VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

ANALÝZA NÁKLADŮ NA VÝSTAVBU DEŠŤOVÉ KANALIZACE

COST ANALYSIS OF A RAINWATER SEWER SYSTEM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE **Jaroslav Rubáč**

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE **Ing. Petr Aigel, Ph.D.**

SUPERVISOR

BRNO 2024

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav stavební ekonomiky a řízení
Student:	**Jaroslav Rubáč**
Vedoucí práce:	**Ing. Petr Aigel, Ph.D.**
Akademický rok:	2023/24
Studijní program:	B0732A260005 Stavební inženýrství
Studijní obor:	Management stavebnictví

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Analýza nákladů na výstavbu dešťové kanalizace

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Bakalářská práce se bude zabývat posouzením nákladů na výstavbu dešťové kanalizace ve vztahu k odvodňované ploše, průměrných srážek v dané lokalitě a materiálové charakteristiky kanalizace.

Cíle a výstupy bakalářské práce:

Cílem práce je tvorba orientačních nákladů na výstavbu dešťové kanalizace ve vztahu k odvodňované ploše, průměrných srážek v dané lokalitě a materiálové charakteristiky kanalizace.

Seznam doporučené literatury a podklady:

1. Valášek Jaroslav: Zdravotně-technická zařízení a instalace, Jaga, 2001

2. Vítek, Jiří: Hospodaření s dešťovou vodou v ČR, 01/71 ZO ČSOP Koniklec, 2015

3. Žabička, Zdeněk: Hospodaření se srážkovou vodou v nemovitostech, Informační centrum ČKAIT, 2011

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 28. 11. 2023

L. S.

_____	_____
prof. Ing. Jana Korytárová, Ph.D.	Ing. Petr Aigel, Ph.D.
vedoucí ústavu	vedoucí práce

_____

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.

děkan

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá analýzou nákladů na výstavbu dešťové kanalizace ve vztahu k odvodňované ploše, průměrných srážek v dané lokalitě a materiálové charakteristiky kanalizace. Praktická část poskytuje předběžné a orientační náklady pro objekty s maximální půdorysnou odvodňovací plochou do 350 m². Teoretická část přináší přehled o komponentech systémů dešťové kanalizace, její realizaci, metodách hospodaření s dešťovou vodou a příslušné legislativě. Dále jsou vysvětleny pojmy jako cena, náklady a stavební rozpočet, včetně s tím souvisejících aspektů.

KLÍČOVÁ SLOVA

analýza, dešťová kanalizace, nádrže, vsakování, materiál, odvodnění, hospodaření s dešťovou vodou, vodohospodářství, legislativa, dotace, srážky, cena, náklady, kalkulace, rozpočet

ABSTRACT

This bachelor thesis focuses on analyzing the costs associated with constructing rainwater sewerage systems, considering factors such as the drainage area size, average precipitation in the specific location, and the material characteristics of the sewerage. The practical part provides preliminary and estimated costs for structures with a maximum drainage floor area of up to 350 m². The theoretical section offers an overview of the components of rainwater sewerage systems, their implementation, methods of rainwater management, and relevant legislation. Additionally, terms such as price, costs, and construction budget are explained, including aspects related to them.

KEYWORDS

analysis, rainwater sewerage, tanks, infiltration, material, drainage, rainwater management, water management, legislation, subsidies, precipitation, price, costs, calculation, budget

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

RUBÁČ, Jaroslav. *Analýza nákladů na výstavbu dešťové kanalizace*. Brno, 2024. 118 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí Ing. Petr Aigel, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Analýza nákladů na výstavbu dešťové kanalizace* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24.05.2024

Jaroslav Rubáč
autor

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych vyjádřit upřímné poděkování svému vedoucímu práce, panu Ing. Petru Aigelovi, Ph.D., za jeho ochotu, odborné vedení a cenné rady, které byly důležité při zpracování této bakalářské práce. Jeho času a nasazení při diskutování práce si nesmírně vážím.

Dále bych rád poděkoval všem svým blízkým, zejména mým rodičům, za neustálou podporu a povzbuzení během celého mého bakalářského studia.

V Brně dne 24.05.2024

Jaroslav Rubáč
autor

Obsah

1 Úvod a cíle 10
2 Dešťová voda 11
2.1 Hospodaření s dešťovou vodou 11
2.2 Možné využití 11
2.3 Srážková situace v České republice 12
2.4 Legislativa a dotace 14
2.4.1 Zákony a vyhlášky 14
2.4.2 Dotace na dešťovou vodu 14
3 Systém dešťová kanalizace 16
3.1 Nádrže 16
3.1.1 Nadzemní a podzemní nádrže 16
3.1.2 Akumulační a retenční nádrže 18
3.1.3 Materiál nádrží 19
3.1.4 Spodní voda 20
3.2 Vsakování 22
3.2.1 Povrchové vsakování 22
3.2.2 Podzemní vsakování 22
3.3 Příslušenství k nádržím 24
3.3.1 Filtrační koše 24
3.3.2 Čerpadla 25
3.3.3 Víka a teleskopické nástavce 25
3.4 Potrubí 26
3.5 Dimenzování 26
3.6 Pažení 30
3.7 Realizace 31
4 Ceny a náklady ve stavebnictví 33
4.1 Ceny ve stavebnictví 33
4.1.1 Druhy cen 33
4.1.2 Tvorba cen 34
4.2 Náklady ve stavebnictví 34
4.2.1 Druhy nákladů 35

4.2.2 Kalkulační vzorec 35
5 Stavební rozpočet 37
5.1 Podklady k rozpočtování 37
5.2 Cenová soustava 37
5.3 Typy rozpočtů 38
5.3.1 Souhrnný rozpočet 38
5.3.2 Položkový rozpočet 39
5.3.3 Rozpočet pomocí rozpočtového ukazatele 40
6 Praktická část 41
6.1 Objekt s odvodňovací plochou do 50 m^2 42
6.2 Objekt s odvodňovací plochou 50 – 75 m^2 49
6.3 Objekt s odvodňovací plochou 75 – 100 m^2 56
6.4 Objekt s odvodňovací plochou 100 – 150 m^2 63
6.5 Objekt s odvodňovací plochou 150 – 200 m^2 70
6.6 Objekt s odvodňovací plochou 200 – 250 m^2 77
6.7 Objekt s odvodňovací plochou 250 – 300 m^2 84
6.8 Objekt s odvodňovací plochou 300 – 350 m^2 91
6.9 Kalkulace nákladů na každý další metr rýhy přívodního potrubí 98
6.10 Souhrnné vyhodnocení 100
7 Závěr 103
8 Seznam použité literatury 104
9 Seznam použitých zkratek a symbolů 111
10 Seznam použitých vzorců 112
11 Seznam použitých obrázků 113
12 Seznam použitých tabulek 115
13 Seznam použitých grafů 117
14 Seznam příloh 118

1 Úvod a cíle

Hlavním cílem této bakalářské práce je stanovit orientační náklady na výstavbu dešťové kanalizace s důrazem na velikost odvodňovaných ploch, průměrné srážky v dané lokalitě a výběr materiálů. Tento přehled by měl sloužit jako základ pro určení předběžných nákladů potřebných pro realizaci těchto systémů bez ohledu na velikost projektovaného objektu. Výstavba dešťové kanalizace je klíčovou součástí novostaveb i rekonstrukcí, jak vyžadují stavební předpisy, což zvyšuje význam předběžného odhadu nákladů na její realizaci.

V teoretické části práce bude představen přehled o systémech dešťové kanalizace, včetně popisu jejich hlavních částí a principů, jako je například jejich dimenzování a kapacita. Dále zde budou uvedeny informace o využití dešťové vody a charakteristice srážek v České republice. Tato část také zahrnuje českou legislativu. Dále se budu věnovat cenám a nákladům ve stavebnictví, jejich druhům a základním informacím. Pro odhad nákladů na výstavbu je klíčový stavební rozpočet, kterému bude věnována samostatná kapitola.

Praktická část definuje objekty s odvodňovací plochou do 350 m², které budou rozděleny do osmi kategorií. Pro každou kategorii jsou vypočítány dimenze či kapacity, vybrány vhodné materiály a vytvořeny projektové výkresy. Tyto údaje budou následně využity k sestavení detailních položkových rozpočtů, určujících přesné náklady na realizaci jednotlivých systémů. Výpočty zahrnují také náklady na metr rýhy pro přívodní vodorovné potrubí. Následovat bude celkové vyhodnocení zjištěných dat.

Tato práce tedy poskytuje komplexní přehled a metodiku pro návrh a kalkulaci orientačních nákladů při výstavbě dešťové kanalizace.

2 Dešťová voda

Dešťová voda představuje cenný zdroj, který vyžaduje propracovaný přístup k jejímu hospodaření. Každá lokalita přináší svá specifika v podobě jedinečných hydrologických a geologických charakteristik, které ovlivňují možnosti jejího sběru a využití. Ideální návrh a realizace systémů dešťové kanalizace tak hrají nezastupitelnou roli nejen ve zlepšení životního prostředí, ale i v prevenci proti povodním a maximálnímu využití dešťové vody. Účinná adaptace na dané lokální podmínky je přitom základem pro zajištění jejich funkčnosti a dlouhodobé udržitelnosti.

2.1 Hospodaření s dešťovou vodou

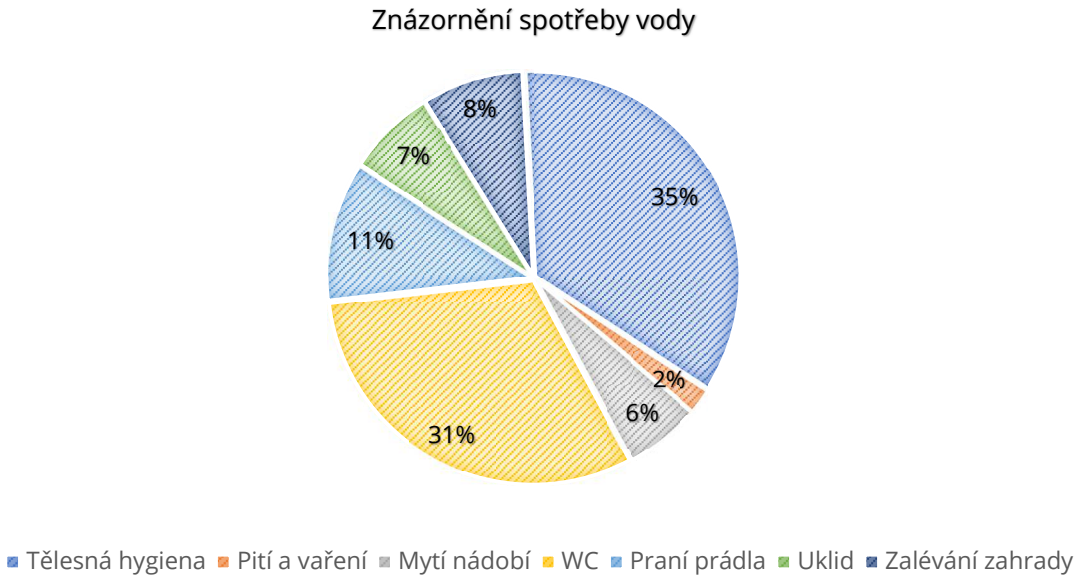
Hospodaření s dešťovou vodou představuje komplex opatření a technologií zaměřených na omezení rychlosti a objemu odtékající dešťové vody do vodních toků a kanalizačních systémů. Tyto postupy nejenže snižují zatížení čistíren odpadních vod, zejména v systémech jednotné kanalizace, ale rovněž přispívají ke zkvalitnění životního prostředí. Podle stavebních předpisů je každý nový objekt povinen zachytávat dešťovou vodu přímo na daném pozemku objektu. Tento dešťový objekt by měl být zahrnut již ve fázi projektování. Existuje několik metod, jak s dešťovou vodou nakládat: může být vsáknuta přímo na pozemku, regulovaně odvedena nebo zadržena pro pozdější využití. Vsakování dešťové vody představuje jednu z možností, přičemž má limitované využití vzhledem k tomu, že voda je absorbována do půdy bez dalšího využití. [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7]

Celkově hospodaření s dešťovou vodou přináší tedy kromě ekologických výhod i výhody ekonomické, neboť snižuje potřebu používání pitné vody a tím i náklady na její získávání a čištění. Další výhodou je bezpečnost. Toto řešení efektivně pomáhá doplnit podzemní vody a zároveň redukuje odtok vody, čímž se minimalizuje riziko přetížení městské kanalizace a vzniku povodní. Tato systémová opatření jsou zásadní nejen pro zvyšování veřejné bezpečnosti, ale i pro adaptaci na změny klimatu, což vedlo k jejich začlenění do české legislativy. [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7]

2.2 Možné využití

Přestože se celkové množství dešťové vody, které naše planeta obdrží, nemění, dostáváme ji však v méně deštích: srážky jsou méně časté, avšak intenzivnější. To zvyšuje význam jejího efektivního využívání. Průměrná denní spotřeba pitné vody na osobu je přibližně 100 litrů, z nichž polovina by nemusela být nutně z pitné vody. Dešťová voda

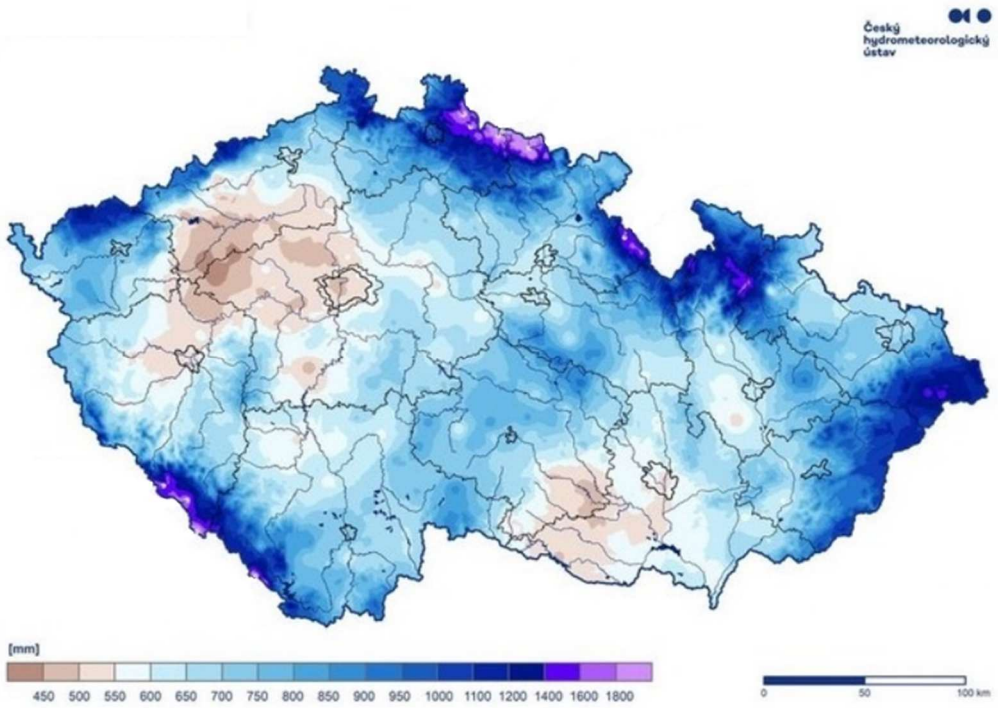
tedy nabízí účinnou alternativu. V místech jako vaření, pití či osobní hygiena je bezpodmínečně nutná voda pitná, zatímco pro činnosti jako je praní, splachování WC, úklid domácnosti je dešťová voda ideální, protože má pozitivní dopad na snížení tvorby vodního kamene ve spotřebičích. Kromě domácího využití je dešťová voda vhodná pro zavlažování zahrad. Obsahuje méně vápenatých solí, což je výhodné pro rostliny, zvláště pro ty pěstované ve květináčích, kde nedochází k tvorbě vápenatých usazenin na keramice. Zachytávání dešťové vody není technicky náročné – stačí záchytná plocha jako je střecha a nádrž pro uchování vody. Toto řešení nám může, podle údajů společnosti ASIO, snížit spotřebu pitné vody až o 50 %. [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11]



Graf 1 – Znázornění spotřeby vody v domácnostech, zdroj: vlastní zpracování

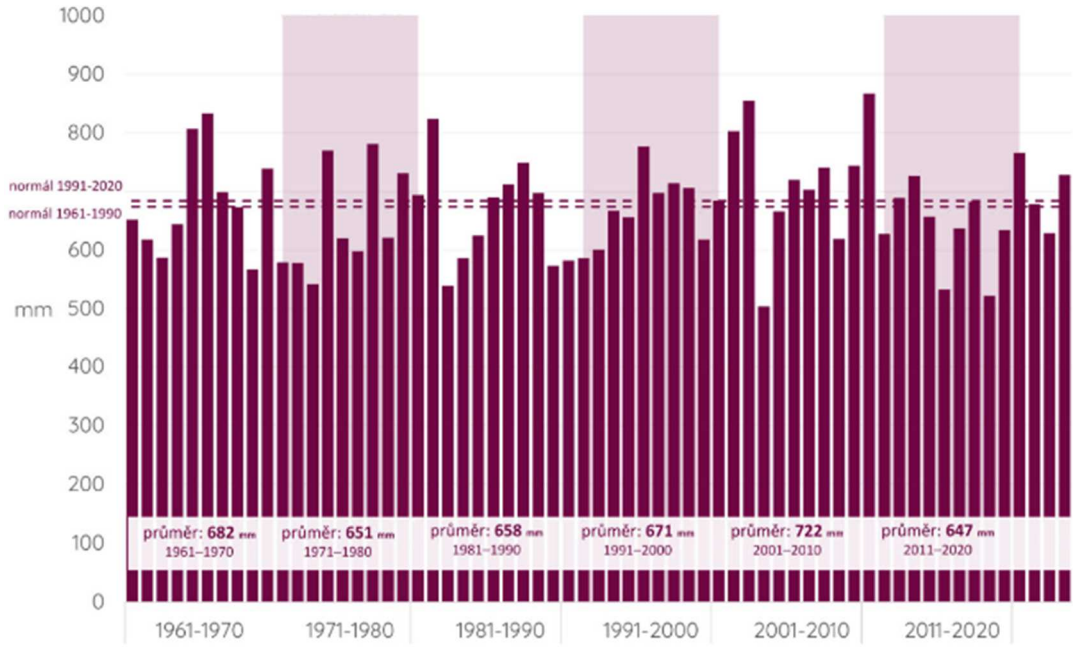
2.3 Srážková situace v České republice

V České republice můžeme očekávat různé srážkové situace, jejichž předpověď můžeme získat z dlouhodobých srážkových modelů a map dostupných například na webu Českého hydrometeorologického ústavu. Srážkové údaje na těchto mapách se uvádí v mm, přičemž 1 mm srážek znamená, že na 1 m^2 spadne množství srážek o objemu 1 litru. Tyto nástroje nám umožňují zjistit, zda bylo období ve srážkovém směru podprůměrné, v normálu, nebo nadprůměrné. Srážkové údaje jsou zásadní pro určení řešení v konkrétní lokalitě daného pozemku. Jsou tedy klíčové pro správný výběr a dimenzování systémů pro odvodnění a zadržování dešťové vody na pozemku. [5], [12]



Obrázek 1 – Mapa ročního úhrnu srážek v ČR za rok 2023, zdroj: [12]

Průměrný roční úhrn srážek v České republice se dlouhodobě pohybuje mezi 600 a 750 mm na metr čtvereční. Avšak specifickým jevem jsou přívalové srážky, kdy během krátkého času může spadnout o 60 mm srážek více. Takové srážky mohou rychle způsobit přetížení systémů pro zpracování dešťové vody, což je důležité zohlednit při plánování jejich kapacity. [13]



Graf 2 – Průměrný roční úhrn srážek 1961 – 2023 v ČR, zdroj: [13]

2.4 Legislativa a dotace

Tato kapitola se zaměřuje na soubor právních předpisů, které v České republice regulují hospodaření s dešťovou vodou. Zmiňuje zákony a vyhlášky, jež určují povinnosti a procesy spojené se zachytáváním, vsakováním a odvodňováním dešťové vody. Dále se kapitola věnuje možnostem finanční podpory pro instalaci systémů dešťové vody, včetně podmínek pro získání dotací, které umožňují efektivní využití srážkové vody v oblasti bydlení.

2.4.1 Zákony a vyhlášky

V České republice je právní úprava hospodaření s dešťovou vodou komplexní a zahrnuje několik zákonů a vyhlášek, které definují povinnosti a postupy pro nakládání s tímto zdrojem vody. Hlavním právním dokumentem je **Zákon č. 254/2001 Sb.**, o vodách, který spolu se Zákonem č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích, řeší problematiku srážkových vod. Tyto zákony stanovují, že při jakékoliv stavbě nebo její změně musí být zajištěno vhodné vsakování nebo odvádění srážkové vody z pozemku. Dle stavebního zákona č. 183/2006 Sb. jsou změnou stavby jak nástavby či přístavby, tak i například zateplení. Zákony vyžadují řádné řešení srážkové vody, což je podmíněno i pro vydání stavebního nebo kolaudačního povolení. Nové stavby musí mít systémy pro zachytávání dešťové vody přímo na pozemku. [2], [3], [14], [15], [16]

V rámci technických norem **ČSN 75 9010** a **ČSN 75 9011** poskytují další detailní specifikace pro projekty zaměřené na hospodaření s dešťovou vodou. Priority nakládání se srážkovou vodou, jak stanovuje Vyhláška č. 501/2006 Sb., jsou tedy v následujícím pořadí:

- vsakování,
- zadržování a regulované odpouštění oddílnou kanalizací do vodního toku,
- regulované odpouštění do jednotné kanalizace.

Důraz je kladen především na decentralizované řešení, vsakování a minimalizaci dopadů na veřejné kanalizační systémy.[2], [3], [14], [15], [16]

2.4.2 Dotace na dešťovou vodu

V České republice jsou dostupné dotace na dešťovou vodu pro různé typy nemovitostí, umožňující instalaci systémů pro zavlažování zahrad s retenčními nádržemi i pro stávající a novostavby. Kromě toho lze získat

finanční podporu pro systémy, které kombinují zavlažování zahrad a splachování toalet, nebo pro integraci dešťové a šedé vody. Od září 2023 je však vyžadováno, aby se dotace na tyto systémy kombinovaly s dalšími opatřeními, jako je zateplení objektů, a tedy nemohou být použity samostatně. [16], [17], [18]

O dotaci "Dešťovka" mohou žádat vlastníci stávajících rodinných domů, stavebníci nových rodinných domů nebo osoby, kterým svědčí právo stavby, a také nabyvatelé nových domů. Žádost o dotaci je možné podat před zahájením prací, během jejich provádění, nebo i do 24 měsíců po jejich dokončení. [16], [17], [18]

Pro rodinné domy platí, že nádrže na dešťovou vodu musí mít objem minimálně 2 m³ a musí být umístěny pod zemí. Nadzemní nádrže nejsou dotacemi podporovány. Dešťová voda musí být zachycena ideálně ze 100 % plochy, v krajním případě alespoň z 50 % střešní plochy. [16], [17], [18]

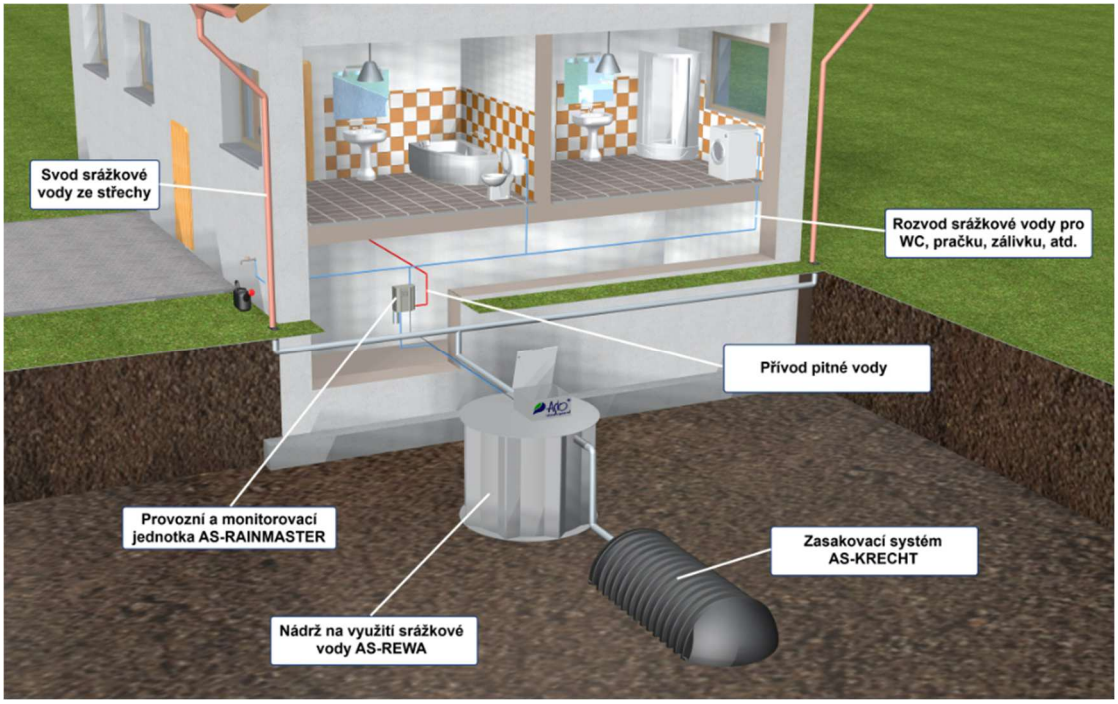
Dotace pokrývají maximálně 50 % celkových způsobilých výdajů. Výše dotace se odvíjí od objemu nádrže a způsobu využití srážkové vody, konkrétněji uvedeno v Tabulce 1. [17], [18], [19]

Tabulka 1 – Výše dotace dle způsobu využití dešťové vody, zdroj: [18]

Způsob využití	Výše dotace [Kč]	Max. výše dotace [Kč]
Zálivka zahrady	20 000 + 3 500 * m^3 nádrže	55 000
Zálivka zahrady a splachování WC	30 000 + 3 500 * m^3 nádrže	65 000
Kombinace šedé a dešťové vody	70 000 + 3 500 * m^3 nádrže	105 000

3 Systém dešťová kanalizace

Základem každého systému hospodaření s dešťovou vodou je záchytná plocha, často realizovaná prostřednictvím střech budov nebo například příjezdových ploch, odkud je voda odváděna do dalších prvků systému. Voda z těchto ploch je typicky svedena dešťovým potrubím, které ji přivádí přes filtrační systém do zásobníkových nádrží. Tyto nádrže slouží jako primární úložiště vody, kterou lze postupně využívat, nebo v případě přeplnění přesměrovat do vsakovacích zařízení či veřejné kanalizace. Mohou také sloužit k regulování odtoku.



Obrázek 2 – Prvky dešťové kanalizace, zdroj: [20]

3.1 Nádrže

Nádrže pro shromažďování dešťové vody jsou klíčovým prvkem systému hospodaření s dešťovou vodou. Tyto zařízení umožňují zachytávat vodu z různých ploch, uchovávat ji a regulovat odtok. Je zásadní zvolit správný typ nádrže, a proto se nyní zaměříme na jejich rozdělení.

3.1.1 Nadzemní a podzemní nádrže

Shromažďování dešťové vody se běžně provádí v nadzemních i podzemních nádržích, které jsou navrženy pro akumulaci vody určené k různým účelům. Nabídka na trhu zahrnuje nádrže s kapacitou od 700 l do 65 000 l. Nádrže se dají propojovat, a tedy zvětšovat svůj objem. [21], [22]

Nadzemní nádrže jsou instalovány nad úrovní terénu, což přináší výhodu v podobě snížených nákladů na výkopové práce. Současné designové trendy kladou důraz na estetické provedení těchto nádrží, čímž se zvyšuje jejich vizuální přijatelnost a umožňuje lepší začlenění do zahradních a obytných prostor. Nevýhodou je, že tyto nádrže mívají problém s kvalitou vody v důsledku vystavování se slunečnímu záření a vyšším teplotám. Pokud není voda v nádrži chráněna, dochází k růstu bakterií, což vede ke znehodnocení vody. Během zimních měsíců může voda zamrznout, což znemožňuje její odběr. [23], [24], [25]

Obrázek 3 – Různé typy nadzemních nádrží na dešťovou vodu z nabídky e-shopu Dešťovka.eu, zdroj: [21]

Podzemní nádrže jsou instalovány pod úrovní terénu, což umožňuje lepší regulaci teploty a ochranu vody před světlem, čímž se zvyšuje její kvalita. Díky umístění v nezámrzné hloubce může být voda v těchto nádržích využívána po celý rok bez rizika zmrznutí. Nádrže jsou zasazeny do hloubky, kde se teplota obvykle pohybuje pod 16 °C, což je důležité pro omezení růstu bakterií. Při plánování instalace je nezbytné zvážit dostupnost stavební techniky, jelikož podzemní nádrže vyžadují výkopové práce. Dále je v rámci umístění podzemní nádrže důležité dodržet minimální vzdálenosti, jako jsou například 2 metry od sousedního pozemku.

Výhodou podzemních nádrží je také to, že nezabírají cenný prostor na pozemku, což je u nadzemních nádrží limitující faktor. Toto řešení poskytuje stabilní a bezpečné podmínky pro dlouhodobé uchování kvalitní dešťové vody. [2], [23], [24], [25], [26]

Obrázek 4 – Různé typy podzemních nádrží na dešťovou vodu z nabídky e-shopu Dešťovka.eu, zdroj: [22]

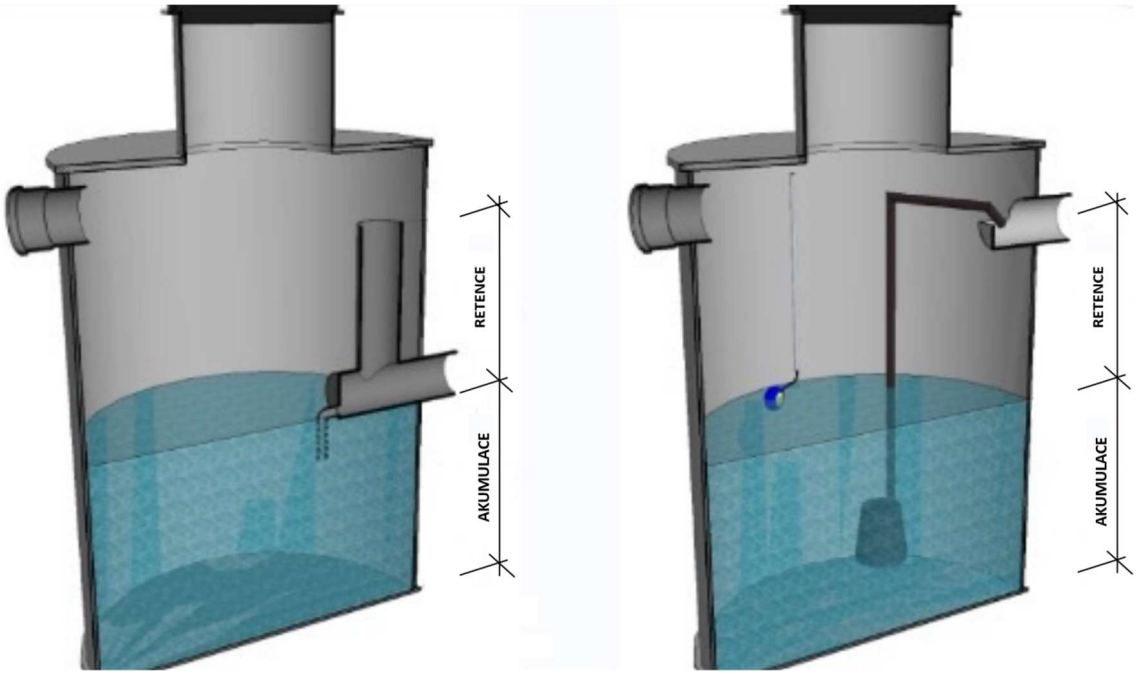
3.1.2 Akumulační a retenční nádrže

Akumulační a retenční nádrže se liší hlavně účelem a způsobem vypouštění vody. Výběr mezi akumulační a retenční nádrží by měl být založen na specifických potřebách dané lokality a plánovaném využití zachycené vody.

Retenční nádrže jsou primárně navrženy k dočasnému zadržení vody během srážkových událostí s cílem regulovat odtok a minimalizovat riziko záplav. Tyto nádrže, které typicky vypouštějí vodu krátce po srážce, jsou klíčové pro stabilizaci množství vody v kanalizačních systémech nebo vodních tocích. Voda v retenčních nádržích není uchovávána trvale, pouze se reguluje odtok. Tato regulace odtoku, která zadržuje vodu během intenzivních dešťů a následně ji pomalu vypouští, slouží k ochraně městské infrastruktury tím, že minimalizuje potenciální riziko povodní.
[2], [16], [24], [27]

Akumulační nádrže naopak slouží k dlouhodobějšímu uchování vody a její využití v době potřeby, jako je například zavlažování, úklid, sanitární účely nebo praní, a obvykle udržují vodu po delší dobu dostupnou. Většinou jsou instalovány pod zemí, aby byla zajištěna kvalita vody. [2], [16], [27]

Další možností je kombinace retence a akumulace v jedné nádrži. Tento typ nádrže je navržen tak, aby v dolní části umožňoval shromažďování a dlouhodobé uchování vody, zatímco horní část je určena k dočasnému zadržení přívalových dešťů. Voda v horní části nádrže je postupně vypouštěna, což pomáhá regulovat odtok během srážek. Například u nádrže s kapacitou 3 000 litrů může být 2 000 litrů využito pro akumulaci užitkové vody a zbytek pro retenci srážkové vody. Tato funkce umožňuje efektivní využití nádrže nejen pro pozdější využití dešťové vody, ale také jako ochranu proti extrémním srážkám. [27], [28]



Obrázek 5 – Kombinovaná retenční a akumulační nádrž, zdroj: [27]

3.1.3 Materiál nádrží

Výběr materiálu pro výrobu nádrží na dešťovou vodu je klíčový pro jejich funkčnost, životnost a bezpečnost použití. Každý materiál má specifické vlastnosti, které ho činí vhodným pro různé podmínky a typy využití.

Plastové nádrže jsou oblíbené pro svou flexibilitu, odolnost proti korozi a snadnou instalaci. Hlavními materiály pro jejich výrobu jsou polyetylen (PE), polypropylen (PP) a v některých případech plast zesílený skelnými vlákny. Tato kompozice materiálů zajišťuje nízkou hmotnost nádrží

a odolnost vůči chemickému poškození. Plastové nádrže mohou být navíc bez švové, svařované, válcové nebo pravoúhlé. Speciálně navržené modely mohou vyžadovat obetonování pro vyšší pevnost a stabilitu. [10], [23], [25], [28], [29], [30], [31]

Betonové nádrže nabízejí robustnost a výbornou odolnost proti velkému vnějšímu tlaku, což je činí ideální pro instalace pod povrch, jako jsou například příjezdové cesty. Dále mají přirozenou schopnost neutralizovat kyselost dešťové vody díky přidanému vápenci. Betonové nádrže jsou vyráběny buď jako monolitické nebo prefabrikované a mohou vyžadovat obetonování v některých specifických instalacích. [10], [23], [25], [28], [29], [30], [31]

Sklolaminátové nádrže poskytují výbornou odolnost a pružnost, ale mohou být náchylné k praskání, což ztěžuje údržbu a může vyžadovat nákladné opravy. Tyto nádrže jsou často využívány pro svou lehkost a odolnost proti korozivním látkám, což je předností zejména v průmyslových aplikacích. [10], [23], [25], [28], [29], [30], [31]

Ocelové nádrže, chráněné galvanizací, jsou ceněny pro jejich dlouhodobou odolnost vůči korozi. Tento typ nádrže je vhodný pro dlouhodobé skladování vody, ale je třeba si být vědom možného rizika rezivění v důsledku průběžného kontaktu s vodou.[10], [23], [25], [28], [29], [30], [31]

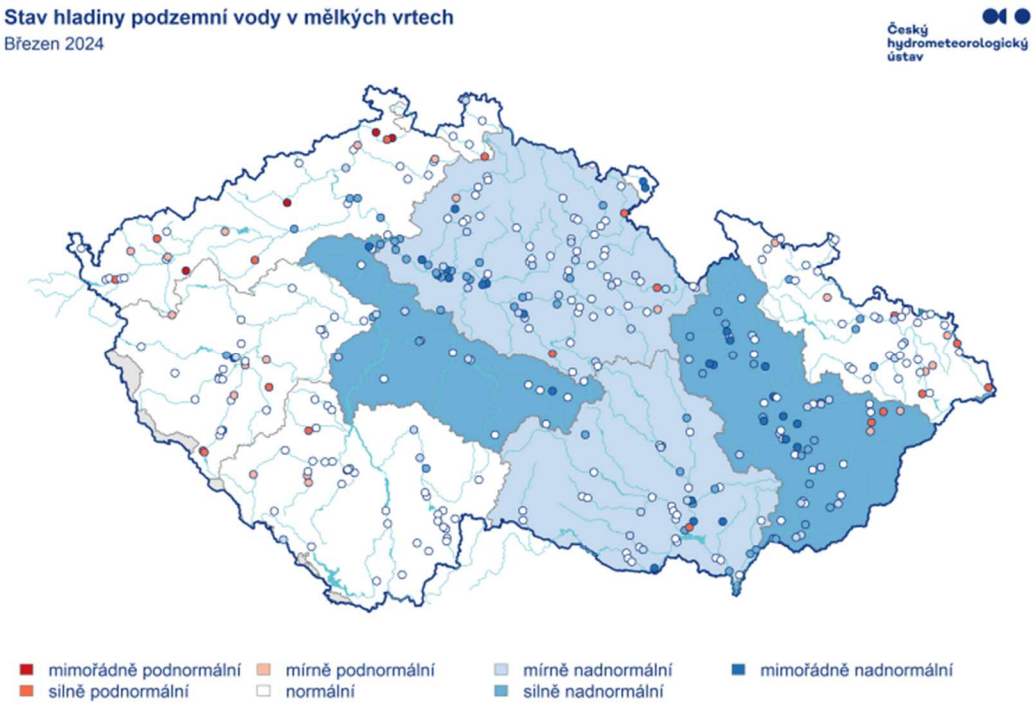
Kromě tradičních materiálů se ve výrobě nádrží objevují i inovativní řešení, jako jsou monolitické plastové nádrže, které nevyžadují obetonování, a nabízí výhody v podobě absence vad na svárech nebo prasklin. Tato vlastnost z nich činí spolehlivou volbu pro různé aplikace, kde je důraz kladen na pevnost a odolnost. Můžeme také zvolit kombinaci materiálů, kdy například obetonování plastové nádrže vede ke zlepšení jejích vlastností, nebo dvouplášťové nádrže, které se skládají z vnitřního a vnějšího pláště a poskytují další úroveň ochrany a izolace. [10], [23], [25], [28], [29], [30], [31]

Zvažování správného materiálu nádrže by mělo brát v úvahu lokální podmínky, jako je typ půdy, očekávané zatížení a přítomnost spodní vody.

3.1.4 Spodní voda

Spodní, neboli podzemní voda, je voda nacházející se pod zemským povrchem v pórech půdy a skalních vrstvách. Je součástí hydrologického cyklu a obnovuje se přirozeně prostřednictvím srážek. Vysoká hladina

spodní vody může vážně ohrozit stabilitu retenční nádrže a v extrémních případech vést k jejímu zhroucení. [25], [30], [31], [32], [33]



Obrázek 6 – Stav hladiny podzemní vody v mělkých vrtech na území ČR, březen 2024, zdroj: [33]

Při výběru umístění nádrže je klíčové zvážit úroveň této spodní vody. V oblastech s vysokou hladinou spodní vody se doporučují betonové, obetonované nebo dvouplášťové nádrže, které lépe odolávají vodnímu tlaku a chrání strukturu nádrže. Někteří výrobci na trhu uvádí, že při výskytu spodní vody je vhodné vybrat nádrž plochou. V případě vysoké hladiny spodní vody je nutné přehodnotit možnost vsakování, které nemusí být realizovatelné. [16], [25], [30], [31], [32]

Obrázek 7 – Plochá podzemní nádrž na dešťovou vodu, zdroj: [34]

3.2 Vsakování

Vsakování dešťové vody je proces, při kterém voda z povrchu proniká do podzemí, což je zásadní pro udržení hydrologické rovnováhy a zdravého životního prostředí. Vsakování může probíhat povrchovým nebo podzemním vsakovacím zařízením. Tento proces je regulován normou ČSN 75 9010, která specifikuje metody, rozsah a výstupy potřebné pro geologický průzkum, a klasifikuje srážkové vody podle míry znečištění. Rozhodujícími faktory pro proveditelnost vsakování jsou vsakovací schopnosti půdního a horninového prostředí, tloušťka nepropustného podloží a vzdálenost hladiny podzemní vody, což ovlivňuje jeho řešení. [4], [15], [16]

3.2.1 Povrchové vsakování

Jednou z variant vsakovacích systémů je povrchové vsakování. Tento systém je efektivním řešením zejména v oblastech s propustnými půdami, kde mohou být srážkové vody rychle a bezpečně vsakovány do podzemí. Jedná se o tyto vsakovací systémy:

Plošné vsakování dešťové vody – využívá zatravněné humusové plochy k rovnoměrnému rozložení a přirozenému vsáknutí vody, snižuje hydraulickou zátěž a minimalizuje riziko záplav.

