

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

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**VYUŽITÍ DEŠŤOVÉ A ŠEDÉ VODY V BYTOVÉM DOMĚ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Vypracoval:**

**Martin Ekrt**

**Vedoucí práce:**

**prof. Ing. Karel Kabele, CSc.**

**2019/2020**

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Ekrť Jméno: Martin Osobní číslo: 468253  
Zadávací katedra: K11125 - TZB  
Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Využití šedé a dešťové vody v bytovém domě  
Název bakalářské práce anglicky: Utilization of grey and rainwater in residential building

#### Pokyny pro vypracování:

Vypracujte studii na téma hospodaření s vodou v bytových objektech se zaměřením na využití dešťové a šedé odpadní vody v rozsahu 10-20 stran. Poznatky studie aplikujte na projekt vodovodu a kanalizace bytového domu, zpracovaný v úrovni rozšířené dokumentace pro vydání stavebního povolení dle vyhlášky 499/2006 Sb. Vypracujte půdorysy, řezy, návrh a schéma zařízení na zpětné využití odpadních vod, situace, výpočty, technickou zprávu.

#### Seznam doporučené literatury:

Kabele a kol. : Energetické a ekologické systémy budov 1 ČVUT (2010)

Valášek a kol: Zdravotně-technické instalace Jaga 2001

Jméno vedoucího bakalářské práce: prof. Ing.Karel Kabele, CSc.

Datum zadání bakalářské práce: 17.2.2020 Termín odevzdání bakalářské práce: 17.5.2020

### 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 nutně 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“.*

19.2.2020

Datum převzetí zadání

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne

podpis

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu prof. Ing. Karlovi Kabelemu, CSc. za jeho cenné rady a připomínky. Dále bych rád poděkoval společnosti Skanska a.s. za poskytnutí projektové dokumentace k řešenému objektu.

## **Anotace v českém jazyce**

Bakalářská práce se zabývá využitím dešťové a šedé vody v bytovém objektu. V práci je popsán návrh systémů dešťové a šedé vody. Návrh velikosti a umístění akumulčních nádrží a vypracování projektové dokumentace vnitřního vodovodu a kanalizace v bytovém domě.

## **Klíčová slova**

Dešťová kanalizace, šedá voda, bílá vody, akumulční nádrž, rozvod vody, hospodaření s vodou, pitná voda

## **Annotation**

The bachelor thesis deals with utilization of grey and rainwater in residential building. The work describes draft of grey and rainwater systems. Draft of the size and location of accumulation tank and elaboration of project documentation for internal water supply and sewerage in an residential building.

## **Keywords**

Rainwater drainage, gray water, white water, accumulation tank, water distribution, water management, drinking water

## Obsah

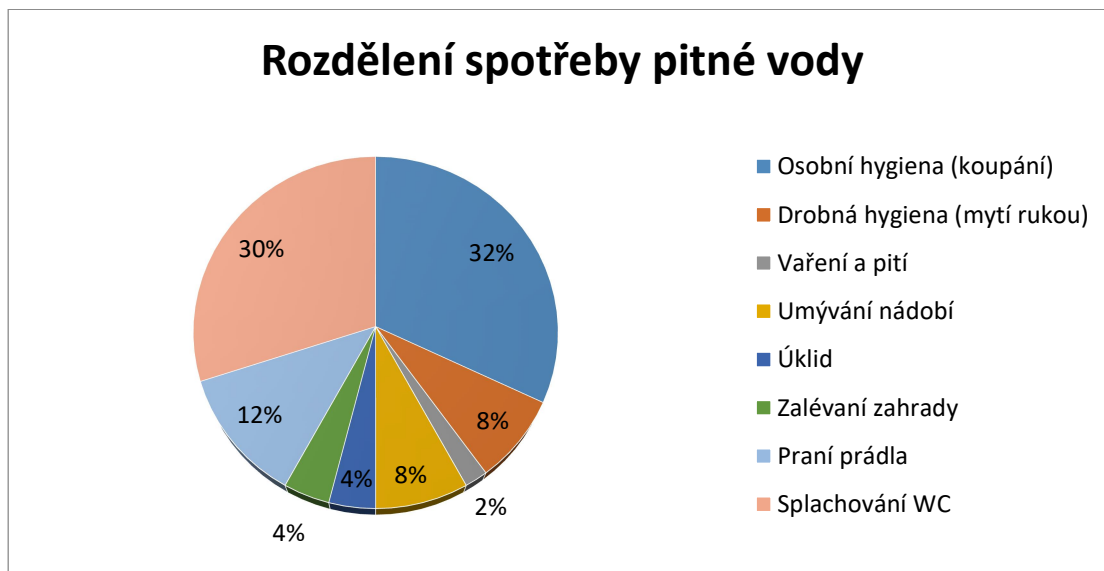
1. Úvod .....	7
2. Využití dešťové a šedé vody .....	7
2.1. Dešťová voda .....	8
2.1.1. Jímání dešťové vody .....	8
2.1.2. Distribuce dešťové vody .....	10
2.2. Šedá voda .....	12
2.2.1. Čištění šedé vody .....	12
2.2.2. Dimenzování systému šedé vody .....	16
3. Využití dešťové a šedé vody pro bytový dům V Praze, čtvrť Emila Kolbena .....	18
3.1. Identifikační údaje .....	18
3.2. Údaje o stavebníkovi .....	19
3.3. Návrh systému dešťové vody .....	19
3.3.1. Návrh akumulční nádrže .....	19
3.3.2. Návrh čerpadla dešťové vody .....	21
3.3.3. Návrh filtrace dešťové vody .....	22
3.3.4. Shrnutí .....	22
3.4. Návrh systému šedé vody .....	23
3.4.1. Návrh velikostí nádrží .....	23
3.4.2. Návrh čerpadla šedé vody .....	24
3.4.1. Návrh filtrace šedé vody .....	25
3.4.2. Výsledná úspora pitné vody .....	26
3.4.3. Shrnutí .....	27
4. Závěr .....	27
5. Seznam obrázků .....	28
6. Seznam tabulek .....	28
7. Seznam příloh .....	28
8. Použité zdroje .....	29

## 1. Úvod

Vlivem postupné změny klimatu na našem kontinentu začíná být problém s dostupností zdrojů pitné vody a bohužel dle prognóz některých odborníků se situace nebude nikterak lepší, spíše naopak. Životní standard populace ve vyspělých zemích je relativně vysoký a při zachování současné životní úrovně je potřeba začít řešit, jak pitnou vodu co nejjednodušeji získat a co je více důležité, jak s ní hospodařit. V dnešní době jsou dostupné technologie pro zpětné využití odpadních a dešťových vod jak v malém měřítku (například pro rodinné a bytové domy), tak i pro větší systémy v rámci celých sídlišť a měst. Úkolem státu by mělo být nastavit legislativu tak, aby se v co největší míře začaly tyto technologie používat a zamezilo se plýtvání pitnou vodou. Důležitá je zejména osvěta. Je nutné změnit přístup k této problematice a začít se chovat zodpovědně. Stát bez pomoci samotných obyvatel není schopen tento problém zcela vyřešit a naprosto stejně je to i z druhého úhlu pohledu. Lidé nejsou schopni bez pomoci státu prostřednictvím úpravy zákonů a případně poskytnutím příspěvku na realizaci zařízení pro hospodaření s pitnou vodou efektivně zmiňované problémy eliminovat.

