

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**NÁVRH ZDRAVOTNÍ TECHNIKY V BYTOVÉM DOMĚ SE
ZAMĚŘENÍM NA ZPĚTNÉ VYUŽITÍ DEŠŤOVÝCH VOD**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

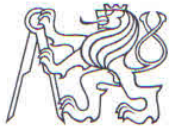
Vypracovala:

Jana Svobodová

Vedoucí práce:

Ing. Ilona Koubková, Ph.D

2018/2019



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Svobodová Jméno: Jana Osobní číslo: 438991
Zadávací katedra: Katedra technických zařízení budov
Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Návrh zdravotní techniky v bytovém domě se zaměřením na zpětné využití dešťových vod

Název bakalářské práce anglicky: Desing of sanitary plumbing in an apartment house with focus on the recovery of rainwather

Pokyny pro vypracování:

1. Zpracování projektové dokumentace ZTI (kanalizace a vodovod) v zadaném objektu na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení. Zpracování zadaných výkresů v 1:50 až 1:100. Zpracování zadaných výpočtů a technické zprávy.

2. Rešerše: Možnosti zpětného využití dešťové vody v bytovém domě.

Seznam doporučené literatury:

ČSN 75 6760. Vnitřní kanalizace.

ČSN 75 5409. Vnitřní vodovody

Lhotáková, Zdeňka. Technická zařízení budov I : Zdravotně technické instalace. Přednášky. Brno : VUT v Brně, 1995. 80-214-0737-9.


Valášek, Jaroslav. Zdravotnětechnická zařízení budov. Jaga, 2006. 80-8076-038-1

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Ilona Koubková, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 19.2. 2019

Termín odevzdání bakalářské práce: 26.5.2019

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku


Podpis vedoucího práce



Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

21.2. 2019

Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze, 24. května 2019

.....
podpis

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí bakalářské práce Ing. Iloně Koubkové, Ph.D za cenné rady, ochotu a trpělivost.

Anotace

Tato bakalářská práce se skládá z teoretické části, praktické části a výkresové dokumentace. První polovina teoretické části se zabývá možnostmi a způsoby využití dešťových vod. V druhé polovině jsou aplikovány teoretické poznatky a jsou navrženy způsoby možného zpětného využití dešťových vod v zadaném bytovém domě. Praktická část se zabývá klasickým návrhem vnitřního vodovodu a splaškové kanalizace v bytovém domě s příslušnými výpočty a výkresy na úrovni dokumentace pro stavební povolení.

Klíčová slova:

dešťová voda, pitná voda, vodovod, akumulční nádrž, filtrace, vsakování

Annotation

This bachelor thesis consists of theoretical part, practical part and drawing documentation. The first half of the theoretical part deals with the possibilities of using rainwater in general. In the second half, there is the theory applied to the proposals of possible use of rainwater in the assigned apartment house. The practical part deals with the classical design of sanitary plumbing with relevant calculations and drawings at the level of the documentation for building permission.

Keywords:

rainwater, drinking water, water supply, storage tank, filtration, infiltration

Obsah

1.	Úvod	1
2.	Možnosti využití dešťových vod	1
2.1.	Využití mimo objekt.....	1
2.2.	Využití v objektu	2
3.	Zařízení pro čištění dešťových vod	3
4.	Skladování dešťové vody	7
5.	Čerpadla	8
6.	Vedení.....	9
7.	Doplňování pitnou vodou.....	9
8.	Bezpečnostní přepady	10
9.	Vsakování.....	10
11.	Využití dešťové vody pro bytový dům v Hořicích	12
11.1.	Identifikační údaje	12
11.2.	Popis objektu	12
11.3.	Dimenzování a posuzování gravitačního dešťového potrubí	12
11.3.1.	Výpočtový odtok dešťových vod ze střechy	12
11.3.2.	Svislé potrubí	12
11.3.3.	Svodné potrubí	12
11.4.	Průměrný roční odtok dešťových srážek	13
11.5.	Průměrný měsíční odtok dešťových srážek.....	14
11.6.	Návrhy využití dešťových vod.....	14
11.6.1.	Varianta 1	14
11.6.2.	Porovnání spotřeby vody na WC a odtoku srážek pro var. 1	14
11.6.3.	Varianta 2	15
11.6.4.	Porovnání spotřeby vody na WC a odtoku srážek pro var. 2	15
11.6.5.	Varianta 3	15
11.6.6.	Porovnání spotřeby vody na WC a odtoku srážek pro var. 3	15
11.6.7.	Vyhodnocení variant	16
11.6.8.	Volba využití dešťových vod v bytovém domě v Hořicích	16
11.7.	Filtry.....	16

11.8.	Řídící jednotka	16
11.9.	Potrubí	17
11.10.	Údržba	17
12.	Závěr	17
13.	Seznam obrázků	18
14.	Seznam tabulek	18
15.	Seznam použitých zdrojů.....	18
16.	Seznam příloh.....	21

1. Úvod

Přístup k zdrojům pitné vody ovlivňuje vývoj civilizace. Na naší planetě žije asi 7,5 miliardy lidí a každý člověk potřebuje vodu na pití, přípravu jídla, hygienu atd. Se zvyšujícími se životními standardy a růstem populace se zvyšuje i spotřeba vody ve světě, ačkoli se nároky na ni a potřeba liší v různých koutech světa. V dnešní době se navíc potýkáme se stále častějším extrémním počasím. Extrémní sucha a horka střídají přívalové deště a silný vítr. Vyprahlá půda tak nepojme všechnu srážkovou vodu, což také způsobuje snižování hladiny podzemní vody. Zdroje pitné vody jsou znečišťovány od zemědělství (hnojivy, pesticidy...), od průmyslu, těžby a dopravy. V neposlední řadě se s pitnou vodou ve vyspělých zemích plýtvá. To vše má za následek ubývání zdrojů pitné vody v celém světě.

V České republice zatím není problém získat snadno pitnou vodu, ale nedostatek vody se tu začíná projevovat. Proto bychom se měli zamyslet nad tím, jak nakládáme s pitnou vodou, na co všechno potřebujeme pitnou, a kde nám naopak stačí voda recyklovaná.

Obecné nakládání s povrchovými vodami je stanoveno v § 6 vodního zákona č. 254/2001 Sb., kde podle odst. 1 každý může na vlastní nebezpečí bez povolení nebo souhlasu vodoprávního úřadu odebírat povrchové vody nebo s nimi jinak nakládat pro vlastní potřebu, není-li k tomu třeba zvláštního technického zařízení. Podle § 20 odst. 5 písm. c) vyhlášky č. 501/2006 Sb. stavební pozemek se vždy vymezuje tak, aby na něm bylo vyřešeno vsakování nebo odvádění srážkových vod ze zastavěných ploch nebo zpevněných ploch. Pokud se neplánuje jiné využití, musí být řešeno přednostně jejich vsakování. Není-li možné vsakování, je řešeno jejich zadržování a regulované odvádění oddílnou kanalizací k odvádění srážkových vod do vod povrchových. Není-li možné oddělené odvádění do vod povrchových, pak je nutné jejich regulované vypouštění do jednotné kanalizace. Vodní zákon popisuje srážkové vody jen ze staveb oproti zákonu o vodovodech a kanalizacích, který zahrnuje navíc povrchové vody vzniklé odtokem srážkových vod z pozemků. [1]

Z výše uvedeného vyplývá, že je velmi důležité snažit se s vodou neplýtvat a naopak ji efektivně využívat. Proto se v této práci věnuji zpětnému využití dešťových vod v bytovém domě.

2. Možnosti využití dešťových vod

Možnost využít srážkovou vodu má téměř každá budova. Záchytná plocha vody je tvořena střešní konstrukcí nebo zpevněnými plochami a z ní je dešťová voda odváděna odpadním dešťovým potrubím do akumulačních nebo drenážních systémů. Při použití dešťové vody nesmí dojít k ohrožení zdraví uživatele, k ohrožení kvality pitné vody, ke kontaminaci půdy a podzemní vody. [2]

2.1. Využití mimo objekt

Jedním ze způsobů využití srážkové vody, je využít ji na zavlažování, mytí aut a úklid. Dešťová voda je chudá na soli a neobsahuje chlór, proto je vhodná na zalévání zeleně víc než pitná voda, kterou některé rostliny nesnáší dobře. Toto využití srážkové vody je určeno pro ty systémy, které nemají vysoký požadavek na kvalitu vody. Stačí vodu jen vyčistit od spadlého listí a dalších větších nečistot, aby neohrožovaly správný chod čerpadla, poté může být přivedena do systému.