Vsakovací průlehy – jsou mělké povrchové zařízení s humusovou vrstvou, které efektivně odvádí a čistí srážkovou vodu, vhodné pro omezené prostory a minimalizují zásah do přírodního prostředí.

Vsakovací průlehy s rýhou – jsou doplněny štěrkovou rýhou pod humusovou vrstvou, což zlepšuje filtraci vody v méně propustných půdách, a jsou ideální pro lokality s omezenou vsakovací kapacitou.

Vsakovací nádrže – jsou určeny pro velké odvodňované plochy nebo více pozemků, s humusovou filtrací a hloubkou až 2 metry. Doporučuje se ochranné opatření, jako oplocení, a předčištění vody v kalové jímce proti zanášení filtrovacích vrstev nečistotami. [3], [4], [15], [16]

3.2.2 Podzemní vsakování

Podzemní vsakovací systémy jsou navrženy tak, aby maximálně využívaly přirozené filtrační schopnosti půdy a minimalizovala riziko kontaminace. Nejrozšířenějším řešením podzemních systémů jsou podzemní prostory

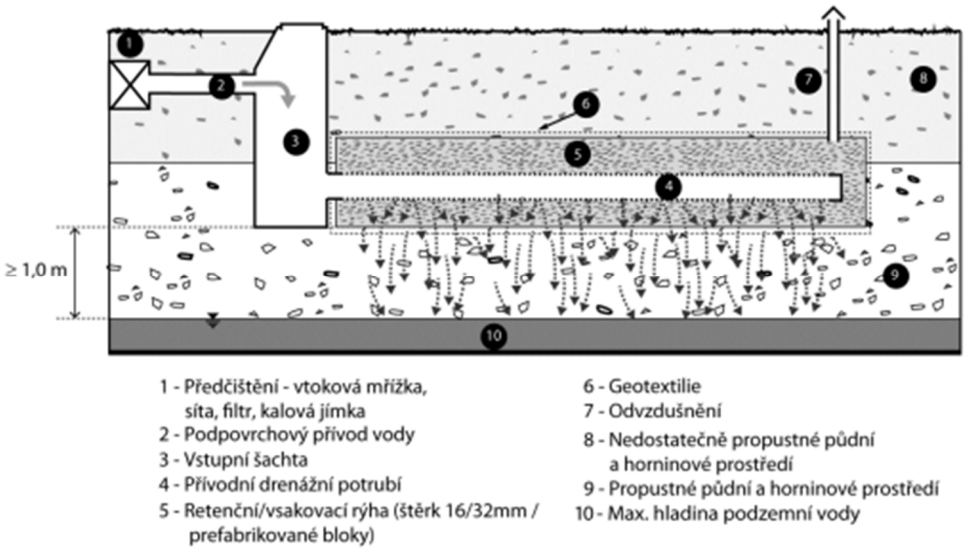
vyplněné štěrkem, tunely či bloky anebo jsou vytvořeny podzemní vsakovací rýhy. [3], [4], [15], [16]

Podzemní prostory vyplněné štěrkem – jsou určeny pro vsakování srážkové vody v oblastech, kde je potřeba co nejvíce využít přirozených filtračních schopností půdy. Tento typ zařízení umožňuje efektivní a rychlé vsakování vody díky vysoké propustnosti štěrkové vrstvy, která filtruje nečistoty, než voda dosáhne dalších vrstev půdy nebo podzemní vody. [3], [15], [16]

Tunely a bloky – jsou moderní formou podzemních vsakovacích zařízení, která využívá prefabrikované modulární prvky, často vyrobené z plastů, což zjednodušuje instalaci a zvyšuje flexibilitu systému. Tyto elementy jsou navrženy tak, aby zajistily maximální pórovitost a umožnily efektivní akumulaci a postupné vsakování vody do okolní půdy. [3], [4], [15], [16]

Obrázek 8 – Vsakovací tunely a blok z nabídky e-shopu Ramaco, zdroj: [35]

Podzemní vsakovací rýhy – jsou zvláště účinné v lokalitách, kde je omezený prostor nebo kde jsou vyšší požadavky na estetický dojem z prostředí. Rýhy jsou vytvořeny vykopáním kanálů, které jsou následně vyplněny štěrkem a mohou být kryty zatravněnými pruhy. Tento systém kombinuje povrchové a podzemní vsakování, čímž zvyšuje účinnost filtrace srážkové vody před jejím vstupem do podloží. [3], [15], [16]



Obrázek 9 – Podzemní vsakovací rýha s podpovrchovým přítokem, zdroj: [3]

3.3 Příslušenství k nádržím

Kromě samotné nádrže jsou nezbytné další komponenty, které pomáhají k provozu, k udržení čistoty vody a jejího efektivního využití. Kromě níže zmíněných prvků to mohou být ještě zpětné klapky, sifony apod.

3.3.1 Filtrační koše

Tento prvek je nezbytný pro odstranění mechanických nečistot z vody před jejím natečením do nádrže. Filtrační koše se obvykle nacházejí na několika místech v systému, konkrétně u svodů z okapů, kde slouží jako lapače nečistot ze střech, a také bezprostředně před vstupem vody do nádrže, aby byla zachycena poslední nečistota před akumulací vody. Pokud je možnost připojení k odtoku nebo kanalizaci, je ideální volbou průtočný filtr, který nevyžaduje časté čištění. V případě, že tato možnost není dostupná, je vhodné zvolit sběrný filtr, který shromažďuje nečistoty a vyžaduje jejich občasné odstraňování. Filtrační systémy mohou být různě komplexní, od jednoduchých sít až po pokročilé filtry odstraňující i drobnější nečistoty. [25], [32], [36]

Obrázek 10 – Násuvný typ filtračního koše na přívodní potrubí do nádrže, zdroj: [37]

3.3.2 Čerpadla

Při výběru čerpadla pro dešťové nádrže je na výběr mezi ponorným a povrchovým čerpadlem. Ponorné čerpadlo, umístěné přímo v retenční nádrži, je ideální pro hlubší zdroje, kde je potřeba čerpat vodu z větší hloubky. Je obvykle tiché a bývá vybaveno plovákovým spínačem, který zastaví čerpadlo v případě nízké hladiny vody a zabraňuje tak jeho poškození. Povrchová čerpadla, která jsou umístěna mimo nádrž a vyžadují ochranu proti povětrnostním vlivům, se vyznačují menší sací hloubkou a jsou vhodná pro mělčí zdroje. Může být spojeno s různým příslušenstvím, jako jsou filtry či zpětné klapky, což umožňuje lepší regulaci a čerpání vody. [10], [36], [38], [39]

Další variantou jsou domácí vodárny. Toto zařízení kombinuje čerpadlo s tlakovou nádobou a dalšími komponenty pro efektivní využití dešťové vody nejen na zahradě, ale i v domácnosti. Typicky se instalují v technických místnostech nebo sklepích, aby byly chráněny před povětrnostními vlivy a nebyly rušivým prvkem v obytných prostorách. [10], [36], [38], [39]

3.3.3 Víka a teleskopické nástavce

K vybavení podzemních dešťových nádrží patří víka a teleskopické nástavce, které jsou důležité pro užití nádrže a přístup k ní. Bývají obvykle zahrnuty již v základním balení při koupi nádrže. Víko slouží k zakrytí vstupu do nádrže. Může být pochozí nebo pojízdné, což znamená, že unese větší zátěž, jako je například parkování auta. Teleskopický nástavec umožňuje přizpůsobit výšku víka terénu, což je obzvláště užitečné, pokud byla nádrž instalována v hlubších vrstvách. Tato nastavitelnost je klíčová pro snadný přístup a údržbu nádrže. [25], [32], [40], [41], [42]

Obrázek 11 – Teleskopický nástavec s víkem na nádrž, zdroj: [43]

3.4 Potrubí

Než se voda dostane do potrubí dešťové kanalizace, obvykle ztéká ze střechy do okapů, z okapů do svislých svodů a ze svodů přes filtraci střešních splavenin do vodorovného potrubí, které těsně před vyústěním do dešťové nádrže obsahuje další filtraci. Nádrž je také nutné napojit na přepad, který je následně veden potrubím do vsaku, případně do dešťové kanalizace. Vodorovné potrubí musí mít sklon min. 1 % a max. 40 % (v některých případech může dosahovat až 60 %). [7], [36], [38], [44]

Nejběžnějším materiálem pro potrubí dešťové kanalizace je tzv. KG potrubí, známé také jako kanalizační potrubí z PVC, které patří do kategorie plastových potrubí. Tyto potrubí jsou vyrobené z polyvinylchloridu, zkráceně PVC, a jsou velmi oblíbená díky své odolnosti proti chemikáliím, trvanlivosti a relativně nízké ceně, což je činí ideální volbou pro kanalizační systémy a odvodnění. Další dostupné materiály zahrnují potrubí vyrobené z polypropylenu (PP), které je ceněné pro svou mechanickou pevnost a schopnost odolávat vysokým teplotám, a polyethylen (PE), vybíraný pro jeho pružnost a odolnost proti nárazu. Tyto vlastnosti jsou zvláště výhodné v oblastech s nestabilním podložím. Tyto materiály jsou dostupné v různých průměrech a tloušťkách stěn, což umožňuje jejich použití pro širokou škálu aplikací. Pro efektivní a bezpečné provozování dešťové kanalizace jsou klíčové i adekvátní spojovací a tvarovací prvky, jako jsou kolena, odbočky a další komponenty. [7], [36], [38], [44]

3.5 Dimenzování

Velikost potrubí je určována množstvím srážkové vody, které má být odvedeno, rychlostí, s jakou voda teče, a součinitelem odtoku dle druhu střechy. Potrubí by mělo mít adekvátní průměr a sklon, aby se předešlo zácpám a zajišťovalo plynulý odtok vody bez zbytečné akumulace materiálu na dně. Množství dešťových odpadních vod Q_r lze vypočítat dle následujícího vzorce:

$$Q_r = i * A * c \quad [l/s] \qquad \textit{(Vzorec 1)}\ [45]$$

Popis jednotlivých veličin je uveden dále v Tabulce 2.

Tabulka 2 – Popis veličin vzorce na výpočet průtoku dešťových odpadních vod Q_r, zdroj: [45]

<table>
<tr><td>i</td><td>intenzita deště, která se pro střechy a plochy ohrožující budovu zaplavením uvažuje hodnotou i = 0.03 l/s.m^2
pro ostatní plochy se intenzita deště uvažuje hodnotou podle ČSN 75 6101</td></tr>
<tr><td>A</td><td>půdorysný průmět odvodňované plochy nebo účinná plocha střechy vypočtená podle 4.3.2 ČSN EN 12056-3: 2001 v m^2</td></tr>
<tr><td>C</td><td>součinitel odtoku z odvodňované plochy - závisí na typu povrchu
<table>
<tr><th rowspan="2">Povrch</th><th colspan="3">Spád</th></tr>
<tr><th>< 1%</th><th>1 až 5%</th><th>> 5%</th></tr>
<tr><td>střechy s propustnou horní vrstvou tlustší než 100 mm</td><td>0.5</td><td>0.5</td><td>0.5</td></tr>
<tr><td>střechy ostatní</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr>
<tr><td>asfaltové a betonové povrchy, dlažby se spárovou zálivkou</td><td>0.7</td><td>0.8</td><td>0.9</td></tr>
<tr><td>dlažby s pískovými spárami</td><td>0.5</td><td>0.6</td><td>0.7</td></tr>
<tr><td>upravené šterkové plochy</td><td>0.3</td><td>0.4</td><td>0.5</td></tr>
<tr><td>neupravené a nezastavěné plochy</td><td>0.2</td><td>0.25</td><td>0.3</td></tr>
<tr><td>sady, hřiště</td><td>0.1</td><td>0.15</td><td>0.2</td></tr>
<tr><td>zatravněné plochy, zelené pásy</td><td>0.05</td><td>0.1</td><td>0.15</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Q_r</td><td>množství dešťových odpadních vod</td></tr>
</table>

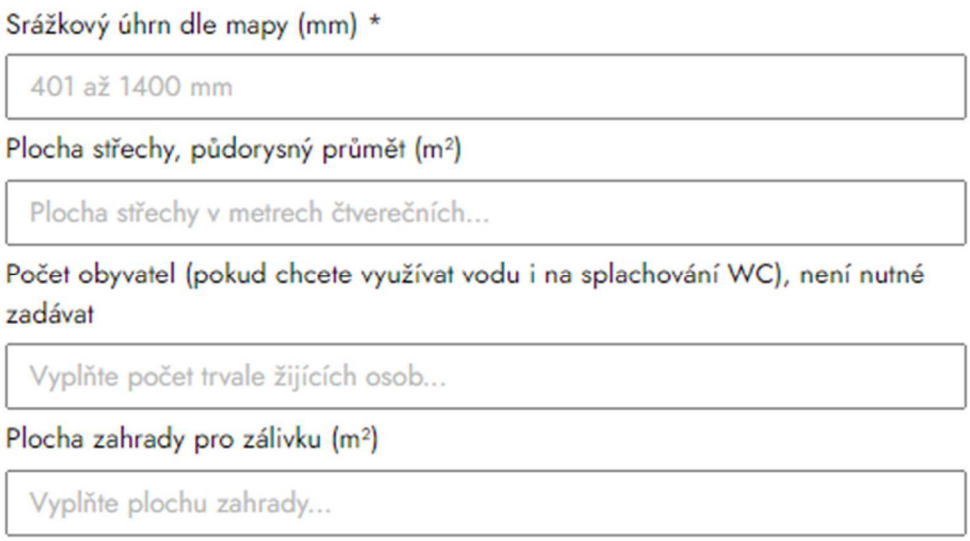
Následně přiřadíme tento vypočítaný průtok dešťových odpadních vod do Tabulky 3, zobrazené níže. Dimenzi určujeme podle sklonu ležatého potrubí, uvedeného v prvním sloupci tabulky, a podle příslušného řádku, který odpovídá maximálnímu průtoku Q_{max}, který jsme spočítali. V prvním řádku tabulky je pak možné najít minimální rozměr dimenze potrubí, který musíme dodržet. Dále je také nutné dbát na to, že minimální průměr, dle ČSN 75 9010, venkovního dešťového potrubí by měl být DN 110. [7], [45]

Tabulka 3 – Určení dimenze potrubí podle sklonu a maximálního průtoku dešťových odpadních vod, zdroj: [45]

Sklon	DN 70 1) 3)		DN 90 2) 3)		DN 100		DN 125		DN 150		DN 200	
J [%]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]
1,0	1,7	0,6	2,5	0,7	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2
1,5	2,0	0,7	3,0	0,8	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5
2,0	2,4	0,9	3,5	1,0	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7
2,5	2,6	1,0	3,9	1,1	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6	37,6	1,9
3,0	2,9	1,1	4,3	1,2	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1
3,5	3,1	1,1	4,7	1,3	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2
4,0	3,3	1,2	5,0	1,4	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4
4,5	3,5	1,3	5,3	1,4	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5
5,0	3,7	1,4	5,6	1,5	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7

Nádrže jsou dimenzovány na základě předpokládaného množství srážek v dané lokalitě a účelu jejich využití, například zálivky zahrady nebo dalšího domácího hospodaření s vodou. Je nutné zvážit velikost střešní plochy a zahrady, která má být zavlažována, a odhadnout objem vody,

který je potřeba uchovat na období až tři týdny sucha. Pro přesnější výpočet velikosti nádrže lze využít různé online nástroje, jako je například webová stránka společnosti Dešťovka.eu: online kalkulačka velikosti nádrže. Je potřeba doplnit základní údaje jako jsou průměrné roční srážky pro konkrétní lokalitu a plochu střechy nebo jiných ploch, z kterých se bude voda sbírat do nádrže. Pro detailnější výpočty či ověření potřebného objemu můžete také uvést počet osob v domácnosti nebo velikost zahrady určené k zavlažování. [7], [46], [47], [48]



Obrázek 12 – Formulář pro určení objemu podzemní nádrže na dešťovou vodu, zdroj: [46]

Vsakovací tunely jsou navrženy tak, aby optimalizovaly vsakování vody do podloží. Velikost a počet těchto tunelů závisí na množství odváděné vody a vsakovací kapacitě místního terénu. Proces kalkulace zahrnuje posouzení návrhových dešťových událostí a určení objemu vody, který musí tunely pojmout, aby bylo zajištěno efektivní vsakování do půdy během maximálně tří dnů. Při dimenzování je zásadní zajistit, že tunely mají dostatečný objem pro akumulaci vody a že vsakovací plocha je dostatečně rozsáhlá pro rychlé a efektivní vsakování vody do půdy. Tento komplexní výpočet je dostupný online a lze ho použít například na webové stránce společnosti Dešťovénádrže.cz: online kalkulačka velikosti vsakování. [15], [49]

Odvodňované plochy

Ve výpočtu můžete zahrnout až 3 odvodňované plochy do jednoho vsakovacího zařízení. Vždy uvedete půdorysný průmět odvodňované plochy, druh povrchu a sklon.

m²	- vyberte -	-sklon-
m²	- vyberte -	-sklon-
m²	- vyberte -	-sklon-

Lokalita - nejbližší srážkoměrná stanice

V případě, že se jedná o horskou lokalitu nad 650 m n.m., vyberte poslední volbu, jinak zvolte nejbližší srážkoměrnou stanici dle mapy.

- vyberte -

Riziko při přeplnění vsakovacího zařízení

○ Při přetečení vsakovacího zařízení je možný odtok srážkové vody ze vsakovacího zařízení po povrchu terénu nebo přepadovým potrubím mimo budovy, pozemky jiných soukromých vlastníků nebo podzemní dopravní zařízení. Při zpětném vzdutí v dešťové kanalizaci, která je zaústěna do vsakovacího zařízení, je možný odtok srážkové vody z dešťové kanalizace po povrchu terénu mimo budovy, pozemky jiných soukromých vlastníků nebo podzemní dopravní zařízení. Prostory odvodněné do dešťové kanalizace nacházející se pod hladinou zpětného vzdutí jsou proti vniknutí vzdutě vody z dešťové kanalizace chráněny technickým opatřením podle ČSN EN 12056-4 a ČSN 75 6760. Návrhová periodicita srážek $\rho = 0{,}2$ rok^{-1}

○ Pokud není splněna některá z podmínek uvedených v předchozích třech odstavcích. Např. u vsakovacích zařízení, která slouží pouze pro odvodnění podzemních dopravních zařízení a/nebo vstupů do budov nacházejících se pod úrovní okolního terénu, a odvodňované prostory pod úrovní terénu nemohou být před vodou přetékající ze vsakovacího zařízení chráněny. Návrhová periodicita srážek $\rho = 0{,}1$ rok^{-1}

Koeficient vsaku

Formou desetinného čísla k_v: , nebo v exponenciálním tvaru k_v: . 10^{-}

m.s^{-1}

Koeficient vsaku k_v musí být uveden ve výstupu z geologického průzkumu pro vsakování. Pro nezávazný předběžný výpočet lze použít orientační údaje z tabulky:

Druh zeminy	k_v (m.s^{-1})
jíl	1.10^{-8} a méně
písčitá hlína	1.10^{-6}
ulehlý hlinitý písek	1.10^{-6} až 5.10^{-6}
písky s jílovitými částicemi	1.10^{-6} až 2.10^{-6}
jemný písek a kyprý hlinitý písek	1.10^{-5} až 5.10^{-5}
hrubozrnný písek	1.10^{-4} až 5.10^{-4}
štěrkopísek	2.10^{-4} až 1.10^{-3} i více

VÝPOČET

Obrázek 13 – Formulář pro určení základních vlastností pro návrh vsakování dešťových vod, zdroj: [49]

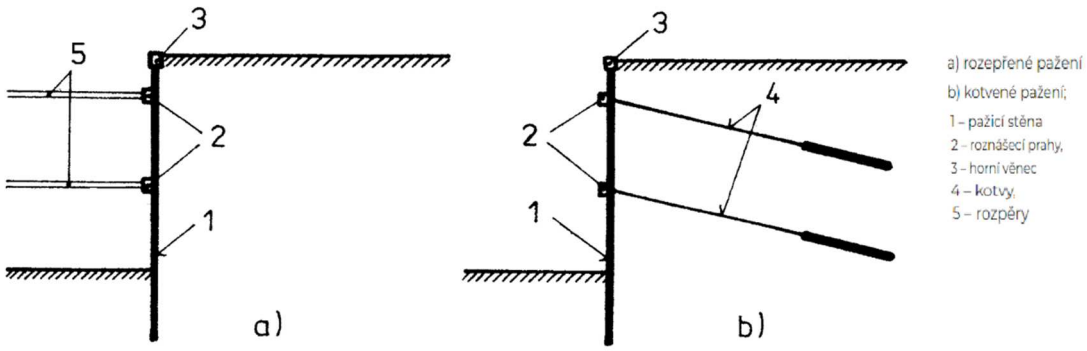
3.6 Pažení

Pažení je nezbytné pro zajištění stability stěn vyhloubených výkopů a zabraňuje sesuvu půdy. Provádí se buďto svahováním nebo roubením či pažení. V zastavěném území je zapotřebí výkop soudržné zeminy pažit od hloubky 1,3 metru (lépe i od 1,2 m), zatímco v nezastavěném od 1,5 metru. V nesoudržných zeminách je nutné pažit již od hloubky 0,7 m. Je důležité, aby pažení odolalo tlaku zeminy, splňovalo bezpečnostní normy a zároveň nezpůsobilo poškození okolního terénu či stavby. [50]

Při návrhu pažení je nutné zvážit následující faktory:

- hloubka výkopu,
- vlnitost okolního terénu,
- sklon pozemku,
- typ a rozsah prací ve výkopu,
- typ podloží,
- hladina spodní vody,
- dopravní zatížení v okolí,
- zatížení z okolních staveb,
- v blízkosti inženýrských sítí. [51]

Pro vykopávání jámy určené pro dešťovou nádrž a vsakování je klíčové použít dočasné pažení, které během stavebních prací zabrání sesuvu zeminy a nezasáhne do vnitřního prostoru jámy. Toto pažení je po dokončení konstrukce odstraněno. Existuje několik technologií pro zapažení jámy, mezi které patří záporové (Obrázek 14) a mikro-záporové pažení, podzemní stěny, pilotové stěny, trysková injektáž, a roubení pomocí štětovnic Larssen. Výběr konkrétní technologie závisí na geologických podmínkách lokality (včetně hladiny spodní vody), charakteru pažení (dočasné nebo trvalé), finančních a prostorových možnostech, a také na požadavcích na odolnost vůči otřesům a vibracím, deformacím, vodotěsnosti a únosnosti konstrukce. [52], [53]



Obrázek 14 – Záporové pažení rozepřené a kotvené, zdroj: [52]

3.7 Realizace

Při zavádění dešťové kanalizace je klíčové postupovat podle montážního návodu výrobce, jelikož každá nádrž může vyžadovat odlišný postup instalace vzhledem k specifikům dané lokality, jako je například přítomnost spodní vody. Uvedený postup je všeobecný a platí pro ideální podmínky, přičemž zahrnuje variantu se vsakováním skrze vsakovací tunely. Všechny kroky probíhají současně.

Zahájíme práci provedením výkopových prací, kdy je nezbytné nejprve odstranit ornici, pokud se na pozemku nachází. Následně se vytyčí přesné umístění všech výkopů. Pro výkopy je potřeba použít vhodné technologie. Je potřebné vyhloubit rýhu pro umístění svodného potrubí dešťové kanalizace s přesnými rozměry a dodržením požadovaného sklonu minimálně 1 %. Tento výkop musí vyhovovat všem normám pro vzdálenosti. Umístí se zde 50mm vrstva štěrkopísku frakce 0/4, která se následně zarovná. Do připraveného pískového lůžka se položí svodné potrubí, které je spojeno se svislým potrubím od střechy a s lapačem střešních splavenin nebo i dalším sběrným potrubím. Je důležité správně umístit všechny potřebné tvarovky a těsnění. Po položení potrubí je nutné jej přikrýt minimálně 300mm vrstvou štěrkopísku frakce 0/4, přes kterou se položí označovací páska signalizující přítomnost této kanalizace. Závěrem se výkop zasype zeminou z okolí pozemku. [54], [55]

Současně je nutné vykopat jámu pro umístění nádrže na dešťovou vodu a menší jámu pro umístění vsakovacích zařízení. Tyto jámy by měly být o minimálně 500 mm z každé strany větší než jsou rozměry dešťových prvků, což umožní jejich správnou instalaci a zprovoznění. Je důležité opět dodržet všechny normy týkající se vzdáleností, jako například požadavek, aby nádrž byla od okolních staveb vzdálena minimálně 1000 mm. [54], [55]

Jakmile je jáma na nádrž vykopána, na její dno se nasype štěrkový podklad frakce 16/64, ideálně o tloušťce 150 až 200 mm. Tuto vrstvu pečlivě srovnáme a zhutníme. Do připravené jámy pak za pomoci vhodné techniky (nebo u menších nádrží stačí i tři nebo čtyři osoby) opatrně umístíme nádrž na dešťovou vodu, přičemž dbáme na to, aby nedošlo k nárazům. Po usazení nádrž naplníme vodou do výšky přibližně 250 mm a následně provedeme zásyp jámy štěrkem frakce 8/16, přičemž zásyp provádíme rovnoměrně ze všech stran. Vrstvy štěrku hutníme ručně, s maximální výškou jedné vrstvy 300 mm a dbáme na to, aby nedošlo k poškození nádrže. Jakmile je nádrž zasypána štěrkem až po horní hranu, provádíme montáž teleskopického nástavce, připojíme potřebná hrdla a těsnění.

Uzavřeme všechny nevyužité otvory zátkami. Dále nádrž připojíme k dešťovému potrubí z rýhy, otestujeme funkčnost, umístíme filtrační koš, nasadíme těsnění poklopu a poklop samotný. Po umístění poklopu dosypeme štěrk a zasypeme zeminou až po okraj poklopu. Následuje instalace čerpadla, která se liší podle specifikace daného typu. [54], [56], [57], [58], [59]

Po vyhloubení jámy pro vsakovací zařízení se na dno rozprostře štěrkový podklad frakce 16/64, který se sice zhutní málo, ale pečlivě srovná. Na vyrovnanou vrstvu se položí geotextílie, ideálně o hmotnosti 100 g/m^2, na kterou se následně umístí a vzájemně spojí vsakovací tunely. Na koncové tunely se připevní zakončení a na toto zakončení se z jedné strany připojí potrubí od přepadu dešťové nádrže, s udržením minimálního sklonu 1 % a ověří se jejich správná funkčnost. Potrubí je nutné umístit na minimálně 50 mm podsypu a pokrýt 300 mm zásypem štěrkopísku frakce 0/4. Podle montážního návodu se nainstaluje potřebný počet ventilačních nebo odvzdušňovacích potrubí, která se obalí geotextilií, aby byla chráněna před poškozením štěrkem. Geotextílií je potřeba také pokrýt vsakovací tunely i s přesahem. Vsakovací tunely se poté obsypou štěrkem frakce 8/16 do požadované výšky a hutní se s opatrností po vrstvách 300 mm. Nakonec se celá jáma zasype zeminou z pozemku a na větrací potrubí se umístí ventilační hlavice. [55], [60]

Obrázek 15 – Dešťová kanalizace před zasypáním, zdroj: [60]

4 Ceny a náklady ve stavebnictví

Ceny a náklady jsou rozhodující pro každý stavební projekt. Ovlivňují jak majitele firem, tak jejich klienty v průběhu celého stavebního procesu.

4.1 Ceny ve stavebnictví

Stavebnictví je sektor, který se neustále vyvíjí a reaguje na ekonomické a tržní změny. Dochází k častým změnám cen během realizace stavebních projektů, což komplikuje dlouhodobé finanční plánování a vyžaduje od stavebníků flexibilitu a připravenost na možné finanční rezervy pro nepředvídatelné výdaje. [61], [62]

Cena je vyjádření hodnoty zboží nebo služeb v peněžních jednotkách, které se mění v závislosti na nabídce a poptávce a jejich očekávaném vývoji na trhu. Cena má zásadní vliv při rozhodování potencionálních klientů, přičemž vysoká cena často naznačuje lepší kvalitu, zatímco nízká může vyvolávat nedůvěru – avšak toto pravidlo nemusí platit vždy. [61], [62]

4.1.1 Druhy cen

V rámci stavebnictví se rozlišuje několik desítek základních druhů cen, které se liší podle fáze výstavby, a které jsou klíčové pro finanční a účetní hodnocení projektů. Seznam níže představuje vybrané druhy cen, které jsou relevantní:

- Cena pořízení – cena, za kterou byl majetek získán, aniž by byly zahrnuty náklady spojené s jeho získáním.
- Pořizovací cena – cena zahrnuje všechny náklady, které byly spojené s pořízením majetku.
- Vstupní cena – cena, která se započítává do počátečních nákladů projektu, zahrnující materiál, mzdy a stroje.
- Nákladová cena – sestává z celkových předpokládaných nákladů a zahrnuje i plánovaný zisk.
- Celková cena – představuje maximální možnou cenu za projekt, která je stanovena na základě předem určených parametrů.
- Nabídková cena – cena, kterou stavební firma nabízí v tendru nebo v nabídkovém řízení. Tato cena obvykle zahrnuje předpokládané náklady a zisk.
- Smluvní cena – cena dohodnutá v smlouvě mezi stavební firmou a klientem. Může být pevná, nebo se může měnit v závislosti na různých faktorech, jako jsou změny v projektech nebo v cenách materiálů.

- Pevná cena – cena stanovená v smlouvě, která se během realizace projektu nemění, bez ohledu na skutečné náklady.
- Pohyblivá cena – cena, která se může během projektu měnit v závislosti na skutečných nákladech a podmínkách stanovených ve smlouvě.
- Tržní cena – cena, za kterou se obvykle prodávají podobné produkty nebo služby na otevřeném trhu. Tato cena je ovlivněna nabídkou a poptávkou.
- Prodejní cena – cena, za kterou je produkt nebo služba skutečně prodána zákazníkovi.
- Předběžná cena – orientační cena stanovená před zahájením projektu, obvykle pro účely rozpočtu nebo prvního odhadu nákladů.
- Jednotková cena – je cena přiřazená k jednotlivému stavebnímu prvku. Tato cena zahrnuje všechny související náklady a také zisk spojený s danou stavební jednotkou. [61], [63], [64]

4.1.2 Tvorba cen

Ceny ve stavebnictví jsou obvykle určeny dohodou mezi dodavatelem a zákazníkem a mohou ovlivnit mnohé faktory, včetně tržních podmínek a nákladů na materiál, práci i zisk. Existují 3 metody pro stanovení ceny ve stavebnictví:

- Nákladově orientovaná cena – nejčastěji používaný přístup ve stavebnictví, kde je cena odvozena přímo z projektových nákladů a zisku.
- Konkurenčně orientovaná cena – tato cena je určena na základě cen, které nabízí konkurence, což pomáhá firmě zůstat konkurenceschopnou.
- Poptávkově orientovaná cena – metoda, která bere v úvahu poptávku na trhu a cenovou elasticitu, a stanovuje ceny podle objemu produktů nebo služeb, které je možné za danou cenu prodat. [65], [66]

Výběr metody pro stanovení ceny závisí na specifických podmínkách projektu, cílovém trhu a obchodní strategii firmy. Každá metoda nabízí různé výhody a může být přizpůsobena k dosažení nejlepších výsledků vzhledem k požadavkům a tržním podmínkám. [65], [66]

4.2 Náklady ve stavebnictví

Náklady ve stavebnictví jsou klíčovou ekonomickou kategorií a jejich vznik je spojen s realizací produkce nebo činnosti, vyvolané nabídkou či poptávkou. Hlavním cílem je dosáhnout maximálního ekonomického prospěchu s co nejnižšími možnými náklady. [67]

4.2.1 Druhy nákladů

V ekonomickém rozdělení se náklady ve stavebnictví kategorizují na celkové, průměrné a mezní náklady. Celkové náklady odrážejí všechny náklady vynaložené na realizaci daného projektu, průměrné náklady představují náklady na realizaci jednotky produkce a mezní náklady představují nárůst celkových nákladů, který je způsobený zvýšením produkce o jednu jednotku. [67], [68]

Pro potřeby formulování a řízení výrobních procesů se náklady člení na fixní a variabilní. Fixní náklady jsou nezávislé na objemu výroby, jako jsou například náklady na správu nebo odpisy. Naopak, variabilní náklady se mění v závislosti na objemu produkce, jako jsou materiálové náklady nebo náklady na energie. [67], [68]

Další rozdělení nákladů, které lze aplikovat, je rozdělení na přímé a nepřímé, což se přímo váže na kalkulační vzorec, který bude popsán dále.

4.2.2 Kalkulační vzorec

Kalkulační vzorec je důležitým nástrojem ve stavebnictví, který umožňuje firmám určit cenu za stavební práce a objekty. Tento vzorec je základem pro výpočet jednotkových cen, což jsou ceny aplikované na měrné jednotky stavebních prvků jako jsou materiály a práce. Tento vzorec není univerzálně stanoven a každá firma si ho stanoví podle vlastních potřeb a zkušeností. Kalkulační vzorec kombinuje přímé a nepřímé náklady. [69], [70], [71]

Tabulka 4 – Kalkulační vzorec ve stavebnictví, zdroj: [69]

Jednotková cena							
Přímé náklady					**Nepřímé náklady**		
Hmoty	Zpracovací náklady						Zisk
Hmoty	Přímé zpracovací náklady				Režie		Zisk
Hmoty	Mzdy	Ostatní přímé náklady			Režie výrobní	Režie správní	Zisk
Hmoty	Mzdy	Stroje	Ostatní náklady	Odvody mezd	Režie výrobní	Režie správní	Zisk
Náklady na přímý materiál	Náklady na přímé mzdy	Náklady na provoz stavebních strojů a zařízení	Např. nájmy, doprava, zkoušky, licence	Sociální a zdravotní pojištění	Náklady spojené s výstavbou rozpočítané % sazbou do každé položky	Náklady spojené se správou firmy rozpočítané % sazbou do každé položky	Zisk rozpočítaný % sazbou do každé položky

Přímé náklady představují významnou složku kalkulačního vzorce ve stavebnictví, protože přímo odrážejí výdaje spojené se mzdami zaměstnanců a materiály potřebnými pro realizaci stavebního projektu. Materiál zahrnuje všechny suroviny potřebné pro stavební práce, jejichž náklady jsou přímo spojeny s konkrétními kalkulačními jednotkami.

Mzdy zahrnují ohodnocení pracovníků přímo zapojených do výstavby, vypočítané podle množství práce specifikované výkonovými normami. Náklady na stroje odrážejí všechny výdaje spojené s používáním strojů potřebných pro realizaci stavebních prací, včetně jejich pořízení, provozu a údržby. Ostatní přímé náklady pokrývají další výdaje přímo přiřaditelné k projektu, jakou jsou bezpečnostní opatření, licence a další. [69], [70], [71]

Nepřímé náklady představují výdaje, které nelze přímo přiřadit k jednotlivým stavebním činnostem nebo kalkulačním jednotkám, ale jsou nezbytné pro celkovou činnost dané společnosti. Tyto náklady se dělí na dva hlavní typy, a to režijní náklady výrobní a režijní náklady správní. Kromě těchto nákladů zahrnují i zisk, který si určí společnost. Výrobní režie zahrnují všechny výdaje spojené s podporou výrobních operací na staveništi. Patří sem platy vedoucích pracovníků, jako jsou například stavbyvedoucí či koordinátoři. Tyto náklady dále zahrnují výdaje na údržbu zařízení, náklady na skladování, bezpečnostní služby a další provozní výdaje, které podporují průběh stavebních prací. Režie správní pak zahrnují výdaje spojené se správou a řízením celé stavební firmy. Tyto náklady pokrývají plat administrativního personálu, náklady na kancelářské prostory, IT podporu, marketing, právní služby a další výdaje, které jsou nezbytné pro běžný chod firmy, ale nepřímo se nepodílejí na výstavbě. [69], [70], [71]

5 Stavební rozpočet

Rozpočtování ve stavebnictví je základem pro úspěšné dokončení jakéhokoli projektu. Rozpočet v této oblasti představuje metodu sestavování ceny stavebních prací, která vychází z konstrukčního a technologického hlediska díla. Skládá se z jednotlivých částí a položek, pro které se na základě projektové dokumentace určují množství, jednotkové ceny a celková cena. Tento proces nám umožňuje předem spočítat, kolik peněz bude potřeba na různé části stavby, od materiálů až po pracovní sílu. Do rozpočtu se přitom zahrnují i další náklady spojené se stavebními pracemi, jako je například režie a zisk, které jsou klíčové pro konečné stanovení ceny.

Rozpočet nejčastěji slouží jako nástroj pro dodavatele, kteří ho využívají pro stanovení nabídkové ceny projektu, a pro investory, kteří na jeho základě získávají předběžný odhad nákladů, což jim pomáhá rozhodnout o potenciální investici.

5.1 Podklady k rozpočtování

Pro vypracování stavebního rozpočtu jsou nezbytné následujícími podklady:

- Projektová dokumentace – tento základní prvek je regulován vyhláškou č. 499/2006 Sb. Nejpotřebnější částí této dokumentace je pro vyhotovení rozpočtu výkresová dokumentace, technická zpráva, výpisy výrobků a výkaz výměr.
- cenové katalogy (materiálů, prací, objektů a podobně.),
- technické normy,
- právní předpisy. [69], [72]

5.2 Cenová soustava

Cenová soustava je nejvýznamnějším a nejpoužívanějším zdrojem informací o cenách, zajišťující, že stavební rozpočty jsou sestaveny na základě objektivních a aktualizovaných dat, což je základem pro transparentní a spravedlivé finanční plánování stavebních projektů. Cenové soustavy jsou komplexní systémy a v České republice se využívá několik různých. [73]

Cenová soustava RTS poskytuje digitální soubor podkladů pro tvorbu rozpočtů a sestavení předpokládané ceny investičního záměru, obsahující technické a cenové podmínky. Je vhodná zejména pro firmy

zabývající se navrhováním a realizací stavebních děl. Webová stránka RTS nabízí volně dostupnou verzi cenové soustavy včetně přeložených položek do angličtiny pro práci v systému BUILDpower S. [74]

Cenová soustava ÚRS je komplexním systémem informací a metodiky pro stanovení cen stavebních prací. Poskytuje katalogy, technické podmínky a směrné ceny, které jsou využitelné v různých fázích výstavby. Je nepostradatelným nástrojem pro investory, projektanty i dodavatele. Tato soustava je součástí programu KROS a obsahuje také třídníky, číselníky a klasifikace stavebních objektů. [73]

5.3 Typy rozpočtů

V rámci stavebnictví se rozlišuje několik různých typů rozpočtů, které umožňují efektivní plánování a kontrolu nákladů na konkrétní stavební projekty.