## 2. Využití dešťové a šedé vody

Využití dešťové a šedé vody má veliký potenciál. Průměrná denní spotřeba pitné vody v ČR na jednoho obyvatele je zhruba 90 l, přičemž téměř 50% vody by šlo nahradit vodou užitkovou. Důležité je na odběrných místech (výtokových armaturách) vždy viditelně vyznačit, že se nejedná o vodu pitnou, ale o vodu užitkovou.



Obrázek 1 - graf rozdělení spotřeby pitné vody [3]

Nároky na kvalitu vody v domácnosti nejsou všude stejné. Tam, kde přicházíme do osobního kontaktu s vodou, je nutné zajistit vodu pitnou. Jedná se o osobní hygienu (36 l/os/den), vaření a pití (2l/os/den), mytí nádobí (7 l/os/den). V případě, kdy nedochází k osobnímu kontaktu, a to zejména při splachování toalet (27 l/os/den), praní prádla (11 l/os/den), zalévání zahrady (3,5 l/os/den), úklid (3,5 l/os/den), lze využít vodu užitkovou.<sup>29[3]</sup>

## **2.1. Dešťová voda**

Možnost využití dešťové vody má drtivá většina objektů jak stávajících, tak i nově postavených. Samotné využití dešťové vody v objektu závisí na jeho způsobu užívání. U typického rodinného domu na vesnici se zahrádkou se jistě nabízí využití dešťové vody pro závlahu, případně splachování toalet a praní. U budovy typu administrativní, školy, obchodní centra, kde zastavěná plocha je velká a potenciál zachycení dešťových srážek je vysoký, se nabízí řešení využití dešťové vody například pro splachování toalet a úklid domácnosti. Co se týče výškových budov, kdy rozdíl užitné a zastavěné plochy je veliký, nemá využití dešťové vody uvnitř objektu veliký význam. Množství zachycené dešťové vody je relativně malé a zdaleka by nám nepokrylo požadovanou spotřebu užitkové vody. Zde se nabízí varianta zachytávat dešťovou vodu například pro zalévání veřejné zeleně, nebo varianta zelené střechy. V tomto případě dochází k zadržení části srážkové vody již na objektu a v teplých dnech zelená střecha pomáhá udržet v okolí budovy příjemné klima. Do jisté míry napomáhá zelená střecha i tepelné stabilitě v horní části objektu, kdy nedochází k nadbytečnému přehřívání střešního pláště.

U bytových objektů je spotřeba užitkové vody (splachování, úklid, praní) relativně vysoká a plocha odvodňovaných ploch nestačí pro pokrytí potřeby užitkové vody. Dešťovou vodu lze využívat na zavlažování veřejné zeleně v okolí objektu, předzahrádek či zavlažování zelených střech.

Dešťovou vodu je velmi vhodné využít k užitkovým účelům a to hlavně kvůli svému malému znečištění. Samozřejmostí jsou vhodné podmínky pro skladování. Jedná se zejména o stabilní nízkou teplotu a zamezení kontaktu s UV zářením, aby nedocházelo k tvorbě řas. Následně stačí z vody odstranit mechanické nečistoty pomocí filtrů a případně provést stabilizaci pomocí UV lampy či dávkovače chlóru. Takto upravená voda je vhodná pro využití na závlahu okolo domu, splachování toalet, praní, mytí vozidel a spousty dalších úkonů.

### **2.1.1. Jímání dešťové vody**

Dešťovou vodu z objektu lze jímat do nádrže umístěné poblíž objektu. Rozlišujeme základní dva typy nádrží, a to nádrže betonové a nádrže plastové. Každá z nich má své výhody i nevýhody a při jejich návrhu je nutno zohlednit podmínky stavby. U nádrže pojezdové záleží zejména na jejím umístění. Mezi další důležité aspekty patří působící zatížení, zvýšená hladina podzemní vody a geologické podmínky. Nedílnou součástí návrhu nádrže je návrh její velikosti. V tomto případě je třeba brát ohled na velikosti odvodňovaných ploch a na způsob využití dešťové vody.



Přebytečnou dešťovou vodu je třeba odvést z nádrže bezpečnostním přepadem a dále s ní patřičně nakládat. Jednou z možností je zasakovat dešťovou vodu u objektu pomocí tzv. zasakovacích drenáží, nebo napojení na veřejnou dešťovou kanalizaci. Na obrázku (2) je znázorněno jedno z možných řešení zasakování dešťové vody pomocí prefabrikovaných boxů umístěných v propustné zemině. Zasakovací objekty je třeba patřičně navrhnout tak, aby při přívalem dešti byly schopny pojmout veškerou srážkovou vodu dopadající na odvodňované plochy a včas ji zasáknout do zeminy nacházející se v místě založení. Alternativní řešení k zasakovacím prefabrikovaným boxům, je vsakovací jáma pokrytá geotextilií a vyplněná praným kamenivem.