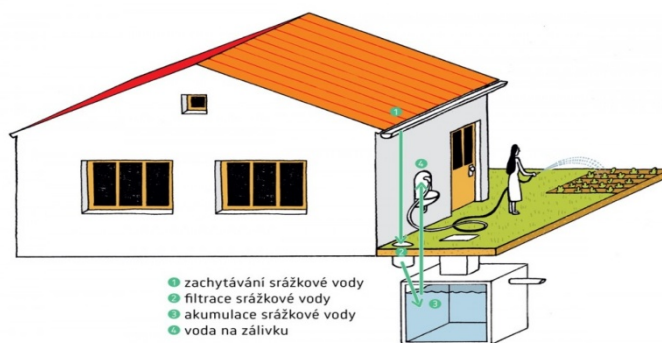
Voda je svedena ze střechy okapovými svody, vyčištěna od hrubých nečistot a přivedena do akumulační nádrže. Z ní je čerpadlem přivedena k výtokovým ventilům. Pro případ přeplnění nádrže jsou vybudovány bezpečnostní přepady, díky kterým je odváděna přebytečná voda buď do

vsakovacích zařízení, nebo do veřejné kanalizace. Pro venkovní využití nemá smysl pořizovat řídicí jednotku, která by obstarávala doplňování pitnou vodou, protože je jednodušší a ekonomičtější pro případy sucha nainstalovat venkovní vývod pitné vody.

Výhodou tohoto řešení je jednoduchost systému, nízké náklady na čištění a přípravu vody, na rozvody potrubí a jiné armatury.



Obrázek 1_Schéma rozvodu vody-využití vně objektu 1 [3]



Obrázek 2_Schéma rozvodu vody-využití vně objektu 2 [4]

2.2. Využití v objektu

Dále je možné využít srážkovou vodu v budově na splachování, praní a úklid. Dešťová voda je měkká. Proto při odpařování nevznikají žádné vápenné usazeniny, spotřebiče se nezanášejí vodním kamenem a při praní se v ní lépe rozpouštějí prací prášky. [5] [6]

Voda je svedena ze střechy svodem, vyčištěna od hrubších nečistot a svodným potrubím přivedena do akumulární nádrže. Z ní sacím potrubím přivádíme vodu do budovy až k zařizovacím předmětům. U tohoto systému je nutné garantovat oddělené vedení pitné a dešťové vody, aby se srážková voda nedostala zpět do vodovodního řádu. Zároveň je nutné doplňovat systém pitnou vodou za účelem zajištění nepřetržité dodávky vody. Nádrže jsou opatřeny bezpečnostními přepady, kudy přebytečná voda odtéká do vsaku nebo do veřejné kanalizace. Srážkovou vodu je nezbytné velmi pečlivě vyčistit přes jemný filtr.

Výhodou je snížení spotřeby pitné vody a využití vody během zimního období a delšího období dešťů, kdy není třeba zahrady zalévat. Nevýhodou jsou vyšší náklady na filtry, řídicí jednotky, potrubí a další armatury.



Obrázek 3_Schéma rozvodu vody-využití uvnitř objektu [7]

3. Zařízení pro čištění dešťových vod

Dešťová voda, ačkoli se jeví relativně čistou, obsahuje různé znečišťující látky. Zdrojem znečištění je jednak lidská činnost. Především se jedná o spalování fosilních paliv, při kterém vznikají sloučeniny síry, dusíku a oxidu uhličitého. K dalšímu znečištění dochází při kontaktu vody s povrchem, která splavuje prach, části zeminy, vegetaci, zvířecí trus a jiné látky. Proto dešťová voda není vhodná jako pitná, ale může se využít tam, kde není vyžadována její vysoká kvalita.

Míra filtrování závisí na účelu využití srážkové vody. Filtr má vyčistit vodu tak, aby nečistoty v čerpadle nezpůsobovaly problémy, aby se nádrž nemusela čistit delší období a aby voda obsahovala co nejméně organických látek. [5] [8]

Čištění lze rozdělit na filtraci a sedimentaci, přičemž sedimentace probíhá v nádrži. Filtry se dělí na externí a interní. Externí jsou umístěny samostatně mezi svodem a jímkou, často k nim lze připojit dvě přívodní potrubí, která po přefiltrování odvádějí vodu do nádrže a u samočisticích filtrů mají navíc i odvod přebytečné vody a nečistot do kanalizace. Interní se nacházejí v akumulární nádrži, mají jeden přítok nevyčištěné vody a jeden odtok s čistou vodou, která odtéká do nádrže. Lze k nim připojit přepadový sifon pro odtok přebytečné vody. [2]

Nejhrubší nečistoty (listí a větve) zachycuje síto nasazené na okapovém žlabu, lapač v hrdle dešťového svodu a podokapový lapač nečistot (geiger).

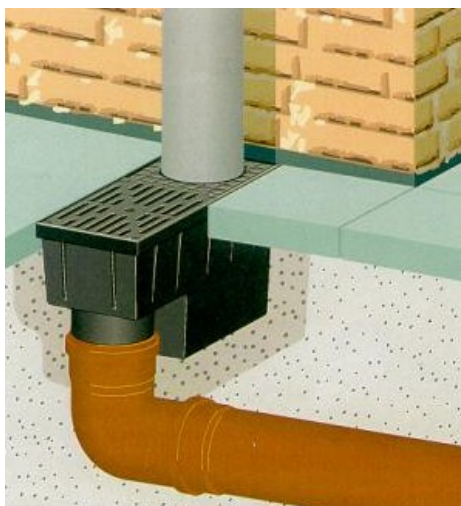


Obrázek 4_Síta na okapovém žlabu [9]



Obrázek 5_Lapač v hrdle svodu [10]

Podokapový hrnec umístěný pod svodem ze střechy je jednou z dalších možností filtrace. Je to nádoba uložená v zemi na vrstvě betonu nebo štěrku. Filtraci zajišťuje síto, na kterém je naspané filtrační kamenivo o tloušťce přibližně 50 mm. Kamenivo a síto je odděleno geotextilií. Tento systém filtrace je určen pro zavlažování, doplňování rybníčků nebo pro vsakování.



Obrázek 6_Geiger [11]



Obrázek 7_Podokapový hrnec [12]

Filtrační sběrač je umístěn v dolní části dešťového svodu, kde voda protéká jemným sítem o velikosti ok 0,17mm a pokračuje dál do nádrže. Dešťová voda teče přímým potrubím svodu především po vnitřních stěnách trubky a tam je přefiltrována sběračem. Proto minimálně 1 m před sběračem musí být potrubí rovné, aby se voda nezvířila. Filtrační tkanina je umístěná kolmo, proto se filtr nemůže ucpat většími nečistotami, protože nečistoty jako listy, mech, hmyz atd. jsou odváděny se zbytkovou vodou do kanalizace. Jemnější nečistoty filtr částečně zachytí, ale některé propadnou a usazují se v nádrži. [2]



Obrázek 8_Filtrační sběrač [13]

Další možnost filtrace je pomocí košíčkového filtru využitého jak interně v nádrži, tak externě jako součást filtrační jednotky. Košíčkový filtr je zavěšený košíček z jemné síťoviny. Hodí se pro všechny druhy využití dešťové vody a na rozdíl od sběrače odvádí do nádrže všechnu srážkovou vodu. Je to jednoduché a levné řešení čištění, které nevyžaduje propojení s kanalizační sítí, ale jeho nevýhodou je nutnost údržby a omezení prostoru v nádrži. Je-li součástí filtrační jednotky, voda se v ní přefiltruje a čistá odtéká do nádrže. Jednotka se skládá z plastového síta s poutkem pro snadnou manipulaci a z tří otvorů. Dva otvory jsou nad sítím a lze je použít jako dva nátoky nebo jako nátok a přepad do kanalizace. Jeden otvor je pod sítím a tudy odtéká přefiltrovaná voda. [2]



Obrázek 9_Košíčkový filtr ve filtrační šachtě [14]



Obrázek 10_Košíčkový filtr-interní provedení [2]

Samočisticí filtrační vložky lze použít, je-li jímka napojena na veřejnou kanalizaci. Čištění zjišťuje rovná síťovina - filtrační deska nebo stočená síťovina - filtrační válec. Samočisticí filtr v interním provedení se skládá z plastového těla se dvěma nátoky, odtokem do nádrže a odtokem do kanalizace. Na vrstvu filtračních vložek s oky 0,35 mm natéká voda, přefiltrovaná teče do nádrže a nečistoty s přebytkovou vodou jsou odvedeny do kanalizace. Šachtový filtr (externí provedení) je tvořen dvěma

nátoky, odtokem do kanalizace a odtokem do jímky. Dešťová voda dopadá na síto, čistá voda proteče do jímky a znečištěná je odplavena do kanalizace. [2]



Obrázek 11_Samočisticí interní filtr [2]



Obrázek 12_Šachtový (externí) filtr [2]

Filtry osazené na přítoku dešťové vody zachycují hrubší nečistoty. Pro zalévání, mytí aut a úklid je tento čistící stupeň dostačující, ale nedostačující pro vedení srážkové vody v budově pro splachování a praní. Propadlé jemné částice zachycuje jemný filtr v tlakovém potrubí. Jemný filtr má velikost ok 0,1 mm, tím zachytává sedimenty, úlomky rzi a jiná cizí tělesa. Díky zpětnému proplachu se odstraní z filtru nečistoty a lze ho provádět jak ručně, tak i automaticky. Poblíž filtru musí být zajištěn odtok špinavé vody. Filtr se osazuje za čerpadlo a je nezbytnou součástí pro využívání dešťové vody pro WC a pračky. [2] [5]



Obrázek 13_Jemný filtr se zpětným proplachem [15]