5.3.1 Souhrnný rozpočet

Souhrnný rozpočet se vypracovává na základě podrobné projektové dokumentace v průběhu celého procesu výstavby. Zahrnuje všechny náklady a výdaje spojené s přípravou, realizací a zprovozněním stavby. Tento rozpočet je prezentován skrze souhrnný list stavby, který poskytuje kompletní informace o celkových nákladech dle předem určených pravidel. Struktura tohoto souhrnného rozpočtu obvykle odpovídá pravidlům, které byly stanoveny dříve platnou, nyní již zrušenou vyhláškou č. 5/1987 Sb. [69], [75]

Tabulka 5 – Členění souhrnného rozpočtu dle vyhlášky č. 5/1987 Sb., zdroj: [69]

Hlava I	Projektové a průzkumné práce	
Hlava II	Provozní soubory celkem	
	v tom:	- dodávka - montáž - doplňkové náklady
Hlava III	Stavební objekty celkem	
	v tom:	- základní náklady - doplňkové náklady
Hlava IV	Stroje, zařízení, nářadí a inventář investiční povahy	
Hlava V	Umělecká díla	
Hlava VI	Vedlejší náklady celkem	
	v tom:	
	a) provozní a sociální zařízení staveniště	
	b) územní vlivy	
	c) mimořádně ztížené pracovní prostředí (provozní vlivy)	
	d) ostatní	
Hlava VII	Ostatní náklady neuvedené v jiných hlavách	
Hlava VIII	Rezerva	
Hlava IX	Jiné investice	
Hlava X	Náklady hrazené z investičních prostředků nezahrnované do základních prostředků	
	z toho:	příspěvky jiným investorům
Hlava XI	Náklady hrazené z provozních (neinvestičních) prostředků	
	z toho:	kompletační činnost.

5.3.2 Položkový rozpočet

Položkový rozpočet ve stavebnictví představuje detailní rozpis všech nákladů spojených s realizací stavby, který je strukturován tak, aby poskytoval jasný přehled o všech financích projektu. Každá položka v rozpočtu obsahuje kód, popis, měrnou jednotku, množství, jednotkovou cenu a celkovou cenu, což umožňuje precizní sledování nákladů na materiály a práci. Kromě toho rozpočet zahrnuje údaje o hmotnosti materiálů, což je klíčové pro ocenění nákladů na jejich přepravu a manipulaci na staveništi. [66], [73], [74], [75]

Další specifické prvky položkového rozpočtu zahrnují záznamy o přesunu hmot a sutí, což jsou náklady, které se vyčleňují závisle na typu stavebních prací a jsou kalkulovány odděleně pro hlavní a přidružené stavební výroby. Položkový rozpočet také může obsahovat specifikace pro montážní položky, které neobsahují materiál, a to včetně nákladů na dodávku materiálů spojených s těmito pracemi. Základní rozpočtové náklady jsou automaticky

spočítány v softwaru a zahrnuty do krycího listu, který poskytuje celkový přehled o nákladech spojených se stavbou. [66], [73], [74], [75]

Rozpočet se dále člení do skupin stavebních dílů podle systému TSKP (Technická specifikace konstrukce a provozu) a to na hlavní stavební výrobu, přidruženou stavební výrobu a montážní práce. Struktura položkového rozpočtu typicky zahrnuje krycí list, rekapitulaci a samotný stavební rozpočet. [69], [76], [77], [78]

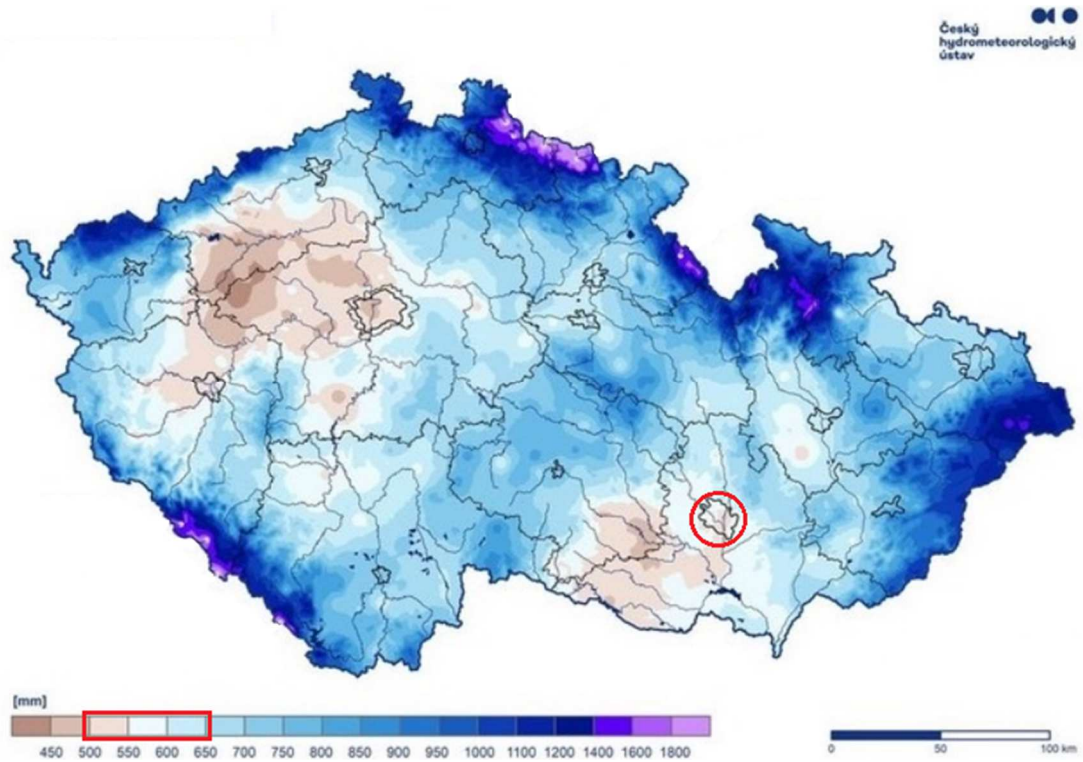
5.3.3 Rozpočet pomocí rozpočtového ukazatele

Rozpočet pomocí rozpočtových ukazatelů je efektivní metodou pro odhadování nákladů ve fázi, kdy projekt ještě nemá kompletní projektovou dokumentaci. Tato metoda je zvláště užitečná v předinvestiční fázi projektů, kdy detailní informace o stavbě nejsou ještě dostupné. Rozpočtové ukazatele se vztahují k měrným jednotkám objektu, jako jsou kubické metry obestavěného prostoru nebo metry čtvereční zastavěné plochy, a slouží k rychlému a jednoduchému stanovení orientační ceny objektu. Tyto ukazatele jsou odvozeny z již realizovaných stavebních projektů. [68], [79]

6 Praktická část

Tato část bakalářské práce se zaměřuje na stanovení a analýzu nákladů spojených s výstavbou dešťové kanalizace. Hodnocení nákladů probíhá s ohledem na odvodňovací plochu objektu, průměrné srážky v dané lokalitě a materiálové charakteristiky jednotlivých částí kanalizace. Klíčovým krokem k určení těchto nákladů je vypracování podkladů. To zahrnuje mimo jiné pečlivý výběr a výpočet rozměrů všech prvků systému, aby byla zajištěna jeho správná funkce.

Jako první krok při určování správné dimenze akumulační nádrže je nezbytné stanovit údaje o srážkách. Je třeba získat údaje z mapy ročního úhrnu srážek v ČR a podle konkrétní lokality určit příslušné hodnoty. Všechny řešené potencionální objekty se nacházejí v lokalitě Brno. Pro tyto objekty se roční srážky pohybují mezi 500 až 650 mm na metr čtvereční dle Obrázku 16.



Obrázek 16 – Mapa ročního úhrnu srážek v ČR za rok 2023 se zaměřením na Brno, zdroj: [12]

S ohledem na celostátní průměr za posledních 60 let, který se pohybuje od 600 do 750 mm, je vhodné počítat s hodnotou **700 mm na metr čtvereční za rok**.

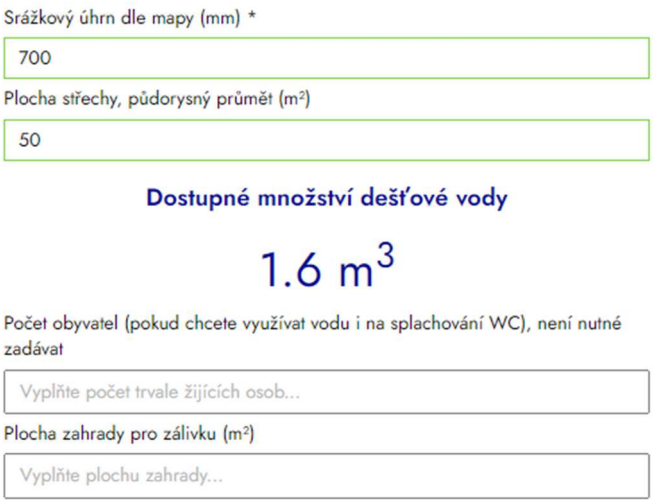
Po určení všech dimenzí lze vytvořit výkres projektu, který slouží také jako výchozí podklad pro rozpočtový program, jenž umožňuje určení nákladů na výstavbu dle směrných jednotkových cen. Před samotným zjišťováním nákladů a vypracováním projektů je důležité poznamenat, že projekty jsou vypracovány s předpokladem ideálních geologických podmínek bez výskytu spodní vody či okolních inženýrských sítí. V reálných podmínkách je vyžadován geologický posudek. Na základě těchto potencionálních ideálních podmínek byl pro nádrže zvolen plastový materiál, zatímco v méně ideálních podmínkách by, dle geologického posudku, mohl být vhodnější jiný materiál, například beton. Akumulační nádrže jsou navrženy pouze pro venkovní využití, jako je zálivka či úklid. Pro účely vsakování byly zvoleny vsakovací tunely. Projekt nepočítá s konkrétním typem střechy, ale pouze s půdorysnými metry čtverečními odvodňovací plochy, se sklonem více než 5 % a nepropustnou horní vrstvou.

Tyto projekty se zaměřují na potenciální novostavby v lokalitě Brno. Při výkopových pracích samotné novostavby byla již ornice odstraněna, a proto nejsou tyto náklady na její shrnutí zahrnuty. Všechny prvky dešťové kanalizace by měly respektovat technologické předpisy dodavatelů. Výrobci dešťového potrubí doporučují instalaci revizních šachet u potrubí delšího než 15 m. V těchto projektech, kde je potrubí vždy navrženo právě na tuto délku, revizní šachty nebyly uvažovány. Dále při výpočtu potřebného množství zásypu byl objem potrubí zanedbán, protože jde o zanedbatelné množství.

6.1 Objekt s odvodňovací plochou do 50 m^2

Pro výpočet velikosti akumulační nádrže využiji online kalkulačku společnosti Dešťovka.eu. Prvním nezbytným údajem, který je třeba vyplnit, jsou již zmíněné průměrné srážky v milimetrech na metr čtvereční za rok.

Dalším vstupním údajem pro výpočet objemu akumulační nádrže je půdorysná plocha, která bude odvádět dešťovou vodu. U řešeného objektu se jedná pouze o půdorysnou **plochu střechy 50 m^2**. Tyto údaje vyplním do zmíněné online kalkulačky. Po zadání těchto údajů dostanu potřebný minimální objem nádrže (Obrázek 17).



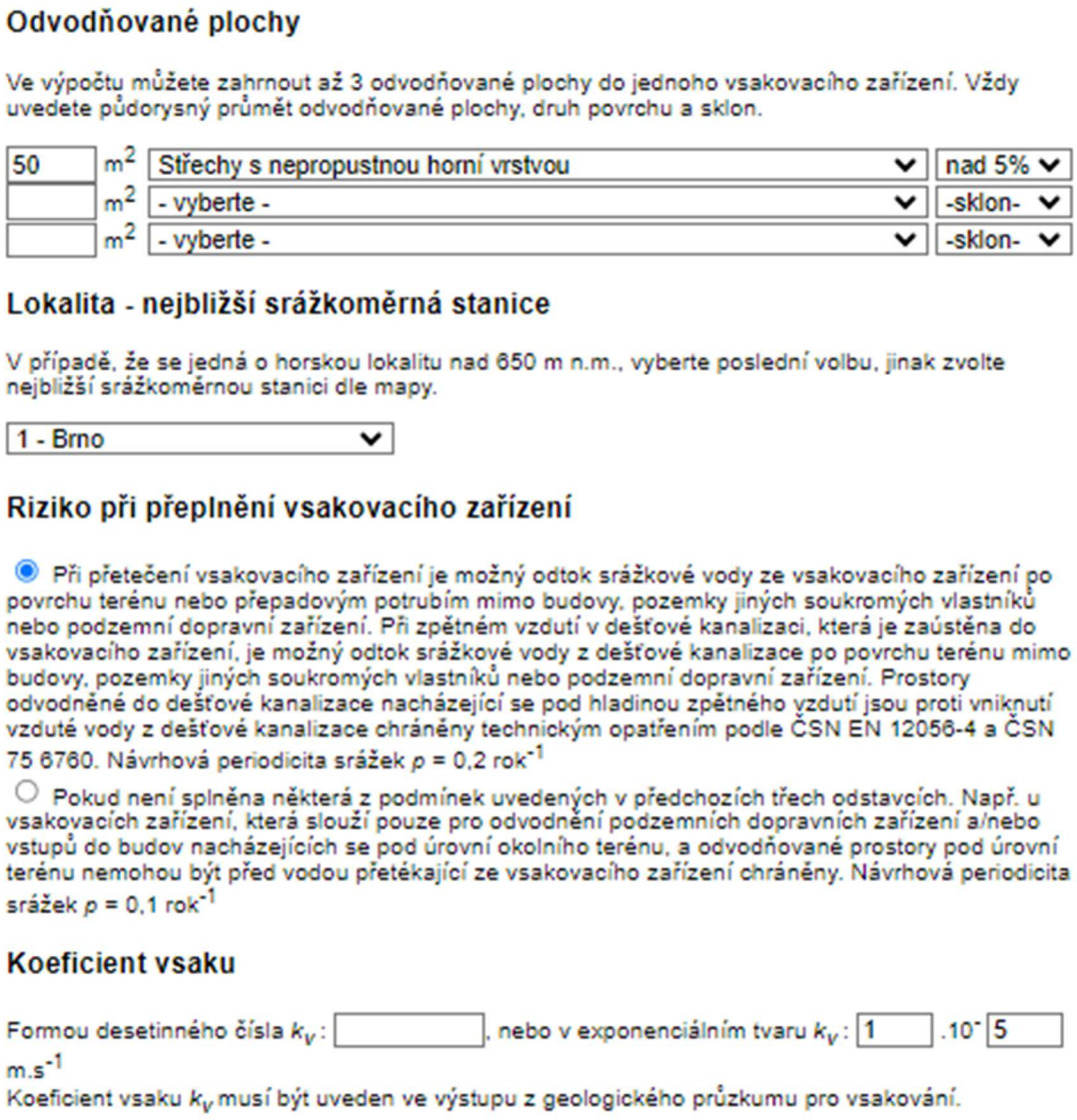
Obrázek 17 – Vyplněný formulář pro určení objemu podzemní nádrže na dešťovou vodu objektu do 50 m², zdroj: [46]

Další údaj, týkající se počtu obyvatel, je relevantní pouze v případě, že by dešťová voda byla využívána pro domácí potřeby. Vzhledem k tomu, že uvažuji využití akumulační nádrže pouze pro zavlažování zahrady, toto pole nevyplňuji. Pro účely zálivky je možné v posledním řádku formuláře ověřit minimální potřebu vody pro zavlažování. Je zřejmé, že potřebný **objem nádrže činí alespoň 1,6 m³**. Po prozkoumání nabídky na trhu jsem zvolil **nádrž Cristall 1600**, která odpovídá požadovanému objemu.

Obrázek 18 – Podzemní nádrž na vodu Cristall 1600, zdroj: [80]

Pro stanovení velikosti vsaku také využiji online kalkulačku společnosti Dešťovénádrže.cz. Pro navrhování vsakovacích tunelů je důležité určit odvodňovací plochy, a tedy **půdorysná plocha střechy** o velikosti **50 m²**. Vyplním také, že střecha má **nepropustnou horní vrstvu, sklon přes 5 % a nachází se v lokalitě Brno.** V části týkající se rizik při přeplnění

vsakovacího zařízení vybíráme první variantu dle našich potencionálních ideálních podmínek. Posledním povinným údajem pro určení velikosti vsaku je **koeficient vsaku**, který jsem stanovil na **1x10^{-5} m/s** také dle potencionálních ideálních podmínek.



Obrázek 19 – Vyplněný formulář pro určení základních vlastností pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 50 m^2, zdroj: [49]

Z výpočtů na Obrázku 20 plyne, že **minimální velikost vsakovací plochy představuje 4,8 m^2 a objem vsakovacích tunelů 1,5 m^3**. Je potřebné splnit oba tyto požadavky.

Návrhové a vypočítané údaje

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60 \qquad T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak} + Q_o}$$

A_{red}	50 m^2	redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy
A_{vz}	0 m^2	plocha hladiny vsakovacího zařízení (jen u povrchových vsakovacích zařízení)
Q_p	0 $m^3.s^{-1}$	jiný přítok
p	0.2 rok^{-1}	periodicita srážek
k_v	0.00001000 $m.s^{-1}$	koeficient vsaku
f	2	součinitel bezpečnosti vsaku
Q_o	0 $m^3.s^{-1}$	regulovaný odtok
A_{vsak}	**4.8 m^2**	**velikost vsakovací plochy**
h_d	37.1 mm	návrhový úhrn srážek
t_c	240 min	doba trvání srážky
Q_{vsak}	0.0000238 $m^3.s^{-1}$	vsakovaný odtok
V_{vz}	**1.5 m^3**	**největší vypočtený retenční objem vsakovacího zařízení (návrhový objem)**
T_{pr}	**17.7 hod**	**doba prázdnění vsakovacího zařízení - VYHOVUJE**

Při výstavbě vsakovacího zařízení je bezpodmínečně nutné dodržet nejen čistý návrhový objem V_{vz}, ale současně také minimální velikost vsakovací plochy A_{vsak} !!!

Obrázek 20 – Požadavky pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 50 m^2, zdroj: [49]

Průzkumem na trhu se pro účely projektu ukázal jako nejvhodnější **vsakovací tunel Garantia 300 l**. Jak je již patrné z názvu, jeden vsakovací tunel pojme až 0,3 m^3 vody, což vyžaduje spojení pěti takových tunelů, aby byl dosažen návrhový objem 1,5 m^3. Vsakovací plocha bude zohledněna později ve výkresových podkladech.

Obrázek 21 – Vsakovací tunel Garantia 300 l, zdroj: [35]

Poslední dimenzovanou částí této dešťové kanalizace je potrubí. Prvním krokem tohoto vypočtu je stanovení množství dešťových odpadních vod Q_r podle Vzorce 1:

$$Q_r = i * A * c \quad [l/s] \qquad \textit{(Vzorec 1)}\ [45]$$

Popis jednotlivých veličin je uveden v Tabulce 2, kde i = 0,03 [l/s*m2], A = 50 m^2 a c = 1,0 (ostatní střechy).

$$Q_r = 0{,}03 * 50 * 1{,}0 = 1{,}5\ l/s$$

Konkrétní dimenzi potrubí zjistíme podle Tabulky 6, kde v prvním sloupci (sklon) vyberu řádek se spádem plánovaného potrubí – uvažuji 1 %. Dále naleznu příslušný maximální průtok Q_{max} na daném řádku dle sklonu potrubí. Hledám nejbližší vyšší hodnotu ke spočítanému Q_r. Na základě těchto dvou údajů zjišťuji, že je vhodné použít DN 70, nicméně podle normy ČSN 75 9010 je minimální průměr venkovního dešťového potrubí DN 100. A jelikož ve stavební praxi se více používá potrubí **DN 110**, volím tuto dimenzi.

Tabulka 6 – Určení dimenze potrubí podle sklonu a maximálního průtoku dešťových odpadních vod objektu do 50 m^2, zdroj: [45]

Sklon	DN 70				DN 100		DN 125		DN 150		DN 200	
J [%]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]
1,0	1,7	0,6	2,5	0,7	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2
1,5	2,0	0,7	3,0	0,8	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5
2,0	2,4	0,9	3,5	1,0	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7
2,5	2,6	1,0	3,9	1,1	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6	37,6	1,9
3,0	2,9	1,1	4,3	1,2	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1
3,5	3,1	1,1	4,7	1,3	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2
4,0	3,3	1,2	5,0	1,4	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4
4,5	3,5	1,3	5,3	1,4	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5
5,0	3,7	1,4	5,6	1,5	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7

V tuto chvíli jsou všechny vstupní hodnoty pro návrh dešťové kanalizace zjištěny a je potřeba vypracovat výkresové podklady. Je důležité vycházet vždy z technických listů dodavatele. Všechny konkrétní rozměry a samotný projekt se nachází v Příloze 1.

Zvolil jsem vhodný prostor pro umístění akumulační nádrže, konkrétně 15 metrů od vnější zdi objektu. Rozměry výkopu byly stanoveny tak, aby byly minimálně o 500 mm větší než rozměry nádrže, což umožňuje vytvoření dostatečného pracovního prostoru pro instalaci nádrže a připojení všech potrubí. Hloubka výkopu byla určena s ohledem na tloušťku podkladní vrstvy a výšku otvorů pro potrubí, aby bylo zajištěno snadné napojení. Jako podkladní vrstva bylo použito drcené kamenivo hrubé frakce 16/64

o tloušťce 150 mm. Dle technického listu jsem určil správný typ zásypu drcené kamenivo hrubé frakce 8/16 a dále zeminu z této vykopané jámy.

Navrhl jsem také rýhu pro vedení vodorovného potrubí s připojením k akumulační nádrži. Je důležité umístit potrubí do nezámrzné hloubky (minimálně 800 mm pod povrchem). Návrh připojení vodorovného potrubí na lapač střešních splavenin a tím i na svislé potrubí objektu není součástí této práce. Veškeré vodorovné potrubí projektu bude podsypáno a zasypáno štěrkopískem frakce 0/4.

Dále bylo potřeba navrhnout výkop pro umístění vsakovacích tunelů, přičemž v tuto chvíli je důležité zohlednit již vypočítanou vsakovací plochu (Obrázek 20). Dle mého návrhu se jedná o 16,1 m^2, což minimální požadovanou plochu převyšuje. Hloubka výkopu byla stanovena na základě výšky otvoru potrubí na akumulační nádrži pro snadné propojení. Dno jámy pro vsakování nemusí být ve stejné hloubce jako dno jámy pro nádrž. I zde byla jako podklad použita vrstva z drceného kameniva hrubé frakce 16/64 o tloušťce 150 mm, zásyp kamenivem hrubé frakce 8/16 a zemina z této vykopané jámy.

Nyní jsou navrženy všechny výkopové práce, zásypy a podkladní vrstvy, nádrž, vsakovací tunely i vodorovné potrubí od objektu. Je také nutné navrhnout zbývající potřebná potrubí, konkrétně mezi akumulační nádrží a vsakovacími tunely (stejné dimenze jako přívodní vodorovné potrubí) a odvětrávací potrubí pro obě tyto instalace, jak vyžaduje technický list. Dimenze těchto odvětrávacích potrubí je právě určena dodavatelem. Součástí návrhu jsou mimo jiné také potrubní spoje, jako jsou kolena pro přechod mezi vodorovným a svislým potrubím. Kromě potrubí je třeba navrhnout i geotextílii, která bude umístěna s přesahy ze všech stran okolo vsakovacích tunelů a také pro obalení všech svislých podzemní potrubí, aby se zabránilo jejich poškození.

Návrh dále zahrnuje šachtovou kopuli na nádrž, ponorné čerpadlo, filtrační koš do nádrže a zakončovací prvky pro vsakovací tunely, které nejsou zahrnuty v základní ceně těchto tunelů. V Tabulce 7 je uveden seznam navrženého sortimentu dešťové kanalizace, včetně pořizovací ceny (cena pořízení + náklady s tím spojené).

Tabulka 7 – Seznam navrženého sortimentu dešťové kanalizace pro objekt do 50 m^2, včetně pořizovací ceny, zdroj: vlastní zpracování

Název sortimentu dešťové kanalizace	Pořizovací cena
Akumulační nádrž Cristall 1600 + PE poklop	17 119 Kč
Šachtová kopule s otvory pro nádrž Cristall	8 971 Kč
Vsakovací tunel Garantia 300 l	1 660 Kč
Zakončovací prvek vsakovacího tunelu Garantia 300 l [2 ks]	840 Kč
Ponorné čerpadlo, automatické a tlakové	6 507 Kč
Filtrační koš do nádrže Cristall, včetně závěsu	3 949 Kč
Netkaná separační geotextilie 200 g/m^2	23,7 Kč/m^2

Nyní máme všechny potřebné informace k určení nákladů na výstavbu zjištěny. Ke stanovení těchto nákladů jsem využil program Kros 4 a vypracoval položkový rozpočet (Tabulka 8) na základě vypracovaného výkresu projektu a pořizovacích cen sortimentu dešťové kanalizace. Tento položkový rozpočet i s výkazem výměr je k dispozici v Příloze 2.

Tabulka 8 – Položkový rozpočet dešťové kanalizace pro objekt do 50 m^2, zdroj: vlastní zpracování

ROZPOČET

Stavba: Dešťová kanalizace
Objekt: do 50 m2

Objednatel:
Zhotovitel:
Místo:

Zpracoval: Jaroslav Rubáč
Datum: 22. 11. 2023

Č.	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem	Hmotnost celkem
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
	HSV	**Dešťová kanalizace**				**247 100,44**	**47,159**
	1	**Zemní práce**				**180 928,73**	**46,948**
1	131251102	Hloubení jam nezapažených v hornině třídy těžitelnosti I skupiny 3 objem do 50 m3 strojně	m3	35,183	455,00	16 008,27	0,000
2	132251102	Hloubení rýh nezapažených š do 800 mm v hornině třídy těžitelnosti I skupiny 3 objem do 50 m3 strojně	m3	4,245	838,00	3 557,31	0,000
3	151201201	Zřízení zátažného pažení stěn výkopu hl do 4 m	m2	38,959	250,00	9 739,75	0,058
4	151201211	Odstranění pažení stěn zátažného hl do 4 m	m2	38,959	72,90	2 840,11	0,000
5	162251102	Vodorovné přemístění přes 20 do 50 m výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3	m3	49,540	46,20	2 288,75	0,000
6	171251201	Uložení sypaniny na skládky nebo meziskládky	m3	29,316	20,80	609,77	0,000
7	167151101	Nakládání výkopku z hornin třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3 do 100 m3	m3	39,428	162,00	6 387,34	0,000
8	162751117	Vodorovné přemístění přes 9 000 do 10000 m výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3	m3	29,316	282,00	8 267,11	0,000
9	162751119	Příplatek k vodorovnému přemístění výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3 ZKD 1000 m přes 10000 m	m3	29,316	21,00	615,64	0,000
10	171201221	Poplatek za uložení na skládce (skládkovné) zeminy a kamení kód odpadu 17 05 04	t	58,632	1 550,00	90 879,60	0,000
11	213311113	Polštáře zhutněné pod základy z kameniva drceného frakce 16 až 63 mm	m3	3,485	1 790,00	6 238,15	7,528

Vytisknuto v školní verzi KROS 4

12	451572111	Lože pod potrubí otevřený výkop z kameniva drobného těženého	m3	0,419	1 720,00	720,68	0,000
13	175151101	Obsypání potrubí strojně sypaninou bez prohození, uloženou do 3 m	m3	3,427	228,00	781,36	0,000
14	58337310	štěrkopísek frakce 0/4	t	5,711	420,00	2 398,62	5,711
15	174111101	Zásyp jam, šachet rýh nebo kolem objektů sypaninou se zhutněním ručně	m3	26,939	255,46	6 881,84	0,000
16	58343872	kamenivo drcené hrubé frakce 8/16	t	33,651	675,00	22 714,43	33,651
	8	Trubní vedení				7 633,26	0,034
17	871263121	Montáž kanalizačního potrubí z PVC těsněné gumovým kroužkem otevřený výkop sklon do 20 % DN 110	m	17,810	91,30	1 626,05	0,000
18	28611113	trubka kanalizační PVC DN 110x1000mm SN4	m	18,344	168,00	3 081,79	0,026
19	HZS4231	Osazení odvětrňávací hlavice DN 110	hod	0,250	554,00	138,50	0,000
20	1.6.5.	Odvětrávací hlavice DN 110	ks	1,000	484,00	484,00	0,001
21	877260310	Montáž kolen na kanalizačním potrubí z PP nebo tvrdého PVC trub hladkých plnostěnných DN 110	kus	2,000	228,00	456,00	0,000
22	28611351	koleno kanalizační PVC KG 110x45°	kus	2,000	59,00	118,00	0,001
23	871353121	Montáž kanalizačního potrubí z PVC těsněné gumovým kroužkem otevřený výkop sklon do 20 % DN 200	m	0,940	177,00	166,38	0,000

Vytisknuto v školní verzi KROS 4

24	28611167	trubka kanalizační PVC DN 200x1000mm SN8	m	0,968	688,00	665,98	0,004
25	HZS4231	Osazení odvětrávací hlavice DN 200	hod	0,250	554,00	138,50	0,000
26	1.6.5.	Odvětrávací hlavice DN 200	ks	1,000	484,00	484,00	0,001
27	899722112	Krytí potrubí z plastů výstražnou fólií z PVC 25 cm	m	15,000	15,80	237,00	0,001
28	998276101	Přesun hmot pro trubní vedení z trub z plastických hmot otevřený výkop	t	0,034	1 090,00	37,06	0,000
	89	Dešťová kanalizace				58 538,45	0,177
29	897172111	Osazení akumulační nádrže a šachtové kopule pro akumulaci dešťových vod pod pochozí plochy a plochy zatížené osobními automobily objemu do 10 m3	m3	2,950	2 964,04	8 743,92	0,000
30	899121101	Osazení poklopů plastových ventilových	kus	1,000	335,00	335,00	0,000
31	1.6	akumulační nádrž Cristall 1600 + PE poklop + doprava	ks	1,000	17 119,00	17 119,00	0,080
32	1.6.11	Šachtová kopule s otvory pro nádrže iCristall + doprava	ks	1,000	8 971,00	8 971,00	0,014
33	HZS4231	Instalace ponorného čerpadla a filtračního koše do akumulační nádrže	hod	2,000	554,00	1 108,00	0,000
34	1.6.3	Ponorné čerpadlo - automatické tlakové Gardena 4700/2 automat + doprava	ks	1,000	6 507,00	6 507,00	0,012
35	1.6.2	Filtrační koš do nádrže Cristall, vč. závěsu + doprava	ks	1,000	3 949,00	3 949,00	0,006

Vytisknuto v školní verzi KROS 4

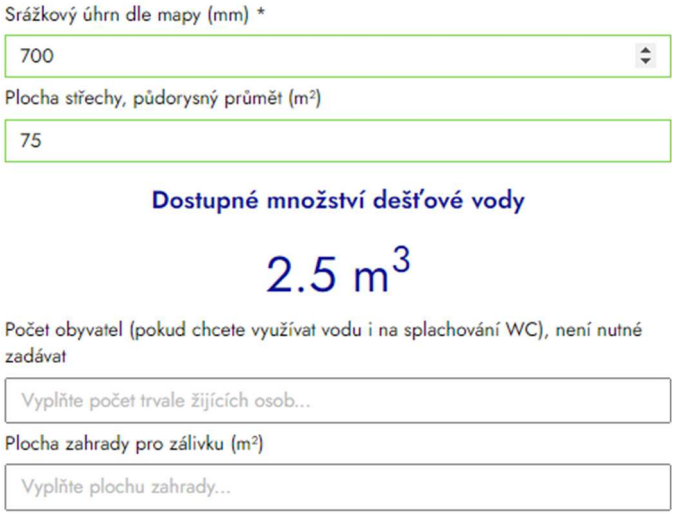
36	213141111	Zřízení vrstvy z geotextilie v rovině nebo ve sklonu do 1:5 š do 3 m	m2	21,732	23,10	502,01	0,002
37	69311080	geotextilie netkaná separační, ochranná, filtrační, drenážní PES 200g/m2	m2	25,742	23,70	610,09	0,005
38	897171111	Osazení vsakovacího tunelu pro vsakování dešťových vod pod pochozí plochy a plochy zatížené osobními automobily objemu do 10 m3	m3	2,448	555,76	1 360,50	0,000
39	1.6.4.	Vsakovací tunel Garantia 300 l + doprava	ks	5,000	1 660,00	8 300,00	0,055
40	1.6.4.1.	Zakončení vsakovacího tunelu Garantia (2 ks) + doprava	soubor	1,000	840,00	840,00	0,003
41	998276101	Přesun hmot pro trubní vedení z trub z plastických hmot otevřený výkop	t	0,177	1 090,00	192,93	0,000
		Celkem				247 100,44	47,159

Celkové náklady na výstavbu dešťové kanalizace pro objekt s odvodňovací plochou do 50 m² činí 247 100,44 Kč bez DPH.

6.2 Objekt s odvodňovací plochou 50 – 75 m²

Pro výpočet velikosti akumulační nádrže využiji online kalkulačku společnosti Dešťovka.eu. Prvním nezbytným údajem, který je třeba vyplnit, jsou již zmíněné průměrné srážky v milimetrech na metr čtvereční za rok.

Dalším vstupním údajem pro výpočet objemu akumulační nádrže je půdorysná plocha, která bude odvádět dešťovou vodu. U řešeného objektu se jedná pouze o půdorysnou **plochu střechy 75 m^2**. Tyto údaje vyplním do zmíněné online kalkulačky. Po zadání těchto údajů dostanu potřebný minimální objem nádrže (Obrázek 22).

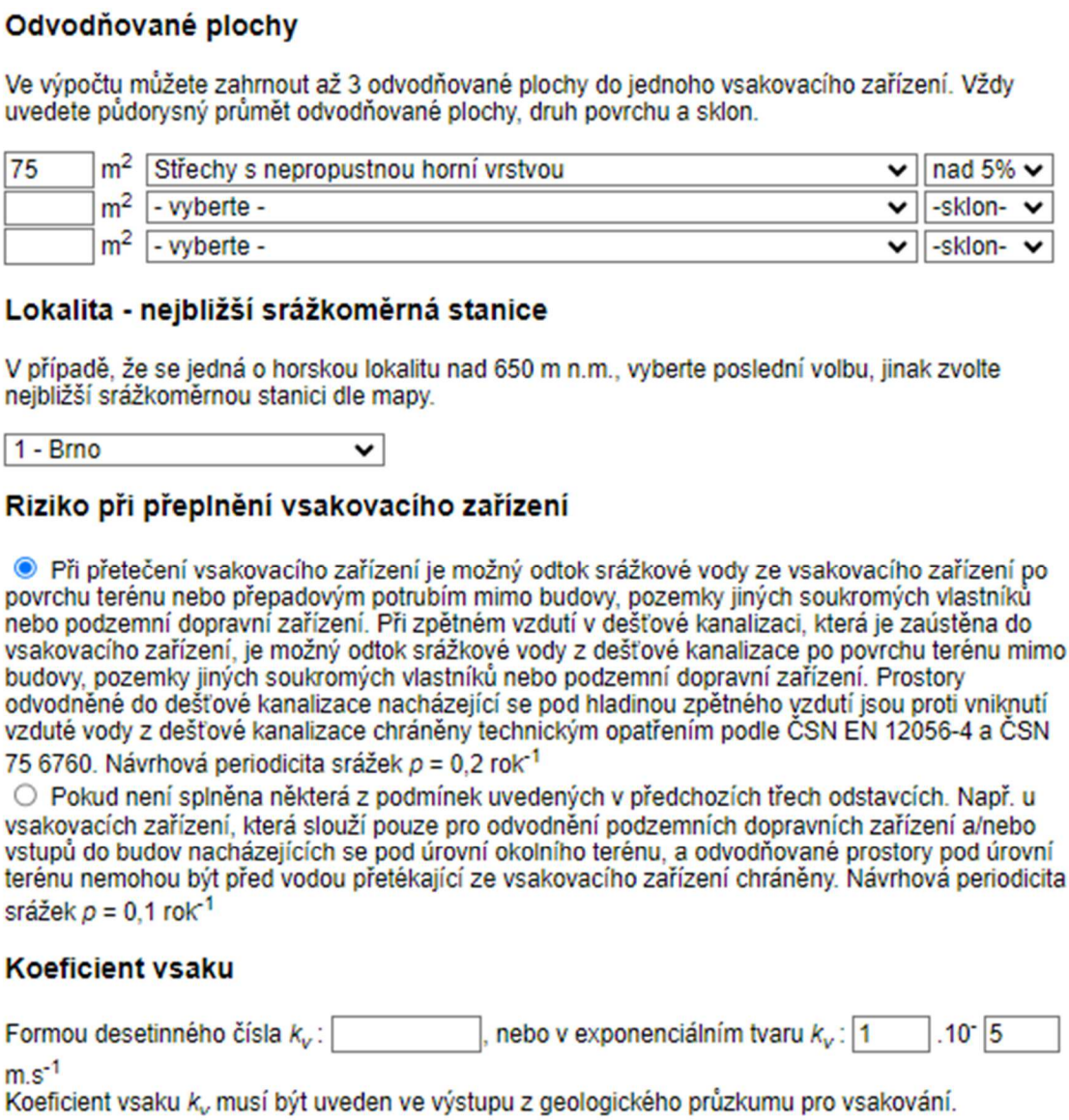


Obrázek 22 – Vyplněný formulář pro určení objemu podzemní nádrže na dešťovou vodu objektu do 75 m^2, zdroj: [46]

Další údaj, týkající se počtu obyvatel, je relevantní pouze v případě, že by dešťová voda byla využívána pro domácí potřeby. Vzhledem k tomu, že uvažuji využití akumulační nádrže pouze pro zavlažování zahrady, toto pole nevyplňuji. Pro účely zálivky je možné v posledním řádku formuláře ověřit minimální potřebu vody pro zavlažování. Je zřejmé, že potřebný **objem nádrže činí alespoň 2,5 m^3**. Po prozkoumání nabídky na trhu jsem zvolil **nádrž Cristall 2650**, která dokáže akumulovat 2,65 m^3 dešťové vody.

Obrázek 23 – Podzemní nádrž na vodu Cristall 2650, zdroj: [81]

Pro stanovení velikosti vsaku také využiji online kalkulačku společnosti Dešťovénádrže.cz. Pro navrhování vsakovacích tunelů je důležité určit odvodňovací plochy, a tedy **půdorysná plocha střechy** o velikosti **75 m²**. Vyplním také, že střecha má **nepropustnou horní vrstvu, sklon přes 5 % a nachází se v lokalitě Brno.** V části týkající se rizik při přeplnění vsakovacího zařízení vybíráme první variantu dle našich potencionálních ideálních podmínek. Posledním povinným údajem pro určení velikosti vsaku je **koeficient vsaku**, který jsem stanovil na **1x10^{-5} m/s** také dle potencionálních ideálních podmínek.



Obrázek 24 – Vyplněný formulář pro určení základních vlastností pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 75 m², zdroj: [49]

Z výpočtů na Obrázku 25 plyne, že **minimální velikost vsakovací plochy představuje 7,1 m² a objem vsakovacích tunelů 2,3 m³**. Je potřebné splnit oba tyto požadavky.

Návrhové a vypočítané údaje

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60 \qquad T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak} + Q_o}$$

A_{red}	75 m²	redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy
A_{vz}	0 m²	plocha hladiny vsakovacího zařízení (jen u povrchových vsakovacích zařízení)
Q_p	0 m³.s⁻¹	jiný přítok
p	0.2 rok⁻¹	periodicita srážek
k_v	0.00001000 m.s⁻¹	koeficient vsaku
f	2	součinitel bezpečnosti vsaku
Q_o	0 m³.s⁻¹	regulovaný odtok
A_{vsak}	**7.1 m²**	**velikost vsakovací plochy**
h_d	37.1 mm	návrhový úhrn srážek
t_c	240 min	doba trvání srážky
Q_{vsak}	0.0000357 m³.s⁻¹	vsakovaný odtok
V_{vz}	**2.3 m³**	**největší vypočtený retenční objem vsakovacího zařízení (návrhový objem)**
T_{pr}	**17.7 hod**	**doba prázdnění vsakovacího zařízení - VYHOVUJE**

Při výstavbě vsakovacího zařízení je bezpodmínečně nutné dodržet nejen čistý návrhový objem V_{vz}, ale současně také minimální velikost vsakovací plochy A_{vsak} !!!