Obrázek 2 - zasakovací boxy [4]

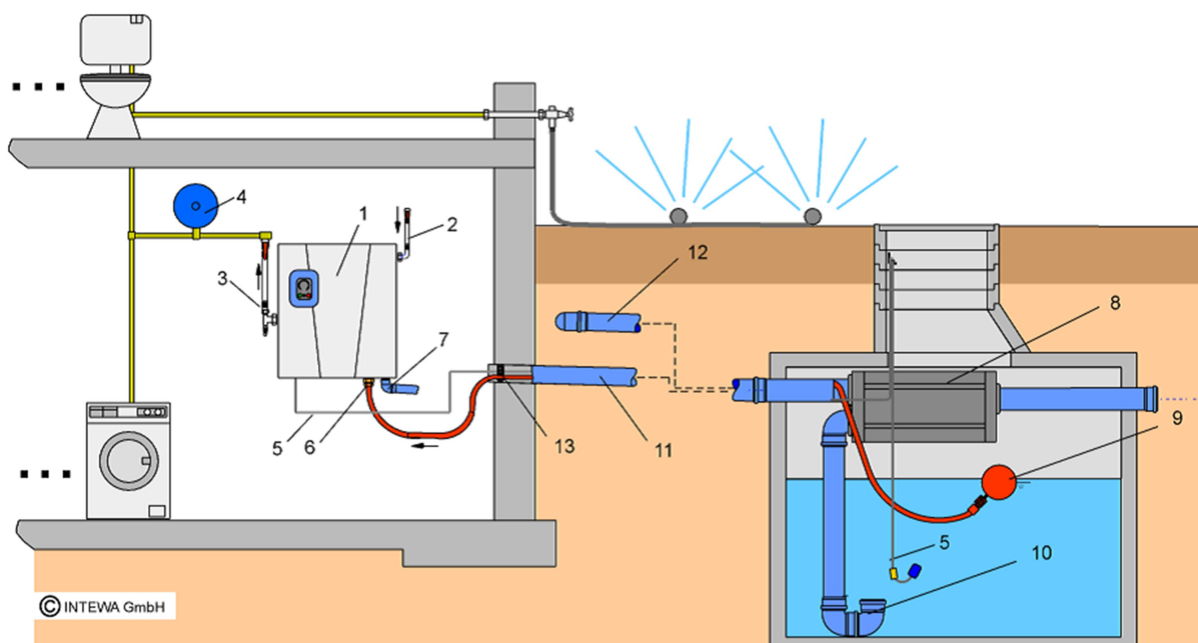
Před nátokem dešťové vody do akumulací nádrže je vhodné provést instalaci filtru na zachycení mechanických nečistot. Na obrázku můžeme vidět jedno z možných řešení, kdy v plastové šachtě o průměru DN400 je umístěn koš na hrubé nečistoty. Koš je nutno v pravidelných intervalech vyjmout a mechanicky očistit. Filtr lze také umístit na nátok v nádrži.



Obrázek 3 - podzemní filtrační šachta [5]

### 2.1.2. Distribuce dešťové vody

Dešťovou vodu zachycenou do akumulární nádrže je třeba dále rozvést na odběrná místa, ať už se jedná o spotřebiče umístěné uvnitř objektu (WC, pračka, úklidová místnost), nebo o rozvod vody na závlahu (manuální či automatickou). Dešťovou vodu z nádrže můžeme čerpat několika možnými způsoby. Mezi nejpoužívanější patří čerpání pomocí ponorného čerpadla s inteligentní řídicí jednotkou, kdy je zabezpečen konstantní tlak v systému. Další možností je ponorné čerpadlo v kombinaci s tlakovou expanzní nádobou umístěnou uvnitř objektu či v pomocné šachtě poblíž akumulární nádrže. Tyto prostory lze také využít pro domácí vodárnu („Darling“).



Obrázek 4 - systém zásobování objektu dešťovou vodou [6]

Na obrázku (4) je znázorněn jeden z možných systémů hospodaření s dešťovou vodou. Poblíž objektu je pod úrovní terénu umístěna podzemní nádrž, do které je svedena dešťová voda z odvodňovaných ploch objektu. V akumulární nádrži je na přítoku dešťové vody umístěn filtr (8) pro zachycení hrubých nečistot. V suterénu objektu je inteligentní čerpací jednotka (1), která obsahuje samonasávací čerpadlo, které pomocí plovoucího sání (9) čerpá vodu z nádrže. Součástí čerpací jednotky je expanzní nádoba (4) pro pokrytí výkyvů tlaků v soustavě a filtr na mechanické nečistoty se zpětným proplachem. Dešťová voda je v objektu využívána na splachování toalet, praní a zálivku zahrady. [6]

Před distribucí dešťové vody do vnitřního rozvodu je nutno provést filtraci vody pro zachycení mechanických nečistot. Volba filtru závisí na požadované kvalitě čistoty vody. Pro omezení nasávání nečistot ode dna nádrže je vhodné zvolit čerpadlo s plovoucím sáním.



**Obrázek 5 - filtr se zpětným proplachem [7]**

Na obrázku [5] můžeme vidět jedno z možných řešení pro filtraci dešťové vody od mechanických nečistot. Jedná se o zařízení, které obsahuje síto s velikostí ok přibližně 0,1 mm pro zachycení nečistot nacházející se v nádrži. Filtrační zařízení může být vybaveno zařízením pro automatický proplach, kdy při dosažení tlakové diference na vstupu a výstupu dojde k automatickému spuštění zpětného proplachu. Nečistoty jsou odplaveny ze zařízení například do splaškové kanalizace. Proplach může být prováděn i manuálně, kdy je třeba zajistit pravidelnou kontrolu zařízení a v případě potřeby proplach provést. Výrobce zařízení předepisuje interval pro výměnu sít, případně nutnost síta mechanicky čistit.

## 2.2. Šedá voda

Šedou vodou označujeme takovou vodu, která vykazuje malé znečištění a není zatížena fekáliemi, tuky a odpadem z kuchyní. Ty by následně ztěžovaly či znemožňovaly čištění a následné zpětné využití v domácnostech. Jako šedou vodu můžeme bez obav použít odpadní vodu z umyvadel, van a sprchových koutů. V případě potřeby lze použít i odpadní vodu z pračky. Odpadní vodu z kuchyní (myčka nádobí, dřez) a odpadní vodu z WC výhradně nepoužíváme kvůli značnému znečištění.

Šedá voda je následně vyčištěna a poté distribuována do objektu k dalšímu využití. Vyčištěnou šedou vodu dále nazýváme „bílá voda“.