Jsou-li kladeny vysoké požadavky na kvalitu vody, je možné mikrobiální zárodky odstranit UV zářením. Vodotěsný UV zářič osvítí vodu a usmrtí viry a bakterie, aniž by vznikly škodlivé vedlejší účinky. Přibližně po 2 letech je nutné zářiče vyměnit. [5]

4. Skladování dešťové vody

Velikost zásobníku závisí na zachytané ploše a předpokládané spotřebě. Po přefiltrování je dešťová voda odváděna do nádrží nebo cisteren. Na kvalitu vody má také vliv i její skladování v nádrži. Nádrže umístěné venku na povrchu jsou levnější, mají lepší přístup pro monitorování a údržbu, ale zabírají venkovní prostor a jsou trvale vystaveny slunečnímu záření, které způsobuje znečišťování skladované vody. Proto se doporučují nádrže zakopané podzemí, nebo nádrže skladované ve sklepních prostorách. Také je doporučeno neskladovat vodu v zásobníku dlouho. Zemní zásobníky musí být umístěny v nezamrzné hloubce. Jejich výhodou je, že voda je stále ve tmě a chladu, navíc nezabírá místo, tudíž nejsme ani omezeni velikostí zásobníku. Zemní nádrže jsou vhodné pro novostavby, protože zemní a výkopové práce na ní stejně probíhají. Zásobníky umístěné v budově musí být na takovém místě, kde teplota nepřekročí 18°C. Vnitřní zásobníky jsou lehčí, levnější a bez provádění zemních prací. Jsou vhodné pro budovy, které nemají možnost instalace zemních nádrží a pro rekonstrukce. Nevýhodou je obsazení vnitřního prostoru a při poruše jeho možné zatopení. Každá akumulací nádrž musí mít vstup, který umožní kontrolu a údržbu. [5] [8]

Materiálové řešení nádrže závisí na velikosti, ceně a umístění. Nadzemní plastové nádrže jsou vyráběny z polyetylénu, polypropylenu a zemní nádrže jsou navíc zesíleny skleněnými vlákny. Výhodou je nízká hmotnost, jednoduchá montáž a údržba a odolnost proti korozi. Nádrže se osazují na zhuťněný štěrk nebo na betonovou desku. V případě nebezpečí spodní nebo povrchové vody je doporučené obetonování. Jsou zpravidla obarveny tmavě, aby do nich nevnikalo sluneční světlo. Betonové zásobníky mohou být sestaveny ze skruží, ty ovšem po pár letech přestanou ve spojích těsnit, nebo mohou být vyrobeny jako monolit. Jejich výhodou oproti plastu je odolnost proti vnějším tlakům, proto jsou vhodné i pro stavbu pod příjezdovou cestou. Nevýhodou je jejich instalace. Pro umístění betonové nádrže je třeba autojeřáb a dostatek místa okolo připravené jámy. Pro malé objemy jsou betonové nádrže dražší než plastové, ale při větších objemech je tomu naopak.



Obrázek 14_Plastová nádrž na vodu [16]



Obrázek 15_Betonová nádrž [17]

Voda do zásobníku má být přiváděná tak, aby nevznikal hluk, sedimenty na dně zásobníku nebyly rozvířeny a aby všechna voda byla dostatečně okysličená. Proto přítoková roura sahá alespoň do poloviny nádrže a je osazena uklidňujícím prvkem (např. vtokový hrnec), aby bylo zabráněno rozvíření usazenin. Voda se odebírá cca 150 mm pod horní hladinou pomocí odsávacího zařízení, umístěném na pružném sacím potrubí. Pro zajištění odplavení nečistot z hladiny, by se měla nádrž několikrát do roka nechat přetéct.

5. Čerpadla

Čerpadla zajišťují trvalý přívod vyčištěné srážkové vody. Lze je rozdělit na čerpadla ponorná a sací. Dají se ovládat ručně (připojením k síti) nebo pomocí tlakové jednotky, která čerpadlo vypne při zastavení odběru.

Ponorné neboli podvodní čerpadlo je nejsnazším řešením čerpání vody. Do zásobníku se zavěsí 100 - 150 mm nad dno nádrže nebo, je-li vybaveno sacím košem, může se položit na dno nádrže. Ponorné čerpadlo dodává větší množství vody o nižším tlaku než čerpadlo sací a je vhodné pro zavlažování.

Sací čerpadlo může být umístěno mimo prostor nádrže s tím, že vzdálenost bude ovlivňovat sací výkon. K čerpadlu je nutné napojit sací vedení, opatřené sacím košem a zpětnou klapkou. Sací koš může být opatřen plovákem, který odebírá vodu cca 100 mm pod hladinou nebo nad dnem nádrže 100 - 150 mm. Čerpadlo musí být chráněno před mrazem, proti chodu na sucho, má být montováno na pryžových podložkách a s flexibilním hadicovým spojem mezi čerpadlem a potrubím. Sací potrubí musí ze zásobníku k čerpadlu stoupat a před prvním použitím musí být čerpadlo a sací potrubí naplněno vodou. Sací čerpadlo dokáže vyvést vodu do větších vzdáleností a výšek a dodává menší množství vody o větším tlaku než čerpadlo ponorné. [5] [6]



Obrázek 16_Ponorné čerpadlo [18]



Obrázek 17_Sací čerpadlo [19]

Regulátor tlaku se stará o to, aby se čerpadlo zapínalo a vypínalo podle aktuální spotřeby vody, a navíc zabraňuje chodu čerpadla na sucho.

6. Vedení

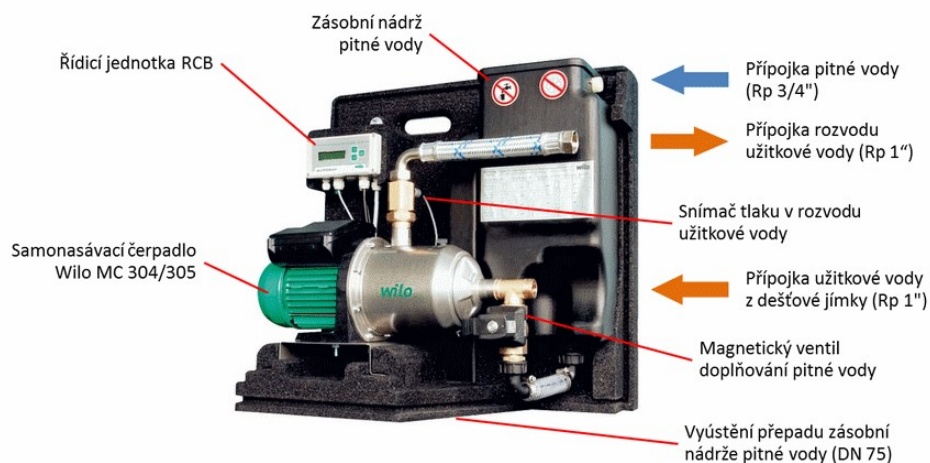
Střešní okapy a nadzemní svody jsou nejčastěji ze zinkového nebo titanozinkového plechu, mědi, oceli nebo také z PVC. Svod ústí do svodného potrubí, které je nejčastěji pro vedení v zemi z PVC KG nebo z keramiky. Na potrubí v interiéru se používají HT trubky. Potrubí musí být uloženo v nezámrazné hloubce a v zemi musí mít dimenzi minimálně DN 100.

Sací potrubí je připojeno k nádrži seshora nebo z boku nejčastěji u betonových podzemních nádrží nebo u dna pro sklepní plastové nádrže. Pro rozvody v budově vyčištěné dešťové vody se používají stejné materiály potrubí jako pro pitnou vodu z vodovodního řadu.

7. Doplnování pitnou vodou

Pokud by byla spotřeba srážkové vody větší, než jsou její zásoby, je nutné ji doplnit z vodovodního řadu, aby byl zajištěn nepřetržitý přívod vody. Pitnou vodu lze doplňovat do akumulační nádrže nebo do výtlačného (sacího) potrubí tak, aby byla pitná a dešťová voda oddělena. Pro doplňování pitné vody rovnou do zásobníku volným vtokem platí, že mezi výtokem z potrubí pitné vody a přítokovou nálevkou musí být zachována vzdálenost odpovídající dvojnásobku vnitřního průměru potrubí s pitnou vodou. Přítok musí být nejméně 150 mm nad možnou hladinou vzduť vody. Toto řešení je uživatelsky komfortnější, ale méně úsporné a při závadě nevýhodné.

Doplňování pitnou vodou do sacího potrubí zjišťuje řídicí jednotka. Hladinový senzor při nedostatku dešťové vody dá signál řídicímu centru, magnetický ventil se otevře a nechá přitékat pitnou vodu do malé nádržky. Nyní je čerpána pitná voda z vodovodního řadu, dokud nedá plovákový spínač znovu signál o naplnění nádrže s dešťovou vodou.



