Tabulka 16 - Minimální tloušťky plastových izolačních fólií (Svaz zakládání a údržby zeleně z.s. - Asociace biobazénů a jezírek, 2014).....</i>	<i>75</i>





---

<i>Tabulka 17 - Zásobní objemy jednotlivých ploch dle hloubek a zón v jezírku .....</i>	<i>79</i>
<i>Tabulka 18 - Návrhová periodičita srážek pro dimenzování vsakovacích zařízení (ČSN 75 9010, 2012, upraveno) .....</i>	<i>86</i>
<i>Tabulka 19 - Součinitele odtoku srážkových povrchových vod (upraveno, ČSN 75 9010, 2012) .....</i>	<i>87</i>
<i>Tabulka 20 - Stanovení redukovaných půdorysných průmětů pro dimenzování vsakovacích zařízení dle jednotlivých ploch.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabulka 21 - Náklady a dotace realizace vegetačního souvrství s kořenovzdornou fólií (ceny zahrnují pouze materiál a byly převzaty z EKROS et al., 2023) .....</i>	<i>93</i>
<i>Tabulka 22 - Odhad ceny potrubí a komponent pro odvod srážkové vody dle návrhu.....</i>	<i>95</i>
<i>Tabulka 23 - Odhad ceny nádrže a filtrační šachty dle návrhu.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabulka 24 - Odhad ceny materiálu pro realizaci jezírka a kořenové čistírny dle návrhu .....</i>	<i>99</i>
<i>Tabulka 25 - Odhad nacenění materiálu pro realizaci vsakovacích zařízení .....</i>	<i>101</i>
<i>Tabulka 26 - Celková bilance odhadovaných nákladů navrženého řešení.....</i>	<i>102</i>



## 16 Seznam výkresů

Výkres 1 – Situace – katastrální mapa

Výkres 2 – Situace – povrchy

Výkres 3 – Odvodňované plochy

Výkres 4 – Objekty pro využití srážkové vody

Výkres 5 – Řezy biotopu – regenerační zóna

Výkres 6 – Řezy biotopu – koupací zóna

Výkres 7 – Zavlažovaná zeleň

Výkres 8 – Závlaha zeleně

Výkres 9 – Závlaha zeleně – detaily

Výkres 10 – Schéma kořenové čistírny

Výkres 11 – Řezy vsakovacími objekty – vsak 1

Výkres 12 – Řezy vsakovacími objekty – vsak 2