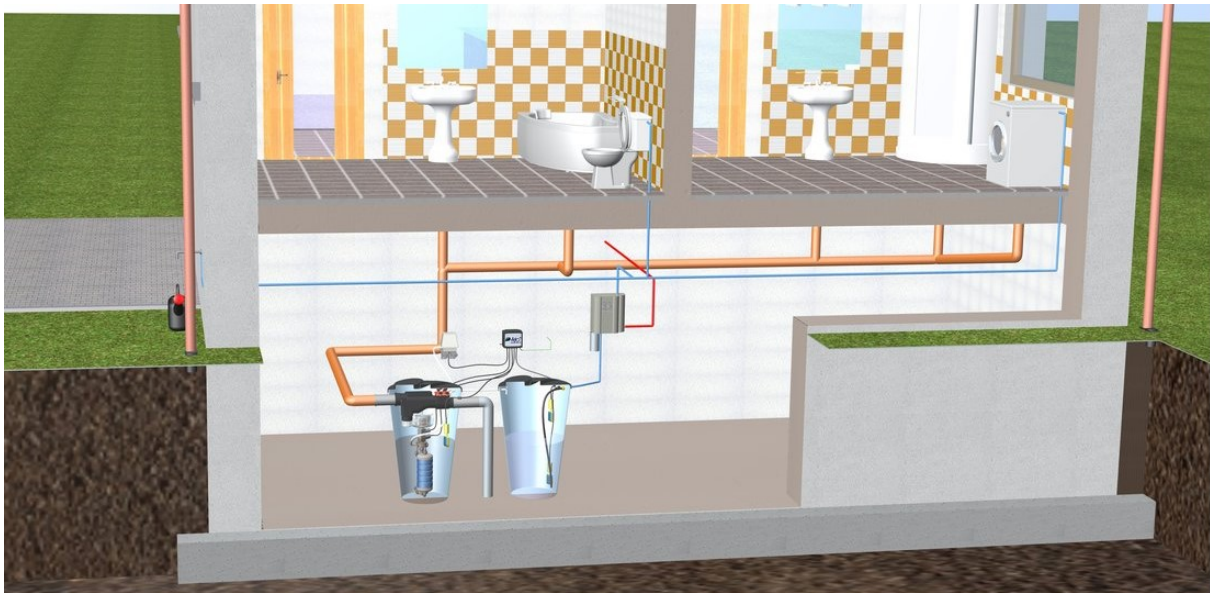
Využití bílé vody je naprosto identické jako využití vody dešťové. Bílou vodu lze tedy bez obtíží využít na splachování toalet, praní, úklid a závlahu. Výtokové armatury je nutné vždy viditelně označit nápisem „užitková voda“ potažmo „bílá voda“.

### 2.2.1. Čištění šedé vody

Pro zajištění dopravy šedé vody k čistícímu zařízení je nutné vybudovat v objektu dvoje kanalizační potrubí. Šedou vodu je nutné oddělit od kanalizace splaškové. Na to je potřeba brát zřetel již od počátku návrhu objektu.

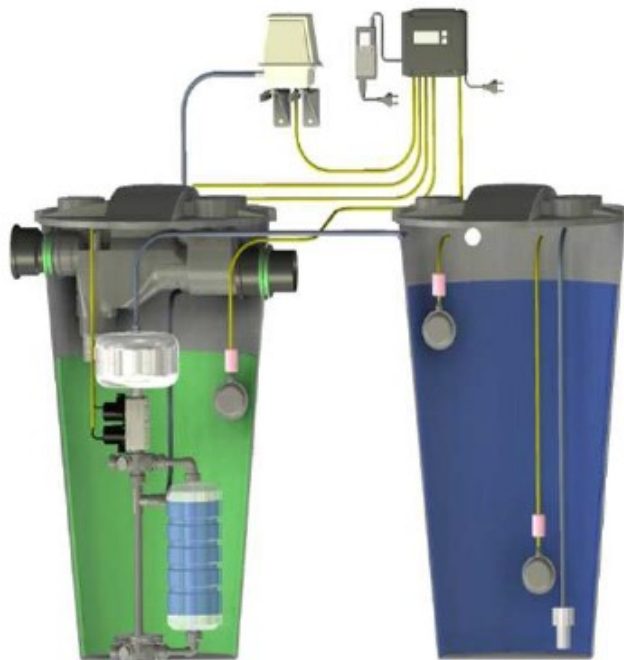
Pro samotné čištění šedé vody jsou na dnešním trhu dostupné systémy od renomovaných firem, které se danou problematikou usilovně zabývají. Pro ilustraci a popis fungování samotného čištění jsem využil produkt od české firmy ASIO tech spol. s.r.o.

Samotný produkt firmy se nazývá AS-GW/AQUALOOP a jedná se o variabilní systém, který lze aplikovat pro různý počet ekvivalentních obyvatel (EO) v objektu.



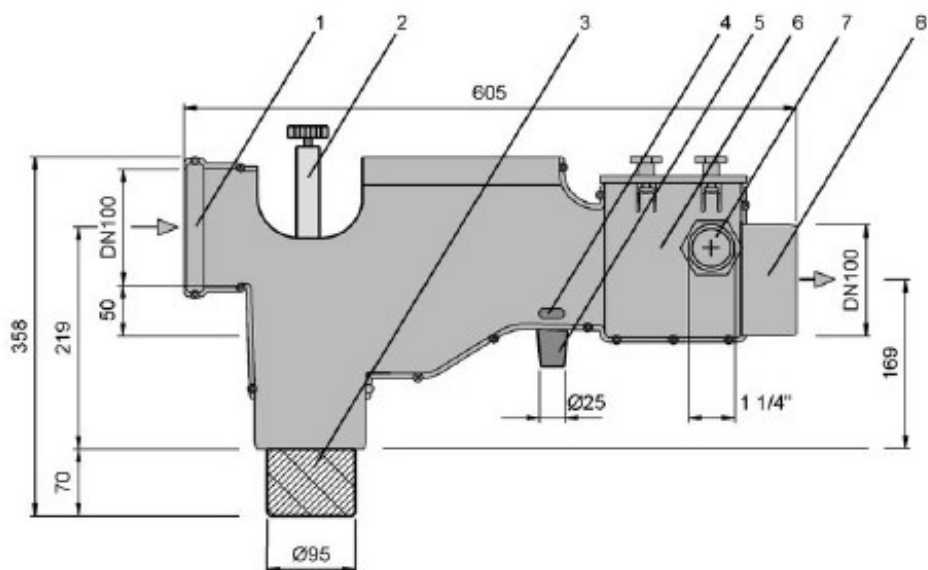
Obrázek 6 - systém čištění šedé vody [9]

Na obrázku [6] můžeme vidět příklad aplikace systému v rodinném domě. Systém se skládá ze soustavy dvou nádrží umístěných v těsné blízkosti, kdy do první nádrže natéká šedá voda z objektu a probíhá zde samotné čištění. Vyčištěná bílá voda je akumulována ve vedlejší nádrži, ze které je následně pomocí čerpací jednotky dopravována do rozvodu užitkové vody v objektu. Systém lze variabilně přizpůsobit počtu obyvatel. Pro rodinný dům jsou nejvhodnější dvě nádrže o objemu přibližně 300l a lze je umístit například do technické místnosti v suterénu. Pro větší objekty (desítky až stovky obyvatel) je možné systém variabilně přizpůsobit. Jedná se o nádrže znatelně větších objemů, řádově tisíce litrů, které je vhodnější umístit vně objektu pod úroveň terénu.