Obrázek 18_Řídicí jednotka [20]

Další možností je vedení v budově dvou nezávislých potrubí, pitné a dešťové. Zařizovací předmět může být připojen jednou hadicí, kterou uživatel musí ručně přepojit buď na vývod pitné, nebo dešťové dle stavu dešťové vody v nádrži. Zároveň jsou na trhu pračky, které jsou schopny pro praní čerpat vodu dešťovou a pro poslední máchání využívat vodu pitnou. [5] [6]

Množství vody v zásobníku lze měřit pomocí mechanického ukazatele s plovákem, pneumatického zařízení nebo pomocí automatických zařízení, s kapacitním senzorem nebo ultrazvukovou sondou.

8. Bezpečnostní případy

Všechny systémy jsou opatřeny přepadovými sifony, které zabraňují přetečení vody ze zásobníku a zamezují vnikání kanálovým plynům. Odtud je voda odváděna do kanalizace nebo do vsakovacího systému. Průměr přepadového zápachového uzávěru musí být stejný nebo větší než přívod vody do zásobníku. Potrubí se může doplnit mřížkou proti pronikání hlodavců. [6]

Je-li přepad nad hladinou vzduší, není třeba instalovat pojistné zařízení proti vzduť vodě. Má-li zásobník přepad pod úrovní vzduť, je na potrubí ze zásobníku do kanálu instalováno pojistné zařízení.

9. Vsakování

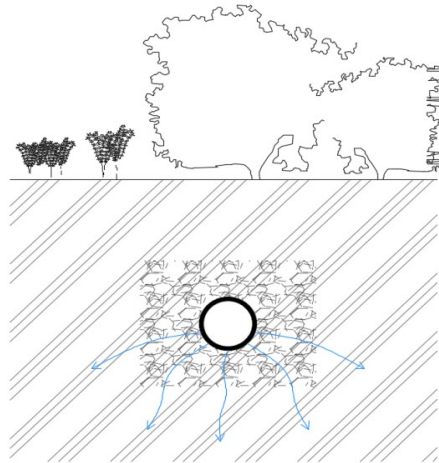
Nejhospodárnější řešení je odvádění přepadové vody z nádrže do vsakovacích systémů. Rychlost a vůbec schopnost vsakovat vodu závisí na druhu zeminy přesněji na jejím koeficientu propustnosti (čím menší tím pomalejší vsakování). Proto musí být nejprve proveden geologický průzkum. Pokud srážková voda není zpětně využívána a je odváděna pouze na vsak, je nutné navrhnout vsakovací zařízení dle normy ČSN 75 9010.

Existuje několik systémů vsakování. Jednou z možností je povrchové plošné vsakování. Dešťová voda je vedena potrubím nebo žlabem na vsakovací plochu. Vsakovací plocha je zatravněná plocha s humusovou vrstvou s malým sklonem. Navazují na ní parkoviště a komunikace. Pokud nemáme k dispozici dostatečně velkou nebo propustnou plochu, lze využít vsakovací průleh. Ten vodu krátkodobě zadrží a ta se pomalu vsákne do okolí. [21]



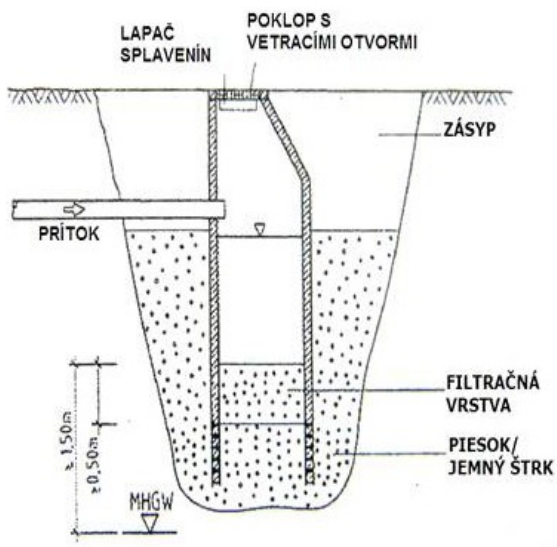
Obrázek 19_Vsakovací průleh [22]

Efektivní řešení vsakování pro propustné zeminy je drenážní vsakování. Voda odtéká perforovanými rourami, které jsou v mírném spádu od zásobníku, a vsakuje se do půdy. Drenážní trubka je uložena v zemi v nezamrzlé hloubce obsypaná vrstvou štěrku. Drenáž je zakončena nejčastěji jámami s kamenivem, jejich rozměry se stanoví dle hydrogeologického průzkumu. Toto řešení se hodí pro zásobníky uložené v zemi.



Obrázek 20_Drenážní vsakování

Vsakovací studny a šachty jsou podobné jako zásobníky dešťové vody, ale bez dna. Zadrží velké množství vody, která se pomalu vsakuje do země. Podobné řešení jsou vsakovací boxy a tunely, do kterých je přiváděna voda ze zachytivé plochy. Ty také zadrží větší množství vody, která se pomalu vsakuje do půdy nebo může být ještě navíc odvedena drenážním potrubím. Toto řešení lze použít i pro méně propustné země.



Obrázek 21_Vsakovací šachta [23]



Obrázek 22_Vsakovací tunel [24]

11. Využití dešťové vody pro bytový dům v Hořicích

11.1. Identifikační údaje

Účel stavby:	Bytový dům
Místo stavby:	Strozziho 1475, Hořice 50801
Stavební pozemek:	k.ú. Hořice v Podkrkonoší [645168] p.č. 2334/3
Předmět PD:	Zpracování projektové dokumentace ZTI v objektu na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení

11.2. Popis objektu

Předmětem projektu je novostavba bytového domu s 12 bytovými jednotkami. Budova je zasazena do střední části pozemku podlouhlého tvaru ve sklonu 3°. Na parcele je ve východní části pozemku vybudováno parkoviště s 13 parkovacími místy, zbytek pozemku je porostlý zelení. Střecha objektu je sedlová z vláknocementových tašek se sklonem 22°. Zemina je klasifikována odhadem jako hlinitý písek.

11.3. Dimenzování a posuzování gravitačního dešťového potrubí

11.3.1. Výpočtový odtok dešťových vod ze střechy

$$Q_r = r \cdot A \cdot C \quad [l/s] \quad \text{dle ČSN EN 12056-3}$$

kde: r	intenzita deště, pro ČR = 0,030 l/s·m ²
A	účinná plocha střechy (půdorysný průmět) = 564,17m ²
C	součinitel odtoku, pro střechy s nepropustnou horní vrstvou = 1,0

$$Q_r = 0,030 \cdot 564,17 \cdot 1,0 = \underline{16,93 \text{ l/s}}$$

11.3.2. Svislé potrubí

$$\begin{aligned} \text{pro 6 svodů: } Q_r / 6 \quad [l/s] \\ 16,93 / 6 = \underline{2,8 \text{ l/s}} \end{aligned}$$

hydraulická kapacita dešťového odpadního potrubí pro DN 100 je $Q_{RWP} = 3 \text{ l/s} > 2,8 \text{ l/s} \rightarrow$
navrhují 6 svodů se jmenovitou světlostí **DN 100**

11.3.3. Svodné potrubí

Svodné potrubí je vedeno v nezámrazné hloubce od svislých střešních svodů do nádrže 1 m od budovy a ve sklonu 2 %.

průtok z jednoho svodu

$$Q_1 = 2,8 \text{ l/s}$$

Hydraulická kapacita potrubí pro sklon 2 % a plnění 70 % DN 100 je $5,9 \text{ l/s} > 2,8 \text{ l/s} \rightarrow$
navrhují jmenovitou světlost **DN 100**

průtok ze dvou svodů

$$Q_2 = 2 \cdot 2,8 = 5,6 \text{ l/s}$$

Hydraulická kapacita potrubí pro sklon 2 % a plnění 70 % DN 125 je 5,9 l/s > 5,6 l/s →
navrhují jmenovitou světlost **DN 100**

průtok ze čtyř svodů

$$Q_4 = 4 \cdot 2,8 = 11,2 \text{ l/s}$$

Hydraulická kapacita potrubí pro sklon 2 % a plnění 70 % DN 150 je 18,2 l/s > 11,2 l/s →
navrhují jmenovitou světlost **DN 150**