Obrázek 25 – Požadavky pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 75 m², zdroj: [49]

Průzkumem na trhu se pro účely projektu ukázal jako nejvhodnější **vsakovací tunel Garantia 300 l** (Obrázek 21). Jak je již patrné z názvu, jeden vsakovací tunel pojme až 0,3 m³ vody, což vyžaduje spojení osmi takových tunelů, aby byl dosažen návrhový objem 2,3 m³. Vsakovací plocha bude zohledněna později ve výkresových podkladech.

Poslední dimenzovanou částí této dešťové kanalizace je potrubí. Prvním krokem tohoto vypočtu je stanovení množství dešťových odpadních vod Q_r podle Vzorce 1:

$$Q_r = i * A * c \quad [l/s] \qquad \textit{(Vzorec 1)} \text{ [45]}$$

Popis jednotlivých veličin je uveden v Tabulce 2, kde i = 0,03 [l/s*m2], A = 75 m² a c = 1,0 (ostatní střechy).

$$Q_r = 0{,}03 * 75 * 1{,}0 = 2{,}25\ l/s$$

Konkrétní dimenzi potrubí zjistíme podle Tabulky 9, kde v prvním sloupci (sklon) vyberu řádek se spádem plánovaného potrubí – uvažuji 1 %. Dále naleznu příslušný maximální průtok Q_{max} na daném řádku dle sklonu potrubí. Hledám nejbližší vyšší hodnotu ke spočítanému Q_r. Na základě těchto dvou údajů zjišťuji, že je vhodné použít DN 90, nicméně podle normy

ČSN 75 9010 je minimální průměr venkovního dešťového potrubí DN 100. A jelikož ve stavební praxi se více používá potrubí **DN 110**, volím tuto dimenzi.

Tabulka 9 – Určení dimenze potrubí podle sklonu a maximálního průtoku dešťových odpadních vod objektu do 75 m², zdroj: [45]

Sklon	DN 70		DN 90		DN 100		DN 125		DN 150		DN 200	
J [%]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]
1,0	1,7	0,6	2,5	0,7	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2
1,5	2,0	0,7	3,0	0,8	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5
2,0	2,4	0,9	3,5	1,0	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7
2,5	2,6	1,0	3,9	1,1	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6	37,6	1,9
3,0	2,9	1,1	4,3	1,2	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1
3,5	3,1	1,1	4,7	1,3	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2
4,0	3,3	1,2	5,0	1,4	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4
4,5	3,5	1,3	5,3	1,4	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5
5,0	3,7	1,4	5,6	1,5	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7

V tuto chvíli jsou všechny vstupní hodnoty pro návrh dešťové kanalizace zjištěny a je potřeba vypracovat výkresové podklady. Je důležité vycházet vždy z technických listů dodavatele. Všechny konkrétní rozměry a samotný projekt se nachází v Příloze 3.

Zvolil jsem vhodný prostor pro umístění akumulační nádrže, konkrétně 15 metrů od vnější zdi objektu. Rozměry výkopu byly stanoveny tak, aby byly minimálně o 500 mm větší než rozměry nádrže, což umožňuje vytvoření dostatečného pracovního prostoru pro instalaci nádrže a připojení všech potrubí. Hloubka výkopu byla určena s ohledem na tloušťku podkladní vrstvy a výšku otvorů pro potrubí, aby bylo zajištěno snadné napojení. Jako podkladní vrstva bylo použito drcené kamenivo hrubé frakce 16/64 o tloušťce 150 mm. Dle technického listu jsem určil správný typ zásypu drcené kamenivo hrubé frakce 8/16 a dále zeminu z této vykopané jámy.

Navrhl jsem také rýhu pro vedení vodorovného potrubí s připojením k akumulační nádrži. Je důležité umístit potrubí do nezámrzné hloubky (minimálně 800 mm pod povrchem). Návrh připojení vodorovného potrubí na lapač střešních splavenin a tím i na svislé potrubí objektu není součástí této práce. Veškeré vodorovné potrubí projektu bude podsypáno a zasypáno štěrkopískem frakce 0/4.

Dále bylo potřeba navrhnout výkop pro umístění vsakovacích tunelů, přičemž v tuto chvíli je důležité zohlednit již vypočítanou vsakovací plochu

(Obrázek 25). Dle mého návrhu se jedná o 19,4 m^2, což minimální požadovanou plochu převyšuje. Vsakovací tunely umístím do 2 řad po 4 kusech. Hloubka výkopu byla stanovena na základě výšky otvoru potrubí na akumulační nádrži pro snadné propojení. Dno jámy pro vsakování nemusí být ve stejné hloubce jako dno jámy pro nádrž. I zde byla jako podklad použita vrstva z drceného kameniva hrubé frakce 16/64 o tloušťce 150 mm, zásyp kamenivem hrubé frakce 8/16 a zemina z této vykopané jámy.

Nyní jsou navrženy všechny výkopové práce, zásypy a podkladní vrstvy, nádrž, vsakovací tunely i vodorovné potrubí od objektu. Je také nutné navrhnout zbývající potřebná potrubí, konkrétně mezi akumulační nádrží a vsakovacími tunely (stejné dimenze jako přívodní vodorovné potrubí) a odvětrávací potrubí pro obě tyto instalace, jak vyžaduje technický list. Dimenze těchto odvětrávacích potrubí je právě určena dodavatelem. Součástí návrhu jsou mimo jiné také potrubní spoje, jako jsou odbočky nebo kolena. Kromě potrubí je třeba navrhnout i geotextílii, která bude umístěna s přesahy ze všech stran okolo vsakovacích tunelů a také pro obalení všech svislých podzemní potrubí, aby se zabránilo jejich poškození.

Návrh dále zahrnuje šachtovou kopuli na nádrž, ponorné čerpadlo, filtrační koš do nádrže a zakončovací prvky pro vsakovací tunely, které nejsou zahrnuty v základní ceně těchto tunelů. V Tabulce 10 je uveden seznam navrženého sortimentu dešťové kanalizace, včetně pořizovací ceny (cena pořízení + náklady s tím spojené).

Tabulka 10 – Seznam navrženého sortimentu dešťové kanalizace pro objekt do 75 m^2, včetně pořizovací ceny, zdroj: vlastní zpracování

Název sortimentu dešťové kanalizace	Pořizovací cena
Akumulační nádrž Cristall 2650 + PE poklop	24 333 Kč
Šachtová kopule s otvory pro nádrž Cristall	8 971 Kč
Vsakovací tunel Garantia 300 l	1 660 Kč
Zakončovací prvek vsakovacího tunelu Garantia 300 l [2 ks]	840 Kč
Ponorné čerpadlo, automatické a tlakové	6 507 Kč
Filtrační koš do nádrže Cristall, včetně závěsu	3 949 Kč
Netkaná separační geotextilie 200 g/m^2	23,7 Kč/m^2

Nyní máme všechny potřebné informace k určení nákladů na výstavbu zjištěny. Ke stanovení těchto nákladů jsem využil program Kros 4 a vypracoval položkový rozpočet (Tabulka 11) na základě vypracovaného

výkresu projektu a pořizovacích cen sortimentu dešťové kanalizace. Tento položkový rozpočet i s výkazem výměr je k dispozici v Příloze 4.

Tabulka 11 – Položkový rozpočet dešťové kanalizace pro objekt do 75 m², zdroj: vlastní zpracování

ROZPOČET

Stavba: Dešťová kanalizace
Objekt: 50 - 75 m2

Objednatel:
Zhotovitel:
Místo:

Zpracoval: Jaroslav Rubáč
Datum: 22. 11. 2023

Č.	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem	Hmotnost celkem
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
	HSV	**Dešťová kanalizace**				**294 845,28**	**52,955**
	1	**Zemní práce**				**207 922,85**	**52,674**
1	131251102	Hloubení jam nezapažených v hornině třídy těžitelnosti I skupiny 3 objem do 50 m3 strojně	m3	41,625	455,00	18 939,38	0,000
2	132251102	Hloubení rýh nezapažených š do 800 mm v hornině třídy těžitelnosti I skupiny 3 objem do 50 m3 strojně	m3	4,245	838,00	3 557,31	0,000
3	151201201	Zřízení zátažného pažení stěn výkopu hl do 4 m	m2	39,760	250,00	9 940,00	0,059
4	151201211	Odstranění pažení stěn zátažného hl do 4 m	m2	39,760	72,90	2 898,50	0,000
5	162251102	Vodorovné přemístění přes 20 do 50 m výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3	m3	57,314	46,20	2 647,91	0,000
6	171251201	Uložení sypaniny na skládky nebo meziskládky	m3	34,426	20,80	716,06	0,000
7	167151101	Nakládání výkopku z hornin třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3 do 100 m3	m3	45,870	162,00	7 430,94	0,000
8	162751117	Vodorovné přemístění přes 9 000 do 10000 m výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3	m3	34,426	282,00	9 708,13	0,000
9	162751119	Příplatek k vodorovnému přemístění výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3 ZKD 1000 m přes 10000 m	m3	34,426	21,00	722,95	0,000
10	171201221	Poplatek za uložení na skládce (skládkovné) zeminy a kamení kód odpadu 17 05 04	t	68,852	1 550,00	106 720,60	0,000
11	213311113	Polštáře zhutněné pod základy z kameniva drceného frakce 16 až 63 mm	m3	3,984	1 790,00	7 131,36	8,605
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
12	451572111	Lože pod potrubí otevřený výkop z kameniva drobného těženého	m3	0,450	1 720,00	774,00	0,000
13	175151101	Obsypání potrubí strojně sypaninou bez prohození, uloženou do 3 m	m3	3,698	228,00	843,14	0,000
14	*58337310*	*štěrkopísek frakce 0/4*	*t*	*6,163*	*420,00*	*2 588,46*	*6,163*
15	174111101	Zásyp jam, šachet rýh nebo kolem objektů sypaninou se zhutněním ručně	m3	30,369	255,46	7 758,06	0,000
16	*58343872*	*kamenivo drcené hrubé frakce 8/16*	*t*	*37,846*	*675,00*	*25 546,05*	*37,846*
	8	**Trubní vedení**				**10 846,80**	**0,043**
17	871263121	Montáž kanalizačního potrubí z PVC těsněné gumovým kroužkem otevřený výkop sklon do 20 % DN 110	m	19,400	91,30	1 771,22	0,000
18	*28611113*	*trubka kanalizační PVC DN 110x1000mm SN4*	*m*	*19,982*	*168,00*	*3 356,98*	*0,028*
19	HZS4231	Osazení odvětrčávací hlavice DN 110	hod	0,250	554,00	138,50	0,000
20	*1.6.5.*	*Odvětrávací hlavice DN 110*	*ks*	*1,000*	*484,00*	*484,00*	*0,001*
21	877260310	Montáž kolen na kanalizačním potrubí z PP nebo tvrdého PVC trub hladkých plnostěnných DN 110	kus	5,000	228,00	1 140,00	0,000
22	*28611351*	*koleno kanalizační PVC KG 110x45°*	*kus*	*5,000*	*59,00*	*295,00*	*0,001*
23	877260320	Montáž odboček na kanalizačním potrubí z PP nebo tvrdého PVC trub hladkých plnostěnných DN 110	kus	1,000	394,00	394,00	0,000
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
24	*28611908*	*odbočka kanalizační plastová PP s hrdlem KG 110/110/45°*	*kus*	*1,000*	*212,00*	*212,00*	*0,001*

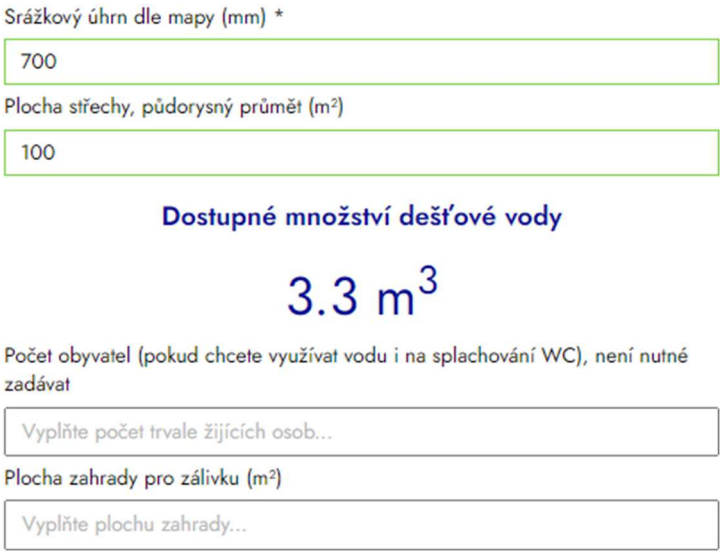
Č.	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem	Hmotnost celkem
25	871353121	Montáž kanalizačního potrubí z PVC těsněné gumovým kroužkem otevřený výkop sklon do 20 % DN 200	m	1,880	177,00	332,76	0,000
26	*28611167*	*trubka kanalizační PVC DN 200x1000mm SN8*	*m*	*1,936*	*688,00*	*1 331,97*	*0,008*
27	HZS4231	Osazení odvětrávací hlavice DN 200	hod	0,250	554,00	138,50	0,000
28	*1.6.5.*	*Odvětrávací hlavice DN 200*	*ks*	*2,000*	*484,00*	*968,00*	*0,002*
29	899722112	Krytí potrubí z plastů výstražnou fólií z PVC 25 cm	m	15,000	15,80	237,00	0,001
30	998276101	Přesun hmot pro trubní vedení z trub z plastických hmot otevřený výkop	t	0,043	1 090,00	46,87	0,000
	89	**Dešťová kanalizace**				**76 075,63**	**0,239**
31	897172111	Osazení akumulační nádrže a šachtové kopule pro akumulacii dešťových vod pod pochozí plochy a plochy zatížené osobními automobily objemu do 10 m3	m3	3,900	2 964,04	11 559,76	0,000
32	899121101	Osazení poklopů plastových ventilových	kus	1,000	335,00	335,00	0,000
33	*1.6*	*akumulační nádrž Cristall 2650 + PE poklop + doprava*	*ks*	*1,000*	*24 333,00*	*24 333,00*	*0,100*
34	*1.6.11*	*Šachtová kopule s otvory pro nádrže Cristall + doprava*	*ks*	*1,000*	*8 971,00*	*8 971,00*	*0,014*
35	HZS4231	Instalace ponorného čerpadla a filtračního koše do akumulační nádrže	hod	2,000	554,00	1 108,00	0,000
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
36	*1.6.3*	*Ponorné čerpadlo - automatické tlakové Gardena 4700/2 automat + doprava*	*ks*	*1,000*	*6 507,00*	*6 507,00*	*0,012*
37	*1.6.2*	*Filtrační koš do nádrže Cristall, vč. závěsu + doprava*	*ks*	*1,000*	*3 949,00*	*3 949,00*	*0,006*
38	213141111	Zřízení vrstvy z geotextilie v rovině nebo ve sklonu do 1:5 š do 3 m	m2	37,431	23,10	864,66	0,004
39	*69311080*	*geotextilie netkaná separační, ochranná, filtrační, drenážní PES 200g/m2*	*m2*	*44,337*	*23,70*	*1 050,79*	*0,009*
40	897171111	Osazení vsakovacího tunelu pro vsakování dešťových vod pod pochozí plochy a plochy zatížené osobními automobily objemu do 10 m3	m3	3,917	555,76	2 176,91	0,000
41	*1.6.4.*	*Vsakovací tunel Garantia 300 l + doprava*	*ks*	*8,000*	*1 660,00*	*13 280,00*	*0,088*
42	*1.6.4.1.*	*Zakončení vsakovacího tunelu Garantia (2 ks) + doprava*	*soubor*	*2,000*	*840,00*	*1 680,00*	*0,006*
43	998276101	Přesun hmot pro trubní vedení z trub z plastických hmot otevřený výkop	t	0,239	1 090,00	260,51	0,000
		Celkem				**294 845,28**	**52,955**

Celkové náklady na výstavbu dešťové kanalizace pro objekt s odvodňovací plochou do 75 m^2 činí 294 845,28 Kč bez DPH.

6.3 Objekt s odvodňovací plochou 75 – 100 m^2

Pro výpočet velikosti akumulační nádrže využiji online kalkulačku společnosti Dešťovka.eu. Prvním nezbytným údajem, který je třeba vyplnit, jsou již zmíněné průměrné srážky v milimetrech na metr čtvereční za rok.

Dalším vstupním údajem pro výpočet objemu akumulační nádrže je půdorysná plocha, která bude odvádět dešťovou vodu. U řešeného objektu se jedná pouze o půdorysnou **plochu střechy 100 m^2**. Tyto údaje vyplním do zmíněné online kalkulačky. Po zadání těchto údajů dostanu potřebný minimální objem nádrže (Obrázek 26).

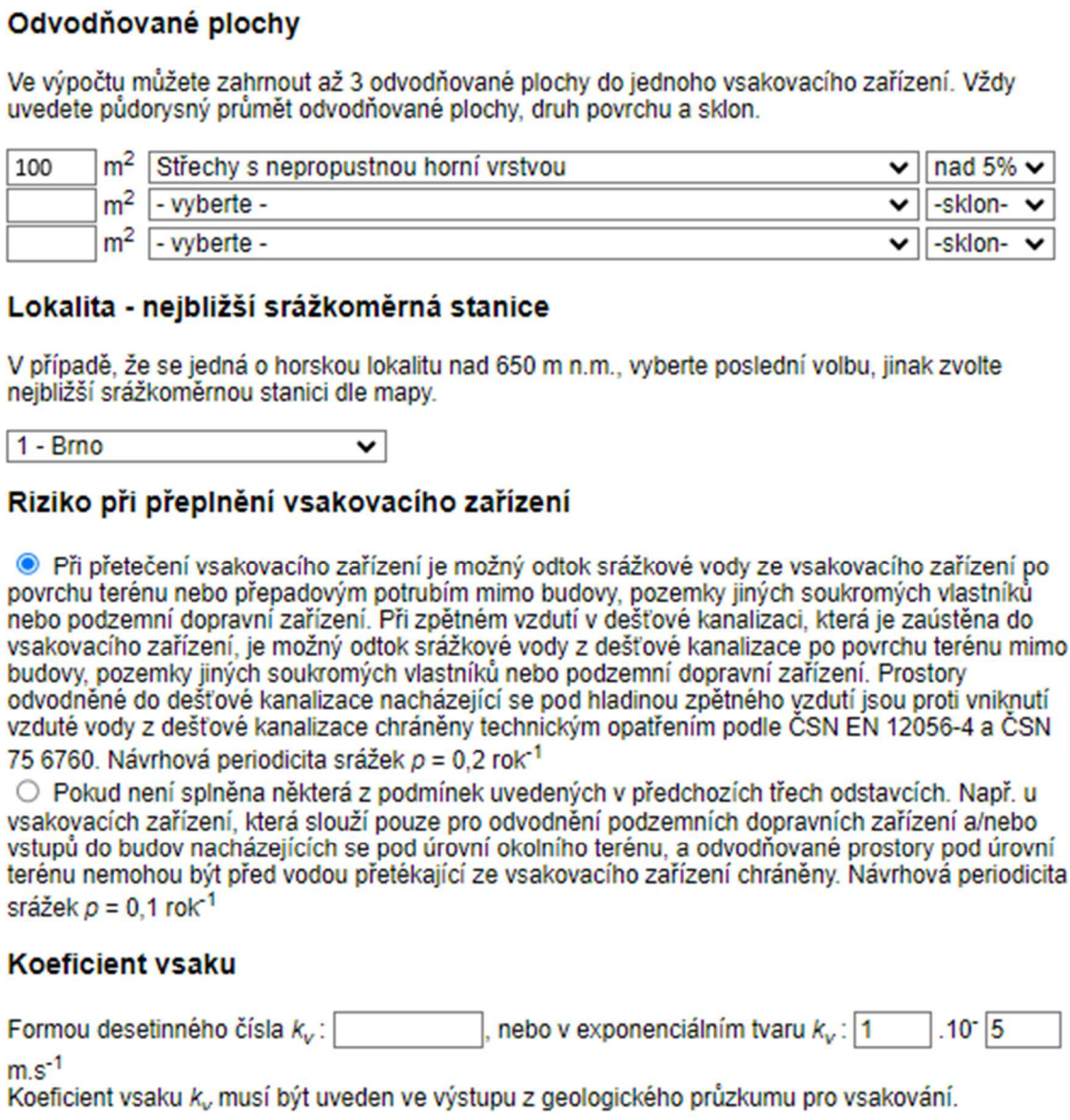


Obrázek 26 – Vyplněný formulář pro určení objemu podzemní nádrže na dešťovou vodu objektu do 100 m^2, zdroj: [46]

Další údaj, týkající se počtu obyvatel, je relevantní pouze v případě, že by dešťová voda byla využívána pro domácí potřeby. Vzhledem k tomu, že uvažuji využití akumulační nádrže pouze pro zavlažování zahrady, toto pole nevyplňuji. Pro účely zálivky je možné v posledním řádku formuláře ověřit minimální potřebu vody pro zavlažování. Je zřejmé, že potřebný **objem nádrže činí alespoň 3,3 m^3**. Po prozkoumání nabídky na trhu jsem zvolil **nádrž Eco 3,3 m^3**, která, jak již její název vypovídá, dokáže akumulovat 3,3 m^3 dešťové vody.

Obrázek 27 – Podzemní nádrž na vodu Eco 3,3 m^3, zdroj: [82]

Pro stanovení velikosti vsaku také využiji online kalkulačku společnosti Dešťovénádrže.cz. Pro navrhování vsakovacích tunelů je důležité určit odvodňovací plochy, a tedy **půdorysná plocha střechy** o velikosti **100 m^2**. Vyplním také, že střecha má **nepropustnou horní vrstvu, sklon přes 5 % a nachází se v lokalitě Brno.** V části týkající se rizik při přeplnění vsakovacího zařízení vybíráme první variantu dle našich potencionálních ideálních podmínek. Posledním povinným údajem pro určení velikosti vsaku je **koeficient vsaku**, který jsem stanovil na **1x10^{-5} m/s** také dle potencionálních ideálních podmínek.



Obrázek 28 – Vyplněný formulář pro určení základních vlastností pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 100 m^2, zdroj: [49]

Z výpočtů na Obrázku 29 plyne, že **minimální velikost vsakovací plochy představuje 9,5 m² a objem vsakovacích tunelů 3,0 m³**. Je potřebné splnit oba tyto požadavky.

Návrhové a vypočítané údaje

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60 \qquad T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak} + Q_o}$$

A_{red}	100 m²	redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy
A_{vz}	0 m²	plocha hladiny vsakovacího zařízení (jen u povrchových vsakovacích zařízení)
Q_p	0 m³.s⁻¹	jiný přítok
p	0.2 rok⁻¹	periodicita srážek
k_v	0.00001000 m.s⁻¹	koeficient vsaku
f	2	součinitel bezpečnosti vsaku
Q_o	0 m³.s⁻¹	regulovaný odtok
A_{vsak}	**9.5 m²**	**velikost vsakovací plochy**
h_d	37.1 mm	návrhový úhrn srážek
t_c	240 min	doba trvání srážky
Q_{vsak}	0.0000476 m³.s⁻¹	vsakovaný odtok
V_{vz}	**3 m³**	**největší vypočtený retenční objem vsakovacího zařízení (návrhový objem)**
T_{pr}	**17.7 hod**	**doba prázdnění vsakovacího zařízení - VYHOVUJE**

Při výstavbě vsakovacího zařízení je bezpodmínečně nutné dodržet nejen čistý návrhový objem V_{vz}, ale současně také minimální velikost vsakovací plochy A_{vsak} !!!

Obrázek 29 – Požadavky pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 100 m², zdroj: [49]

Průzkumem na trhu se pro účely projektu ukázal jako nejvhodnější **vsakovací tunel Garantia 300 l** (Obrázek 21). Jak je již patrné z názvu, jeden vsakovací tunel pojme až 0,3 m³ vody, což vyžaduje spojení deseti takových tunelů, aby byl dosažen návrhový objem 3,0 m³. Vsakovací plocha bude zohledněna později ve výkresových podkladech.

Poslední dimenzovanou částí této dešťové kanalizace je potrubí. Prvním krokem tohoto vypočtu je stanovení množství dešťových odpadních vod Q_r podle Vzorce 1:

$$Q_r = i * A * c \quad [l/s] \qquad \textit{(Vzorec 1)} \text{ [45]}$$

Popis jednotlivých veličin je uveden v Tabulce 2, kde i = 0,03 [l/s*m2], A = 100 m² a c = 1,0 (ostatní střechy).

$$Q_r = 0{,}03 * 100 * 1{,}0 = 3{,}0\ l/s$$

Konkrétní dimenzi potrubí zjistíme podle Tabulky 12, kde v prvním sloupci (sklon) vyberu řádek se spádem plánovaného potrubí – uvažuji 1 %.

Dále naleznu příslušný maximální průtok Q_{max} na daném řádku dle sklonu potrubí. Hledám nejbližší vyšší hodnotu ke spočítanému Q_r. Na základě těchto dvou údajů zjišťuji, že je vhodné použít DN 100. A jelikož ve stavební praxi se více používá potrubí **DN 110**, volím tuto dimenzi.

Tabulka 12 – Určení dimenze potrubí podle sklonu a maximálního průtoku dešťových odpadních vod objektu do 100 m², zdroj: [45]

Sklon	DN 70		DN 90		DN 100		DN 125		DN 150		DN 200	
J [%]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]
1,0	1,7	0,6	2,5	0,7	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2
1,5	2,0	0,7	3,0	0,8	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5
2,0	2,4	0,9	3,5	1,0	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7
2,5	2,6	1,0	3,9	1,1	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6	37,6	1,9
3,0	2,9	1,1	4,3	1,2	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1
3,5	3,1	1,1	4,7	1,3	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2
4,0	3,3	1,2	5,0	1,4	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4
4,5	3,5	1,3	5,3	1,4	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5
5,0	3,7	1,4	5,6	1,5	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7

V tuto chvíli jsou všechny vstupní hodnoty pro návrh dešťové kanalizace zjištěny a je potřeba vypracovat výkresové podklady. Je důležité vycházet vždy z technických listů dodavatele. Všechny konkrétní rozměry a samotný projekt se nachází v Příloze 5.

Zvolil jsem vhodný prostor pro umístění akumulační nádrže, konkrétně 15 metrů od vnější zdi objektu. Rozměry výkopu byly stanoveny tak, aby byly minimálně o 500 mm větší než rozměry nádrže, což umožňuje vytvoření dostatečného pracovního prostoru pro instalaci nádrže a připojení všech potrubí. Hloubka výkopu byla určena s ohledem na tloušťku podkladní vrstvy a výšku otvorů pro potrubí, aby bylo zajištěno snadné napojení. Jako podkladní vrstva bylo použito drcené kamenivo hrubé frakce 16/64 o tloušťce 200 mm. Dle technického listu jsem určil správný typ zásypu drcené kamenivo hrubé frakce 8/16 a dále zeminu z této vykopané jámy.

Navrhl jsem také rýhu pro vedení vodorovného potrubí s připojením k akumulační nádrži. Je důležité umístit potrubí do nezámrzné hloubky (minimálně 800 mm pod povrchem). Návrh připojení vodorovného potrubí na lapač střešních splavenin a tím i na svislé potrubí objektu není součástí této práce. Veškeré vodorovné potrubí projektu bude podsypáno a zasypáno štěrkopískem frakce 0/4.

Dále bylo potřeba navrhnout výkop pro umístění vsakovacích tunelů, přičemž v tuto chvíli je důležité zohlednit již vypočítanou vsakovací plochu (Obrázek 29). Dle mého návrhu se jedná o 24,2 m^2, což minimální požadovanou plochu převyšuje. Vsakovací tunely umístím do 2 řad po 5 kusech. Hloubka výkopu byla stanovena na základě výšky otvoru potrubí na akumulační nádrži pro snadné propojení. Dno jámy pro vsakování nemusí být ve stejné hloubce jako dno jámy pro nádrž. I zde byla jako podklad použita vrstva z drceného kameniva hrubé frakce 16/64 o tloušťce 150 mm, zásyp kamenivem hrubé frakce 8/16 a zemina z této vykopané jámy.

Nyní jsou navrženy všechny výkopové práce, zásypy a podkladní vrstvy, nádrž, vsakovací tunely i vodorovné potrubí od objektu. Je také nutné navrhnout zbývající potřebná potrubí, konkrétně mezi akumulační nádrží a vsakovacími tunely (stejné dimenze jako přívodní vodorovné potrubí). Součástí návrhu jsou mimo jiné také potrubní spoje, jako jsou odbočky nebo kolena. Kromě potrubí je třeba navrhnout i geotextílii, která bude umístěna s přesahy ze všech stran okolo vsakovacích tunelů a také pro obalení všech svislých podzemní potrubí, aby se zabránilo jejich poškození.

Návrh dále zahrnuje ponorné čerpadlo, filtrační koš do nádrže a zakončovací prvky pro vsakovací tunely, které nejsou zahrnuty v základní ceně těchto tunelů. V Tabulce 13 je uveden seznam navrženého sortimentu dešťové kanalizace, včetně pořizovací ceny (cena pořízení + náklady s tím spojené).

Tabulka 13 – Seznam navrženého sortimentu dešťové kanalizace pro objekt do 100 m^2, včetně pořizovací ceny, zdroj: vlastní zpracování

Název sortimentu dešťové kanalizace	Pořizovací cena
Akumulační nádrž Eco 3,3 m^3 včetně kopule + PE poklop	23 470 Kč
Vsakovací tunel Garantia 300 l	1 660 Kč
Zakončovací prvek vsakovacího tunelu Garantia 300 l [2 ks]	840 Kč
Ponorné čerpadlo, automatické a tlakové	6 507 Kč
Filtrační koš MD	3 349 Kč
Netkaná separační geotextilie 200 g/m^2	23,7 Kč/m^2

Nyní máme všechny potřebné informace k určení nákladů na výstavbu zjištěny. Ke stanovení těchto nákladů jsem využil program Kros 4 a vypracoval položkový rozpočet (Tabulka 14) na základě vypracovaného

výkresu projektu a pořizovacích cen sortimentu dešťové kanalizace. Tento položkový rozpočet i s výkazem výměr je k dispozici v Příloze 6.

Tabulka 14 – Položkový rozpočet dešťové kanalizace pro objekt do 100 m^2, zdroj: vlastní zpracování

ROZPOČET

Stavba: Dešťová kanalizace
Objekt: 75 - 100 m2

Objednatel:
Zhotovitel: Zpracoval: Jaroslav Rubáč
Místo: Datum: 4. 12. 2023

Č.	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem	Hmotnost celkem
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
	HSV	**Dešťová kanalizace**				**330 113,70**	**65,569**
	1	**Zemní práce**				**245 528,18**	**65,248**
1	131251102	Hloubení jam nezapažených v hornině třídy těžitelnosti I skupiny 3 objem do 50 m3 strojně	m3	45,437	455,00	20 673,84	0,000
2	132251102	Hloubení rýh nezapažených š do 800 mm v hornině třídy těžitelnosti I skupiny 3 objem do 50 m3 strojně	m3	4,350	838,00	3 645,30	0,000
3	151201201	Zřízení zátažného pažení stěn výkopu hl do 4 m	m2	17,469	250,00	4 367,25	0,026
4	151201211	Odstranění pažení stěn zátažného hl do 4 m	m2	17,469	72,90	1 273,49	0,000
5	162251102	Vodorovné přemístění přes 20 do 50 m výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3	m3	55,316	46,20	2 555,60	0,000
6	171251201	Uložení sypaniny na skládky nebo meziskládky	m3	44,258	20,80	920,57	0,000
7	167151101	Nakládání výkopku z hornin třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3 do 100 m3	m3	49,787	162,00	8 065,49	0,000
8	162751117	Vodorovné přemístění přes 9 000 do 10000 m výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3	m3	44,258	282,00	12 480,76	0,000
9	162751119	Příplatek k vodorovnému přemístění výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3 ZKD 1000 m přes 10000 m	m3	44,258	21,00	929,42	0,000
10	171201221	Poplatek za uložení na skládce (skládkovné) zeminy a kamení kód odpadu 17 05 04	t	88,516	1 550,00	137 199,80	0,000
11	213311113	Polštáře zhutněné pod základy z kameniva drceného frakce 16 až 63 mm	m3	5,294	1 790,00	9 476,26	11,435
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
12	451572111	Lože pod potrubí otevřený výkop z kameniva drobného těženého	m3	0,474	1 720,00	815,28	0,000
13	175151101	Obsypání potrubí strojně sypaninou bez prohození, uloženou do 3 m	m3	3,947	228,00	899,92	0,000
14	*58337310*	*štěrkopísek frakce 0/4*	*t*	*6,578*	*420,00*	*2 762,76*	*6,578*
15	174111101	Zásyp jam, šachet rýh nebo kolem objektů sypaninou se zhutněním ručně	m3	29,736	255,46	7 596,36	0,000
16	*58343872*	*kamenivo drcené hrubé frakce 8/16*	*t*	*47,209*	*675,00*	*31 866,08*	*47,209*
	8	**Trubní vedení**				**10 199,96**	**0,039**
17	871263121	Montáž kanalizačního potrubí z PVC těsněné gumovým kroužkem otevřený výkop sklon do 20 % DN 110	m	18,760	91,30	1 712,79	0,000
18	*28611113*	*trubka kanalizační PVC DN 110x1000mm SN4*	*m*	*19,323*	*168,00*	*3 246,26*	*0,027*
19	877260310	Montáž kolen na kanalizačním potrubí z PP nebo tvrdého PVC trub hladkých plnostěnných DN 110	kus	7,000	228,00	1 596,00	0,000
20	*28611351*	*koleno kanalizační PVC KG 110x45°*	*kus*	*7,000*	*59,00*	*413,00*	*0,002*
21	877260320	Montáž odboček na kanalizačním potrubí z PP nebo tvrdého PVC trub hladkých plnostěnných DN 110	kus	1,000	394,00	394,00	0,000
22	*28611908*	*odbočka kanalizační plastová PP s hrdlem KG 110/110/45°*	*kus*	*1,000*	*212,00*	*212,00*	*0,001*
23	871353121	Montáž kanalizačního potrubí z PVC těsněné gumovým kroužkem otevřený výkop sklon do 20 % DN 200	m	1,400	177,00	247,80	0,000
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
24	*28611167*	*trubka kanalizační PVC DN 200x1000mm SN8*	*m*	*1,442*	*688,00*	*992,10*	*0,006*

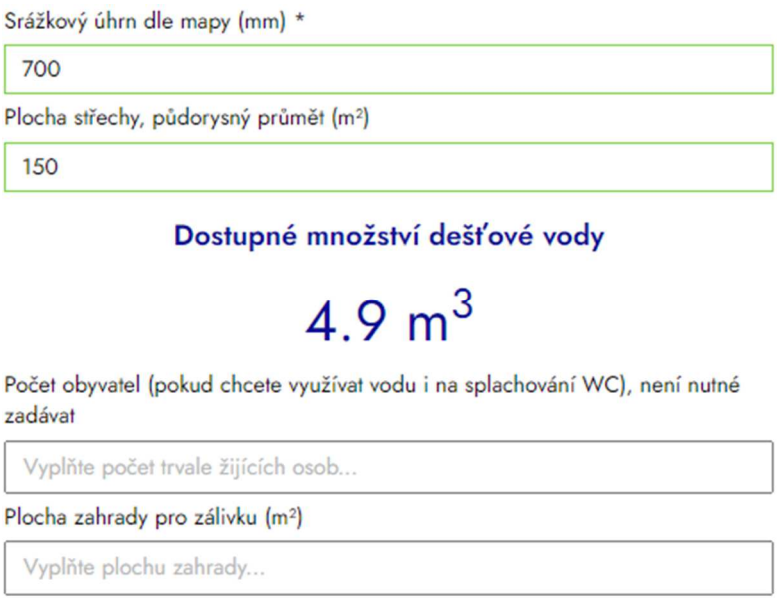
Č.	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem	Hmotnost celkem
25	HZS4231	Osazení odvětrávací hlavice DN 200	hod	0,250	554,00	138,50	0,000
26	*1.6.5.*	*Odvětrávací hlavice DN 200*	*ks*	*2,000*	*484,00*	*968,00*	*0,002*
27	899722112	Krytí potrubí z plastů výstražnou fólií z PVC 25 cm	m	15,000	15,80	237,00	0,001
28	998276101	Přesun hmot pro trubní vedení z trub z plastických hmot otevřený výkop	t	0,039	1 090,00	42,51	0,000
	89	**Dešťová kanalizace**				**74 385,56**	**0,282**
29	897172111	Osazení akumulační nádrže (včetně šachtové kopule) pro akumulacii dešťových vod pod pochozí plochy a plochy zatížené osobními automobily objemu do 10 m3	m3	5,400	2 964,04	16 005,82	0,000
30	899121101	Osazení poklopů plastových ventilových	kus	1,000	335,00	335,00	0,000
31	*1.6*	*akumulační nádrž (včetně kopule) Eco 3,3 m3 + poklop + doprava*	*ks*	*1,000*	*23 470,00*	*23 470,00*	*0,136*
32	HZS4231	Instalace ponorného čerpadla a filtračního koše do akumulační nádrže	hod	2,000	554,00	1 108,00	0,000
33	*1.6.3*	*Ponorné čerpadlo - automatické tlakové Gardena 4700/2 automat + doprava*	*ks*	*1,000*	*6 507,00*	*6 507,00*	*0,012*
34	*1.6.2*	*Filtrační koš MD + doprava*	*ks*	*1,000*	*3 349,00*	*3 349,00*	*0,003*
35	213141111	Zřízení vrstvy z geotextilie v rovině nebo ve sklonu do 1:5 š do 3 m	m2	44,992	23,10	1 039,32	0,004
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
36	*69311080*	*geotextilie netkaná separační, ochranná, filtrační, drenážní PES 200g/m2*	*m2*	*53,293*	*23,70*	*1 263,04*	*0,011*
37	897171111	Osazení vsakovacího tunelu pro vsakování dešťových vod pod pochozí plochy a plochy zatížené osobními automobily objemu do 10 m3	m3	4,896	555,76	2 721,00	0,000
38	*1.6.4.*	*Vsakovací tunel Garantia 300 l + doprava*	*ks*	*10,000*	*1 660,00*	*16 600,00*	*0,110*
39	*1.6.4.1.*	*Zakončení vsakovacího tunelu Garantia (2 ks) + doprava*	*soubor*	*2,000*	*840,00*	*1 680,00*	*0,006*
40	998276101	Přesun hmot pro trubní vedení z trub z plastických hmot otevřený výkop	t	0,282	1 090,00	307,38	0,000
		Celkem				**330 113,70**	**65,569**

Celkové náklady na výstavbu dešťové kanalizace pro objekt s odvodňovací plochou do 100 m² činí 330 113,70 Kč bez DPH.

6.4 Objekt s odvodňovací plochou 100 – 150 m²

Pro výpočet velikosti akumulační nádrže využiji online kalkulačku společnosti Dešťovka.eu. Prvním nezbytným údajem, který je třeba vyplnit, jsou již zmíněné průměrné srážky v milimetrech na metr čtvereční za rok.

Dalším vstupním údajem pro výpočet objemu akumulační nádrže je půdorysná plocha, která bude odvádět dešťovou vodu. U řešeného objektu se jedná pouze o půdorysnou **plochu střechy 150 m²**. Tyto údaje vyplním do zmíněné online kalkulačky. Po zadání těchto údajů dostanu potřebný minimální objem nádrže (Obrázek 30).