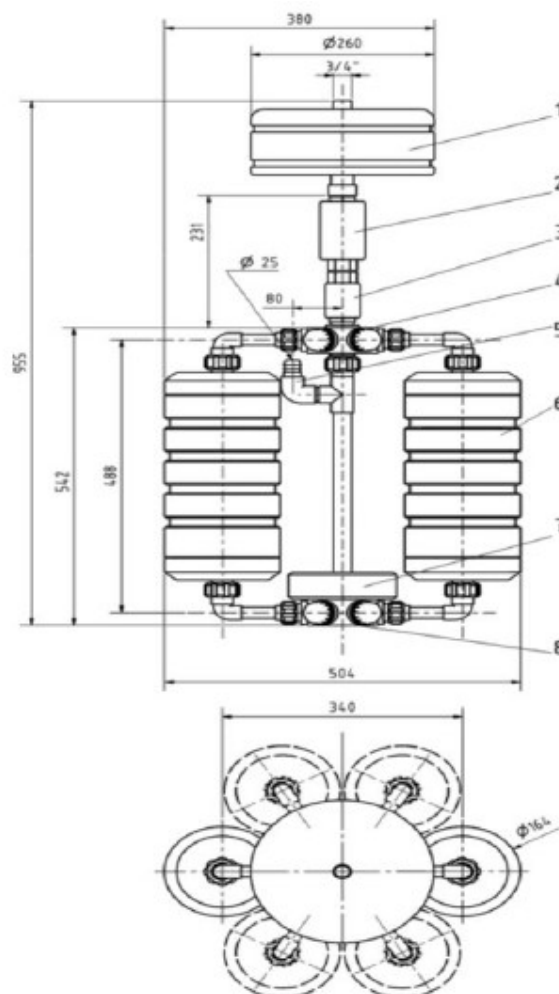
Obrázek 7 - systém čištění šedé vody [10]

Samotné čištění šedé vody probíhá v několika fázích, kdy v první fázi je třeba zachytit hrubé nečistoty přitékající společně s šedou vodou. Pro tento účel používáme zařízení AS-PURAIN (na obrázku (8)) umístěné na nátok do nádrže. Přitékající šedá voda natéká do nádrže přes nerezové síto s velikostí ok cca 1 mm. V případě naplnění nádrže odtéká přebytečná voda bezpečnostním přepadem (bod (8)) do splaškové kanalizace. V zařízení je umístěna zpětná klapka pro zabránění průniku splaškových vod do nádrže a zamezení vniknutí hlodavců. Při proudění vody do bezpečnostního přepadu dochází zároveň k odtahu nečistot z hladiny pomocí skimmeru (bod (5)). Do zařízení je v případě potřeby možno zapojit vyústění čerpadla pro odtah přebytečného kalu ze dna nádrže (bod (7)). Zařízení je třeba v pravidelných intervalech čistit.



Obrázek 8 - nátokový filtr AS-PURAIN [10]

Po filtraci vody od hrubých nečistot voda natéká do membránového bioreaktoru (první nádrž). Kontinuální biodegradace probíhá v provzdušňovaném fluidním loži pomocí bakterií. Po uvedení systému do provozu se po několika týdnech začnou bakterie usazovat na nosiči biomasy se specificky vysokým povrchem (membránové patrony), přes které prochází přívod vzduchu do nádrže. Přívod vzduchu je nutný z důvodu potřeby kyslíku pro průběh aerobního procesu a zároveň se přívodem vzduchu čistí membránová stanice od usazenin.[10]



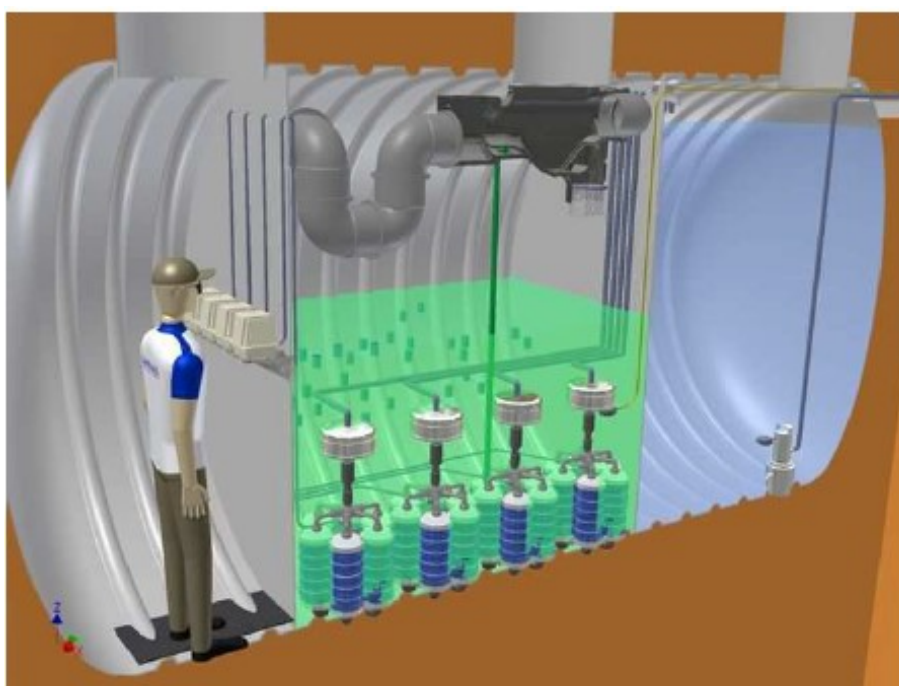
**Obrázek 9 - membránová stanice [10]**

Proces čištění probíhá pomocí membránových stanic, ve kterých jsou osazeny membránové patrony. V jedné stanici může být až 6 patron a do jedné nádrže lze umístit téměř libovolný počet stanic. Velikost celého systému závisí na požadovaném množství bílé vody. Nad membránovou stanicí je zásobník proplachové vody. V případě potřeby jsou membránové patrony propláchnuty zpětným vedením vody právě z výše umístěné nádrže. Jsou-li membránové patrony znečištěny tak, že nestačí pouze zpětný proplach a čištění vzduchem, lze čištění provést pomocí chemických přípravků (kyselina citrónová). Potřebu čištění snímá řídicí jednotka, která nás včas upozorní případně provede dávkování dle potřeby automaticky. Přečerpávání vyčištěné šedé vody probíhá přes membránovou stanici pomocí čerpadla, které je součástí dodávky celého systému. [10]