průtok ze šesti svodů

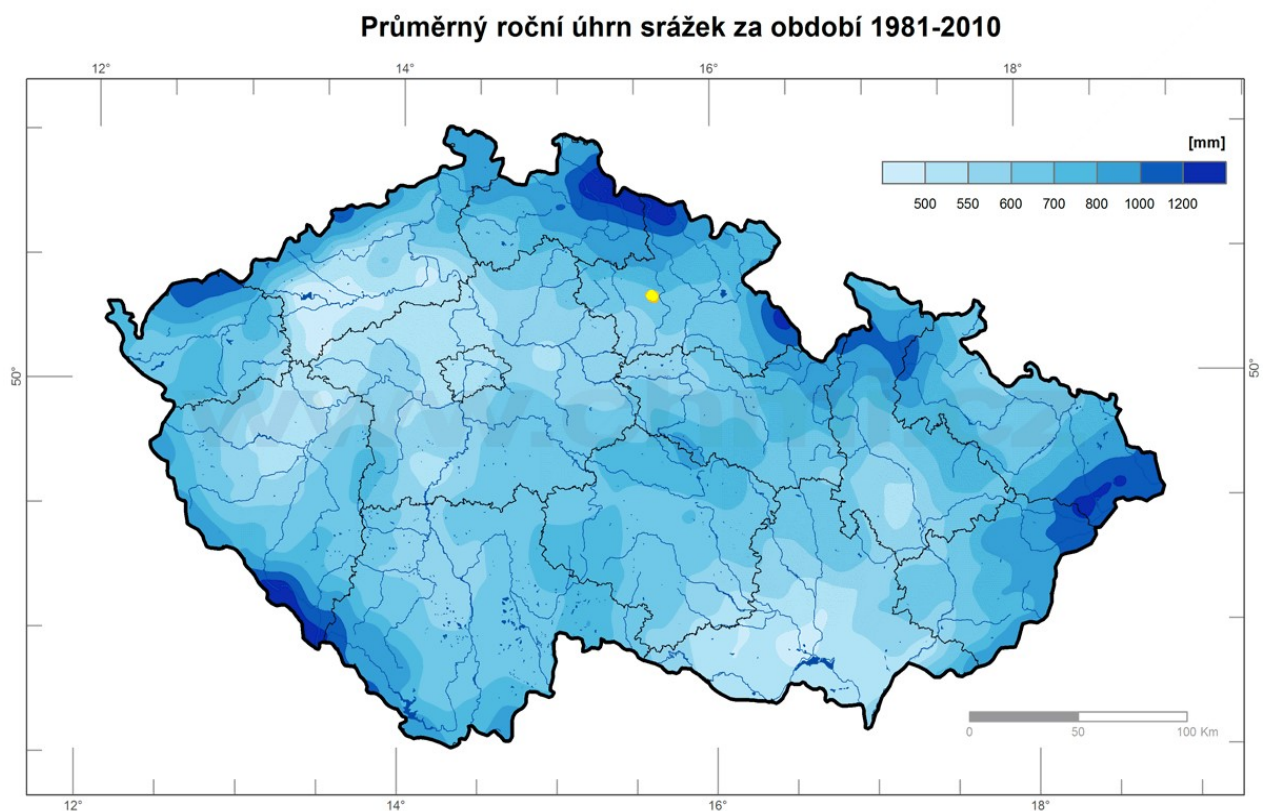
$$Q_6 = 6 \cdot 2,8 = 16,8 \text{ l/s}$$

Hydraulická kapacita potrubí pro sklon 2 % a plnění 70 % DN 150 je 18,2 l/s > 11,2 l/s →
navrhují jmenovitou světlost **DN 150**

11.4. Průměrný roční odtok dešťových srážek

$$Q_{pr} = u_{roč} \cdot A \cdot C \text{ [m}^3\text{/rok]}$$

- kde: $u_{roč}$ průměrný roční úhrn srážek pro Hořice = 600 mm/rok = 0,6 m/rok
A účinná plocha střechy (půdorysný průmět) = 564,17 m²
C součinitel odtoku, pro střechy s nepropustnou horní vrstvou = 1,0



Obrázek 23_ Průměrný roční úhrn srážek za období 1981-2010 dle ČHMÚ [25]

$$Q_{pr} = 0,6 \cdot 564,17 \cdot 1,0 = \underline{338,5 \text{ m}^3/\text{rok}}$$

11.5. Průměrný měsíční odtok dešťových srážek

$$Q_{pm} = Q_{pr} / 12$$

$$Q_{pm} = 338,5 / 12 = \underline{28,21 \text{ m}^3/\text{měsíc}}$$

Nádrže navrhuji na překonání období jednoměsíčního sucha bez připouštění pitné vody.

11.6. Návrhy využití dešťových vod

Zachycená srážková voda ze střechy je odvedena podokapním žlabem se sklonem 1 % do střešních svodů z pozinkovaných plechů o dimenzi DN 100. Z nich pokračuje ležatým potrubím z PVC-U KG od firmy Wavin Ekoplastik, které je vedeno v nezámrazné hloubce ve sklonu 2 % (viz příloha 2).

Na pozemku se také nachází parkoviště pro 13 stání. Povrch parkovacích stání je z propustné dlažby AS-TTE ROŠT, přes kterou se srážková voda vsákne do zeminy a dlažba příjezdové cesty a chodníčku je ve sklonu směrem k okolní zeleni. Z tohoto důvodu se odvodnění parkoviště a cest více neřeší.

11.6.1. Varianta 1

Navrhuji dvě různé retenční nádrže. Jednu větší, do té teče voda ze 4 střešních svodů. Z ní je voda využita na splachování WC a přebytečná voda je přepadem svedena do drenážních systémů a vsáknuta. Do menší nádrže je přivedena zbylá voda ze dvou svodů a voda je využita na zalévání, mytí aut a stejně jako u první nádrže přepadem vedena do drenážního potrubí a vsáknuta. Potrubí s dešťovou vodou je napojeno na řídicí jednotku. Kdyby voda na splachování nedostačovala, bude doplňována pitnou studenou vodou. Při nedostatku vody na zalévání a mytí mohou uživatelé využít venkovní vývod s pitnou studenou vodou.

Návrh větší nádrže (4 svody):

$$V_1 = 28,21 \cdot \frac{4}{6} = \underline{18,8 \text{ m}^3}$$

Návrh menší nádrže (2 svody):

$$V_2 = 28,21 \cdot \frac{2}{6} = \underline{9,4 \text{ m}^3}$$

11.6.2. Porovnání spotřeby vody na WC a odtoku srážek pro var. 1

Měsíční spotřeba vody na splachování: $Q_{WC,m} = q \cdot n \cdot \frac{365}{12}$ [m³/rok]

kde: q spotřeba na splachování WC = 25 l/os-den
n počet osob v budově = 36 osob

$$Q_{WC,m} = 25 \cdot 36 \cdot \frac{365}{12} = 27\,375 \text{ l/rok} = 27,38 \text{ m}^3/\text{měsíc}$$

Chybějící voda na splachování za měsíc: $Q_{z,m} = Q_{WC,m} - V_1$

$$Q_{z,m} = 27,38 - 18,8 = \underline{8,58 \text{ m}^3/\text{měsíc}}$$

Při předpokládané spotřebě na splachování 25 l/os·den se měsíčně musí dopouštět do systému 8,58 m³ pitné vody.

11.6.3. Varianta 2

Navrhuji jednu velkou akumulární nádrž, ze které je dešťová voda využita na splachování WC a přebytečná voda je přepadem svedena do vsaku. Potrubí s dešťovou vodou je napojeno na řídicí jednotku. Kdyby voda na splachování nedostačovala, bude doplňována pitnou studenou vodou.

Návrh nádrže (6 svodů):

$$Q_{pm} = 28,21 \cdot \underline{14,11} \text{ m}^3$$

11.6.4. Porovnání spotřeby vody na WC a odtoku srážek pro var. 2

Měsíční spotřeba vody na splachování: $Q_{WC,m} = 27,38 \text{ m}^3/\text{měsíc}$

Voda nevyužitá na splachování: $Q_{v,m} = Q_{pm} - Q_{WC,m}$

$$Q_{v,m} = 28,21 - 27,38 = \underline{0,83 \text{ m}^3/\text{měsíc}}$$

Při předpokládané spotřebě na splachování 25 l/os·den měsíčně obyvatelé domu nevyužijí 830 l srážkové vody.

11.6.5. Varianta 3

Navrhuji dvě různé retenční nádrže. Jednu větší, do té teče voda z 5 střešních svodů. Z ní je voda využita na splachování WC a přebytečná voda je přepadem svedena do drenážních systémů a vsáknuta. Do menší nádrže je přivedena zbylá voda z jednoho svodu a voda je využita na zalévání, mytí aut a stejně jako u první nádrže přepadem vedena do drenážního potrubí a vsáknuta. Potrubí s dešťovou vodou je napojeno na řídicí jednotku. Kdyby voda na splachování nedostačovala, bude doplňována pitnou studenou vodou. Při nedostatku vody na zalévání a mytí mohou uživatelé využít venkovní vývod s pitnou studenou vodou.

Návrh větší nádrže (5 svodů):

$$V_1 = 28,21 \cdot \frac{5}{6} = \underline{23,5 \text{ m}^3}$$

Návrh menší nádrže (1 svod):

$$V_2 = 28,21 \cdot \frac{1}{6} = \underline{4,7 \text{ m}^3}$$

11.6.6. Porovnání spotřeby vody na WC a odtoku srážek pro var. 3

Měsíční spotřeba vody na splachování: $Q_{WC,m} = 27,38 \text{ m}^3/\text{měsíc}$

Chybějící voda na splachování za měsíc: $Q_{z,m} = Q_{WC,m} - V_1$

$$Q_{z,m} = 27,38 - 23,5 = \underline{3,88 \text{ m}^3/\text{měsíc}}$$

Při předpokládané spotřebě na splachování 25 l/os·den se měsíčně musí dopouštět do systému 3,88 m³ pitné vody.

11.6.7. Vyhodnocení variant

U varianty 1 je průměrně největší deficit srážkové vody, kterou je nutné dopouštět z vodovodního řadu. Výhodou je, že voda z menší nádrže je k dispozici uživatelům ať už na zalévání nebo mytí aut. Navíc je jí větší množství než u ostatních variant. Zahrada je navíc zavlažovaná přepadovou vodou z obou nádrží.