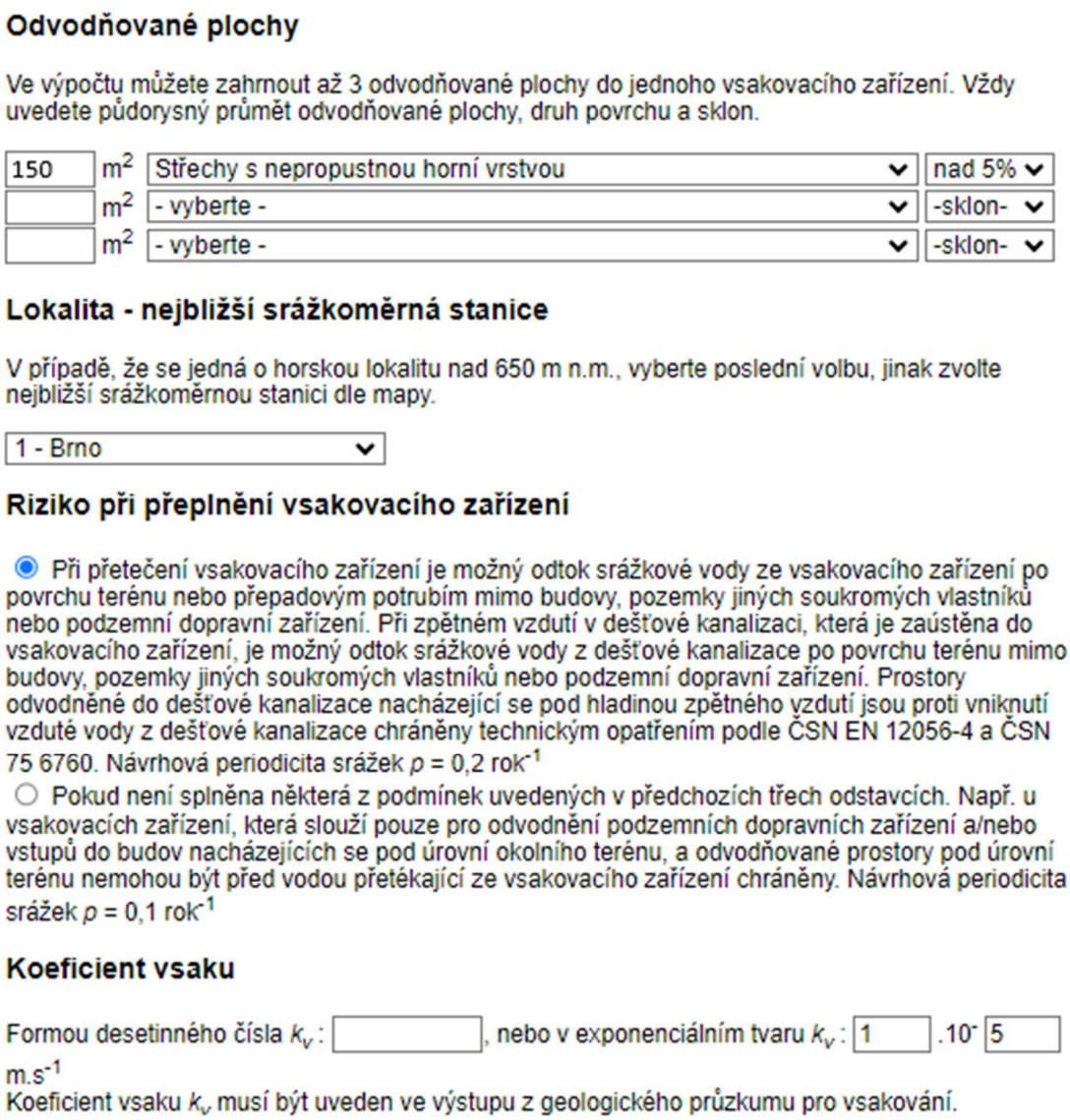


Obrázek 30 – Vyplněný formulář pro určení objemu podzemní nádrže na dešťovou vodu objektu do 150 m², zdroj: [46]

Další údaj, týkající se počtu obyvatel, je relevantní pouze v případě, že by dešťová voda byla využívána pro domácí potřeby. Vzhledem k tomu, že uvažuji využití akumulační nádrže pouze pro zavlažování zahrady, toto pole nevyplňuji. Pro účely zálivky je možné v posledním řádku formuláře ověřit minimální potřebu vody pro zavlažování. Je zřejmé, že potřebný **objem nádrže činí alespoň 4,9 m³**. Po prozkoumání nabídky na trhu jsem zvolil **nádrž Eco 5000 l**, která, jak již její název vypovídá, dokáže akumulovat 5 m³ dešťové vody.

Obrázek 31 – Podzemní nádrž na vodu Eco 5000 l, zdroj: [83]

Pro stanovení velikosti vsaku také využiji online kalkulačku společnosti Dešťovénádrže.cz. Pro navrhování vsakovacích tunelů je důležité určit odvodňovací plochy, a tedy **půdorysná plocha střechy** o velikosti **150 m^2**. Vyplním také, že střecha má **nepropustnou horní vrstvu, sklon přes 5 % a nachází se v lokalitě Brno.** V části týkající se rizik při přeplnění vsakovacího zařízení vybíráme první variantu dle našich potencionálních ideálních podmínek. Posledním povinným údajem pro určení velikosti vsaku je **koeficient vsaku**, který jsem stanovil na **1x10^{-5} m/s** také dle potencionálních ideálních podmínek.



Obrázek 32 – Vyplněný formulář pro určení základních vlastností pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 150 m^2, zdroj: [49]

Z výpočtů na Obrázku 33 plyne, že **minimální velikost vsakovací plochy představuje 14,3 m² a objem vsakovacích tunelů 4,5 m³**. Je potřebné splnit oba tyto požadavky.

Návrhové a vypočítané údaje

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60 \qquad T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak} + Q_o}$$

A_{red}	150 m²	redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy
A_{vz}	0 m²	plocha hladiny vsakovacího zařízení (jen u povrchových vsakovacích zařízení)
Q_p	0 m³.s⁻¹	jiný přítok
p	0.2 rok⁻¹	periodicita srážek
k_v	0.00001000 m.s⁻¹	koeficient vsaku
f	2	součinitel bezpečnosti vsaku
Q_o	0 m³.s⁻¹	regulovaný odtok
A_{vsak}	**14.3 m²**	**velikost vsakovací plochy**
h_d	37.1 mm	návrhový úhrn srážek
t_c	240 min	doba trvání srážky
Q_{vsak}	0.0000713 m³.s⁻¹	vsakovaný odtok
V_{vz}	**4.5 m³**	**největší vypočtený retenční objem vsakovacího zařízení (návrhový objem)**
T_{pr}	**17.7 hod**	**doba prázdnění vsakovacího zařízení - VYHOVUJE**

Při výstavbě vsakovacího zařízení je bezpodmínečně nutné dodržet nejen čistý návrhový objem V_{vz}, ale současně také minimální velikost vsakovací plochy A_{vsak} !!!

Obrázek 33 – Požadavky pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 150 m², zdroj: [49]

Průzkumem na trhu se pro účely projektu ukázal jako nejvhodnější **vsakovací tunel Garantia 300 l** (Obrázek 21). Jak je již patrné z názvu, jeden vsakovací tunel pojme až 0,3 m³ vody, což vyžaduje spojení patnácti takových tunelů, aby byl dosažen návrhový objem 4,5 m³. Vsakovací plocha bude zohledněna později ve výkresových podkladech.

Poslední dimenzovanou částí této dešťové kanalizace je potrubí. Prvním krokem tohoto vypočtu je stanovení množství dešťových odpadních vod Q_r podle Vzorce 1:

$$Q_r = i * A * c \quad [l/s] \qquad \textit{(Vzorec 1)} \text{ [45]}$$

Popis jednotlivých veličin je uveden v Tabulce 2, kde i = 0,03 [l/s*m2], A = 150 m² a c = 1,0 (ostatní střechy).

$$Q_r = 0{,}03 * 150 * 1{,}0 = 4{,}5\ l/s$$

Konkrétní dimenzi potrubí zjistíme podle Tabulky 15, kde v prvním sloupci (sklon) vyberu řádek se spádem plánovaného potrubí – uvažuji 1 %. Dále naleznu příslušný maximální průtok Q_{max} na daném řádku

dle sklonu potrubí. Hledám nejbližší vyšší hodnotu ke spočítanému Q_r. Na základě těchto dvou údajů zjišťuji, že je vhodné použít **DN 125**.

Tabulka 15 – Určení dimenze potrubí podle sklonu a maximálního průtoku dešťových odpadních vod objektu do 150 m², zdroj: [45]

Sklon	DN 70		DN 90		DN 100		DN 125		DN 150		DN 200	
J [%]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]
1,0	1,7	0,6	2,5	0,7	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2
1,5	2,0	0,7	3,0	0,8	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5
2,0	2,4	0,9	3,5	1,0	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7
2,5	2,6	1,0	3,9	1,1	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6	37,6	1,9
3,0	2,9	1,1	4,3	1,2	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1
3,5	3,1	1,1	4,7	1,3	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2
4,0	3,3	1,2	5,0	1,4	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4
4,5	3,5	1,3	5,3	1,4	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5
5,0	3,7	1,4	5,6	1,5	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7

V tuto chvíli jsou všechny vstupní hodnoty pro návrh dešťové kanalizace zjištěny a je potřeba vypracovat výkresové podklady. Je důležité vycházet vždy z technických listů dodavatele. Všechny konkrétní rozměry a samotný projekt se nachází v Příloze 7.

Zvolil jsem vhodný prostor pro umístění akumulační nádrže, konkrétně 15 metrů od vnější zdi objektu. Rozměry výkopu byly stanoveny tak, aby byly minimálně o 500 mm větší než rozměry nádrže, což umožňuje vytvoření dostatečného pracovního prostoru pro instalaci nádrže a připojení všech potrubí. Hloubka výkopu byla určena s ohledem na tloušťku podkladní vrstvy a výšku otvorů pro potrubí, aby bylo zajištěno snadné napojení. Jako podkladní vrstva bylo použito drcené kamenivo hrubé frakce 16/64 o tloušťce 200 mm. Dle technického listu jsem určil správný typ zásypu drcené kamenivo hrubé frakce 8/16 a dále zeminu z této vykopané jámy.

Navrhl jsem také rýhu pro vedení vodorovného potrubí s připojením k akumulační nádrži. Je důležité umístit potrubí do nezámrzné hloubky (minimálně 800 mm pod povrchem). Návrh připojení vodorovného potrubí na lapač střešních splavenin a tím i na svislé potrubí objektu není součástí této práce. Veškeré vodorovné potrubí projektu bude podsypáno a zasypáno štěrkopískem frakce 0/4.

Dále bylo potřeba navrhnout výkop pro umístění vsakovacích tunelů, přičemž v tuto chvíli je důležité zohlednit již vypočítanou vsakovací plochu (Obrázek 33). Dle mého návrhu se jedná o 30,8 m², což minimální

požadovanou plochu převyšuje. Vsakovací tunely umístím do 3 řad po 5 kusech. Hloubka výkopu byla stanovena na základě výšky otvoru potrubí na akumulační nádrži pro snadné propojení. Dno jámy pro vsakování nemusí být ve stejné hloubce jako dno jámy pro nádrž. I zde byla jako podklad použita vrstva z drceného kameniva hrubé frakce 16/64 o tloušťce 150 mm, zásyp kamenivem hrubé frakce 8/16 a zemina z této vykopané jámy.

Nyní jsou navrženy všechny výkopové práce, zásypy a podkladní vrstvy, nádrž, vsakovací tunely i vodorovné potrubí od objektu. Je také nutné navrhnout zbývající potřebná potrubí, konkrétně mezi akumulační nádrží a vsakovacími tunely (stejné dimenze jako přívodní vodorovné potrubí). Součástí návrhu jsou mimo jiné také potrubní spoje, jako jsou odbočky nebo kolena. Kromě potrubí je třeba navrhnout i geotextílii, která bude umístěna s přesahy ze všech stran okolo vsakovacích tunelů a také pro obalení všech svislých podzemní potrubí, aby se zabránilo jejich poškození.

Návrh dále zahrnuje ponorné čerpadlo, filtrační koš do nádrže a zakončovací prvky pro vsakovací tunely, které nejsou zahrnuty v základní ceně těchto tunelů. V Tabulce 16 je uveden seznam navrženého sortimentu dešťové kanalizace, včetně pořizovací ceny (cena pořízení + náklady s tím spojené).

Tabulka 16 – Seznam navrženého sortimentu dešťové kanalizace pro objekt do 150 m^2, včetně pořizovací ceny, zdroj: vlastní zpracování

Název sortimentu dešťové kanalizace	Pořizovací cena
Akumulační nádrž Eco 5000 l včetně kopule + PE poklop	29 970 Kč
Vsakovací tunel Garantia 300 l	1 660 Kč
Zakončovací prvek vsakovacího tunelu Garantia 300 l [2 ks]	840 Kč
Ponorné čerpadlo, automatické a tlakové	6 507 Kč
Filtrační koš MD	3 349 Kč
Netkaná separační geotextilie 200 g/m^2	23,7 Kč/m^2

Nyní máme všechny potřebné informace k určení nákladů na výstavbu zjištěny. Ke stanovení těchto nákladů jsem využil program Kros 4 a vypracoval položkový rozpočet (Tabulka 17) na základě vypracovaného výkresu projektu a pořizovacích cen sortimentu dešťové kanalizace. Tento položkový rozpočet i s výkazem výměr je k dispozici v Příloze 8.

Tabulka 17 – Položkový rozpočet dešťové kanalizace pro objekt do 150 m^2, zdroj: vlastní zpracování

ROZPOČET

Stavba: Dešťová kanalizace
Objekt: 100 - 150 m2

Objednatel:
Zhotovitel:
Místo:

Zpracoval: Jaroslav Rubáč
Datum: 4. 12. 2023

Č.	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem	Hmotnost celkem
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
	HSV	**Dešťová kanalizace**				**424 148,31**	**81,979**
	1	**Zemní práce**				**309 041,62**	**81,524**
1	131251103	Hloubení jam nezapažených v hornině třídy těžitelnosti I skupiny 3 objem do 100 m3 strojně	m3	59,672	334,00	19 930,45	0,000
2	132251103	Hloubení rýh nezapažených š do 800 mm v hornině třídy těžitelnosti I skupiny 3 objem do 100 m3 strojně	m3	4,350	674,00	2 931,90	0,000
3	151201201	Zřízení zátažného pažení stěn výkopu hl do 4 m	m2	28,958	250,00	7 239,50	0,043
4	151201211	Odstranění pažení stěn zátažného hl do 4 m	m2	28,958	72,90	2 111,04	0,000
5	162251102	Vodorovné přemístění přes 20 do 50 m výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3	m3	70,622	46,20	3 262,74	0,000
6	171251201	Uložení sypaniny na skládky nebo meziskládky	m3	57,422	20,80	1 194,38	0,000
7	167151101	Nakládání výkopku z hornin třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3 do 100 m3	m3	64,022	162,00	10 371,56	0,000
8	162751117	Vodorovné přemístění přes 9 000 do 10000 m výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3	m3	57,422	282,00	16 193,00	0,000
9	162751119	Příplatek k vodorovnému přemístění výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3 ZKD 1000 m přes 10000 m	m3	57,422	21,00	1 205,86	0,000
10	171201221	Poplatek za uložení na skládce (skládkovné) zeminy a kamení kód odpadu 17 05 04	t	114,844	1 550,00	178 008,20	0,000
11	213311113	Polštáře zhutněné pod základy z kameniva drceného frakce 16 až 63 mm	m3	6,495	1 790,00	11 626,05	14,029
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
12	451572111	Lože pod potrubí otevřený výkop z kameniva drobného těženého	m3	0,507	1 720,00	872,04	0,000
13	175151101	Obsypání potrubí strojně sypaninou bez prohození, uloženou do 3 m	m3	4,240	228,00	966,72	0,000
14	*58337310*	*štěrkopísek frakce 0/4*	*t*	*7,066*	*420,00*	*2 967,72*	*7,066*
15	174111101	Zásyp jam, šachet rýh nebo kolem objektů sypaninou se zhutněním ručně	m3	36,796	255,46	9 399,91	0,000
16	*58343872*	*kamenivo drcené hrubé frakce 8/16*	*t*	*60,386*	*675,00*	*40 760,55*	*60,386*
	8	**Trubní vedení**				**12 879,00**	**0,047**
17	871263121	Montáž kanalizačního potrubí z PVC těsněné gumovým kroužkem otevřený výkop sklon do 20 % DN 125	m	20,280	91,30	1 851,56	0,000
18	*28611113*	*trubka kanalizační PVC DN 125x1000mm SN4*	*m*	*20,888*	*168,00*	*3 509,18*	*0,029*
19	877260310	Montáž kolen na kanalizačním potrubí z PP nebo tvrdého PVC trub hladkých plnostěnných DN 125	kus	8,000	228,00	1 824,00	0,000
20	*28611351*	*koleno kanalizační PVC KG 125x45°*	*kus*	*8,000*	*59,00*	*472,00*	*0,002*
21	877260320	Montáž odboček na kanalizačním potrubí z PP nebo tvrdého PVC trub hladkých plnostěnných DN 125	kus	2,000	394,00	788,00	0,000
22	*28611908*	*odbočka kanalizační plastová PP s hrdlem KG 125/125/45°*	*kus*	*2,000*	*212,00*	*424,00*	*0,002*
23	871353121	Montáž kanalizačního potrubí z PVC těsněné gumovým kroužkem otevřený výkop sklon do 20 % DN 200	m	2,250	177,00	398,25	0,000
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
24	*28611167*	*trubka kanalizační PVC DN 200x1000mm SN8*	*m*	*2,318*	*688,00*	*1 594,78*	*0,010*

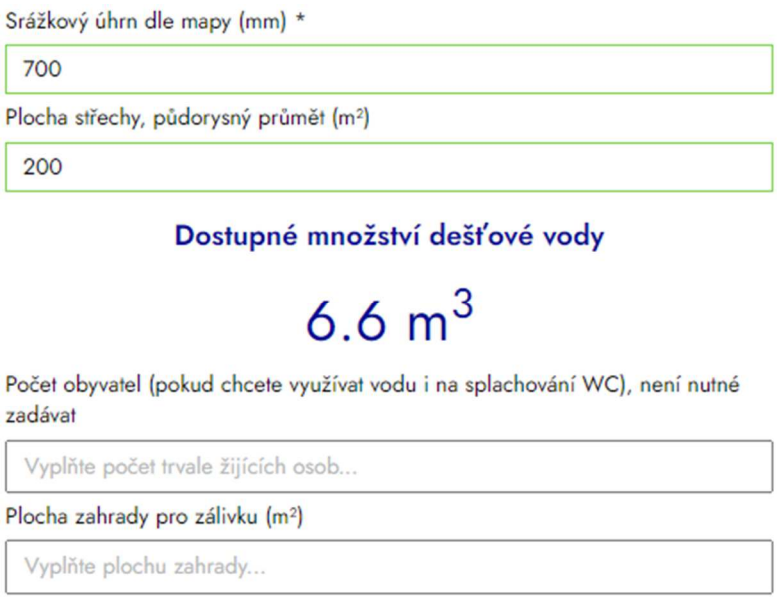
Č.	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem	Hmotnost celkem
25	HZS4231	Osazení odvětrávací hlavice DN 200	hod	0,500	554,00	277,00	0,000
26	*1.6.5.*	*Odvětrávací hlavice DN 200*	*ks*	*3,000*	*484,00*	*1 452,00*	*0,003*
27	899722112	Krytí potrubí z plastů výstražnou fólií z PVC 25 cm	m	15,000	15,80	237,00	0,001
28	998276101	Přesun hmot pro trubní vedení z trub z plastických hmot otevřený výkop	t	0,047	1 090,00	51,23	0,000
	89	**Dešťová kanalizace**				**102 227,69**	**0,407**
29	897172111	Osazení akumulační nádrže (včetně šachtové kopule) pro akumulacii dešťových vod pod pochozí plochy a plochy zatížené osobními automobily objemu do 10 m3	m3	8,600	2 964,04	25 490,74	0,000
30	899121101	Osazení poklopů plastových ventilových	kus	1,000	335,00	335,00	0,000
31	*1.6*	*akumulační nádrž (včetně kopule) Eco 5 m3 + poklop + doprava*	*ks*	*1,000*	*29 970,00*	*29 970,00*	*0,195*
32	HZS4231	Instalace ponorného čerpadla a filtračního koše do akumulační nádrže	hod	2,000	554,00	1 108,00	0,000
33	*1.6.3*	*Ponorné čerpadlo - automatické tlakové Gardena 4700/2 automat + doprava*	*ks*	*1,000*	*6 507,00*	*6 507,00*	*0,012*
34	*1.6.2*	*Filtrační koš MD + doprava*	*ks*	*1,000*	*3 349,00*	*3 349,00*	*0,003*
35	213141111	Zřízení vrstvy z geotextilie v rovině nebo ve sklonu do 1:5 š do 3 m	m2	68,842	23,10	1 590,25	0,007
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
36	*69311080*	*geotextilie netkaná separační, ochranná, filtrační, drenážní PES 200g/m2*	*m2*	*81,543*	*23,70*	*1 932,57*	*0,016*
37	897171111	Osazení vsakovacího tunelu pro vsakování dešťových vod pod pochozí plochy a plochy zatížené osobními automobily objemu do 10 m3	m3	7,344	555,76	4 081,50	0,000
38	*1.6.4.*	*Vsakovací tunel Garantia 300 l + doprava*	*ks*	*15,000*	*1 660,00*	*24 900,00*	*0,165*
39	*1.6.4.1.*	*Zakončení vsakovacího tunelu Garantia (2 ks) + doprava*	*soubor*	*3,000*	*840,00*	*2 520,00*	*0,009*
40	998276101	Přesun hmot pro trubní vedení z trub z plastických hmot otevřený výkop	t	0,407	1 090,00	443,63	0,000
		Celkem				**424 148,31**	**81,979**

Celkové náklady na výstavbu dešťové kanalizace pro objekt s odvodňovací plochou do 150 m^2 činí 424 148,31 Kč bez DPH.

6.5 Objekt s odvodňovací plochou 150 – 200 m^2

Pro výpočet velikosti akumulační nádrže využiji online kalkulačku společnosti Dešťovka.eu. Prvním nezbytným údajem, který je třeba vyplnit, jsou již zmíněné průměrné srážky v milimetrech na metr čtvereční za rok.

Dalším vstupním údajem pro výpočet objemu akumulační nádrže je půdorysná plocha, která bude odvádět dešťovou vodu. U řešeného objektu se jedná pouze o půdorysnou **plochu střechy 200 m^2**. Tyto údaje vyplním do zmíněné online kalkulačky. Po zadání těchto údajů dostanu potřebný minimální objem nádrže (Obrázek 34).

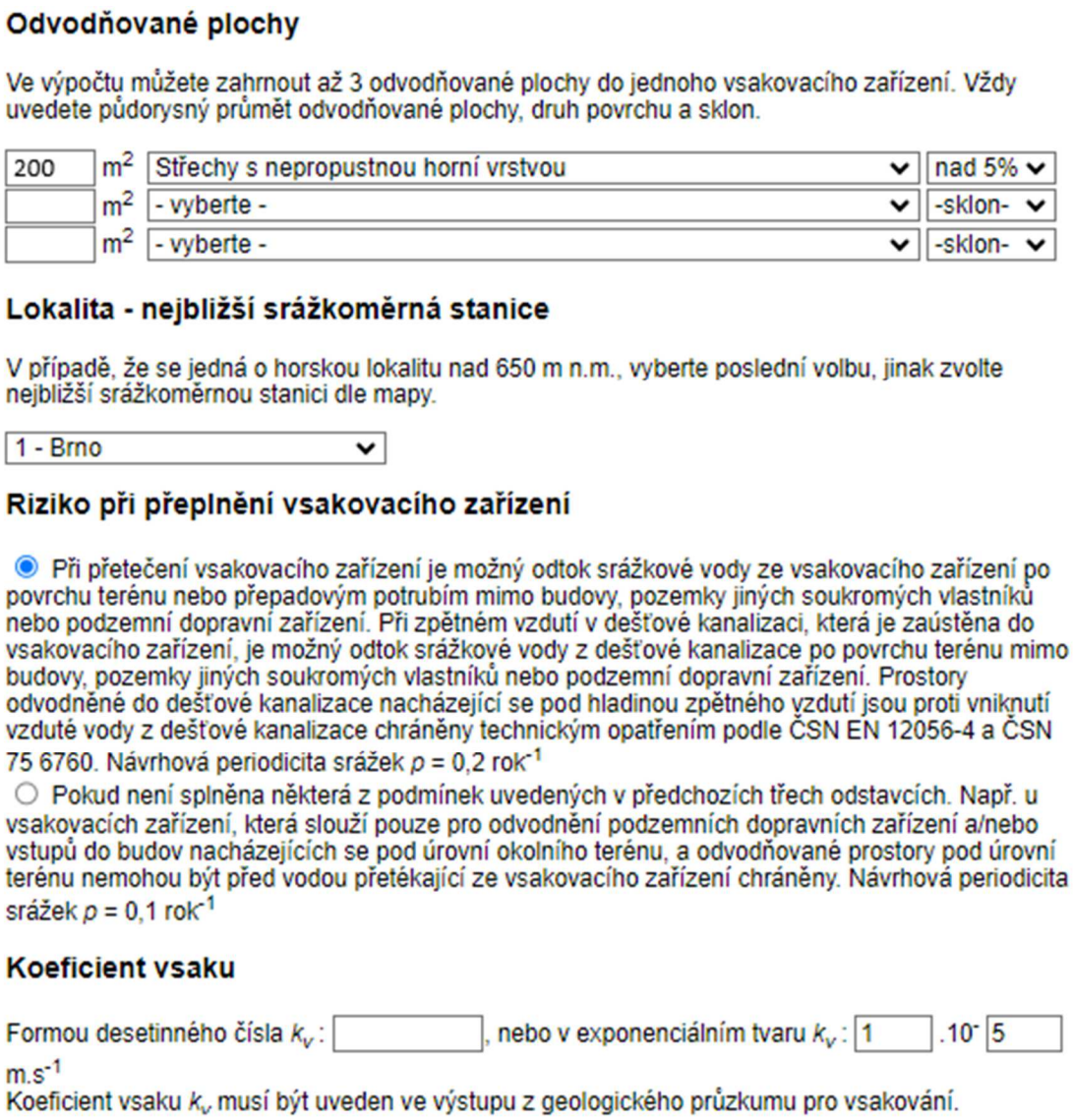


Obrázek 34 – Vyplněný formulář pro určení objemu podzemní nádrže na dešťovou vodu objektu do 200 m², zdroj: [46]

Další údaj, týkající se počtu obyvatel, je relevantní pouze v případě, že by dešťová voda byla využívána pro domácí potřeby. Vzhledem k tomu, že uvažuji využití akumulační nádrže pouze pro zavlažování zahrady, toto pole nevyplňuji. Pro účely zálivky je možné v posledním řádku formuláře ověřit minimální potřebu vody pro zavlažování. Je zřejmé, že potřebný **objem nádrže činí alespoň 6,6 m³**. Po prozkoumání nabídky na trhu jsem zvolil **nádrž Smart 7000**, která, jak již její název vypovídá, dokáže akumulovat 7 m³ dešťové vody.

Obrázek 35 – Podzemní nádrž na vodu Smart 7000, zdroj: [84]

Pro stanovení velikosti vsaku také využiji online kalkulačku společnosti Dešťovénádrže.cz. Pro navrhování vsakovacích tunelů je důležité určit odvodňovací plochy, a tedy **půdorysná plocha střechy** o velikosti **200 m^2**. Vyplním také, že střecha má **nepropustnou horní vrstvu, sklon přes 5 % a nachází se v lokalitě Brno.** V části týkající se rizik při přeplnění vsakovacího zařízení vybíráme první variantu dle našich potencionálních ideálních podmínek. Posledním povinným údajem pro určení velikosti vsaku je **koeficient vsaku**, který jsem stanovil na **1x10^{-5} m/s** také dle potencionálních ideálních podmínek.



Obrázek 36 – Vyplněný formulář pro určení základních vlastností pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 200 m^2, zdroj: [49]

Z výpočtů na Obrázku 37 plyne, že **minimální velikost vsakovací plochy představuje 19,0 m² a objem vsakovacích tunelů 6,0 m³**. Je potřebné splnit oba tyto požadavky.

Návrhové a vypočítané údaje

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60 \qquad T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak} + Q_o}$$

A_{red}	200 m²	redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy
A_{vz}	0 m²	plocha hladiny vsakovacího zařízení (jen u povrchových vsakovacích zařízení)
Q_p	0 m³.s⁻¹	jiný přítok
p	0.2 rok⁻¹	periodicita srážek
k_v	0.00001000 m.s⁻¹	koeficient vsaku
f	2	součinitel bezpečnosti vsaku
Q_o	0 m³.s⁻¹	regulovaný odtok
A_{vsak}	**19 m²**	**velikost vsakovací plochy**
h_d	37.1 mm	návrhový úhrn srážek
t_c	240 min	doba trvání srážky
Q_{vsak}	0.0000951 m³.s⁻¹	vsakovaný odtok
V_{vz}	**6,0 m³**	**největší vypočtený retenční objem vsakovacího zařízení (návrhový objem)**
T_{pr}	**17.7 hod**	**doba prázdnění vsakovacího zařízení - VYHOVUJE**

Při výstavbě vsakovacího zařízení je bezpodmínečně nutné dodržet nejen čistý návrhový objem V_{vz}, ale současně také minimální velikost vsakovací plochy A_{vsak} !!!

Obrázek 37 – Požadavky pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 200 m², zdroj: [49]

Průzkumem na trhu se pro účely projektu ukázal jako nejvhodnější **vsakovací tunel Garantia 300 l** (Obrázek 21). Jak je již patrné z názvu, jeden vsakovací tunel pojme až 0,3 m³ vody, což vyžaduje spojení dvaceti takových tunelů, aby byl dosažen návrhový objem 6,0 m³. Vsakovací plocha bude zohledněna později ve výkresových podkladech.

Poslední dimenzovanou částí této dešťové kanalizace je potrubí. Prvním krokem tohoto vypočtu je stanovení množství dešťových odpadních vod Q_r podle Vzorce 1:

$$Q_r = i * A * c \quad [l/s] \qquad \textit{(Vzorec 1)} \text{ [45]}$$

Popis jednotlivých veličin je uveden v Tabulce 2, kde i = 0,03 [l/s*m2], A = 200 m² a c = 1,0 (ostatní střechy).

$$Q_r = 0{,}03 * 200 * 1{,}0 = 6{,}0\ l/s$$

Konkrétní dimenzi potrubí zjistíme podle Tabulky 18, kde v prvním sloupci (sklon) vyberu řádek se spádem plánovaného potrubí – uvažuji 1 %. Dále naleznu příslušný maximální průtok Q_{max} na daném řádku

dle sklonu potrubí. Hledám nejbližší vyšší hodnotu ke spočítanému Q_r. Na základě těchto dvou údajů zjišťuji, že je vhodné použít **DN 125**.

Tabulka 18 – Určení dimenze potrubí podle sklonu a maximálního průtoku dešťových odpadních vod objektu do 200 m², zdroj: [45]

Sklon	DN 70		DN 90		DN 100		DN 125		DN 150		DN 200	
J [%]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]
1,0	1,7	0,6	2,5	0,7	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2
1,5	2,0	0,7	3,0	0,8	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5
2,0	2,4	0,9	3,5	1,0	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7
2,5	2,6	1,0	3,9	1,1	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6	37,6	1,9
3,0	2,9	1,1	4,3	1,2	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1
3,5	3,1	1,1	4,7	1,3	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2
4,0	3,3	1,2	5,0	1,4	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4
4,5	3,5	1,3	5,3	1,4	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5
5,0	3,7	1,4	5,6	1,5	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7

V tuto chvíli jsou všechny vstupní hodnoty pro návrh dešťové kanalizace zjištěny a je potřeba vypracovat výkresové podklady. Je důležité vycházet vždy z technických listů dodavatele. Všechny konkrétní rozměry a samotný projekt se nachází v Příloze 9.

Zvolil jsem vhodný prostor pro umístění akumulační nádrže, konkrétně 15 metrů od vnější zdi objektu. Rozměry výkopu byly stanoveny tak, aby byly minimálně o 500 mm větší než rozměry nádrže, což umožňuje vytvoření dostatečného pracovního prostoru pro instalaci nádrže a připojení všech potrubí. Hloubka výkopu byla určena s ohledem na tloušťku podkladní vrstvy a výšku otvorů pro potrubí, aby bylo zajištěno snadné napojení. Jako podkladní vrstva bylo použito drcené kamenivo hrubé frakce 16/64 o tloušťce 300 mm. Dle technického listu jsem určil správný typ zásypu drcené kamenivo hrubé frakce 8/16 a dále zeminu z této vykopané jámy.

Navrhl jsem také rýhu pro vedení vodorovného potrubí s připojením k akumulační nádrži. Je důležité umístit potrubí do nezámrzné hloubky (minimálně 800 mm pod povrchem). Návrh připojení vodorovného potrubí na lapač střešních splavenin a tím i na svislé potrubí objektu není součástí této práce. Veškeré vodorovné potrubí projektu bude podsypáno a zasypáno štěrkopískem frakce 0/4.

Dále bylo potřeba navrhnout výkop pro umístění vsakovacích tunelů, přičemž v tuto chvíli je důležité zohlednit již vypočítanou vsakovací plochu (Obrázek 37). Dle mého návrhu se jedná o 39,9 m², což minimální

požadovanou plochu převyšuje. Vsakovací tunely umístím do 4 řad po 5 kusech. Hloubka výkopu byla stanovena na základě výšky otvoru potrubí na akumulační nádrži pro snadné propojení. Dno jámy pro vsakování nemusí být ve stejné hloubce jako dno jámy pro nádrž. I zde byla jako podklad použita vrstva z drceného kameniva hrubé frakce 16/64 o tloušťce 150 mm, zásyp kamenivem hrubé frakce 8/16 a zemina z této vykopané jámy.

Nyní jsou navrženy všechny výkopové práce, zásypy a podkladní vrstvy, nádrž, vsakovací tunely i vodorovné potrubí od objektu. Je také nutné navrhnout zbývající potřebná potrubí, konkrétně mezi akumulační nádrží a vsakovacími tunely (stejné dimenze jako přívodní vodorovné potrubí). Součástí návrhu jsou mimo jiné také potrubní spoje, jako jsou odbočky nebo kolena. Kromě potrubí je třeba navrhnout i geotextílii, která bude umístěna s přesahy ze všech stran okolo vsakovacích tunelů a také pro obalení všech svislých podzemní potrubí, aby se zabránilo jejich poškození.

Návrh dále zahrnuje ponorné čerpadlo, filtrační koš do nádrže a zakončovací prvky pro vsakovací tunely, které nejsou zahrnuty v základní ceně těchto tunelů. V Tabulce 19 je uveden seznam navrženého sortimentu dešťové kanalizace, včetně pořizovací ceny (cena pořízení + náklady s tím spojené).

Tabulka 19 – Seznam navrženého sortimentu dešťové kanalizace pro objekt do 200 m^2, včetně pořizovací ceny, zdroj: vlastní zpracování

Název sortimentu dešťové kanalizace	Pořizovací cena
Akumulační nádrž Smart 7000 včetně kopule + PE poklop	38 780 Kč
Vsakovací tunel Garantia 300 l	1 660 Kč
Zakončovací prvek vsakovacího tunelu Garantia 300 l [2 ks]	840 Kč
Ponorné čerpadlo, automatické a tlakové	6 507 Kč
Filtrační koš Smart	4 979 Kč
Netkaná separační geotextilie 200 g/m^2	23,7 Kč/m^2

Nyní máme všechny potřebné informace k určení nákladů na výstavbu zjištěny. Ke stanovení těchto nákladů jsem využil program Kros 4 a vypracoval položkový rozpočet (Tabulka 20) na základě vypracovaného výkresu projektu a pořizovacích cen sortimentu dešťové kanalizace. Tento položkový rozpočet i s výkazem výměr je k dispozici v Příloze 10.

Tabulka 20 – Položkový rozpočet dešťové kanalizace pro objekt do 200 m^2, zdroj: vlastní zpracování

ROZPOČET

Stavba: Dešťová kanalizace
Objekt: 150 - 200 m2

Objednatel:
Zhotovitel: Zpracoval: Jaroslav Rubáč
Místo: Datum: 4. 12. 2023

Č.	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem	Hmotnost celkem
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
	HSV	**Dešťová kanalizace**				**557 838,42**	**105,818**
	1	**Zemní práce**				**407 002,23**	**105,206**
1	131251103	Hloubení jam nezapažených v hornině třídy těžitelnosti I skupiny 3 objem do 100 m3 strojně	m3	81,822	334,00	27 328,55	0,000
2	132251103	Hloubení rýh nezapažených š do 800 mm v hornině třídy těžitelnosti I skupiny 3 objem do 100 m3 strojně	m3	4,459	674,00	3 005,37	0,000
3	151201201	Zřízení zátažného pažení stěn výkopu hl do 4 m	m2	58,766	250,00	14 691,50	0,088
4	151201211	Odstranění pažení stěn zátažného hl do 4 m	m2	58,766	72,90	4 284,04	0,000
5	162251102	Vodorovné přemístění přes 20 do 50 m výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3	m3	98,656	46,20	4 557,91	0,000
6	171251201	Uložení sypaniny na skládky nebo meziskládky	m3	73,906	20,80	1 537,24	0,000
7	167151101	Nakládání výkopku z hornin třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3 do 100 m3	m3	86,281	162,00	13 977,52	0,000
8	162751117	Vodorovné přemístění přes 9 000 do 10000 m výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3	m3	73,906	282,00	20 841,49	0,000
9	162751119	Příplatek k vodorovnému přemístění výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3 ZKD 1000 m přes 10000 m	m3	73,906	21,00	1 552,03	0,000
10	171201221	Poplatek za uložení na skládce (skládkovné) zeminy a kamení kód odpadu 17 05 04	t	147,812	1 550,00	229 108,60	0,000
11	213311113	Polštáře zhutněné pod základy z kameniva drceného frakce 16 až 63 mm	m3	9,463	1 790,00	16 938,77	20,440
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
12	451572111	Lože pod potrubí otevřený výkop z kameniva drobného těženého	m3	0,532	1 720,00	915,04	1,006
13	175151101	Obsypání potrubí strojně sypaninou bez prohození, uloženou do 3 m	m3	5,037	228,00	1 148,44	0,000
14	*58337310*	*štěrkopísek frakce 0/4*	*t*	*8,394*	*420,00*	*3 525,48*	*8,394*
15	174111101	Zásyp jam, šachet rýh nebo kolem objektů sypaninou se zhutněním ručně	m3	50,018	255,46	12 777,60	0,000
16	*58343872*	*kamenivo drcené hrubé frakce 8/16*	*t*	*75,278*	*675,00*	*50 812,65*	*75,278*
	8	**Trubní vedení**				**17 976,26**	**0,062**
17	871273121	Montáž kanalizačního potrubí z PVC těsněné gumovým kroužkem otevřený výkop sklon do 20 % DN 125	m	22,270	98,80	2 200,28	0,000
18	*28611126*	*trubka kanalizační PVC DN 125x1000mm SN4*	*m*	*22,938*	*200,00*	*4 587,60*	*0,035*
19	877270310	Montáž kolen na kanalizačním potrubí z PP nebo tvrdého PVC trub hladkých plnostěnných DN 125	kus	9,000	248,00	2 232,00	0,000
20	*28611356*	*koleno kanalizační PVC KG 125x45°*	*kus*	*9,000*	*91,50*	*823,50*	*0,003*
21	877270320	Montáž odboček na kanalizačním potrubí z PP nebo tvrdého PVC trub hladkých plnostěnných DN 125	kus	3,000	423,00	1 269,00	0,000
22	*28611910*	*odbočka kanalizační plastová PP s hrdlem KG 125/125/45°*	*kus*	*3,000*	*386,00*	*1 158,00*	*0,003*
23	871353121	Montáž kanalizačního potrubí z PVC těsněné gumovým kroužkem otevřený výkop sklon do 20 % DN 200	m	3,600	177,00	637,20	0,000
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
24	*28611167*	*trubka kanalizační PVC DN 200x1000mm SN8*	*m*	*3,708*	*688,00*	*2 551,10*	*0,016*

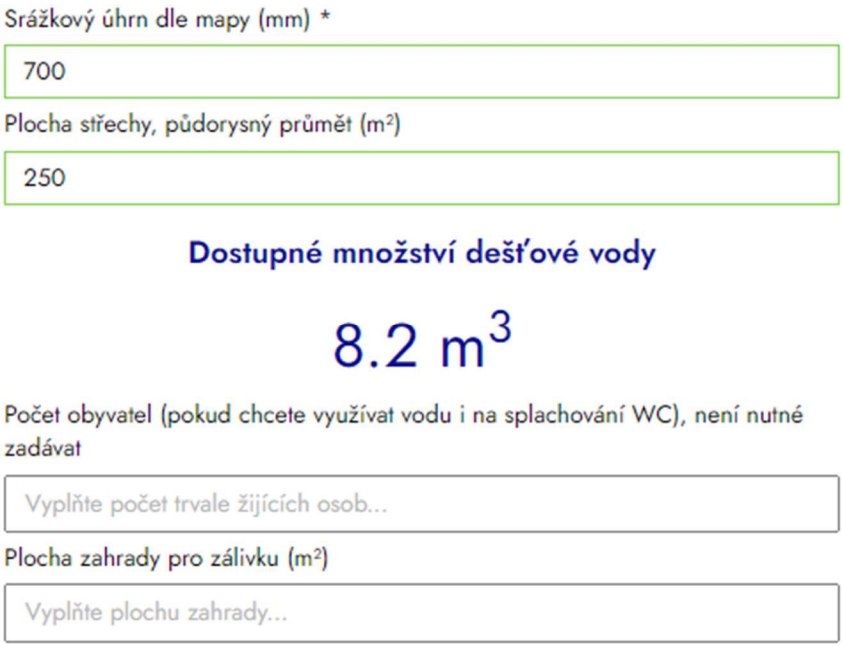
Č.	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem	Hmotnost celkem
25	HZS4231	Osazení odvětrávací hlavice DN 200	hod	0,500	554,00	277,00	0,000
26	*1.6.5.*	*Odvětrávací hlavice DN 200*	*ks*	*4,000*	*484,00*	*1 936,00*	*0,004*
27	899722112	Krytí potrubí z plastů výstražnou fólií z PVC 25 cm	m	15,000	15,80	237,00	0,001
28	998276101	Přesun hmot pro trubní vedení z trub z plastických hmot otevřený výkop	t	0,062	1 090,00	67,58	0,000
	89	**Dešťová kanalizace**				**132 859,93**	**0,550**
29	897172111	Osazení akumulační nádrže (včetně šachtové kopule) pro akumulacii dešťových vod pod pochozí plochy a plochy zatížené osobními automobily objemu do 10 m3	m3	11,400	2 964,04	33 790,06	0,000
30	899121101	Osazení poklopů plastových ventilových	kus	1,000	335,00	335,00	0,000
31	*1.6*	*akumulační nádrž (včetně kopule) Smart 7000 + poklop + doprava*	*ks*	*1,000*	*38 780,00*	*38 780,00*	*0,272*
32	HZS4231	Instalace ponorného čerpadla a filtračního koše do akumulační nádrže	hod	2,000	554,00	1 108,00	0,000
33	*1.6.3*	*Ponorné čerpadlo - automatické tlakové Gardena 4700/2 automat + doprava*	*ks*	*1,000*	*6 507,00*	*6 507,00*	*0,012*
34	*1.6.2*	*Filtrační koš Smart + doprava*	*ks*	*1,000*	*4 979,00*	*4 979,00*	*0,003*
35	213141111	Zřízení vrstvy z geotextilie v rovině nebo ve sklonu do 1:5 š do 3 m	m2	93,006	23,10	2 148,44	0,009
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
36	*69311080*	*geotextilie netkaná separační, ochranná, filtrační, drenážní PES 200g/m2*	*m2*	*110,166*	*23,70*	*2 610,93*	*0,022*
37	897171111	Osazení vsakovacího tunelu pro vsakování dešťových vod pod pochozí plochy a plochy zatížené osobními automobily objemu do 10 m3	m3	9,792	555,76	5 442,00	0,000
38	*1.6.4.*	*Vsakovací tunel Garantia 300 l + doprava*	*ks*	*20,000*	*1 660,00*	*33 200,00*	*0,220*
39	*1.6.4.1.*	*Zakončení vsakovacího tunelu Garantia (2 ks) + doprava*	*soubor*	*4,000*	*840,00*	*3 360,00*	*0,012*
40	998276101	Přesun hmot pro trubní vedení z trub z plastických hmot otevřený výkop	t	0,550	1 090,00	599,50	0,000
		Celkem				**557 838,42**	**105,818**

Celkové náklady na výstavbu dešťové kanalizace pro objekt s odvodňovací plochou do 200 m^2 činí 557 838,42 Kč bez DPH.