V nádržích jsou umístěny snímače hladiny vody (lze vidět na obrázku [7]) ze kterých jsou data posílány do řídicí jednotky systému a ten následně řídí celý proces čištění. V první nádrži, kde se shromažďuje šedá voda, je umístěn hladinový spínač. Ten v případě poklesu hladiny pod nastavenou mez pošle signál do řídicí jednotky a systém čištění je zastaven do doby, než se hladina šedé vody zvýší. Ve druhé nádrži jsou umístěny snímače dva. Snímač položený níže má za úkol v případě dosažení nastavené hladiny spustit čištění a přečerpávání (v případě, že je v první nádrži dostatek šedé vody). Horní snímač vypne systém

čištění při dosažení požadované hladiny. V druhé nádrži je umístěno čerpací zařízení, které distribuuje bílou vodu do objektu (obdobně jako u dešťové vody). Pokud nastane situace, kdy je hladinovým snímačem ve druhé nádrži vydán požadavek na přečerpávání vyčištěné vody a zároveň není v první nádrži dostatek šedé vody, lze přímo do druhé nádrže dopouštět dešťovou či pitnou vodu.

Samotnou technologii systému je třeba umístit poblíž soustavy nádrží. Jedná se o řídicí jednotku celého systému, dmychadlo pro výrobu stlačeného vzduchu a případně čerpací zařízení bílé vody. V případě instalace systému uvnitř objektu je vhodné umístit technologii poblíž nádrží. Pokud máme nádrže umístěné vně objektu pod úrovní terénu, lze technologii umístit do podzemní šachty určené pro tyto účely, případně umístit technologii do technické místnosti uvnitř objektu. V tomto případě je třeba brát v potaz tlakové ztráty potrubí při dimenzování výkonu dmychadla.



Obrázek 10 - instalace pro 192 EO [10]

Na obrázku (10) je ilustrativně znázorněno jedno z možných řešení systému pro 192 EO. Použita je podzemní tříkomorová nádrž o celkovém objemu 40 000 litrů. V první komoře je umístěna technologie, ve druhé komoře probíhá čištění šedé vody a v poslední komoře je akumulací prostor pro bílou vodu.

### 2.2.2. Dimenzování systému šedé vody

Při návrhu celého systému je nutné určit způsob využívání bílé vody a podle toho stanovit výpočtem její požadované množství. Návrh samotného systému čištění je ve většině případech řešen formou subdodávky, nebo typické zejména pro rodinné domy je použití „hotového“ výrobku. Systémy pro menší objekty právě typu rodinného domu jsou dimenzovány podle počtu ekvivalentních obyvatel. Pro představu jsou k dispozici systémy



pro 6,12,18,24,30,36,48 EO. Větší systémy se navrhují individuálně dle požadavků a možností stavby.

Výpočet množství odpadní vody (šedé) a množství požadované vyčištěné (bílé) vody vychází ze stanovených průměrných hodnot.

Tabulka 1 - množství odpadní vody [10]

Zařizovací předmět	Množství [litr/osoba/den]
Sprchový kout + umyvadlo + vana	40
Pračka	13
<b>Celkem</b>	<b>53</b>

Tabulka 2 - množství požadované bílé vody [10]

Zařizovací předmět	Množství [litr/osoba/den]
WC	25
Úklid	5
Závlaha	5
Pračka	13
<b>Celkem</b>	<b>48</b>

Po stanovení množství požadované vyčištěné vody a množství odpadní vody si stanovíme účinnost celého systému kdy:  $\frac{\text{Množství odpadní vody}}{\text{Množství požadované vyčištěné vody}} \leq 1$ .

V případě účinnosti systému nižší než 1, je třeba doplňovat systém pitnou nebo dešťovou vodou. Pokud je účinnost vyšší než 1, je vhodné odstranit ze systému zařizovací předmět produkující největší znečištění (nejčastěji pračka). [10]

Velikost akumulární nádrže na vyčištěnou vodu a velikost nádrže na čištění by měla odpovídat denní spotřebě vyčištěné vody. Tedy pokud stanovíme výpočtem množství požadované vyčištěné vody na 3000 l/den, měla by každá nádrž být o velikosti minimálně 3000 l/den.

### 3. Využití dešťové a šedé vody pro bytový dům V Praze, čtvrť Emila Kolbena



Obrázek 11 - vizualizace objektu [11]

#### 3.1. Identifikační údaje

Účel stavby : Bytový dům o 44 bytových jednotkách pro 106 EO

Místo stavby : Praha 9 – Vysočany, nově vznikající čtvrť Emila Kolbena (bývalý areál ČKD)

Charakter stavby: novostavba

Konstrukční řešení:

Dům má 7 nadzemních podlaží (NP) a jedno podzemní podlaží (PP). V podzemním podlaží se nachází garáže a sklepní kóje pro obyvatele objektu. V nadzemních podlaží se nachází bytové jednotky.

Suterén a první dvě nadzemní podlaží jsou řešeny formou železobetonové monolitické konstrukce. Zbylé nadzemní podlaží zděné ze systému Porotherm. Schodišťové stěny jsou v celém objektu železobetonové. Příčky jsou v celém objektu zděné ze systému Porotherm. Střecha je řešena jako jednoplášťová plochá s krytinou z PVC folie. Terasy v 6. a 7.NP jsou tvořeny krytinou z PVC folie s nášlapnou vrstvou z betonových dlaždic na rektifikační terče. Byty v 1.NP mají předzahrádky, které jsou umístěny nad suterénem a jsou řešeny jako vegetační střechy.

### 3.2. Údaje o stavebníkovi

**Stavebník:** Skanska a.s.

**Projektant:** SPS projekt, spol. s r.o.

### 3.3. Návrh systému dešťové vody

Dešťová voda je jímána z ploché střechy objektu, teras v 6.NP a 7.NP, předzahrádek nacházejících se v 1.NP (vegetační střecha) a z vjezdové komunikace do suterénu (1.PP). Dešťová voda ze střechy a teras v 6.NP a 7.NP je vedena pomocí dešťového odpadního potrubí uvnitř objektu do suterénu (1.PP), které je napojeno na svodné potrubí vedené pod stropem v 1.PP. Odvodnění předzahrádek je řešeno pomocí střešních vpustí pro vegetační střechy, které jsou napojeny na svodné potrubí v 1.PP.

Svodné potrubí je vedeno pod stropem v 1.PP, je vyvedeno z objektu skrz obvodovou stěnu a uloženo v zemi. Zaústěno je do akumulární nádrže dešťové vody pod vjezdovou komunikací do 1.PP (přílohaprojektová dokumentace). Před akumulární nádrží se nachází sedimentační šachta o průměru 600mm s retenční výškou pro nečistoty 500mm.