Ve variantě 2 je nevyužito poměrně velké množství srážkové vody, která odtéká do vsaku. Řešením by bylo využívat vodu z nádrže ještě navíc například k mytí aut a úklidu. V tomto případě by se za řídicí jednotkou voda pro mytí a úklid oddělila a vyvedla ven poblíž parkoviště. Další možností by bylo přidat za nádrž vsakovací boxy. Ty zadrží větší množství vody při přívalových deštích a pomalu ji vsáknou. Navíc pořízení jedné větší nádrže je finančně výhodnější než pořízení dvou.

U varianty 3 se využívá o něco víc srážkové vody než u varianty 1, ale stále je třeba dopouštět pitnou vodu. Výhody jsou stejné jako u var. 1 s tím rozdílem, že na zalévání je k dispozici vody méně, ale ušetří se více za splachování. Výhodou varianty 1 a 3 je i to, že menší nádrž může být umístěna na druhé straně objektu a tak je zavlažována přepadem i druhá část zahrady.

11.6.8. Volba využití dešťových vod v bytovém domě v Hořicích

Pro tento bytový dům nakonec volím variantu 2, protože je tak maximálně využito srážkové vody v objektu a jen přebytek mimo něj. Voda je využívána primárně pro splachování, ven jsou vyvedeny dva výtokové ventily pro zalévání, úklid a mytí aut. Zahrada je zavlažována na ni spadajícími srážkami, přepadem z nádrže a případně ručně. Nádrž je umístěna v podzemí na zhutněné vrstvě štěrku ve východní části pozemku. Víko nádrže sahá do hloubky 1,4 m pod terén a vstupní šachta má průměr 0,6 m, na které je položeno pochozí víko. Nádrž je betonová skládaná z více dílců od firmy Prefa Brno o celkovém vnějším rozměru 7,08 x 2,68 x 2,27 m a užitém objemu 29,4 m³ (viz příloha 1).

11.7. Filtry

Největší nečistoty jsou zachyceny lapačem v hrdlech svodů. Srážková voda odtéká přes svod do ležatého potrubí, které se spojí a ústí do akumulární nádrže, ve které je košíčkový filtr AS-PLURAFIT. Před filtrem se průměr potrubí zúží z DN 150 na DN 100, přepadem odtékají nečistoty s nevyužitou vodou a dolů přes ukliďující kus vtéká přefiltrovaná voda do nádrže. Přes sací potrubí zakončené sacím košem je voda nasáta a vyvedena k čerpadlu. Za ním je jemný filtr se zpětným proplachem F76S, který odstraní nejjemnější nečistoty (viz příloha 1).

11.8. Řídicí jednotka

Sací potrubí z nádrže je připojené k řídicímu systému ECORAIN ADVANCED, který se nachází v technické místnosti a obsahuje všechny komponenty potřebné k přepravě vody k zařizovacím předmětům. Sací čerpadlo (v řídicí jednotce) s maximálním výtlakem 48 m a maximálním průtokem 85 l/min vyhoví pro tuto obytnou budovu s průtokem 27 l/min (viz kapitola 11.9) a dopravní výškou pro nejdelší úsek 12 m (odečteno z výkresů). Jednotka je připojena k pitné vodě, která natéká do malé nádržky a trojcestný ventil přepíná mezi užíváním vody pitné nebo dešťové podle stavu vody v nádrži, který ohlašuje hladinový snímač. Na potrubí pitné vody je umístěn před řídicí jednotkou vodoměr, který měří spotřebovanou pitnou vodu, která je pak rozpočítána mezi osoby v budově. Před a za řídicí jednotkou jsou umístěny vypouštěcí ventily. Pod řídicím systémem je vybudována záchytná odvodňovací jímka (viz příloha 3).

11.9. Potrubí

Ležaté potrubí, které přivádí vodu do nádrže je z PVC-U KG od firmy Wavin Ekoplastik o dimenzích DN 100 - 150. Přepadový vývod potrubí má stejnou dimenzi jako přívod tj. DN 150, je ze stejného materiálu a je osazeno mřížkou proti hlodavcům. Dva metry za nádrží se potrubí rozdělí a dál pokračují perforované trubky. Drenážní potrubí je vedeno přes část zahrady, obsypané vrstvou šterku o průměru cca 500 mm a je ukončeno jámami se šterkem s průměrem 0,6 m (pouze odhad na základě typu zeminy) (viz příloha 2).

Sací potrubí z nádrže stoupá až k řídicímu systému v technické místnosti. Potrubí vedené z řídicí jednotky k zařizovacím předmětům je v technické místnosti zavěšeno pod stropem a je z PPR Ekoplastik PN16 od společnosti Wavin Ekoplastik.

Tabulka 1_Návrh dimenzí vnitřního rozvodu dešťového potrubí

Dimenzování zbylých rozvodů vody

Výpočet dle ČSN 75 5455

Dimenzování potrubí -rozvody dešťového potrubí - Ekoplastik PN16							
Úseky	Q_{Ai}	0,1	0,2	0,3	Q_p	DN	střední teplota vody $t_m=10\text{ }^\circ\text{C}$
	Q_{Ai}^2	0,01	0,04	0,09			absolutní hydr. drsnost potrubí $k=0,01\text{ mm}$
		počet	počet	počet	[l/s]	[mm]	max. rychlost proudění $v_{max}=1,5\text{ m/s}$
5 WC-3NP		1			0,10	16x2,3	max. rychlost proudění $v_{max}=2,7\text{ m/s}$
5 WC-2NP		2			0,14	16x2,3	
5 WC-1NP		3			0,17	20x2,8	
5a+5b		6			0,24	20x2,8	
5a+5b+5c+5d		12			0,35	20x2,8	
Venkovní výtok DN 15			1		0,2	20x2,8	Výtoková armatura
2 venkovní výtoky DN 15			2		0,28	25x3,5	Výtokový ventil DN15
5a+5b+výtok		6	1		0,32	25x3,5	Výtokový ventil DN20
WC+výtoky		12	2		0,45	25x3,5	Výtokový ventil DN25
							Nádržkový splachovač
							DN
							q [l/s]
							15 0,2
							20 0,4
							25 1
							15 0,1

Rychlosti $v = 1,5\text{ m/s}$ jsou zvoleny pro trasy vedoucí v obytných prostorách

Rychlosti $v = 2,7\text{ m/s}$ jsou zvoleny pro trasy vedoucí v neobytných prostorách

Maximální průtok je 0,45 l/s= 27 l/min.

11.10. Údržba

Veškeré filtry (podokapní, v nádrži i jemný) a armatury se musí pravidelně, minimálně dvakrát ročně, kontrolovat a případně vyměňovat, není-li výrobcem stanoveno jinak.

12. Závěr

V praktické části pro zadaný bytový dům je vytvořen klasický návrh kanalizace a vodovodu, to znamená, že je využívána v celé budově pouze pitná voda z vodovodního řádu (viz technická zpráva). Teoretická část se zbývá obecně možnostmi využití dešťových vod a návrhem možného využití dešťových vod v zadaném bytovém domě. Pro budovu je navržena akumulární nádrž, ze které se voda využívá přednostně na splachování WC a zalévání. Na praní využívána není, protože pak by bylo množství vody pro zalévání nedostačující a speciální pračky, které využívají pitnou vodu na máchání (aby prádlo nebylo obarveno) jsou drahé a finančně by se toto řešení nevyplatilo. Využívání dešťové vody je především ekologické ale i ekonomicky výhodné řešení.

13. Seznam obrázků

Obrázek 1_Schéma rozvodu vody-využití vně objektu 1 [3]	2
Obrázek 2_Schéma rozvodu vody-využití vně objektu 2 [4]	2
Obrázek 3_Schéma rozvodu vody-využití uvnitř objektu [7]	3
Obrázek 4_Síto na okapovém žlabu [9].....	4
Obrázek 5_Lapač v hrdle svodu [10]	4
Obrázek 6_Geiger [11].....	4
Obrázek 7_Podokapový hrnc [12]	4
Obrázek 8_Filtrační sběrač [13].....	5
Obrázek 9_Košíčkový filtr ve filtrační šachtě [14]	5
Obrázek 10_Košíčkový filtr-interní provedení [2]	5
Obrázek 11_Samočisticí interní filtr [2]	6
Obrázek 12_Šachtový (externí) filtr [2]	6
Obrázek 13_Jemný filtr se zpětným proplachem [15]	6
Obrázek 14_Plastová nádrž na vodu [16].....	7
Obrázek 15_Betonová nádrž [17].....	7
Obrázek 16_Ponorné čerpadlo [18]	8
Obrázek 17_Sací čerpadlo [19].....	8
Obrázek 18_Řídící jednotka [20]	9
Obrázek 19_Vsakovací průleh [22].....	10
Obrázek 20_Drenážní vsakování	11
Obrázek 21_Vsakovací šachta [23].....	11
Obrázek 22_Vsakovací tunel [24].....	11
Obrázek 23_ Průměrný roční úhrn srážek za období 1981-2010 dle ČHMÚ [25]	13

14. Seznam tabulek

Tabulka 1_Návrh dimenzí vnitřního rozvodu dešťového potrubí	17
---	----

15. Seznam použitých zdrojů

1. Dešťová voda. *TZB-info*. [Online] [Citace: 20. 04 2019.] Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda>.
2. Využívání dešťové vody (I) - kvalita a čištění. *TZB-info*. [Online] 19. 02 2007. [Citace: 20. 04 2019.] Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cistení>.
3. Využití dešťové vody III. - filtrace a čerpadla. *český kutil*. [Online] [Citace: 20. 04 2019.] Dostupné z: <https://www.ceskykutil.cz/vyuziti-destove-vody-iii-filtrace>.
4. Dotace dešťovka. *dotace dešťovka*. [Online] [Citace: 25. 04 2019.] <https://www.dotacedestovka.cz/>.
5. **Bose, Karl-Heinz.** *Dešťová voda pro dům a zahradu*. Ostrava : HEL, 1999. 80-86167-08-9.