6.6 Objekt s odvodňovací plochou 200 – 250 m^2

Pro výpočet velikosti akumulační nádrže využiji online kalkulačku společnosti Dešťovka.eu. Prvním nezbytným údajem, který je třeba vyplnit, jsou již zmíněné průměrné srážky v milimetrech na metr čtvereční za rok.

Dalším vstupním údajem pro výpočet objemu akumulační nádrže je půdorysná plocha, která bude odvádět dešťovou vodu. U řešeného objektu se jedná pouze o půdorysnou **plochu střechy 250 m^2**. Tyto údaje vyplním do zmíněné online kalkulačky. Po zadání těchto údajů dostanu potřebný minimální objem nádrže (Obrázek 38).

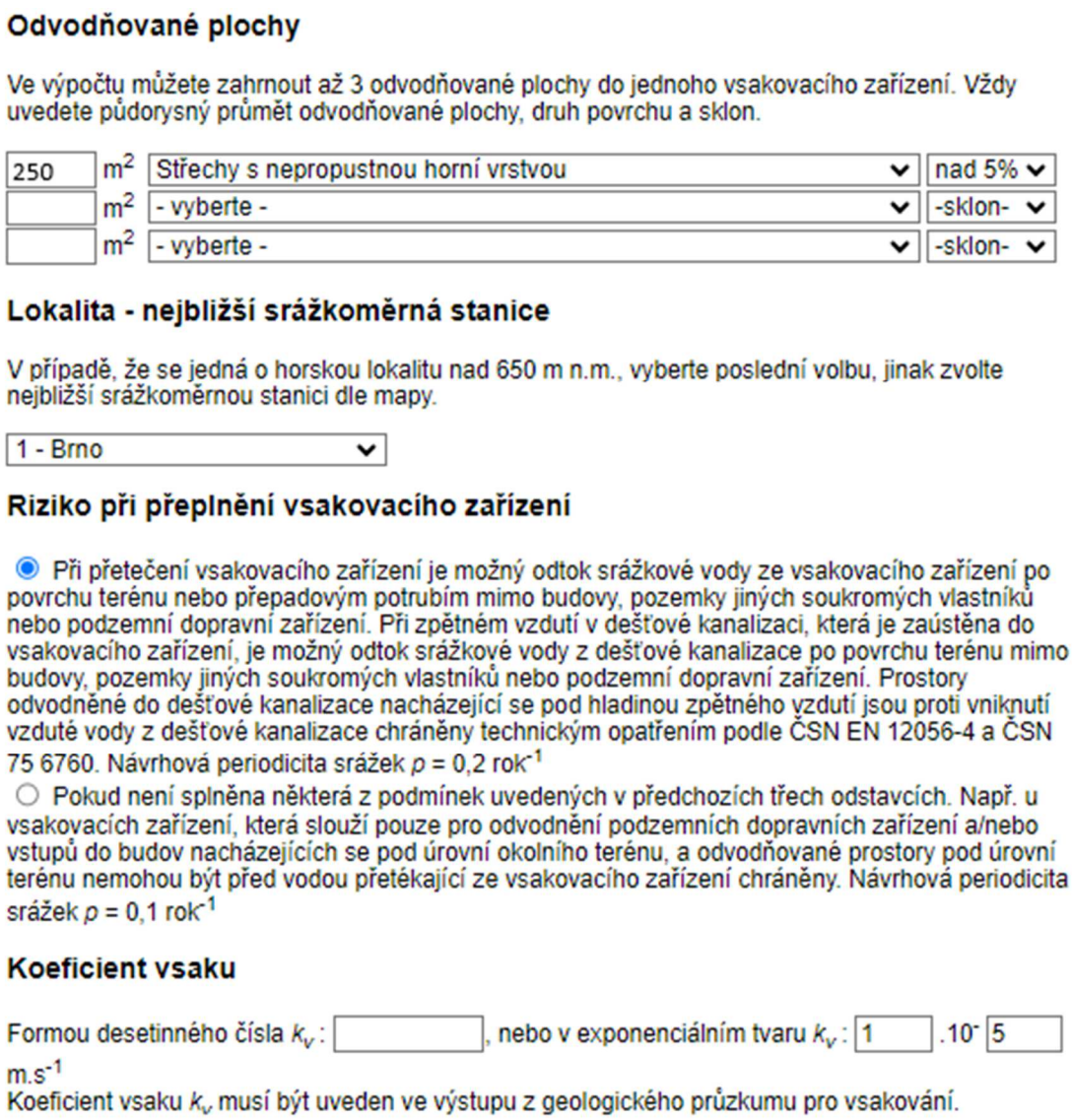


Obrázek 38 – Vyplněný formulář pro určení objemu podzemní nádrže na dešťovou vodu objektu do 250 m², zdroj: [46]

Další údaj, týkající se počtu obyvatel, je relevantní pouze v případě, že by dešťová voda byla využívána pro domácí potřeby. Vzhledem k tomu, že uvažuji využití akumulační nádrže pouze pro zavlažování zahrady, toto pole nevyplňuji. Pro účely zálivky je možné v posledním řádku formuláře ověřit minimální potřebu vody pro zavlažování. Je zřejmé, že potřebný **objem nádrže činí alespoň 8,2 m³**. Po prozkoumání nabídky na trhu jsem zvolil **nádrž Columbus XL 8500**, která, jak již její název vypovídá, dokáže akumulovat 8,5 m³ dešťové vody.

Obrázek 39 – Podzemní nádrž na vodu Columbus XL 8500, zdroj: [85]

Pro stanovení velikosti vsaku také využiji online kalkulačku společnosti Dešťovénádrže.cz. Pro navrhování vsakovacích tunelů je důležité určit odvodňovací plochy, a tedy **půdorysná plocha střechy** o velikosti **250 m^2**. Vyplním také, že střecha má **nepropustnou horní vrstvu, sklon přes 5 % a nachází se v lokalitě Brno.** V části týkající se rizik při přeplnění vsakovacího zařízení vybíráme první variantu dle našich potencionálních ideálních podmínek. Posledním povinným údajem pro určení velikosti vsaku je **koeficient vsaku**, který jsem stanovil na **1x10^{-5} m/s** také dle potencionálních ideálních podmínek.



Obrázek 40 – Vyplněný formulář pro určení základních vlastností pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 250 m^2, zdroj: [49]

Z výpočtů na Obrázku 41 plyne, že **minimální velikost vsakovací plochy představuje 23,8 m² a objem vsakovacích tunelů 7,5 m³**. Je potřebné splnit oba tyto požadavky.

Návrhové a vypočítané údaje

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60 \qquad T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak} + Q_o}$$

A_{red}	250 m²	redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy
A_{vz}	0 m²	plocha hladiny vsakovacího zařízení (jen u povrchových vsakovacích zařízení)
Q_p	0 m³.s⁻¹	jiný přítok
p	0.2 rok⁻¹	periodicita srážek
k_v	0.00001000 m.s⁻¹	koeficient vsaku
f	2	součinitel bezpečnosti vsaku
Q_o	0 m³.s⁻¹	regulovaný odtok
A_{vsak}	**23.8 m²**	**velikost vsakovací plochy**
h_d	37.1 mm	návrhový úhrn srážek
t_c	240 min	doba trvání srážky
Q_{vsak}	0.0001189 m³.s⁻¹	vsakovaný odtok
V_{vz}	**7.5 m³**	**největší vypočtený retenční objem vsakovacího zařízení (návrhový objem)**
T_{pr}	**17.7 hod**	**doba prázdnění vsakovacího zařízení - VYHOVUJE**

Při výstavbě vsakovacího zařízení je bezpodmínečně nutné dodržet nejen čistý návrhový objem V_{vz}, ale současně také minimální velikost vsakovací plochy A_{vsak} !!!

Obrázek 41 – Požadavky pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 250 m², zdroj: [49]

Průzkumem na trhu se pro účely projektu ukázal jako nejvhodnější **vsakovací tunel Garantia 300 l** (Obrázek 21). Jak je již patrné z názvu, jeden vsakovací tunel pojme až 0,3 m³ vody, což vyžaduje spojení dvaceti pěti takových tunelů, aby byl dosažen návrhový objem 7,5 m³. Vsakovací plocha bude zohledněna později ve výkresových podkladech.

Poslední dimenzovanou částí této dešťové kanalizace je potrubí. Prvním krokem tohoto vypočtu je stanovení množství dešťových odpadních vod Q_r podle Vzorce 1:

$$Q_r = i * A * c \quad [l/s] \qquad \textit{(Vzorec 1)} \text{ [45]}$$

Popis jednotlivých veličin je uveden v Tabulce 2, kde i = 0,03 [l/s*m2], A = 250 m² a c = 1,0 (ostatní střechy).

$$Q_r = 0{,}03 * 250 * 1{,}0 = 7{,}5\ l/s$$

Konkrétní dimenzi potrubí zjistíme podle Tabulky 21, kde v prvním sloupci (sklon) vyberu řádek se spádem plánovaného potrubí – uvažuji 1 %. Dále naleznu příslušný maximální průtok Q_{max} na daném řádku

dle sklonu potrubí. Hledám nejbližší vyšší hodnotu ke spočítanému Q_r. Na základě těchto dvou údajů zjišťuji, že je vhodné použít **DN 150**.

Tabulka 21 – Určení dimenze potrubí podle sklonu a maximálního průtoku dešťových odpadních vod objektu do 250 m², zdroj: [45]

Sklon	DN 70		DN 90		DN 100		DN 125		DN 150		DN 200	
J [%]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]
1,0	1,7	0,6	2,5	0,7	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2
1,5	2,0	0,7	3,0	0,8	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5
2,0	2,4	0,9	3,5	1,0	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7
2,5	2,6	1,0	3,9	1,1	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6	37,6	1,9
3,0	2,9	1,1	4,3	1,2	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1
3,5	3,1	1,1	4,7	1,3	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2
4,0	3,3	1,2	5,0	1,4	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4
4,5	3,5	1,3	5,3	1,4	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5
5,0	3,7	1,4	5,6	1,5	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7

V tuto chvíli jsou všechny vstupní hodnoty pro návrh dešťové kanalizace zjištěny a je potřeba vypracovat výkresové podklady. Je důležité vycházet vždy z technických listů dodavatele. Všechny konkrétní rozměry a samotný projekt se nachází v Příloze 11.

Zvolil jsem vhodný prostor pro umístění akumulační nádrže, konkrétně 15 metrů od vnější zdi objektu. Rozměry výkopu byly stanoveny tak, aby byly minimálně o 500 mm větší než rozměry nádrže, což umožňuje vytvoření dostatečného pracovního prostoru pro instalaci nádrže a připojení všech potrubí. Hloubka výkopu byla určena s ohledem na tloušťku podkladní vrstvy a výšku otvorů pro potrubí, aby bylo zajištěno snadné napojení. Jako podkladní vrstva bylo použito drcené kamenivo hrubé frakce 16/64 o tloušťce 150 mm. Dle technického listu jsem určil správný typ zásypu drcené kamenivo hrubé frakce 8/16 a dále zeminu z této vykopané jámy.

Navrhl jsem také rýhu pro vedení vodorovného potrubí s připojením k akumulační nádrži. Je důležité umístit potrubí do nezámrzné hloubky (minimálně 800 mm pod povrchem). Návrh připojení vodorovného potrubí na lapač střešních splavenin a tím i na svislé potrubí objektu není součástí této práce. Veškeré vodorovné potrubí projektu bude podsypáno a zasypáno štěrkopískem frakce 0/4.

Dále bylo potřeba navrhnout výkop pro umístění vsakovacích tunelů, přičemž v tuto chvíli je důležité zohlednit již vypočítanou vsakovací plochu (Obrázek 41). Dle mého návrhu se jedná o 49,0 m², což minimální

požadovanou plochu převyšuje. Vsakovací tunely umístím do 5 řad po 5 kusech. Hloubka výkopu byla stanovena na základě výšky otvoru potrubí na akumulační nádrži pro snadné propojení. Dno jámy pro vsakování nemusí být ve stejné hloubce jako dno jámy pro nádrž. I zde byla jako podklad použita vrstva z drceného kameniva hrubé frakce 16/64 o tloušťce 150 mm, zásyp kamenivem hrubé frakce 8/16 a zemina z této vykopané jámy.

Nyní jsou navrženy všechny výkopové práce, zásypy a podkladní vrstvy, nádrž, vsakovací tunely i vodorovné potrubí od objektu. Je také nutné navrhnout zbývající potřebná potrubí, konkrétně mezi akumulační nádrží a vsakovacími tunely (stejné dimenze jako přívodní vodorovné potrubí). Součástí návrhu jsou mimo jiné také potrubní spoje, jako jsou odbočky nebo kolena. Kromě potrubí je třeba navrhnout i geotextílii, která bude umístěna s přesahy ze všech stran okolo vsakovacích tunelů a také pro obalení všech svislých podzemní potrubí, aby se zabránilo jejich poškození.

Návrh dále zahrnuje ponorné čerpadlo, filtrační koš do nádrže a zakončovací prvky pro vsakovací tunely, které nejsou zahrnuty v základní ceně těchto tunelů. V Tabulce 22 je uveden seznam navrženého sortimentu dešťové kanalizace, včetně pořizovací ceny (cena pořízení + náklady s tím spojené).

Tabulka 22 – Seznam navrženého sortimentu dešťové kanalizace pro objekt do 250 m^2, včetně pořizovací ceny, zdroj: vlastní zpracování

Název sortimentu dešťové kanalizace	Pořizovací cena
Akumulační nádrž Columbus XL 8500 včetně kopule + PE poklop	94 557 Kč
Vsakovací tunel Garantia 300 l	1 660 Kč
Zakončovací prvek vsakovacího tunelu Garantia 300 l [2 ks]	840 Kč
Ponorné čerpadlo, automatické a tlakové	6 507 Kč
Filtrační koš Columbus včetně závěsu	3 949 Kč
Netkaná separační geotextilie 200 g/m^2	23,7 Kč/m^2

Nyní máme všechny potřebné informace k určení nákladů na výstavbu zjištěny. Ke stanovení těchto nákladů jsem využil program Kros 4 a vypracoval položkový rozpočet (Tabulka 23) na základě vypracovaného výkresu projektu a pořizovacích cen sortimentu dešťové kanalizace. Tento položkový rozpočet i s výkazem výměr je k dispozici v Příloze 12.

Tabulka 23 – Položkový rozpočet dešťové kanalizace pro objekt do 250 m^2, zdroj: vlastní zpracování

ROZPOČET

Stavba: Dešťová kanalizace
Objekt: 200 - 250 m2

Objednatel:
Zhotovitel: Zpracoval: Jaroslav Rubáč
Místo: Datum: 4. 12. 2023

Č.	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem	Hmotnost celkem
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
	HSV	**Dešťová kanalizace**				**742 893,89**	**137,655**
	1	**Zemní práce**				**504 537,68**	**136,816**
1	131251104	Hloubení jam nezapažených v hornině třídy těžitelnosti I skupiny 3 objem do 500 m3 strojně	m3	112,456	217,00	24 402,95	0,000
2	132251104	Hloubení rýh nezapažených š do 800 mm v hornině třídy těžitelnosti I skupiny 3 objem přes 100 m3 strojně	m3	4,184	490,00	2 050,16	0,000
3	151201201	Zřízení zátažného pažení stěn výkopu hl do 4 m	m2	74,274	250,00	18 568,50	0,111
4	151201211	Odstranění pažení stěn zátažného hl do 4 m	m2	74,274	72,90	5 414,57	0,000
5	162251102	Vodorovné přemístění přes 20 do 50 m výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3	m3	137,554	46,20	6 354,99	0,000
6	171251201	Uložení sypaniny na skládky nebo meziskládky	m3	95,726	20,80	1 991,10	0,000
7	167151111	Nakládání výkopku z hornin třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3 přes 100 m3	m3	116,640	53,20	6 205,25	0,000
8	162751117	Vodorovné přemístění přes 9 000 do 10000 m výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3	m3	95,726	282,00	26 994,73	0,000
9	162751119	Příplatek k vodorovnému přemístění výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3 ZKD 1000 m přes 10000 m	m3	95,726	21,00	2 010,25	0,000
10	171201221	Poplatek za uložení na skládce (skládkovné) zeminy a kamení kód odpadu 17 05 04	t	191,452	1 550,00	296 750,60	0,000
11	213311113	Polštáře zhutněné pod základy z kameniva drceného frakce 16 až 63 mm	m3	9,402	1 790,00	16 829,58	20,308
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
12	451572111	Lože pod potrubí otevřený výkop z kameniva drobného těženého	m3	0,645	1 720,00	1 109,40	0,000
13	175151101	Obsypání potrubí strojně sypaninou bez prohození, uloženou do 3 m	m3	7,134	228,00	1 626,55	0,000
14	*58337310*	*štěrkopísek frakce 0/4*	*t*	*11,889*	*420,00*	*4 993,38*	*11,889*
15	174111101	Zásyp jam, šachet rýh nebo kolem objektů sypaninou se zhutněním ručně	m3	73,173	255,46	18 692,77	0,000
16	*58343872*	*kamenivo drcené hrubé frakce 8/16*	*t*	*104,508*	*675,00*	*70 542,90*	*104,508*
	8	**Trubní vedení**				**31 111,17**	**0,111**
17	871313121	Montáž kanalizačního potrubí z PVC těsněné gumovým kroužkem otevřený výkop sklon do 20 % DN 150	m	25,055	168,00	4 209,24	0,000
18	*28611164*	*trubka kanalizační PVC DN 150x1000mm SN8*	*m*	*25,807*	*434,00*	*11 200,24*	*0,069*
19	877310310	Montáž kolen na kanalizačním potrubí z PP nebo tvrdého PVC trub hladkých plnostěnných DN 150	kus	12,000	271,00	3 252,00	0,000
20	*28611361*	*koleno kanalizační PVC KG 150x45°*	*kus*	*12,000*	*140,00*	*1 680,00*	*0,008*
21	877310320	Montáž odboček na kanalizačním potrubí z PP nebo tvrdého PVC trub hladkých plnostěnných DN 150	kus	4,000	456,00	1 824,00	0,000
22	*28611392*	*odbočka kanalizační plastová s hrdlem KG 150/150/45°*	*kus*	*4,000*	*331,00*	*1 324,00*	*0,006*
23	871353121	Montáž kanalizačního potrubí z PVC těsněné gumovým kroužkem otevřený výkop sklon do 20 % DN 200	m	5,000	177,00	885,00	0,000
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
24	*28611167*	*trubka kanalizační PVC DN 200x1000mm SN8*	*m*	*5,150*	*688,00*	*3 543,20*	*0,022*

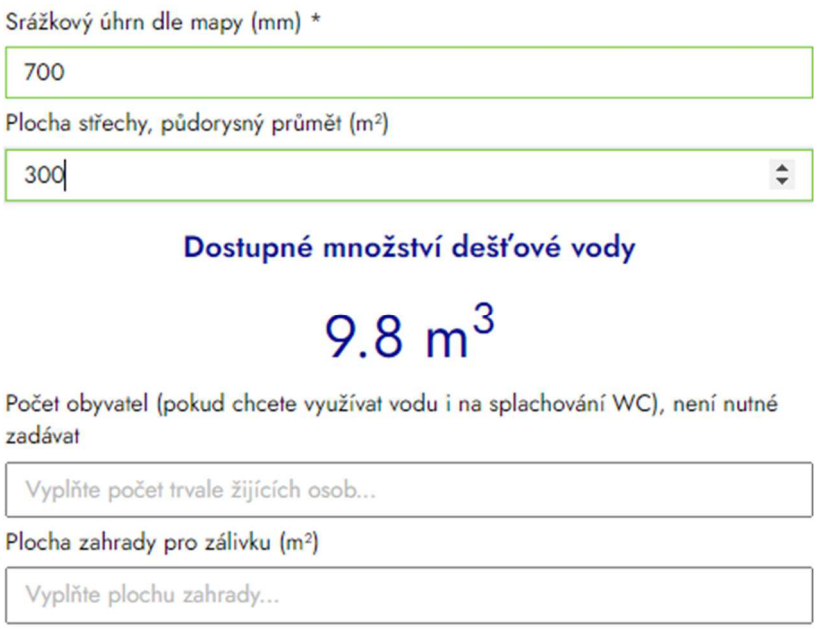
Č.	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem	Hmotnost celkem
25	HZS4231	Osazení odvětrávací hlavice DN 200	hod	0,750	554,00	415,50	0,000
26	*1.6.5.*	*Odvětrávací hlavice DN 200*	*ks*	*5,000*	*484,00*	*2 420,00*	*0,005*
27	899722112	Krytí potrubí z plastů výstražnou fólií z PVC 25 cm	m	15,000	15,80	237,00	0,001
28	998276101	Přesun hmot pro trubní vedení z trub z plastických hmot otevřený výkop	t	0,111	1 090,00	120,99	0,000
	89	**Dešťová kanalizace**				**207 245,04**	**0,727**
29	897172111	Osazení akumulační nádrže (včetně šachtové kopule) pro akumulacii dešťových vod pod pochozí plochy a plochy zatížené osobními automobily objemu do 10 m3	m3	14,000	2 964,04	41 496,56	0,000
30	899121101	Osazení poklopů plastových ventilových	kus	1,000	335,00	335,00	0,000
31	*1.6*	*Akumulační nádrž Columbus XL 8500 + kopule + poklop + doprava*	*ks*	*1,000*	*94 557,00*	*94 557,00*	*0,380*
32	HZS4231	Instalace ponorného čerpadla a filtračního koše do akumulační nádrže	hod	2,000	554,00	1 108,00	0,000
33	*1.6.3*	*Ponorné čerpadlo - automatické tlakové Gardena 4700/2 automat + doprava*	*ks*	*1,000*	*6 507,00*	*6 507,00*	*0,012*
34	*1.6.2*	*Filtrační koš Columbus včetně závěsu + doprava*	*ks*	*1,000*	*3 949,00*	*3 949,00*	*0,006*
35	213141111	Zřízení vrstvy z geotextilie v rovině nebo ve sklonu do 1:5 š do 3 m	m2	117,202	23,10	2 707,37	0,012
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
36	*69311080*	*geotextilie netkaná separační, ochranná, filtrační, drenážní PES 200g/m2*	*m2*	*138,826*	*23,70*	*3 290,18*	*0,028*
37	897171111	Osazení vsakovacího tunelu pro vsakování dešťových vod pod pochozí plochy a plochy zatížené osobními automobily objemu do 10 m3	m3	12,240	555,76	6 802,50	0,000
38	*1.6.4.*	*Vsakovací tunel Garantia 300 l + doprava*	*ks*	*25,000*	*1 660,00*	*41 500,00*	*0,275*
39	*1.6.4.1.*	*Zakončení vsakovacího tunelu Garantia (2 ks) + doprava*	*soubor*	*5,000*	*840,00*	*4 200,00*	*0,015*
40	998276101	Přesun hmot pro trubní vedení z trub z plastických hmot otevřený výkop	t	0,727	1 090,00	792,43	0,000
		Celkem				**742 893,89**	**137,655**

Celkové náklady na výstavbu dešťové kanalizace pro objekt s odvodňovací plochou do 250 m^2 činí 742 893,89 Kč bez DPH.

6.7 Objekt s odvodňovací plochou 250 – 300 m^2

Pro výpočet velikosti akumulační nádrže využiji online kalkulačku společnosti Dešťovka.eu. Prvním nezbytným údajem, který je třeba vyplnit, jsou již zmíněné průměrné srážky v milimetrech na metr čtvereční za rok.

Dalším vstupním údajem pro výpočet objemu akumulační nádrže je půdorysná plocha, která bude odvádět dešťovou vodu. U řešeného objektu se jedná pouze o půdorysnou **plochu střechy 300 m^2**. Tyto údaje vyplním do zmíněné online kalkulačky. Po zadání těchto údajů dostanu potřebný minimální objem nádrže (Obrázek 42).

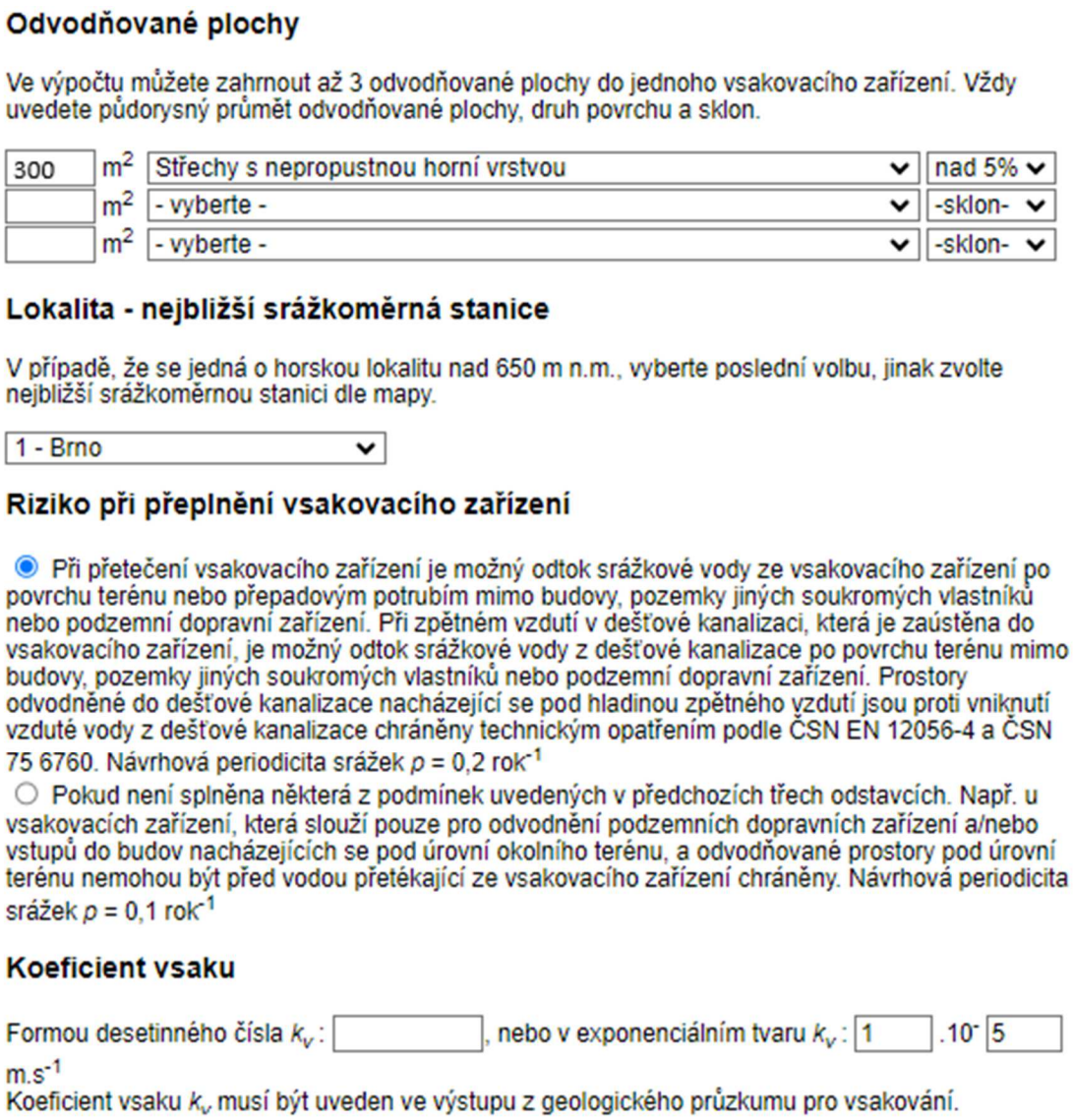


Obrázek 42 – Vyplněný formulář pro určení objemu podzemní nádrže na dešťovou vodu objektu do 300 m², zdroj: [46]

Další údaj, týkající se počtu obyvatel, je relevantní pouze v případě, že by dešťová voda byla využívána pro domácí potřeby. Vzhledem k tomu, že uvažuji využití akumulační nádrže pouze pro zavlažování zahrady, toto pole nevyplňuji. Pro účely zálivky je možné v posledním řádku formuláře ověřit minimální potřebu vody pro zavlažování. Je zřejmé, že potřebný **objem nádrže činí alespoň 9,8 m³**. Po prozkoumání nabídky na trhu jsem zvolil **nádrž Columbus XL 10 000**, která, jak již její název vypovídá, dokáže akumulovat 10 m³ dešťové vody.

Obrázek 43 – Podzemní nádrž na vodu Columbus XL 10 000, zdroj: [86]

Pro stanovení velikosti vsaku také využiji online kalkulačku společnosti Dešťovénádrže.cz. Pro navrhování vsakovacích tunelů je důležité určit odvodňovací plochy, a tedy **půdorysná plocha střechy** o velikosti **300 m^2**. Vyplním také, že střecha má **nepropustnou horní vrstvu, sklon přes 5 % a nachází se v lokalitě Brno.** V části týkající se rizik při přeplnění vsakovacího zařízení vybíráme první variantu dle našich potencionálních ideálních podmínek. Posledním povinným údajem pro určení velikosti vsaku je **koeficient vsaku**, který jsem stanovil na **1x10^{-5} m/s** také dle potencionálních ideálních podmínek.



Obrázek 44 – Vyplněný formulář pro určení základních vlastností pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 300 m^2, zdroj: [49]

Z výpočtů na Obrázku 45 plyne, že **minimální velikost vsakovací plochy představuje 28,5 m² a objem vsakovacích tunelů 9,0 m³**. Je potřebné splnit oba tyto požadavky.

Návrhové a vypočítané údaje

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60 \qquad T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak} + Q_o}$$

A_{red}	300 m²	redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy
A_{vz}	0 m²	plocha hladiny vsakovacího zařízení (jen u povrchových vsakovacích zařízení)
Q_p	0 m³.s⁻¹	jiný přítok
p	0.2 rok⁻¹	periodicita srážek
k_v	0.00001000 m.s⁻¹	koeficient vsaku
f	2	součinitel bezpečnosti vsaku
Q_o	0 m³.s⁻¹	regulovaný odtok
A_{vsak}	**28.5 m²**	**velikost vsakovací plochy**
h_d	37.1 mm	návrhový úhrn srážek
t_c	240 min	doba trvání srážky
Q_{vsak}	0.0001427 m³.s⁻¹	vsakovaný odtok
V_{vz}	**9.0 m³**	**největší vypočtený retenční objem vsakovacího zařízení (návrhový objem)**
T_{pr}	**17.7 hod**	**doba prázdnění vsakovacího zařízení - VYHOVUJE**

Při výstavbě vsakovacího zařízení je bezpodmínečně nutné dodržet nejen čistý návrhový objem V_{vz}, ale současně také minimální velikost vsakovací plochy A_{vsak} !!!

Obrázek 45 – Požadavky pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 300 m², zdroj: [49]

Průzkumem na trhu se pro účely projektu ukázal jako nejvhodnější **vsakovací tunel Garantia 300 l** (Obrázek 21). Jak je již patrné z názvu, jeden vsakovací tunel pojme až 0,3 m³ vody, což vyžaduje spojení třiceti takových tunelů, aby byl dosažen návrhový objem 9,0 m³. Vsakovací plocha bude zohledněna později ve výkresových podkladech.

Poslední dimenzovanou částí této dešťové kanalizace je potrubí. Prvním krokem tohoto vypočtu je stanovení množství dešťových odpadních vod Q_r podle Vzorce 1:

$$Q_r = i * A * c \quad [l/s] \qquad \textit{(Vzorec 1)} \text{ [45]}$$

Popis jednotlivých veličin je uveden v Tabulce 2, kde i = 0,03 [l/s*m2], A = 300 m² a c = 1,0 (ostatní střechy).

$$Q_r = 0{,}03 * 300 * 1{,}0 = 9{,}0\ l/s$$

Konkrétní dimenzi potrubí zjistíme podle Tabulky 24, kde v prvním sloupci (sklon) vyberu řádek se spádem plánovaného potrubí – uvažuji 1 %. Dále naleznu příslušný maximální průtok Q_{max} na daném řádku

dle sklonu potrubí. Hledám nejbližší vyšší hodnotu ke spočítanému Q_r. Na základě těchto dvou údajů zjišťuji, že je vhodné použít **DN 150**.

Tabulka 24 – Určení dimenze potrubí podle sklonu a maximálního průtoku dešťových odpadních vod objektu do 300 m², zdroj: [45]

Sklon	DN 70		DN 90		DN 100		DN 125		DN 150		DN 200	
J [%]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]
1,0	1,7	0,6	2,5	0,7	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2
1,5	2,0	0,7	3,0	0,8	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5
2,0	2,4	0,9	3,5	1,0	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7
2,5	2,6	1,0	3,9	1,1	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6	37,6	1,9
3,0	2,9	1,1	4,3	1,2	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1
3,5	3,1	1,1	4,7	1,3	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2
4,0	3,3	1,2	5,0	1,4	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4
4,5	3,5	1,3	5,3	1,4	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5
5,0	3,7	1,4	5,6	1,5	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7

V tuto chvíli jsou všechny vstupní hodnoty pro návrh dešťové kanalizace zjištěny a je potřeba vypracovat výkresové podklady. Je důležité vycházet vždy z technických listů dodavatele. Všechny konkrétní rozměry a samotný projekt se nachází v Příloze 13.

Zvolil jsem vhodný prostor pro umístění akumulační nádrže, konkrétně 15 metrů od vnější zdi objektu. Rozměry výkopu byly stanoveny tak, aby byly minimálně o 500 mm větší než rozměry nádrže, což umožňuje vytvoření dostatečného pracovního prostoru pro instalaci nádrže a připojení všech potrubí. Hloubka výkopu byla určena s ohledem na tloušťku podkladní vrstvy a výšku otvorů pro potrubí, aby bylo zajištěno snadné napojení. Jako podkladní vrstva bylo použito drcené kamenivo hrubé frakce 16/64 o tloušťce 150 mm. Dle technického listu jsem určil správný typ zásypu drcené kamenivo hrubé frakce 8/16 a dále zeminu z této vykopané jámy.

Navrhl jsem také rýhu pro vedení vodorovného potrubí s připojením k akumulační nádrži. Je důležité umístit potrubí do nezámrzné hloubky (minimálně 800 mm pod povrchem). Návrh připojení vodorovného potrubí na lapač střešních splavenin a tím i na svislé potrubí objektu není součástí této práce. Veškeré vodorovné potrubí projektu bude podsypáno a zasypáno štěrkopískem frakce 0/4.

Dále bylo potřeba navrhnout výkop pro umístění vsakovacích tunelů, přičemž v tuto chvíli je důležité zohlednit již vypočítanou vsakovací plochu (Obrázek 45). Dle mého návrhu se jedná o 58,1 m², což minimální

požadovanou plochu převyšuje. Vsakovací tunely umístím do 6 řad po 5 kusech. Hloubka výkopu byla stanovena na základě výšky otvoru potrubí na akumulační nádrži pro snadné propojení. Dno jámy pro vsakování nemusí být ve stejné hloubce jako dno jámy pro nádrž. I zde byla jako podklad použita vrstva z drceného kameniva hrubé frakce 16/64 o tloušťce 150 mm, zásyp kamenivem hrubé frakce 8/16 a zemina z této vykopané jámy.

Nyní jsou navrženy všechny výkopové práce, zásypy a podkladní vrstvy, nádrž, vsakovací tunely i vodorovné potrubí od objektu. Je také nutné navrhnout zbývající potřebná potrubí, konkrétně mezi akumulační nádrží a vsakovacími tunely (stejné dimenze jako přívodní vodorovné potrubí). Součástí návrhu jsou mimo jiné také potrubní spoje, jako jsou odbočky nebo kolena. Kromě potrubí je třeba navrhnout i geotextílii, která bude umístěna s přesahy ze všech stran okolo vsakovacích tunelů a také pro obalení všech svislých podzemní potrubí, aby se zabránilo jejich poškození.

Návrh dále zahrnuje ponorné čerpadlo, filtrační koš do nádrže a zakončovací prvky pro vsakovací tunely, které nejsou zahrnuty v základní ceně těchto tunelů. V Tabulce 25 je uveden seznam navrženého sortimentu dešťové kanalizace, včetně pořizovací ceny (cena pořízení + náklady s tím spojené).

Tabulka 25 – Seznam navrženého sortimentu dešťové kanalizace pro objekt do 300 m^2, včetně pořizovací ceny, zdroj: vlastní zpracování

Název sortimentu dešťové kanalizace	Pořizovací cena
Akumulační nádrž Columbus XL 10 000 včetně kopule + PE poklop	103 293 Kč
Vsakovací tunel Garantia 300 l	1 660 Kč
Zakončovací prvek vsakovacího tunelu Garantia 300 l [2 ks]	840 Kč
Ponorné čerpadlo, automatické a tlakové	6 507 Kč
Filtrační koš Columbus včetně závěsu	3 949 Kč
Netkaná separační geotextilie 200 g/m^2	23,7 Kč/m^2

Nyní máme všechny potřebné informace k určení nákladů na výstavbu zjištěny. Ke stanovení těchto nákladů jsem využil program Kros 4 a vypracoval položkový rozpočet (Tabulka 26) na základě vypracovaného výkresu projektu a pořizovacích cen sortimentu dešťové kanalizace. Tento položkový rozpočet i s výkazem výměr je k dispozici v Příloze 14.