Výpočet dimenzí a tlakových ztrát vnitřního rozvodu dešťové vody je proveden v příloze [Návrh vodovodního potrubí]. Výpočet dimenzí dešťové kanalizace je proveden v příloze [Návrh kanalizačního potrubí].

#### 3.3.1. Návrh akumulární nádrže

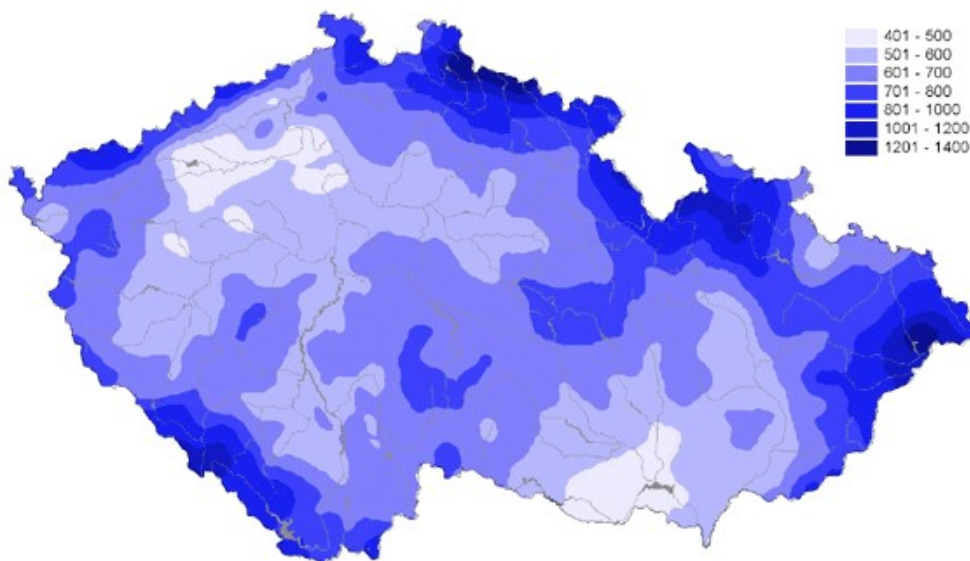
Akumulární nádrž je navržena betonová prefabrikovaná výrobce db Betonové jímky s.r.o. Dodavatel nádrže zajistí statický návrh a návrh uložení nádrže dle dodaných výkresů a požadavků stavby.

Akumulární nádrž je pro situaci, kdy dojde k naplnění, opatřena bezpečnostním přepadem. Ten je napojen na veřejnou dešťovou kanalizaci.

**Tabulka 3 - velikosti odvodňovaných ploch**

Typ odvod. plochy	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Koef. Odtoku [-]	Reduk. Plocha [m <sup>2</sup> ]
Střecha s PVC folií	287	1,0	287
Terasy 6NP,7NP	220	1,0	220
Vegetační střecha 1NP	646	0,3	194
Rampa – asfalt, sklon 15%	106,5	0,8	85
<b>Celkem</b>			<b>786</b>

Na obrázku (12) je znázorněn průměrný úhrn srážek v ČR. Řešený objekt se nachází v Praze, kde můžeme dle dlouhodobého průměru uvažovat hodnotu ročního úhrnu srážek 600 mm/rok.



Obrázek 12 - srážková mapa ČR

Pro návrh velikosti akumulční dešťové vody byl použit výpočet na portálu [www.destovky.cz](http://www.destovky.cz) [12]

Srážkový úhrn dle mapy (mm) \*

600

Plocha střechy, půdorysný průmět (m<sup>2</sup>) \*

787

**Dostupné množství dešťové vody**

**27.17 m<sup>3</sup>**

Počet obyvatel (pokud chcete využívat vodu i na splachování WC), není nutné zadávat

0

Plocha zahrady pro zálivku (m<sup>2</sup>)

646

**Potřebné množství dešťové vody**

**6.46 m<sup>3</sup>**

Obrázek 13 - návrh velikosti akumulční nádrže [12]

Dle výpočtu navrhuji akumulční nádrž ND-10 o velikosti 9,9 m<sup>3</sup> od výrobce db Betonové jímky s.r.o.

### 3.3.2. Návrh čerpadla dešťové vody

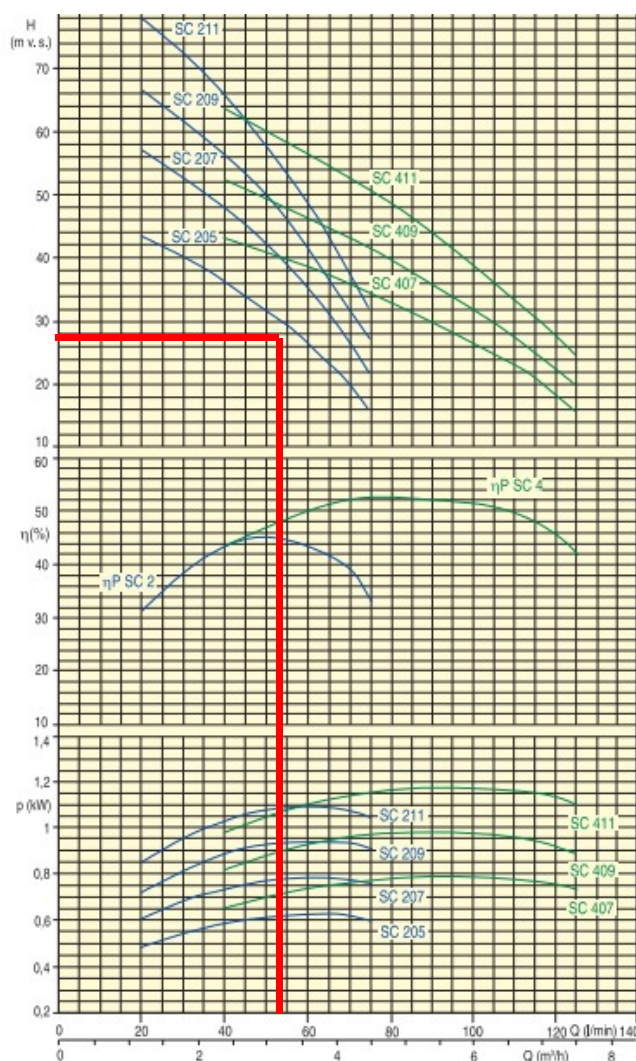
Dešťové voda je z akumulární nádrže čerpána pomocí ponorného čerpadla s inteligentní řídicí jednotkou umístěnou na výtlačném potrubí nad čerpadlem. Jednotka musí být umístěna v dostatečné výšce nad maximální hladinou vody v nádrži. Montáž čerpadla bude provedena v souladu s technickým listem výrobce.