6. Využívání dešťové vody (II) - možnosti použití dešťové vody a části zařízení. *TZB-info*. [Online] 12. 03 2007. [Citace: 21. 04 2019.] Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>.
7. Německé-jimky. *německé-jimky*. [Online] [Citace: 29. 04 2019.] Dostupné z: <http://www.nemecke-jimky.eu/>.
8. Využití srážkové vody z povrchového odtoku pro zásobování budov. *TZB-info*. [Online] 25. 06 2012. [Citace: 03. 05 2019.] Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/8750-vyuziti-srazkove-vody-z-povrchoveho-odtoku-pro-zasobovani-budov>.
9. Okapové prvky - Lapače a zachytávače listí. *estřechy*. [Online] [Citace: 29. 04 2019.] Dostupné z: <http://www.estrechy.cz/Stresni-systemy-a-doplňky/Okapove-prvky/Lapace-a-zachytavace-listi>.
10. Pasti na našich zahradách. *ekolist*. [Online] 22. 01 2009. [Citace: 30. 04 2019.] Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zelena-domacnost/rady-a-navody/pasti-na-nasich-zahradach>.
11. Lapač nečistot geiger. *spika-audit*. [Online] 15. 02 2016. [Citace: 30. 04 2019.] Dostupné z: <http://spika-audit.ru/lapac-necistot-geiger/>.
12. Filtrace dešťové vody. *belis*. [Online] [Citace: 30. 04 2019.] Dostupné z: <https://www.belis.cz/44-detail-filtrace-destove-vody-filtrace-destove-vody>.
13. WISY RainCollector sběrač dešťové vody. *panfitinta.cz*. [Online] [Citace: 03. 05 2019.] Dostupné z: <https://eshop.panfitinka.cz/p/wisy-raincollector-sberac-destove-vody>.
14. Vsakování a retence. *nicoll*. [Online] [Citace: 20. 05 2019.] Dostupné z: <https://www.nicoll.cz/produkty/destova-voda/vsakovani-a-retence/filtracni-sachty.html>.
15. Filtry. *TOP materiál*. [Online] [Citace: 20. 04 2019.] Dostupné z: <https://www.topmat.cz/informace/mar-technika/filtry/>
16. Nádrže. *PKV plus*. [Online] [Citace: 10. 05 2019.] Dostupné z: <https://www.pkvplus.cz/nadrze>.
17. Retenční nádrže. *db Betonové jimky*. [Online] [Citace: 10. 05 2019.] Dostupné z: <https://www.db-jimky.cz/betonove-retencni-nadrze.html>.
18. Ponorné čerpadlo DROWN pro plovoucí sání. *eshop.destovka*. [Online] [Citace: 10. 05 2019.] Dostupné z: <https://eshop.destovka.eu/ponorne-cerpadlo-drown-pro-plovouci-sani/>.
19. BP 3 Garden Set Plus - ciśnieniowa pompa ogrodowa w zestawie. *myjki.expert*. [Online] [Citace: 10. 05 2019.] Dostupné z: <https://myjki.expert/BP-3-Garden-Set-Plus-cisnieniowa-pompa-ogrodowa-Karcher-16453570>.
20. Speciální čerpadla. *čerpadla bez starosti*. [Online] [Citace: 10. 05 2019.] Dostupné z: <https://www.cerpadlabezstarosti.cz/specialni-cerpadla/298-wilo-af-comfort-mc-305>.
21. HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI. *asio*. [Online] 12. 05 2012. [Citace: 29. 04 2019.] Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/99.hospodareni-se-srazkovymi-vodami-hdv-tnv-75-9011>.

22. EXKURZE ZA DOBRÝMI PŘÍKLADY HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU. *asio*. [Online] 29. 05 2014. [Citace: 15. 05 2019.] Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/273.exkurze-za-dobrymi-priklady-hospodareni-s-destovou-vodou>.
23. Návrh vsakovací šachty pro srážkové vody. *TZB-info*. [Online] 30. 04 2012. [Citace: 03. 05 2019.] Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/8546-navrh-vsakovaci-sachty-pro-srazkove-vody>.
24. Vsakování dešťové vody. *belis*. [Online] [Citace: 15. 05 2019.] Dostupné z: <https://www.belis.cz/50-detail-vsakovani-destove-vody-vsakovani-destove-vody>.
25. MAPY CHRAKTERISTIK KLIMATU. *portal.chmi*. [Online] [Citace: 15. 05 2019.] Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu>.
26. ČSN EN 12056-3. *Vnitřní kanalizace - Gravitační systémy - Část 3: Odvádění dešťových vod ze střech - Navrhování a výpočet*.
27. ČSN 75 9010. *Vsakovací zařízení srážkových vod*.
28. ČSN EN 1717. *Ochrana proti znečištění pitné vody ve vnitřních vodovodech a všeobecné požadavky na zařízení na ochranu proti znečištění zpětným průtokem*.
29. ČSN 75 5409 . *Vnitřní vodovody*.
30. ČSN 75 5455. *Výpočet vnitřních vodovodů*.
31. ČSN 75 6101. *Stokové sítě a kanalizační přípojky*.
32. ČSN EN 806 1 - 5. *Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě - Část 1: Všeobecně*.
33. ČSN EN 806-5. *Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě - Část 5: Provoz a údržba*.
34. 501/2006 Sb. *Vyhláška o obecných požadavcích na využívání území*.
35. Zákon č. 254/2001 Sb. *Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)*.
36. Zákon č. 274/2001 Sb. *Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)*.
37. Dešťové kanalizace. *Vodní hospodářství*. [Online] 31. 03 2017. [Citace: 29. 04 2019.] Dostupné z: <http://vodnihospodarstvi.cz/destove-kanalizace/>.
38. Jak vypadá vsakovací zařízení srážkových vod. *TZB-info*. [Online] 19. 02 2018. [Citace: 03. 05 2019.] Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/16968-hospodareni-se-srazkovymi-vodami>.
39. Odvodnění zpevněných ploch vsakováním. *TZB-info*. [Online] 12. 05 2008. [Citace: 03. 05 2019.] Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/4846-odvodneni-zpevnenych-ploch-vsakovanim>.

40. Revize ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace II. *TZB-info*. [Online] 28. 04 2014. [Citace: 20. 04 2019.] Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-voda-kanalizace/11136-revize-csn-75-6760-vnitri-kanalizace-ii>.

41. **Reinberk, Zdeněk**. Výpočet měrných tlakových ztrát třením. *tzb.fsv.cvut*. [Online] [Citace: 15. 05 2019.] Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/reinberk/vypocty/dimtab.php>.

42. Využívání dešťových vod (III) - praktický příklad. *TZB-info*. [Online] 19. 03 2007. [Citace: 23. 04 2019.] Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3981-vyuzivani-destovych-vod-iii-prakticky-priklad>.