Tabulka 26 – Položkový rozpočet dešťové kanalizace pro objekt do 300 m^2, zdroj: vlastní zpracování

ROZPOČET

Stavba: Dešťová kanalizace
Objekt: 250 - 300 m2

Objednatel:
Zhotovitel:
Místo:

Zpracoval: Jaroslav Rubáč
Datum: 4. 12. 2023

Č.	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem	Hmotnost celkem
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
	HSV	**Dešťová kanalizace**				**853 380,57**	**158,392**
	1	**Zemní práce**				**583 100,03**	**157,400**
1	131251104	Hloubení jam nezapažených v hornině třídy těžitelnosti I skupiny 3 objem do 500 m3 strojně	m3	131,274	217,00	28 486,46	0,000
2	132251104	Hloubení rýh nezapažených š do 800 mm v hornině třídy těžitelnosti I skupiny 3 objem přes 100 m3 strojně	m3	4,184	490,00	2 050,16	0,000
3	151201201	Zřízení zátažného pažení stěn výkopu hl do 4 m	m2	82,382	250,00	20 595,50	0,123
4	151201211	Odstranění pažení stěn zátažného hl do 4 m	m2	82,382	72,90	6 005,65	0,000
5	162251102	Vodorovné přemístění přes 20 do 50 m výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3	m3	159,874	46,20	7 386,18	0,000
6	171251201	Uložení sypaniny na skládky nebo meziskládky	m3	111,042	20,80	2 309,67	0,000
7	167151111	Nakládání výkopku z hornin třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3 přes 100 m3	m3	135,458	53,20	7 206,37	0,000
8	162751117	Vodorovné přemístění přes 9 000 do 10000 m výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3	m3	111,042	282,00	31 313,84	0,000
9	162751119	Příplatek k vodorovnému přemístění výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3 ZKD 1000 m přes 10000 m	m3	111,042	21,00	2 331,88	0,000
10	171201221	Poplatek za uložení na skládce (skládkovné) zeminy a kamení kód odpadu 17 05 04	t	222,084	1 550,00	344 230,20	0,000
11	213311113	Polštáře zhutněné pod základy z kameniva drceného frakce 16 až 63 mm	m3	10,912	1 790,00	19 532,48	23,570
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
12	451572111	Lože pod potrubí otevřený výkop z kameniva drobného těženého	m3	0,680	1 720,00	1 169,60	0,000
13	175151101	Obsypání potrubí strojně sypaninou bez prohození, uloženou do 3 m	m3	7,534	228,00	1 717,75	0,000
14	*58337310*	*štěrkopísek frakce 0/4*	*t*	*12,555*	*420,00*	*5 273,10*	*12,555*
15	174111101	Zásyp jam, šachet rýh nebo kolem objektů sypaninou se zhutněním ručně	m3	84,998	255,46	21 713,59	0,000
16	*58343872*	*kamenivo drcené hrubé frakce 8/16*	*t*	*121,152*	*675,00*	*81 777,60*	*121,152*
	8	**Trubní vedení**				**34 712,47**	**0,123**
17	871313121	Montáž kanalizačního potrubí z PVC těsněné gumovým kroužkem otevřený výkop sklon do 20 % DN 160	m	26,715	168,00	4 488,12	0,000
18	*28611164*	*trubka kanalizační PVC DN 160x1000mm SN8*	*m*	*27,516*	*434,00*	*11 941,94*	*0,073*
19	877310310	Montáž kolen na kanalizačním potrubí z PP nebo tvrdého PVC trub hladkých plnostěnných DN 160	kus	13,000	271,00	3 523,00	0,000
20	*28611361*	*koleno kanalizační PVC KG 160x45°*	*kus*	*13,000*	*140,00*	*1 820,00*	*0,008*
21	877310320	Montáž odboček na kanalizačním potrubí z PP nebo tvrdého PVC trub hladkých plnostěnných DN 160	kus	5,000	456,00	2 280,00	0,000
22	*28611392*	*odbočka kanalizační plastová s hrdlem KG 160/160/45°*	*kus*	*5,000*	*331,00*	*1 655,00*	*0,008*
23	871353121	Montáž kanalizačního potrubí z PVC těsněné gumovým kroužkem otevřený výkop sklon do 20 % DN 200	m	6,000	177,00	1 062,00	0,000
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
24	28611167	*trubka kanalizační PVC DN 200x1000mm SN8*	*m*	*6,180*	*688,00*	*4 251,84*	*0,026*

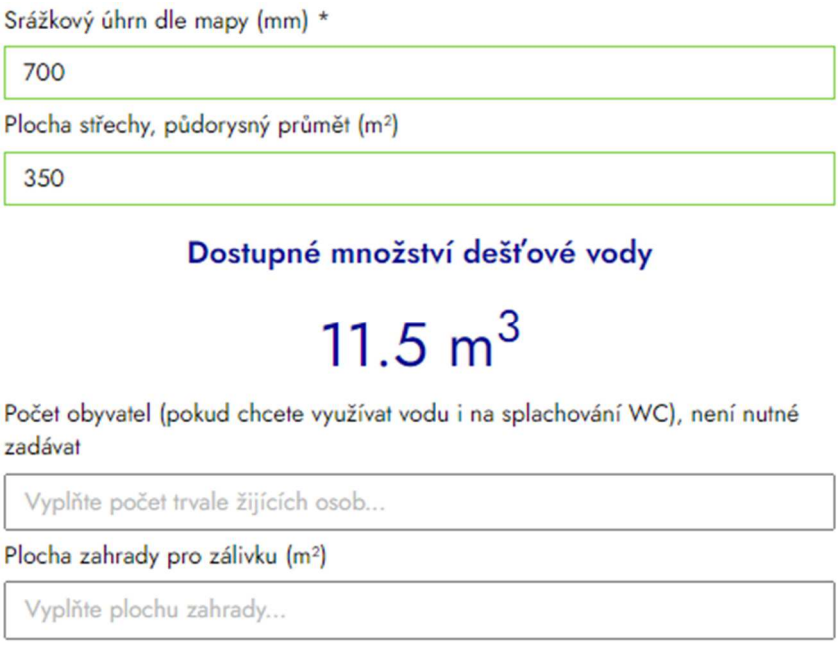
Č.	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem	Hmotnost celkem
25	HZS4231	Osazení odvětrávací hlavice DN 200	hod	0,750	554,00	415,50	0,000
26	*1.6.5.*	*Odvětrávací hlavice DN 200*	*ks*	*6,000*	*484,00*	*2 904,00*	*0,006*
27	899722112	Krytí potrubí z plastů výstražnou fólií z PVC 25 cm	m	15,000	15,80	237,00	0,001
28	998276101	Přesun hmot pro trubní vedení z trub z plastických hmot otevřený výkop	t	0,123	1 090,00	134,07	0,000
	89	**Dešťová kanalizace**				**235 568,07**	**0,869**
29	897172111	Osazení akumulační nádrže (včetně šachtové kopule) pro akumulacii dešťových vod pod pochozí plochy a plochy zatížené osobními automobily objemu do 10 m3	m3	16,600	2 964,04	49 203,06	0,000
30	899121101	Osazení poklopů plastových ventilových	kus	1,000	335,00	335,00	0,000
31	*1.6*	*Akumulační nádrž Columbus XL 10 000 + kopule + poklop + doprava*	*ks*	*1,000*	*103 293,00*	*103 293,00*	*0,455*
32	HZS4231	Instalace ponorného čerpadla a filtračního koše do akumulační nádrže	hod	2,000	554,00	1 108,00	0,000
33	*1.6.3*	*Ponorné čerpadlo - automatické tlakové Gardena 4700/2 automat + doprava*	*ks*	*1,000*	*6 507,00*	*6 507,00*	*0,012*
34	*1.6.2*	*Filtrační koš Columbus včetně závěsu + doprava*	*ks*	*1,000*	*3 949,00*	*3 949,00*	*0,006*
35	213141111	Zřízení vrstvy z geotextilie v rovině nebo ve sklonu do 1:5 š do 3 m	m2	141,146	23,10	3 260,47	0,014
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
36	*69311080*	*geotextilie netkaná separační, ochranná, filtrační, drenážní PES 200g/m2*	*m2*	*167,187*	*23,70*	*3 962,33*	*0,033*
37	897171111	Osazení vsakovacího tunelu pro vsakování dešťových vod pod pochozí plochy a plochy zatížené osobními automobily objemu do 10 m3	m3	14,688	555,76	8 163,00	0,000
38	*1.6.4.*	*Vsakovací tunel Garantia 300 l + doprava*	*ks*	*30,000*	*1 660,00*	*49 800,00*	*0,330*
39	*1.6.4.1.*	*Zakončení vsakovacího tunelu Garantia (2 ks) + doprava*	*soubor*	*6,000*	*840,00*	*5 040,00*	*0,018*
40	998276101	Přesun hmot pro trubní vedení z trub z plastických hmot otevřený výkop	t	0,869	1 090,00	947,21	0,000
		Celkem				**853 380,57**	**158,392**

Celkové náklady na výstavbu dešťové kanalizace pro objekt s odvodňovací plochou do 300 m^2 činí 853 380,57 Kč bez DPH.

6.8 Objekt s odvodňovací plochou 300 – 350 m^2

Pro výpočet velikosti akumulační nádrže využiji online kalkulačku společnosti Dešťovka.eu. Prvním nezbytným údajem, který je třeba vyplnit, jsou již zmíněné průměrné srážky v milimetrech na metr čtvereční za rok.

Dalším vstupním údajem pro výpočet objemu akumulační nádrže je půdorysná plocha, která bude odvádět dešťovou vodu. U řešeného objektu se jedná pouze o půdorysnou **plochu střechy 350 m^2**. Tyto údaje vyplním do zmíněné online kalkulačky. Po zadání těchto údajů dostanu potřebný minimální objem nádrže (Obrázek 46).

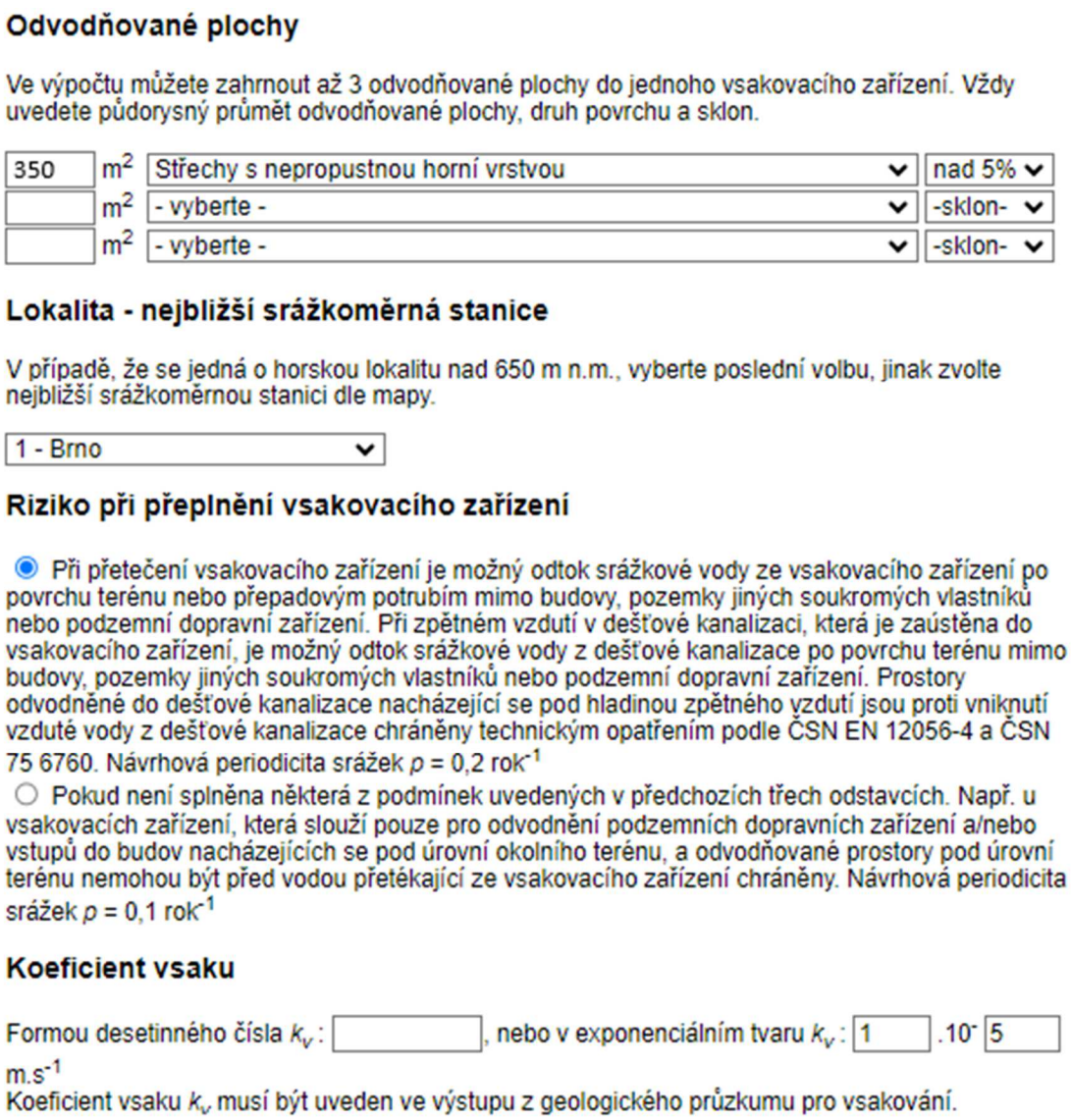


Obrázek 46 – Vyplněný formulář pro určení objemu podzemní nádrže na dešťovou vodu objektu do 350 m², zdroj: [46]

Další údaj, týkající se počtu obyvatel, je relevantní pouze v případě, že by dešťová voda byla využívána pro domácí potřeby. Vzhledem k tomu, že uvažuji využití akumulační nádrže pouze pro zavlažování zahrady, toto pole nevyplňuji. Pro účely zálivky je možné v posledním řádku formuláře ověřit minimální potřebu vody pro zavlažování. Je zřejmé, že potřebný **objem nádrže činí alespoň 11,5 m³**. Po prozkoumání nabídky na trhu jsem zvolil **nádrž RoTerra 12 000 l**, která, jak již její název vypovídá, dokáže akumulovat 12 m³ dešťové vody.

Obrázek 47 – Podzemní nádrž na vodu RoTerra 12 000 l, zdroj: [87]

Pro stanovení velikosti vsaku také využiji online kalkulačku společnosti Dešťovénádrže.cz. Pro navrhování vsakovacích tunelů je důležité určit odvodňovací plochy, a tedy **půdorysná plocha střechy** o velikosti **350 m^2**. Vyplním také, že střecha má **nepropustnou horní vrstvu, sklon přes 5 % a nachází se v lokalitě Brno.** V části týkající se rizik při přeplnění vsakovacího zařízení vybíráme první variantu dle našich potencionálních ideálních podmínek. Posledním povinným údajem pro určení velikosti vsaku je **koeficient vsaku**, který jsem stanovil na **1x10^{-5} m/s** také dle potencionálních ideálních podmínek.



Obrázek 48 – Vyplněný formulář pro určení základních vlastností pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 350 m^2, zdroj: [49]

Z výpočtů na Obrázku 49 plyne, že **minimální velikost vsakovací plochy představuje 33,3 m² a objem vsakovacích tunelů 10,5 m³**. Je potřebné splnit oba tyto požadavky.

Návrhové a vypočítané údaje

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60 \qquad T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak} + Q_o}$$

A_{red}	350 m²	redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy
A_{vz}	0 m²	plocha hladiny vsakovacího zařízení (jen u povrchových vsakovacích zařízení)
Q_p	0 m³.s⁻¹	jiný přítok
p	0.2 rok⁻¹	periodicita srážek
k_v	0.00001000 m.s⁻¹	koeficient vsaku
f	2	součinitel bezpečnosti vsaku
Q_o	0 m³.s⁻¹	regulovaný odtok
A_{vsak}	**33.3 m²**	**velikost vsakovací plochy**
h_d	37.1 mm	návrhový úhrn srážek
t_c	240 min	doba trvání srážky
Q_{vsak}	0.0001664 m³.s⁻¹	vsakovaný odtok
V_{vz}	**10.5 m³**	**největší vypočtený retenční objem vsakovacího zařízení (návrhový objem)**
T_{pr}	**17.7 hod**	**doba prázdnění vsakovacího zařízení - VYHOVUJE**

Při výstavbě vsakovacího zařízení je bezpodmínečně nutné dodržet nejen čistý návrhový objem V_{vz}, ale současně také minimální velikost vsakovací plochy A_{vsak} !!!

Obrázek 49 – Požadavky pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 350 m², zdroj: [49]

Průzkumem na trhu se pro účely projektu ukázal jako nejvhodnější **vsakovací tunel Garantia 300 l** (Obrázek 21). Jak je již patrné z názvu, jeden vsakovací tunel pojme až 0,3 m³ vody, což vyžaduje spojení třiceti pěti takových tunelů, aby byl dosažen návrhový objem 10,5 m³. Vsakovací plocha bude zohledněna později ve výkresových podkladech.

Poslední dimenzovanou částí této dešťové kanalizace je potrubí. Prvním krokem tohoto vypočtu je stanovení množství dešťových odpadních vod Q_r podle Vzorce 1:

$$Q_r = i * A * c \quad [l/s] \qquad \textit{(Vzorec 1)} \text{ [45]}$$

Popis jednotlivých veličin je uveden v Tabulce 2, kde i = 0,03 [l/s*m2], A = 350 m² a c = 1,0 (ostatní střechy).

$$Q_r = 0{,}03 * 350 * 1{,}0 = 10{,}5\ l/s$$

Konkrétní dimenzi potrubí zjistíme podle Tabulky 27, kde v prvním sloupci (sklon) vyberu řádek se spádem plánovaného potrubí – uvažuji 1 %. Dále naleznu příslušný maximální průtok Q_{max} na daném řádku

dle sklonu potrubí. Hledám nejbližší vyšší hodnotu ke spočítanému Q_r. Na základě těchto dvou údajů zjišťuji, že je vhodné použít **DN 150**.

Tabulka 27 – Určení dimenze potrubí podle sklonu a maximálního průtoku dešťových odpadních vod objektu do 350 m², zdroj: [45]

Sklon	DN 70		DN 90		DN 100		DN 125		DN 150		DN 200	
J [%]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]
1,0	1,7	0,6	2,5	0,7	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2
1,5	2,0	0,7	3,0	0,8	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5
2,0	2,4	0,9	3,5	1,0	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7
2,5	2,6	1,0	3,9	1,1	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6	37,6	1,9
3,0	2,9	1,1	4,3	1,2	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1
3,5	3,1	1,1	4,7	1,3	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2
4,0	3,3	1,2	5,0	1,4	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4
4,5	3,5	1,3	5,3	1,4	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5
5,0	3,7	1,4	5,6	1,5	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7

V tuto chvíli jsou všechny vstupní hodnoty pro návrh dešťové kanalizace zjištěny a je potřeba vypracovat výkresové podklady. Je důležité vycházet vždy z technických listů dodavatele. Všechny konkrétní rozměry a samotný projekt se nachází v Příloze 15.

Zvolil jsem vhodný prostor pro umístění akumulační nádrže, konkrétně 15 metrů od vnější zdi objektu. Rozměry výkopu byly stanoveny podle technického listu tak, aby byly minimálně o 600 mm větší než rozměry nádrže, což umožňuje vytvoření dostatečného pracovního prostoru pro instalaci nádrže a připojení všech potrubí. Hloubka výkopu byla určena s ohledem na tloušťku podkladních vrstev a výšku otvorů pro potrubí, aby bylo zajištěno snadné napojení. Jako podkladní vrstva bylo použito drcené kamenivo hrubé frakce 16/64 o tloušťce 200 mm a dále štěrkopísek frakce 0/4 o tloušťce 150 mm. Dle technického listu jsem určil správný typ zásypu – drcené kamenivo hrubé frakce 8/16 a dále zeminu z této vykopané jámy.

Navrhl jsem také rýhu pro vedení vodorovného potrubí s připojením k akumulační nádrži. Je důležité umístit potrubí do nezámrzné hloubky (minimálně 800 mm pod povrchem). Návrh připojení vodorovného potrubí na lapač střešních splavenin a tím i na svislé potrubí objektu není součástí této práce. Veškeré vodorovné potrubí projektu bude podsypáno a zasypáno štěrkopískem frakce 0/4.

Dále bylo potřeba navrhnout výkop pro umístění vsakovacích tunelů, přičemž v tuto chvíli je důležité zohlednit již vypočítanou vsakovací plochu (Obrázek 49). Dle mého návrhu se jedná o 67,2 m^2, což minimální požadovanou plochu převyšuje. Vsakovací tunely umístím do 7 řad po 5 kusech. Hloubka výkopu byla stanovena na základě výšky otvoru potrubí na akumulační nádrži pro snadné propojení. Dno jámy pro vsakování nemusí být ve stejné hloubce jako dno jámy pro nádrž. I zde byla jako podklad použita vrstva z drceného kameniva hrubé frakce 16/64 o tloušťce 150 mm, zásyp kamenivem hrubé frakce 8/16 a zemina z této vykopané jámy.

Nyní jsou navrženy všechny výkopové práce, zásypy a podkladní vrstvy, nádrž, vsakovací tunely i vodorovné potrubí od objektu. Je také nutné navrhnout zbývající potřebná potrubí, konkrétně mezi akumulační nádrží a vsakovacími tunely (stejné dimenze jako přívodní vodorovné potrubí). Součástí návrhu jsou mimo jiné také potrubní spoje, jako jsou odbočky nebo kolena. Kromě potrubí je třeba navrhnout i geotextílii, která bude umístěna s přesahy ze všech stran okolo vsakovacích tunelů a také pro obalení všech svislých podzemní potrubí, aby se zabránilo jejich poškození.

Návrh dále zahrnuje ponorné čerpadlo, filtrační koš do nádrže a zakončovací prvky pro vsakovací tunely, které nejsou zahrnuty v základní ceně těchto tunelů. V Tabulce 28 je uveden seznam navrženého sortimentu dešťové kanalizace, včetně pořizovací ceny (cena pořízení + náklady s tím spojené).

Tabulka 28 – Seznam navrženého sortimentu dešťové kanalizace pro objekt do 350 m^2, včetně pořizovací ceny, zdroj: vlastní zpracování

Název sortimentu dešťové kanalizace	Pořizovací cena
Akumulační nádrž RoTerra 12 000 l včetně kopule + PE poklop	97 180 Kč
Vsakovací tunel Garantia 300 l	1 660 Kč
Zakončovací prvek vsakovacího tunelu Garantia 300 l [2 ks]	840 Kč
Ponorné čerpadlo, automatické a tlakové	6 507 Kč
Filtrační koš Columbus včetně závěsu	3 949 Kč
Netkaná separační geotextilie 200 g/m^2	23,7 Kč/m^2

Nyní máme všechny potřebné informace k určení nákladů na výstavbu zjištěny. Ke stanovení těchto nákladů jsem využil program Kros 4 a vypracoval položkový rozpočet (Tabulka 29) na základě vypracovaného

výkresu projektu a pořizovacích cen sortimentu dešťové kanalizace. Tento položkový rozpočet i s výkazem výměr je k dispozici v Příloze 16.

Tabulka 29 – Položkový rozpočet dešťové kanalizace pro objekt do 350 m^2, zdroj: vlastní zpracování

ROZPOČET

Stavba: Dešťová kanalizace
Objekt: 300 - 350 m2

Objednatel:
Zhotovitel: Zpracoval: Jaroslav Rubáč
Místo: Datum: 4. 12. 2023

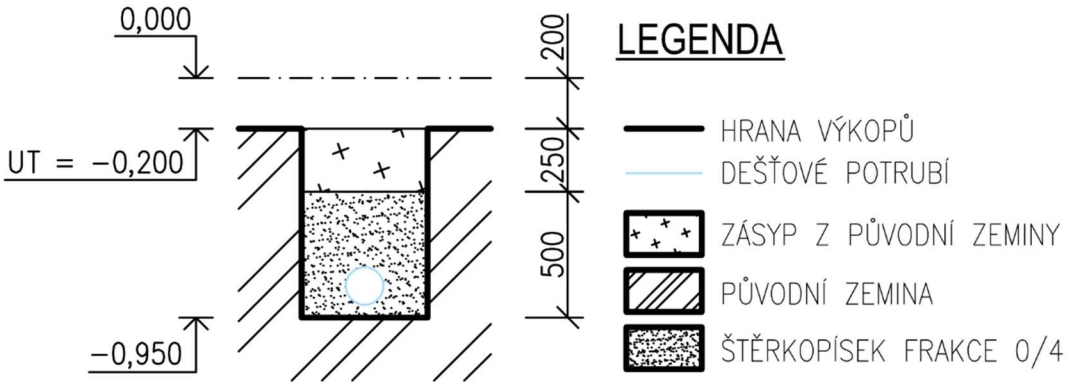
Č.	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem	Hmotnost celkem
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
	HSV	**Dešťová kanalizace**				**1 036 726,13**	**217,449**
	1	**Zemní práce**				**753 328,25**	**216,470**
1	131251104	Hloubení jam nezapažených v hornině třídy těžitelnosti I skupiny 3 objem do 500 m3 strojně	m3	161,336	217,00	35 009,91	0,000
2	132251104	Hloubení rýh nezapažených š do 800 mm v hornině třídy těžitelnosti I skupiny 3 objem přes 100 m3 strojně	m3	5,400	490,00	2 646,00	0,000
3	151201201	Zřízení zátažného pažení stěn výkopu hl do 4 m	m2	89,325	250,00	22 331,25	0,133
4	151201211	Odstranění pažení stěn zátažného hl do 4 m	m2	89,325	72,90	6 511,79	0,000
5	162251102	Vodorovné přemístění přes 20 do 50 m výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3	m3	189,605	46,20	8 759,75	0,000
6	171251201	Uložení sypaniny na skládky nebo meziskládky	m3	143,867	20,80	2 992,43	0,000
7	167151111	Nakládání výkopku z hornin třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3 přes 100 m3	m3	166,736	53,20	8 870,36	0,000
8	162751117	Vodorovné přemístění přes 9 000 do 10000 m výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3	m3	143,867	282,00	40 570,49	0,000
9	162751119	Příplatek k vodorovnému přemístění výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3 ZKD 1000 m přes 10000 m	m3	143,867	21,00	3 021,21	0,000
10	171201221	Poplatek za uložení na skládce (skládkovné) zeminy a kamení kód odpadu 17 05 04	t	287,734	1 550,00	445 987,70	0,000
11	213311113	Polštáře zhutněné pod základy z kameniva drceného frakce 16 až 63 mm	m3	13,552	1 790,00	24 258,08	29,272
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
12	451572111	Lože pod potrubí otevřený výkop z kameniva drobného těženého	m3	0,642	1 720,00	1 104,24	1,214
13	175151101	Obsypání potrubí strojně sypaninou bez prohození, uloženou do 3 m	m3	9,193	228,00	2 096,00	0,000
14	*58337310*	*štěrkopísek frakce 0/4*	*t*	*15,320*	*420,00*	*6 434,40*	*15,320*
15	174111101	Zásyp jam, šachet rýh nebo kolem objektů sypaninou se zhutněním ručně	m3	108,143	255,46	27 626,21	0,000
16	*58343872*	*kamenivo drcené hrubé frakce 8/16*	*t*	*170,531*	*675,00*	*115 108,43*	*170,531*
	8	**Trubní vedení**				**38 051,76**	**0,137**
17	871313121	Montáž kanalizačního potrubí z PVC těsněné gumovým kroužkem otevřený výkop sklon do 20 % DN 160	m	27,040	168,00	4 542,72	0,000
18	*28611164*	*trubka kanalizační PVC DN 160x1000mm SN8*	*m*	*27,851*	*434,00*	*12 087,33*	*0,074*
19	877310310	Montáž kolen na kanalizačním potrubí z PP nebo tvrdého PVC trub hladkých plnostěnných DN 160	kus	12,000	271,00	3 252,00	0,000
20	*28611361*	*koleno kanalizační PVC KG 160x45°*	*kus*	*12,000*	*140,00*	*1 680,00*	*0,008*
21	877310320	Montáž odboček na kanalizačním potrubí z PP nebo tvrdého PVC trub hladkých plnostěnných DN 160	kus	6,000	456,00	2 736,00	0,000
22	*28611392*	*odbočka kanalizační plastová s hrdlem KG 160/160/45°*	*kus*	*6,000*	*331,00*	*1 986,00*	*0,009*
23	871353121	Montáž kanalizačního potrubí z PVC těsněné gumovým kroužkem otevřený výkop sklon do 20 % DN 200	m	8,400	177,00	1 486,80	0,000
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
24	*28611167*	*trubka kanalizační PVC DN 200x1000mm SN8*	*m*	*8,652*	*688,00*	*5 952,58*	*0,037*

Č.	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem	Hmotnost celkem
25	HZS4231	Osazení odvětrávací hlavice DN 200	hod	1,000	554,00	554,00	0,000
26	*1.6.5.*	*Odvětrávací hlavice DN 200*	*ks*	*7,000*	*484,00*	*3 388,00*	*0,007*
27	899722112	Krytí potrubí z plastů výstražnou fólií z PVC 25 cm	m	15,000	15,80	237,00	0,001
28	998276101	Přesun hmot pro trubní vedení z trub z plastických hmot otevřený výkop	t	0,137	1 090,00	149,33	0,000
	89	**Dešťová kanalizace**				**245 346,12**	**0,842**
29	897172111	Osazení akumulační nádrže (včetně šachtové kopule) pro akumulaci dešťových vod pod pochozí plochy a plochy zatížené osobními automobily objemu do 10 m3	m3	18,000	2 964,04	53 352,72	0,000
30	899121101	Osazení poklopů plastových ventilových	kus	1,000	335,00	335,00	0,000
31	*1.6*	*Akumulační nádrž RoTerra 12 000 L + kopule + poklop + doprava*	*ks*	*1,000*	*97 180,00*	*97 180,00*	*0,362*
32	HZS4231	Instalace ponorného čerpadla a filtračního koše do akumulační nádrže	hod	2,000	554,00	1 108,00	0,000
33	*1.6.3*	*Ponorné čerpadlo - automatické tlakové Gardena 4700/2 automat + doprava*	*ks*	*1,000*	*6 507,00*	*6 507,00*	*0,012*
34	*1.6.2*	*Filtrační koš Columbus včetně závěsu + doprava*	*ks*	*1,000*	*3 949,00*	*3 949,00*	*0,006*
35	213141111	Zřízení vrstvy z geotextilie v rovině nebo ve sklonu do 1:5 š do 3 m	m2	165,970	23,10	3 833,91	0,017
		Vytisknuto v školní verzi KROS 4					
36	*69311080*	*geotextilie netkaná separační, ochranná, filtrační, drenážní PES 200g/m2*	*m2*	*196,591*	*23,70*	*4 659,21*	*0,039*
37	897171111	Osazení vsakovacího tunelu pro vsakování dešťových vod pod pochozí plochy a plochy zatížené osobními automobily objemu do 10 m3	m3	17,136	555,76	9 523,50	0,000
38	*1.6.4.*	*Vsakovací tunel Garantia 300 l + doprava*	*ks*	*35,000*	*1 660,00*	*58 100,00*	*0,385*
39	*1.6.4.1.*	*Zakončení vsakovacího tunelu Garantia (2 ks) + doprava*	*soubor*	*7,000*	*840,00*	*5 880,00*	*0,021*
40	998276101	Přesun hmot pro trubní vedení z trub z plastických hmot otevřený výkop	t	0,842	1 090,00	917,78	0,000
		Celkem				**1 036 726,13**	**217,449**

Celkové náklady na výstavbu dešťové kanalizace pro objekt s odvodňovací plochou do 350 m² činí 1 036 726,13 Kč bez DPH.

6.9 Kalkulace nákladů na každý další metr rýhy přívodního potrubí

Pokud délka rýhy, určená k vedení vodorovného potrubí pro dešťové vody do akumulační nádrže, překročí 15 metrů, jak bylo plánováno v projektech, je možné orientačně odhadnout náklady na každý další metr. Tyto náklady jsou stanoveny na základě nejméně příznivé varianty z vybraných objektů, konkrétně tedy z objektu s odvodňovací plochou mezi 300 a 350 m². Souvrství této rýhy je vyobrazeno na Obrázku 50.



Obrázek 50 – Řez souvrství rýhy objektu do 350 m², zdroj: vlastní zpracování

Ke stanovení těchto nákladů jsem využil program Kros 4 a vypracoval položkový rozpočet s výkazem výměr (Tabulka 30). Tento rozpočet je k dispozici v Příloze 17.

Tabulka 30 – Položkový rozpočet s výkazem výměr pro každý další metr rýhy přívodního potrubí, zdroj: vlastní zpracování

ROZPOČET S VÝKAZEM VÝMĚR

Stavba: Dešťová kanalizace
Objekt: metr běžný rýhy
Objednatel:
Zhotovitel:
Místo:
Zpracoval: Jaroslav Rubáč

Vytisknuto v školní verzi KROS 4

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem
		HSV	**Dešťová kanalizace**				**2 000,57**
		1	**Zemní práce**				**1 366,48**
1	001	132251104	Hloubení rýh nezapažených š do 800 mm v hornině třídy těžitelnosti I skupiny 3 objem přes 100 m3 strojně	m3	0,375	490,00	183,75
			1,0*0,5*0,75		0,375		
2	001	162251102	Vodorovné přemístění přes 20 do 50 m výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1	m3	0,500	46,20	23,10
			0,375+0,125		0,500		
			zpětný zásyp = 1,0*0,5*0,25 = 0,125				
3	001	171251201	Uložení sypaniny na skládky nebo meziskládky	m3	0,250	20,80	5,20
			0,375-0,125		0,250		
4	001	167151111	Nakládání výkopku z hornin třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3 přes 100 m3	m3	0,375	53,20	19,95
			0,375		0,375		
5	001	162751117	Vodorovné přemístění přes 9 000 do 10000 m výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3	m3	0,250	282,00	70,50
			0,375-0,125		0,250		
6	001	162751119	Příplatek k vodorovnému přemístění výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3 ZKD 1000 m přes 10000 m	m3	0,250	21,00	5,25
			0,375-0,125		0,250		
7	001	171201221	Poplatek za uložení na skládce (skládkovné) zeminy a kamení kód odpadu 17 05 04	t	0,500	1 550,00	775,00
			(1,0*0,5*0,75-1,0*0,5*0,25)*2		0,500		
			objemová tíha zemina = 2				
8	271	451572111	Lože pod potrubí otevřený výkop z kameniva drobného těženého	m3	0,025	1 720,00	43,00
			1,0*0,5*0,05		0,025		
9	001	175151101	Obsypání potrubí strojně sypaninou bez prohození, uloženou do 3 m	m3	0,225	228,00	51,30
			1*0,5*0,45		0,225		
10	*583*	*58337310*	*štěrkopísek frakce 0/4*	*t*	*0,375*	*420,00*	*157,50*
			0,225*1,5*1,1*1,01		0,375		
			objemová tíha 1,5				
11	001	174111101	Zásyp jam, šachet rýh nebo kolem objektů sypaninou se zhutněním ručně	m3	0,125	255,46	31,93
			Zpětný zásyp zeminou z pozemku				
			1,0*0,5*0,25		0,125		
		8	**Trubní vedení**				**634,09**
12	271	871313121	Montáž kanalizačního potrubí z PVC těsněné gumovým kroužkem otevřený výkop sklon do 20 % DN 160	m	1,000	168,00	168,00
			1,0		1,000		
13	*286*	*28611164*	*trubka kanalizační PVC DN 160x1000mm SN8*	*m*	*1,030*	*434,00*	*447,02*
			1 * 1,03		1,030		
14	271	899722112	Krytí potrubí z plastů výstražnou fólií z PVC 25 cm	m	1,000	15,80	15,80
			1,0		1,000		
15	271	998276101	Přesun hmot pro trubní vedení z trub z plastických hmot otevřený výkop	t	0,003	1 090,00	3,27
			0,003		0,003		
			Celkem				**2 000,57**

Náklady na výstavbu každého dalšího metru rýhy dešťové kanalizace v závislosti na souvrství činí přibližně 2 000 Kč bez DPH.

6.10 Souhrnné vyhodnocení

V celkovém vyhodnocení vypracovaných projektů k analýze nákladů dešťových objektů bych rád připomněl stanovené náklady pro jednotlivé velikosti objektů. Dále bych chtěl znovu zdůraznit nejdůležitější faktory, které tyto náklady ovlivňují, mezi které patří umístění objektů v Brně s ideálními zemními podmínkami a již odstraněnou ornicí. Akumulační nádrže, umístěné 15 metrů od objektů, jsou vyrobeny z plastu a určeny pouze pro zálivku zahrady a venkovní úklid, přičemž se počítá s ročními srážkami 700 mm na metr čtvereční.

V Tabulce 31 jsou zobrazeny jednotlivé náklady na výstavbu dešťových kanalizací, uvedené v korunách českých bez DPH.

Tabulka 31 – Jednotlivé náklady na výstavbu dešťových kanalizací bez DPH, zdroj: vlastní zpracování

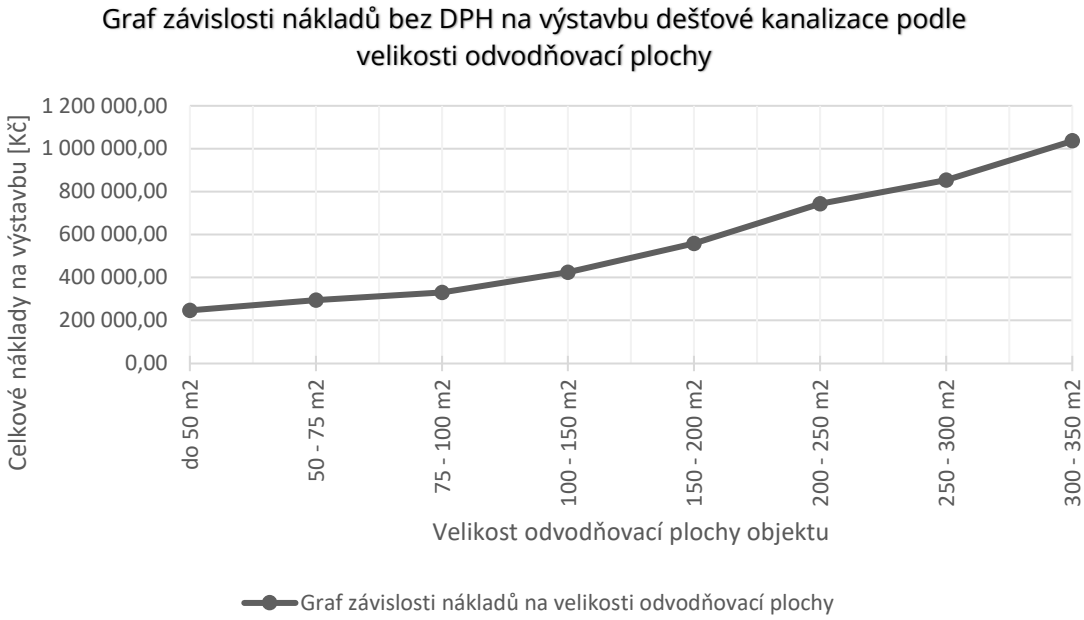
Velikost odvodňovací plochy objektu	Náklady na zemní práce [Kč]	Náklady na trubní vedení [Kč]	Náklady na dešťovou kanalizaci [Kč]	Celkové náklady [Kč]
do 50 m²	180 928,73	7 633,26	58 538,45	**247 100,44**
50 – 75 m²	207 922,85	10 846,80	76 075,63	**294 845,28**
75 – 100 m²	245 528,18	10 199,96	74 385,56	**330 113,70**
100 – 150 m²	309 041,62	12 879,00	102 227,69	**424 148,31**
150 – 200 m²	407 002,23	17 976,26	132 859,93	**557 838,42**
200 – 250 m²	504 537,68	31 111,17	207 245,04	**742 893,89**
250 – 300 m²	583 100,03	34 712,47	235 568,07	**853 380,57**
300 – 350 m²	753 328,25	38 051,76	245 346,12	**1 036 726,13**

Pokud 15 metrů rýhy pro přívodní vodorovné potrubí není dostačující, lze stanovit orientační náklady na každý další vybudovaný metr, viz Tabulka 51. Jsou uvedeny v korunách českých bez DPH.