16. Seznam příloh

Příloha 1 _ Schematický výkres akumulční nádrže a potrubí

Příloha 2 _ Půdorys střechy - vedení dešťové vody

Příloha 3 _ Půdorys vedení dešťové vody

Příloha 4 _ Katalogy výrobců (samostatné desky)

Schéma nádrže

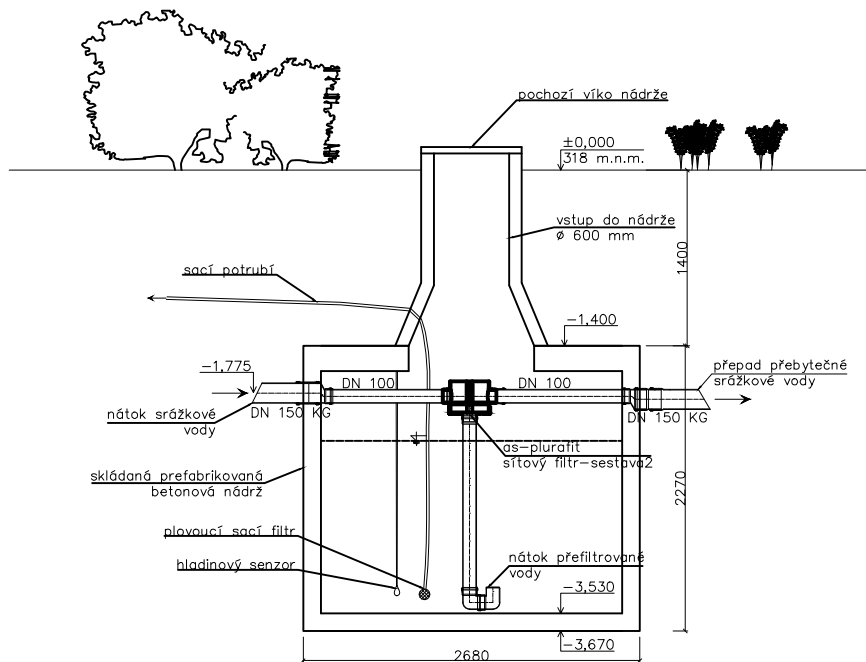
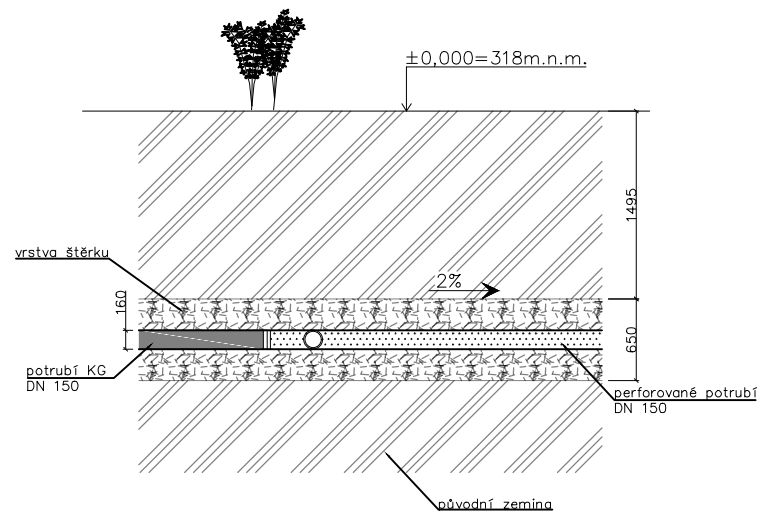
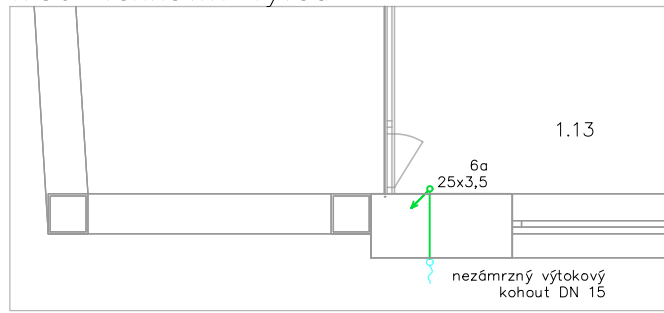


Schéma potrubí

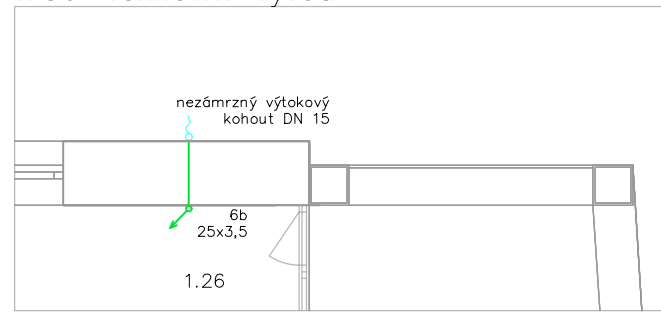


Zpracovatel: Jana Svobodová	Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ilona Keubková, Ph.D.	Školní rok: 2018/2019	Fakulta stavební ČVUT
Bakalářská práce – Katedra technických zařízení budov			Datum: 05/2019
Název: Návrh zdravotní techniky v bytovém domě se zaměřením na zpětné využití dešťových vod			Měřítko: 1:50
Příloha: Příloha 1 – Schématický výkres akumulační nádrže a potrubí			Číslo výkresu: 1

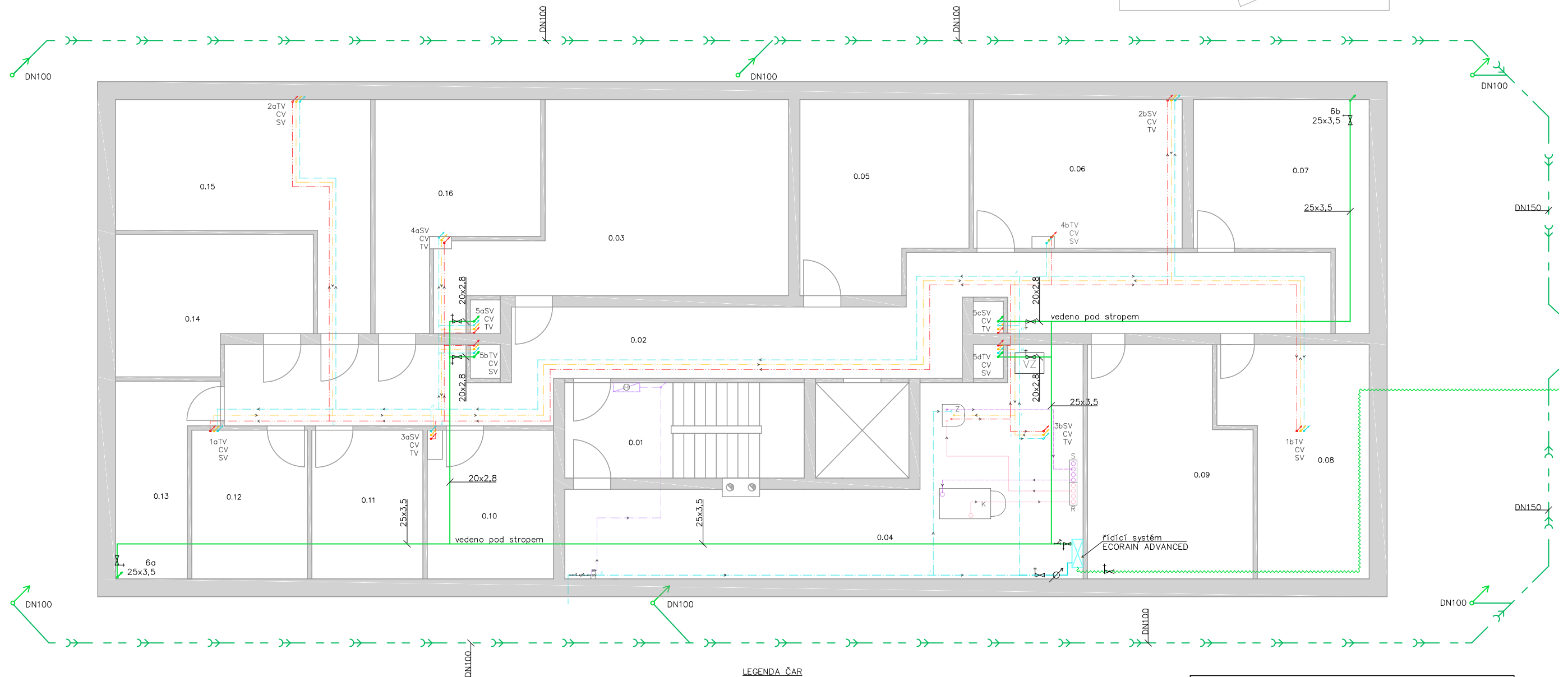
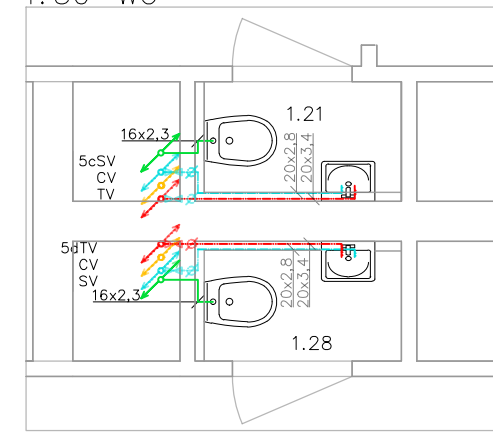
1:50 – venkovní vývod



1:50 – venkovní vývod



1:50 – WC



LEGENDA ČAR

- svodné potrubí dešťové vody
- sací potrubí dešťové vody
- potrubí studené vody
- potrubí cirkulační vody
- potrubí teplé vody
- potrubí požární vody
- potrubí topné přívodní
- potrubí topné vrtané

Pod řídicím systémem je záchytná odvodňovací jímka

Zpracovala: Jana Svobodová	Vedoucí bakalářské práce: Ing. Irena Koubková, Ph.D.	Školní rok: 2018/2019	Fakulta stavební ČVUT
Název: Návrh zdravotní techniky v bytovém domě se zaměřením na zpětné využití dešťových vod			Datum: 05/2019
Příloha: Příloha 3 – Půdorys vedení dešťové vody			Mřížková: 1:100 Číslo výkresu: 3