Tabulka 32 – Náklady na výstavbu každého dalšího metru rýhy dešťové kanalizace bez DPH, zdroj: vlastní zpracování

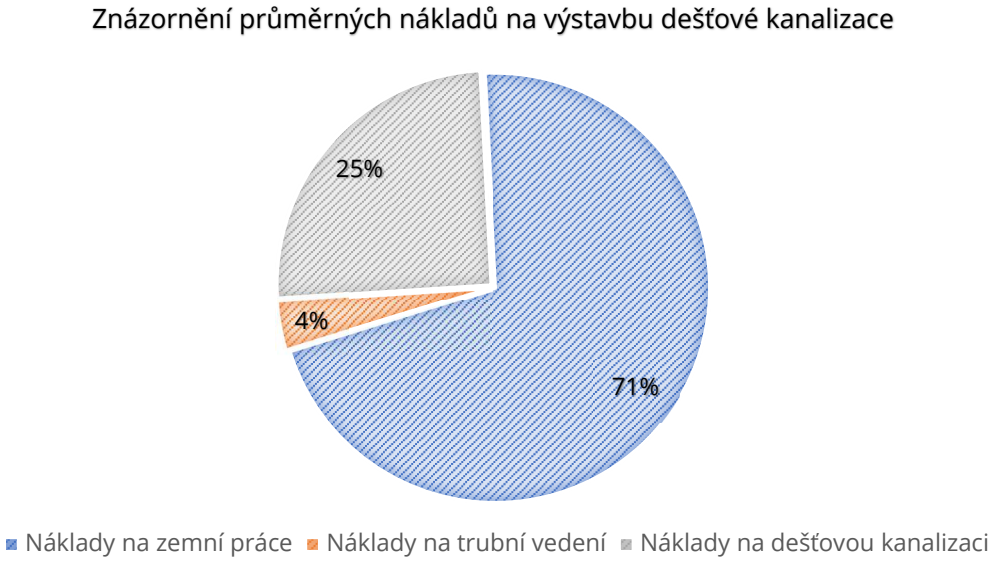
	Náklady na zemní práce [Kč]	Náklady na trubní vedení [Kč]	Celkové náklady [Kč]
každý další metr rýhy	1 366,48	634,09	**2 000,57**

Tyto celkové náklady na výstavbu bez DPH jsou prezentovány v Grafu 3.



Graf 3 – Znázornění závislosti nákladů bez DPH na výstavbu dešťové kanalizace podle velikosti odvodňovací plochy, zdroj: vlastní zpracování

Z průměrných nákladů jednotlivých částí všech objektů, přepočítaných do procent, vyplývá, že nejnákladnějšími položkami jsou zemní práce, které tvoří 71 % všech nákladů, což demonstruje Graf 4. Na samotnou dešťovou kanalizaci připadá 25 % nákladů a na potřebná trubní vedení zbývající 4 %.



Graf 4 – Znázornění průměrných nákladů na výstavbu dešťové kanalizace, zdroj: vlastní zpracování

Pro lepší představu stanovím náklady na výstavbu dešťové kanalizace na 1 m² odvodňovací plochy objektu bez DPH pro maximální odvodňovací plochu příslušného objektu, jak je zobrazeno v Tabulce 33. Tyto náklady na 1 m² umožňují také odhadnout náklady pro jiné velikosti odvodňovacích ploch, které nejsou přímo specifikovány v projektu. Jsou vypočítány jako poměr celkových nákladů na výstavbu a maximální odvodňovací plochy příslušného objektu.

Tabulka 33 – Náklady na 1 m^2 odvodňovací plochy příslušných objektů bez DPH, zdroj: vlastní zpracování

Velikost odvodňovací plochy příslušného objektu	Náklady na 1 m^2 odvodňovací plochy příslušného objektu
do 50 m^2	**4 942,0 Kč**
50 – 75 m^2	**3 931,3 Kč**
75 – 100 m^2	**3 301,1 Kč**
100 – 150 m^2	**2 827,7 Kč**
150 – 200 m^2	**2 789,2 Kč**
200 – 250 m^2	**2 971,6 Kč**
250 – 300 m^2	**2 844,6 Kč**
300 – 350 m^2	**2 962,1 Kč**

S rostoucí odvodňovací plochou příslušného objektu náklady na výstavbu, přepočítané na 1 m^2 odvodňovací plochy, klesají. Avšak u objektů s plochou mezi 200 a 350 m² dochází k jistým výkyvům, a to zejména u objektu s odvodňovací plochou 200 – 250 m², kde tyto náklady stoupají. Tento nárůst je způsoben především vyššími výdaji na nákup sortimentu pro dešťovou kanalizaci, zejména akumulačních nádrží.

7 Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo stanovit orientační náklady na výstavbu dešťové kanalizace v závislosti na odvodňované ploše, průměrném množství srážek v dané lokalitě a materiálové charakteristice kanalizačního systému. Vypracované projekty byly zaměřeny na objekty v Brně s ročními srážkami 700 mm na metr čtvereční, přičemž byly použity materiály z plastu a akumulační nádrže navržené pro zálivku a úklid zahrady.

Teoretická část práce se soustředila na popis systému dešťových kanalizací, základní informace o využití dešťové vody a související legislativu. Dále jsem se věnoval cenám a nákladům spojeným s výstavbou, s důrazem na stavební rozpočty, které slouží pro určení předběžných nákladů.

Vzhledem k tomu, že stavební předpisy vyžadují zajištění odvodu dešťových vod pro nové i rekonstruované objekty, je vhodné odhadnout dopředu náklady na realizaci. Během práce byly využity moderní metody rozpočtování a cenové analýzy, které umožnily detailní hodnocení nákladové efektivity navrhovaných projektů.

V praktické části byly definovány objekty s maximální odvodňovací plochou do 350 m², které byly rozděleny do osmi kategorií. Pro každou kategorii byly určeny potřebné dimenze, vybrán vhodný sortiment a vytvořeny projektové výkresy. Všechny tyto informace sloužily jako podklad pro sestavení položkových rozpočtů, které určily přesné náklady na realizaci jednotlivých dešťových systémů. Byly rovněž vypočítány náklady na každý metr rýhy pro přívodní vodorovné potrubí.

Z výsledků vyplývá, že materiálová charakteristika, velikost odvodňované plochy a lokální klimatické a geologické podmínky jsou klíčové pro optimalizaci nákladů. Zároveň bylo zjištěno, že zemní práce průměrně činí 71 % celkových nákladů, zatímco samotná dešťová kanalizace 25 % a trubní vedení 4 %. Stěžejní částí této práce je Tabulka 33 na straně 102, která ukazuje náklady pro různé velikosti objektů a dokládá, že nejnižší náklady na 1 m² půdorysné odvodňovací plochy se týkají objektů s plochou mezi 150 až 200 m². Naopak nejdražší jsou objekty s plochou do 50 m². Celkové náklady bez DPH lze díky této tabulce kalkulovat pro jakoukoli velikost objektu.

8 Seznam použité literatury

[1] Jak správně hospodařit s dešťovou vodou? | Počítáme s vodou [online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-03]. Dostupné z: https://www.pocitamesvodou.cz/jak-spravne-hospodarit-s-destovou-vodou/

[2] Odvod dešťové vody: Co říká zákon? [Online]. Poslední revize 2023 [cit. 2024-05-03] Dostupné z: https://www.zakra.cz/blog/odvod-destove-vody-zakon

[3] STRÁNSKÝ, David; KABELKOVÁ, Ivana; BAREŠ, Vojtěch a FREMROVÁ, Lenka. TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami. Odvětvová technická norma vodního hospodářství. Praha: Sweco Hydroprojekt, [2013].

[4] Topinfo, Hospodaření s dešťovou vodou podle zákona - jak se dotýká stavebníků v praxi? [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-03]. Dostupné z: https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/10517-hospodareni-s-destovou-vodou-podle-zakona-jak-se-dotyka-stavebniku-v-praxi

[5] VÍTEK, Jiří: Hospodaření s dešťovou vodou v ČR, 01/71 ZO ČSOP Koniklec, [2015]

[6] ŽABIČKA, Zdeněk: Hospodaření se srážkovou vodou v nemovitostech, Informační centrum ČKAIT, [2011]

[7] VALÁŠEK, Jaroslav: Zdravotně-technická zařízení a instalace, Jaga, [2001]

[8] Hospodaření s dešťovou vodou [Online] [cit. 2024-05-03]. Dostupné z: https://poradme.se/index.php?title=Hospoda%C5%99en%C3%AD_s_d%C4%9B%C5%A1%C5%A5ovou_vodou

[9] ASIO, Dešťová voda a její využití [Online]. Poslední revize 2024. [cit. 2024-05-03]. Dostupné z: https://www.asio.cz/cz/news/destova-voda-a-jeji-vyuziti.1127

[10] Topinfo, Využívání dešťové vody (II) - možnosti použití dešťové vody a části zařízení [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-03]. Dostupné z: https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni

[11] Zakra, Využití dešťové vody: 5 tipů, jak dešťová voda pomůže [Online]. Publikováno 2023-07-10 [cit. 2024-05-03]. Dostupné z: https://www.zakra.cz/blog/5-tipu-na-vyuziti-destove-vody

[12] AliaWeb, Úhrn srážek v roce 2023 - K hodnocením uplynulého roku, která jsme již zveřejnili, přidáváme mapu ročního úhrnu srážek s vyznačením 10 stanic s nejvyšším srážkovým úhrnem [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-03]. Dostupné z: https://meteobox.cz/zpravy/755492-uhrn-srazek-v-roce-2023-k-hodnocenim-uplynuleho-roku-ktera-jsme-jiz-zverejnili-pridavame-mapu/

[13] BRZEZINA, Jáchym, Infoviz.cz, Průměrný roční úhrn srážek - 1961–2023, Česká republika [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-03]. Dostupné z: https://www.infoviz.cz/graphic.php?ID=313

[14] Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) [Online] [cit. 2024-05-03]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254

[15] ČSN 75 9010. Vsakovací zařízení srážkových vod. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

[16] Topinfo, Motivace k hospodaření s dešťovou vodou [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-03]. Dostupné z: https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/9961-motivace-k-hospodareni-s-destovou-vodou
[17] Vodarium, Dotace Dešťovka 2024: kdo a kolik může získat? [Online]. Publikováno 2023-09-27 [cit. 2024-05-03]. Dostupné z: https://vodarium.cz/dotace-destovka-kdo-ji-muze-ziskat/
[18] Zakra, Nová dotace Dešťovka - NZÚ (září 2023): Jednoduše a přehledně [Online]. Publikováno 2023-06-03 [cit. 2024-05-03]. Dostupné z: https://www.zakra.cz/blog/nova-dotace-destovka-nzu-zari-2023-jednoduse-a-prehledne
[19] Zakra, Dotace na nádrže na dešťovou vodu [Online]. Publikováno 2023-08-14 [cit. 2024-05-03]. Dostupné z: https://www.zakra.cz/blog/dotace-na-destovou-vodu-destovka
[20] Czstore.2024clearancesales.com, Využití srážkové vody v domácnosti : ASIO, spol. s r.o. [Online]. Poslední revize 2020 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://czstore.2024clearancesales.com/content?c=de%C5%A1%C5%A5ov%C3%A1+voda+vyu%C5%BEit%C3%AD&id=8
[21] Dešťovka.eu, Nadzemní nádrže na dešťovou vodu, sudy a zásobníky [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://eshop.destovka.eu/nadzemni-nadrze/
[22] Dešťovka.eu, Podzemní nádrže a jímky [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://eshop.destovka.eu/podzemni-nadrze--jimky--sachty/
[23] Zakra, Jak vybrat velikost retenční nádrže na vodu? [Online]. Publikováno 2020-07-08 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.zakra.cz/blog/jak-vybrat-velikost-retencni-nadrze-na-vodu
[24] Zakra, Retenční nádrž na vodu: Je lepší nadzemní, nebo podzemní nádrž? [Online]. Publikováno 2020-06-21 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.zakra.cz/blog/retencni-nadrz-na-vodu-je-lepsi-nadzemni-nebo-podzemni-nadrz
[25] Zakra, Jaká je cena retenční nádrže a kolik vám ušetří dotace Dešťovka? [Online]. Pulikováno 2020-10-11 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.zakra.cz/blog/jaka-je-cena-retencni-nadrze-a-kolik-vam-usetri-dotace-destovka
[26] BOCR Trading, Kanalizace, odvodnění, vodovody, Kam umístit retenční nádrž na dešťovou vodu [Online]. Publikováno 2019-01-07 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.bocr.cz/blog/kam-umistit-retencni-nadrz-na-destovou-vodu.html
[27] Zakra, Rozdíl mezi retenční a akumulační nádrží na vodu [Online]. Publikováno 2023-05-30 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.zakra.cz/blog/jaky-je-rozdil-mezi-retencni-a-akumulacni-nadrzi-na-vodu

[28] ASIO, Nádrže na dešťovou vodu AS-REWA [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.asio.cz/cz/p/85.nadrze-na-destovou-vodu-as-rewa?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAx_GqBhBQEiwAlDNAZmxpH1J27yiPZ_RETNZT0Zd9i_CtCe371mEPIY7yrRFVyTAYI_sa3xoCoPYQAvD_BwE
[29] Karmod Plastic, What are the materials used in the construction of water tanks? [Online]. Poslední revize 2024 [2024-05-04]. Dostupné z: https://karmodplastic.com/what-are-the-materials-used-in-the-construction-of-water-tanks
[30] Zakra, Jaký materiál retenční nádrže vybrat? [Online]. Publikováno 2020-07-11 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.zakra.cz/blog/jaky-material-retencni-nadrze-vybrat
[31] Zakra, 10× o retenční nádrži na dešťovou vodu [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.covbezuradu.cz/blog/nadrze/10x-o-retencni-nadrzi-na-destovou-vodu
[32] Zakra, Jak postupovat při výběru podzemní nádrže na dešťovou vodu [Online]. Publikováno 2021-09-02.) [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.zakra.cz/blog/jak-postupovat-pri-vyberu-podzemni-nadrze-na-destovou-vodu
[33] Portál ČHMÚ : Měsíční stav podzemních vod [Online] [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/aktualni-situace/hydrologicka-situace/podzemni-vody/stav-podzemnich-vod/mesicni-stav
[34] SHOP RECALL, Nádrž na dešťovou vodu - Planus 10 [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.shoprecall.cz/nadrz-na-destovou-vodu-planus-10/
[35] Ramaco, Vsakovací systémy : Ramaco.cz [Online].Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.ramaco.cz/vsakovaci-bloky-a-tunely
[36] Ptáček, Příručka inženýrských sítí [obline] [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.ptacek.cz/media/online-kat/cz-inzenyrske-site-2022/
[37] Dešťovka.eu, Filtrační koš MD [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://eshop.destovka.eu/filtracni-kos-md/
[38] Zakra, Retenční nádrž svépomocí: Instalace a montáž nádrže na dešťovou vodu [Online]. Publikováno 2020-09-16 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.zakra.cz/blog/retencni-nadrz-svepomoci-instalace-a-montaz-nadrze-na-destovou-vodu
[39] Zakra, Jak vybrat čerpadlo do retenční nádrže? [Online]. Publikováno 2020-09-23 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.zakra.cz/blog/jak-vybrat-cerpadlo-do-retencni-nadrze
[40] Poklopy k nádržím - plastové nádrže [Online] [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.az-shop.cz/plastove-nadrze/poklopy-k-nadrzim
[41] Destovenadrze.cz, Poklopy k nádržím a šachtám [Online]. Poslední revize 2024 [2024-05-04]. Dostupné z: https://www.destovenadrze.cz/poklopy/
[42] Česká nádrž, Poklopy k nádržím na vodu [Online]. Poslední revize 2024 [2024-05-04]. Dostupné z: https://www.ceskanadrz.cz/poklopy-k-nadrzim-na-vodu/

[43] Dešťovka.eu, Teleskopický nástavec s poklopem 380-580 mm - nádrže Aqua [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://eshop.destovka.eu/teleskopicky-nastavec-s-poklopem-450-695-mm-k-nadrzim-aqua/
[44] Dešťovka.eu, Kanalizace - potrubí a příslušenství [Online]. Poslední revize 2024 [2024-05-04]. Dostupné z: https://eshop.destovka.eu/kanalizace/
[45] Topinfo, Návrh a posouzení svodného kanalizačního potrubí [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://voda.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/76-navrh-a-posouzeni-svodneho-kanalizacniho-potrubi
[46] Dešťovka.eu, Kalkulačka velikosti nádrže [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://eshop.destovka.eu/kalkulacka-velikosti-nadrze/
[47] Zakra, 10 tipů, jak vybrat nádrž na dešťovou vodu [Online]. Publikováno 2022-11-10 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.zakra.cz/blog/10-tipu-jak-vybrat-nadrz-na-destovou-vodu
[48] Zakra, Jak na výpočet velikosti akumulační nádrže na dešťovou vodu [Online]. Publikováno 2023-08-14 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.zakra.cz/blog/vypocet-velikosti-akumulacni-nadrze-na-destovou-vodu
[49] Destovenadrze.cz, Výpočet velikosti vsaku [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.destovenadrze.cz/vypocet-velikosti-vsaku/
[50] Zákon č. 591/2006 Sb. Nařízení vlády o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích [Online] [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-591
[51] TESTA, Pažení výkopu a stavební jámy [Online]. Poslední revize 2024 [2024-05-04]. Dostupné z: https://www.testa-jesenice.cz/pazeni/
[52] Čkait, Navrhování pažicích konstrukcí [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://profesis.ckait.cz/dokumenty-ckait/tp-1-9-6/
[53] Pažení [Online] [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: http://technologie.fsv.cvut.cz/aitom/podklady/online-zakladani/textjama31.html
[54] Dešťovka.eu, Podzemní nádrž COLUMBUS XL 10000 (+ PE poklop a kopule) [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://eshop.destovka.eu/podzemni-nadrz-columbus-xl-10-000/?variantId=30203
[55] Vsakovačky.cz, Vsakovací tunel Garantia 300 l [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.vsakovacky.cz/vsakovaci-tunel-garantia-300-l/
[56] Aquanix, Realizace akumulační nádrže na dešťovou vodu Columbus XL 8500 l na zálivku zahrady [Online video]. Publikování 2021-07-12 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=q2JRj85hBnc&list=PLexBn0NnNoV3i59Ka-eltxvE-NVz5gUkg&index=3

[57] Zakra, Jak usadit a zapojit retenční nádrž svépomocí? [Online]. Publikováno 2024-01-04 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.covbezuradu.cz/blog/nadrze/jak-usadit-a-zapojit-retencni-nadrz-svepomoci
[58] Zakra, Jak usadit nádrž na dešťovou vodu: Instalace nádrže na vodu [Online]. Publikováno 2023-08-14 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.zakra.cz/blog/jak-usadit-nadrz-na-destovou-vodu-instalace-nadrze-na-vodu-svepomoci
[59] Dešťovka.eu, Nádrž na vodu RoTerra 12.000L [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://eshop.destovka.eu/nadrz-na-vodu-roterra-12-000l-2/
[60] Stavebniny DEK, Systémy hospodaření s dešťovou vodou [Online video]. Publikováno 2019-01-07 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=oX909ZZVH5o
[61] PAVLÁT, Josef, Druhy cen ve stavební praxi [Online]. Poslední revize 2014 [cit. 2024-05-05]. Dostupné z: https://www.pavlat-znalec.cz/nektere-vybrane-problemy-ze-stavebniho-provozu/108-druhy-cen-ve-stavebni-praxi
[62] TICHÁ, Alena, MARKOVÁ, Leonora, PUCHÝŘ, Bohumil: Ceny ve stavebnictví – rozpočtování a kalkulace, ÚRS Brno, 1999, 206 stran.
[63] Zákon č. 526/1990 Sb. Zákon o cenách [Online] [cit. 2024-05-05]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1990-526
[64] ALTAXO SE, Oceňování dlouhodobého hmotného majetku [Online]. Poslední revize 2019 [cit. 2024-05-05]. Dostupné z: https://www.altaxo.cz/provoz-firmy/ucetnictvi-a-dane/danova-evidence/ocenovani-dlouhodobeho-hmotneho-majetku
[65] Cenové strategie – jak stanovit cenu produktů [Online]. Publikováno 2020-08-05 [cot. 2024-05-05]. Dostupné z: https://www.ipodnikatel.cz/cenove-strategie-jak-stanovit-cenu-produktu/
[66] Topsid.com, Nauka o podniku - Metody stanovení ceny [Online]. Poslední revize 2016 [cit. 2024-05-05]. Dostupné z: http://nop.topsid.com/index.php?war=cenova_politika_podniku&unit=metody_stanoveni_ceny
[67] Fakturoid, Fixní a variabilní náklady + příklady výpočtu [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-05]. Dostupné z: https://www.fakturoid.cz/almanach/zacatky-podnikani/fixni-a-variabilni-naklady
[68] Gymnázium Milevsko, Náklady, výnosy a zisk [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-05]. Dostupné z: https://www.gymnazium-milevsko.cz/naklady-vynosy-a-zisk
[69] Čkait, Rozpočtování staveb [Online]. Poslední revize 2018 [cit. 2024-05-05]. Dostupné z: https://profesis.ckait.cz/dokumenty-ckait/tp-3-1/
[70] CzechTrade, Kalkulace jako nástroj hodnotového řízení [Online]. Publikováno 2012-01-22 [cit. 2024-05-05]. Dostupné z: https://www.businessinfo.cz/navody/kalkulace-nastroj-hodnotoveho-rizeni/

[71] KALIVODOVÁ, Helana, KREJČÍ, Luboš a kolektov, Skladba kalkulačního vzorce [Online]. Publikováno 2006-02-02 [cit.2024-05-05]. Dostupné z: https://www.stavebniklub.cz/33/skladba-kalkulacniho-vzorce-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EpNrYizhBN8y1U0Ie0hOpRQ/
[72] Rozpočtování a oceňování stavebních prací. 2009. Praha: ÚRS Praha, a.s., 162 stran, ISBN 978-80-7369-239-1.
[73] DEK, Cenová soustava ÚRS [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-05]. Dostupné z: http://www.urs.cz/software-a-data/cenova-soustava-urs
[74] Cenová soustava RTS [Online] [cit. 2024-05-05]. Dostupné z: https://www.rts.cz/cenova_soustava.aspx
[75] Vyhláška č. 5/1987 Sb. Vyhláška Státní komise pro vědeckotechnický a investiční rozvoj o dokumentaci staveb [Online] [cit. 2024-05-05]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1987-5
[76] BDI Group, Položkový rozpočet vzor [Online]. Poslední revize 2023 [cit. 2024-05-05]. Dostupné z: https://www.mit-to-dobre.cz/blog/polozkovy-rozpocet-vzor
[77] SlidePlayer.cz, Úvod do rozpočtování [Online]. Poslední revize 2024 [cit. 2024-05-05]. Dostupné z: https://slideplayer.cz/slide/2783865/
[78] Callida, Rozpočtování pro začátečník [Online] [cit. 2024-05-05]. Dostupné z: https://callida.cz/cs/vzdelavani/rozpoctovani-pro-zacatecniky
[79] VARMUS, Tomáš, KOHOUTOVÁ, Markéta, Cenové ukazatele ve stavebnictví pro rok 2024 [Online]. Publikováno 2024-02-20 [cit. 2024-05-05]. Dostupné z: https://zpravy.ckait.cz/vydani/2024-01/cenove-ukazatele-ve-stavebnictvi-pro-rok-2024/
[80] Dešťovka.eu, „Podzemní nádrž na vodu Cristall 1600 + PE poklop - Dešťovka.eu", eshop.destovka.eu. Viděno: 13. květen 2024. [Online]. Dostupné z: https://eshop.destovka.eu/podzemni-nadrz-na-destovou-vodu-cristall-1-6-m3/
[81] Dešťovka.eu, „Podzemní nádrž na vodu Cristall 26500 + PE poklop - Dešťovka.eu", eshop.destovka.eu. Viděno: 13. květen 2024. [Online]. Dostupné z: https://eshop.destovka.eu/podzemni-nadrz-na-destovou-vodu-2-6-m3/
[82] Dešťovka.eu, „Podzemní nádrž na dešťovou vodu Eco 3,3 m3 - Dešťovka.eu", eshop.destovka.eu. Viděno: 13. květen 2024. [Online]. Dostupné z: https://eshop.destovka.eu/podzemni-nadrz-na-destovou-vodu-eco-3-3-m3/
[83] Dešťovka.eu, „Podzemní nádrž na dešťovou vodu Eco 5000 litrů - Dešťovka.eu", eshop.destovka.eu. Viděno: 13. květen 2024. [Online]. Dostupné z: https://eshop.destovka.eu/podzemni-nadrz-na-destovou-vodu-eco-5000-litru/
[84] Dešťovka.eu, „Podzemní jímka na dešťovou vodu Smart 7000 - Dešťovka.eu", eshop.destovka.eu. Viděno: 13. květen 2024. [Online]. Dostupné z: https://eshop.destovka.eu/podzemni-jimka-na-destovou-vodu-smart-7000l/
[85] Dešťovka.eu, „Podzemní nádrž Columbus XL 8500 (+ PE poklop a kopule) - Dešťovka.eu", eshop.destovka.eu. Viděno: 13. květen 2024. [Online]. Dostupné z: https://eshop.destovka.eu/podzemni-nadrz-columbus-xl-8500/

[86] Dešťovka.eu, „Podzemní nádrž Columbus XL 10000 (+ PE poklop a kopule) - Dešťovka.eu", eshop.destovka.eu. Viděno: 13. květen 2024. [Online]. Dostupné z: https://eshop.destovka.eu/podzemni-nadrz-columbus-xl-8500/
[87] Dešťovka.eu, „Nádrž na vodu RoTerra 12.000L - Dešťovka.eu", eshop.destovka.eu. Viděno: 13. květen 2024. [Online]. Dostupné z: https://eshop.destovka.eu/nadrz-na-vodu-roterra-12-000l-2/

9 Seznam použitých zkratek a symbolů

HSV	- hlavní stavební výroba
PSV	- přidružená stavební výroba
M	- montáže
TSKP	- třídník stavebních konstrukcí a prací
Sb.	- sbírka
ČSN	- Česká státní norma
BEP	- bod ekonomického zvratu
DN	- jmenovitá světlost potrubí
ČR	- Česká republika
PE	- polyethylen

10 Seznam použitých vzorců

VZOREC 1 - PRŮTOK DEŠŤOVÝCH ODPADNÍCH VOD QR..... 26

11 Seznam použitých obrázků

Obrázek 1 - Mapa ročního úhrnu srážek v ČR za rok 2023 13
Obrázek 2 - Prvky dešťové kanalizace 16
Obrázek 3 - Různé typy nadzemních nádrží na dešťovou vodu z nabídky e-shopu Dešťovka.eu 17
Obrázek 4 - Různé typy podzemních nádrží na dešťovou vodu z nabídky e-shopu Dešťovka.eu 18
Obrázek 5 - Kombinovaná retenční a akumulační nádrž 19
Obrázek 6 - Stav hladiny podzemní vody v mělkých vrtech na území ČR, březen 2024 21
Obrázek 7 - Plochá podzemní nádrž na dešťovou vodu 21
Obrázek 8 - Vsakovací tunely a blok z nabídky e-shopu Ramaco 23
Obrázek 9 - Podzemní vsakovací rýha s podpovrchovým přítokem 24
Obrázek 10 - Násuvný typ filtračního koše na přívodní potrubí do nádrže 24
Obrázek 11 - Teleskopický nástavec s víkem na nádrž 25
Obrázek 12 - Formulář pro určení objemu podzemní nádrže na dešťovou vodu 28
Obrázek 13 - Formulář pro určení základních vlastností pro návrh vsakování dešťových vod 29
Obrázek 14 - Záporové pažení rozepřené a kotvené 30
Obrázek 15 - Dešťová kanalizace před zasypáním 32
Obrázek 16 - Mapa ročního úhrnu srážek v ČR za rok 2023 se zaměřením na Brno 41
Obrázek 17 - Vyplněný formulář pro určení objemu podzemní nádrže na dešťovou vodu objektu do 50 m2 43
Obrázek 18 - Podzemní nádrž na vodu Cristall 1600 43
Obrázek 19 - Vyplněný formulář pro určení základních vlastností pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 50 m2 44
Obrázek 20 - Požadavky pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 50 m2 45
Obrázek 21 - Vsakovací tunel Garantia 300 l 45
Obrázek 22 - Vyplněný formulář pro určení objemu podzemní nádrže na dešťovou vodu objektu do 75 m2 50
Obrázek 23 - Podzemní nádrž na vodu Cristall 2650 50
Obrázek 24 - Vyplněný formulář pro určení základních vlastností pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 75 m2 51
Obrázek 25 - Požadavky pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 75 m2 52
Obrázek 26 - Vyplněný formulář pro určení objemu podzemní nádrže na dešťovou vodu objektu do 100 m2 57
Obrázek 27 - Podzemní nádrž na vodu Eco 3,3 m3 57
Obrázek 28 - Vyplněný formulář pro určení základních vlastností pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 100 m2 58
Obrázek 29 - Požadavky pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 100 m2 59
Obrázek 30 - Vyplněný formulář pro určení objemu podzemní nádrže na dešťovou vodu objektu do 150 m2 64
Obrázek 31 - Podzemní nádrž na vodu Eco 5000 l 64

Obrázek 32 - Vyplněný formulář pro určení základních vlastností pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 150 m2 65
Obrázek 33 - Požadavky pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 150 m2 66
Obrázek 34 - Vyplněný formulář pro určení objemu podzemní nádrže na dešťovou vodu objektu do 200 m2 71
Obrázek 35 - Podzemní nádrž na vodu Smart 7000 71
Obrázek 36 - Vyplněný formulář pro určení základních vlastností pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 200 m2 72
Obrázek 37 - Požadavky pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 200 m2 73
Obrázek 38 - Vyplněný formulář pro určení objemu podzemní nádrže na dešťovou vodu objektu do 250 m2 78
Obrázek 39 - Podzemní nádrž na vodu Columbus XL 8500 78
Obrázek 40 - Vyplněný formulář pro určení základních vlastností pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 250 m2 79
Obrázek 41 - Požadavky pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 250 m2 80
Obrázek 42 - Vyplněný formulář pro určení objemu podzemní nádrže na dešťovou vodu objektu do 300 m2 85
Obrázek 43 - Podzemní nádrž na vodu Columbus XL 10 000 85
Obrázek 44 - Vyplněný formulář pro určení základních vlastností pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 300 m2 86
Obrázek 45 - Požadavky pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 300 m2 87
Obrázek 46 - Vyplněný formulář pro určení objemu podzemní nádrže na dešťovou vodu objektu do 350 m2 92
Obrázek 47 - Podzemní nádrž na vodu RoTerra 12 000 l 92
Obrázek 48 - Vyplněný formulář pro určení základních vlastností pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 350 m2 93
Obrázek 49 - Požadavky pro návrh vsakování dešťových vod objektu do 350 m2 94
Obrázek 50 - Řez souvrství rýhy objektu do 350 m2 98

12 Seznam použitých tabulek

TABULKA 1 - VÝŠE DOTACE DLE ZPŮSOBU VYUŽITÍ DEŠŤOVÉ VODY 15
TABULKA 2 - POPIS VELIČIN VZORCE NA VÝPOČET PRŮTOKU DEŠŤOVÝCH ODPADNÍCH VOD QR ... 27
TABULKA 3 - URČENÍ DIMENZE POTRUBÍ PODLE SKLONU A MAXIMÁLNÍHO PRŮTOKU DEŠŤOVÝCH ODPADNÍCH VOD 27
TABULKA 4 - KALKULAČNÍ VZOREC VE STAVEBNICTVÍ 35
TABULKA 5 - ČLENĚNÍ SOUHRNNÉHO ROZPOČTU DLE VYHLÁŠKY Č. 5/1987 SB. 39
TABULKA 6 - URČENÍ DIMENZE POTRUBÍ PODLE SKLONU A MAXIMÁLNÍHO PRŮTOKU DEŠŤOVÝCH ODPADNÍCH VOD OBJEKTU DO 50 M2 46
TABULKA 7 - SEZNAM NAVRŽENÉHO SORTIMENTU DEŠŤOVÉ KANALIZACE PRO OBJEKT DO 50 M2, VČETNĚ POŘIZOVACÍ CENY 48
TABULKA 8 - POLOŽKOVÝ ROZPOČET DEŠŤOVÉ KANALIZACE PRO OBJEKT DO 50 M2 48
TABULKA 9 - URČENÍ DIMENZE POTRUBÍ PODLE SKLONU A MAXIMÁLNÍHO PRŮTOKU DEŠŤOVÝCH ODPADNÍCH VOD OBJEKTU DO 75 M2 53
TABULKA 10 - SEZNAM NAVRŽENÉHO SORTIMENTU DEŠŤOVÉ KANALIZACE PRO OBJEKT DO 75 M2, VČETNĚ POŘIZOVACÍ CENY 54
TABULKA 11 - POLOŽKOVÝ ROZPOČET DEŠŤOVÉ KANALIZACE PRO OBJEKT DO 75 M2 55
TABULKA 12 - URČENÍ DIMENZE POTRUBÍ PODLE SKLONU A MAXIMÁLNÍHO PRŮTOKU DEŠŤOVÝCH ODPADNÍCH VOD OBJEKTU DO 100 M2 60
TABULKA 13 - SEZNAM NAVRŽENÉHO SORTIMENTU DEŠŤOVÉ KANALIZACE PRO OBJEKT DO 100 M2, VČETNĚ POŘIZOVACÍ CENY 61
TABULKA 14 - POLOŽKOVÝ ROZPOČET DEŠŤOVÉ KANALIZACE PRO OBJEKT DO 100 M2 62
TABULKA 15 - URČENÍ DIMENZE POTRUBÍ PODLE SKLONU A MAXIMÁLNÍHO PRŮTOKU DEŠŤOVÝCH ODPADNÍCH VOD OBJEKTU DO 150 M2 67
TABULKA 16 - SEZNAM NAVRŽENÉHO SORTIMENTU DEŠŤOVÉ KANALIZACE PRO OBJEKT DO 150 M2, VČETNĚ POŘIZOVACÍ CENY 68
TABULKA 17 - POLOŽKOVÝ ROZPOČET DEŠŤOVÉ KANALIZACE PRO OBJEKT DO 150 M2 69
TABULKA 18 - URČENÍ DIMENZE POTRUBÍ PODLE SKLONU A MAXIMÁLNÍHO PRŮTOKU DEŠŤOVÝCH ODPADNÍCH VOD OBJEKTU DO 200 M2 74
TABULKA 19 - SEZNAM NAVRŽENÉHO SORTIMENTU DEŠŤOVÉ KANALIZACE PRO OBJEKT DO 200 M2, VČETNĚ POŘIZOVACÍ CENY 75
TABULKA 20 - POLOŽKOVÝ ROZPOČET DEŠŤOVÉ KANALIZACE PRO OBJEKT DO 200 M2 76
TABULKA 21 - URČENÍ DIMENZE POTRUBÍ PODLE SKLONU A MAXIMÁLNÍHO PRŮTOKU DEŠŤOVÝCH ODPADNÍCH VOD OBJEKTU DO 250 M2 81
TABULKA 22 - SEZNAM NAVRŽENÉHO SORTIMENTU DEŠŤOVÉ KANALIZACE PRO OBJEKT DO 250 M2, VČETNĚ POŘIZOVACÍ CENY 82
TABULKA 23 - POLOŽKOVÝ ROZPOČET DEŠŤOVÉ KANALIZACE PRO OBJEKT DO 250 M2 83
TABULKA 24 - URČENÍ DIMENZE POTRUBÍ PODLE SKLONU A MAXIMÁLNÍHO PRŮTOKU DEŠŤOVÝCH ODPADNÍCH VOD OBJEKTU DO 300 M2 88
TABULKA 25 - SEZNAM NAVRŽENÉHO SORTIMENTU DEŠŤOVÉ KANALIZACE PRO OBJEKT DO 300 M2, VČETNĚ POŘIZOVACÍ CENY 89
TABULKA 26 - POLOŽKOVÝ ROZPOČET DEŠŤOVÉ KANALIZACE PRO OBJEKT DO 300 M2 90

TABULKA 27 - URČENÍ DIMENZE POTRUBÍ PODLE SKLONU A MAXIMÁLNÍHO PRŮTOKU DEŠŤOVÝCH ODPADNÍCH VOD OBJEKTU DO 350 M2 95
TABULKA 28 - SEZNAM NAVRŽENÉHO SORTIMENTU DEŠŤOVÉ KANALIZACE PRO OBJEKT DO 350 M2, VČETNĚ POŘIZOVACÍ CENY 96
TABULKA 29 - POLOŽKOVÝ ROZPOČET DEŠŤOVÉ KANALIZACE PRO OBJEKT DO 350 M2 97
TABULKA 30 - POLOŽKOVÝ ROZPOČET S VÝKAZEM VÝMĚR PRO KAŽDÝ DALŠÍ METR RÝHY PŘÍVODNÍHO POTRUBÍ 99
TABULKA 31 - JEDNOTLIVÉ NÁKLADY NA VÝSTAVBU DEŠŤOVÝCH KANALIZACÍ BEZ DPH, ... 100
TABULKA 32 - NÁKLADY NA VÝSTAVBU KAŽDÉHO DALŠÍHO METRU RÝHY DEŠŤOVÉ KANALIZACE BEZ DPH 100
TABULKA 33 - NÁKLADY NA 1 M2 ODVODŇOVACÍ PLOCHY PŘÍSLUŠNÝCH OBJEKTŮ BEZ DPH ... 102

13 Seznam použitých grafů

GRAF 1 - ZNÁZORNĚNÍ SPOTŘEBY VODY V DOMÁCNOSTECH 12
GRAF 2 - PRŮMĚRNÝ ROČNÍ ÚHRN SRÁŽEK 1961 – 2023 V ČR 13
GRAF 3 - ZNÁZORNĚNÍ ZÁVISLOSTI NÁKLADŮ BEZ DPH NA VÝSTAVBU DEŠŤOVÉ KANALIZACE PODLE VELIKOSTI ODVODŇOVACÍ PLOCHY 101
GRAF 4 - ZNÁZORNĚNÍ PRŮMĚRNÝCH NÁKLADŮ NA VÝSTAVBU DEŠŤOVÉ KANALIZACE 101

14 Seznam příloh

Příloha č. 1 – Objekt s odvodňovací plochou do 50 m^2
Příloha č. 2 – Rozpočet s výkazem výměr objektu do 50 m^2
Příloha č. 3 – Objekt s odvodňovací plochou 50 – 75 m^2
Příloha č. 4 – Rozpočet s výkazem výměr objektu 50 – 75 m^2
Příloha č. 5 – Objekt s odvodňovací plochou 75 – 100 m^2
Příloha č. 6 – Rozpočet s výkazem výměr objektu 75 – 100 m^2
Příloha č. 7 – Objekt s odvodňovací plochou 100 – 150 m^2
Příloha č. 8 – Rozpočet s výkazem výměr objektu 100 – 150 m^2
Příloha č. 9 – Objekt s odvodňovací plochou 150 – 200 m^2
Příloha č. 10 – Rozpočet s výkazem výměr objektu 150 – 200 m^2
Příloha č. 11 – Objekt s odvodňovací plochou 200 – 250 m^2
Příloha č. 12 – Rozpočet s výkazem výměr objektu 200 – 250 m^2
Příloha č. 13 – Objekt s odvodňovací plochou 250 – 300 m^2
Příloha č. 14 – Rozpočet s výkazem výměr objektu 250 – 300 m^2
Příloha č. 15 – Objekt s odvodňovací plochou 300 – 350 m^2
Příloha č. 16 – Rozpočet s výkazem výměr objektu 300 – 350 m2
Příloha č. 17 – Rozpočet s výkazem výměr každého dalšího metru rýhy