Požadované parametry: (vychází z výpočtů viz. příloha [návrh vodovodního potrubí])

Maximální požadovaný průtok:  $Q = 3,22 \text{ m}^3/\text{h}$

Požadovaná dopravní výška:  $h = 27\text{m}$

Navrhuji ponorné čerpadlo od výrobce ITT LOWARA. Typ uveden dle návrhu níže.



Obrázek 14 - charakteristika čerpadla [13]

Navrhuji čerpadlo **ITT LOWARA SCUBA SC205** s napájením **230V** bez plovákového spínače s řídicí jednotkou **LOWARA GENYO 8A/F22** umístěnou v akumulární nádrži nad hladinou vody.

Čerpadlo vyhovuje požadavku potřebného průtoku při dané tlakové ztrátě.

### 3.3.3. Návrh filtrace dešťové vody

Na tlakovém potrubí rozvodu dešťové vody bude osazen filtr pro zachycení mechanických nečistot. Filtr bude umístěn v technické místnosti ihned za vstupem do objektu.

Maximální požadovaný průtok:  $Q = 3,22 \text{ m}^3/\text{h}$

Připojení : 1“

Navrhuji filtr s automatickým proplachem výrobce HYDRO FILTER typu EASY A 1“ s ostroří filtrace 50  $\mu\text{m}$ .

	průtok m <sup>3</sup> /h		cena Kč		průtok	cena Kč		průtok m <sup>3</sup> /h		cena Kč	
	0,2 bar	0,5 bar	EASY	EASY A		0,5 bar	EASY R	EASY A R	0,2 bar	0,5 bar	EASY MAX
3/4"	5	8,5	5 205	14 045	2,3	6 160	16 201				
1"	6	10,8	5 285	14 106	3,6	6 222	16 262				
1 1/4"	6,5	11,7	6 967	19 367	5,8	7 515	18 295				
1 1/2"	8	13,3	7 608	19 958							
2"	9,5	14,9	8 809	21 067				32	51	25 872	58 828
DN65								37	56	27 720	60 060
DN80								47	67	55 440	82 544
DN100								52	74	60 368	85 008

Obrázek 15 - charakteristika filtru se zpětným proplachem [8]



Obrázek 16 - filtr se zpětným proplachem [7]

### 3.3.4. Shrnutí

Pod vjezdovou komunikací bude umístěna akumulární nádrž ND-10 o objemu  $9,9 \text{ m}^3$  výrobce db Betonové jímky s.r.o., který provede statický návrh nádrže a způsob uložení. V nádrži bude osazeno ponorné čerpadlo s řídicí jednotkou. V technické místnosti bude na tlakové potrubí osazen filtr s automatickým proplachem napojeným do splaškové kanalizace. Stavba provede uložení nádrže, napojení dešťové kanalizace, napojení užitkové vody a osazení čerpadla včetně jeho zapojení a uvedení do provozu.

### 3.4. Návrh systému šedé vody

V objektu je navržen systém čištění a distribuce šedé/bílé vody od firmy ASIO TECH, spol. s r.o. a to konkrétně systém AS-GW/AQUALOOP.

Šedou vodu označujeme odpadní vodu od zařizovacích předmětů typů umyvadla, vany a sprchové kouty. Veškerá tato odpadní voda je pomocí kanalizačního odpadního potrubí vedena do suterénu, kde je pomocí svodného potrubí vedeného pod stropem vyvedena ven z objektu a zaústěna do nádrže čištění šedé vody. Před nádrží je umístěna sedimentační šachta s retenční výškou 500 mm, která slouží pro usazení hrubých nečistot a zároveň k výškovému vyrovnání.

Čištění šedé vody probíhá v první nádrži. Zde jsou umístěny membránové stanice, přes které je šedá voda přečerpána do vedlejší nádrže. Přečerpávání probíhá tehdy, když je v akumulární nádrži nedostatek bílé vody (bílá voda = vyčištěná šedá voda). Vše je hlídáno pomocí hladinových senzorů a řízeno řídicí jednotkou. Z akumulární nádrže probíhá distribuce pomocí rozvodů bílé vody. Bílá voda je využívána na splachování veškerých toalet v objektu.

#### 3.4.1. Návrh velikostí nádrží

Návrh vychází z podkladů výrobce systému (firma ASIO TECH, spol. s r.o.). [10]

Tabulka 4 - množství odpadní šedé vody [10]

Zařizovací předmět	Množství [litr/osoba/den]
Sprchový kout + vana + umyvadlo	40

Počet ekvivalentních obyvatel (EO) = 106

Celková denní produkce šedé vody :  $Q_{gw} = 106 * 40 = 4240$  l/den

Tabulka 5 - potřebné množství bílé vody [10]

Zařizovací předmět	Množství [litr/osoba/den]
WC	25

Celková denní potřeba bílé vody:

$Q_{bw} = 106 * 25 = 2650$  l/den

Dle výpočtu navrhuji nádrž na čištění šedé vody i nádrž na akumulaci bílé vody ND-6 o velikosti 5,9 m<sup>3</sup> od výrobce db Betonové jímky s.r.o. Dodavatel nádrže zajistí statický návrh a návrh uložení nádrže dle dodaných výkresů a požadavků stavby. [14]

### Účinnosti systému:

$\frac{Q_{gw}}{Q_{bw}} \geq 1$  (pokud je účinnost menší než „1“ je třeba doplňovat nádrž pitnou, nebo užitkovou vodou)

$$\frac{4240}{2650} \geq 1$$

$$1,6 \geq 1$$

Systém není třeba doplňovat, avšak z bezpečnostních důvodů je navrženo doplňování nádrže pitnou vodou. Na přívodním potrubí do nádrže je umístěn elektromagnetický ventil, který je řízen řídicí jednotkou systému čištění šedé vody. Výtok pitné vody do nádrže musí být umístěn minimálně 150 mm nad maximální hladinou vody. V případě, kdy je účinnost výrazně vyšší než 1, je vhodné odpojit ze systému zdroj nejvíce znečištěné šedé vody.

### **3.4.2. Návrh čerpadla bílé vody**

Bílá voda je z akumulární nádrže čerpána pomocí ponorného čerpadla s inteligentní řídicí jednotkou umístěnou na výtlačném potrubí nad čerpadlem. Jednotka musí být v dostatečné výšce nad maximální hladinou vody v nádrži. Montáž čerpadla bude provedena v souladu s technickým listem výrobce.

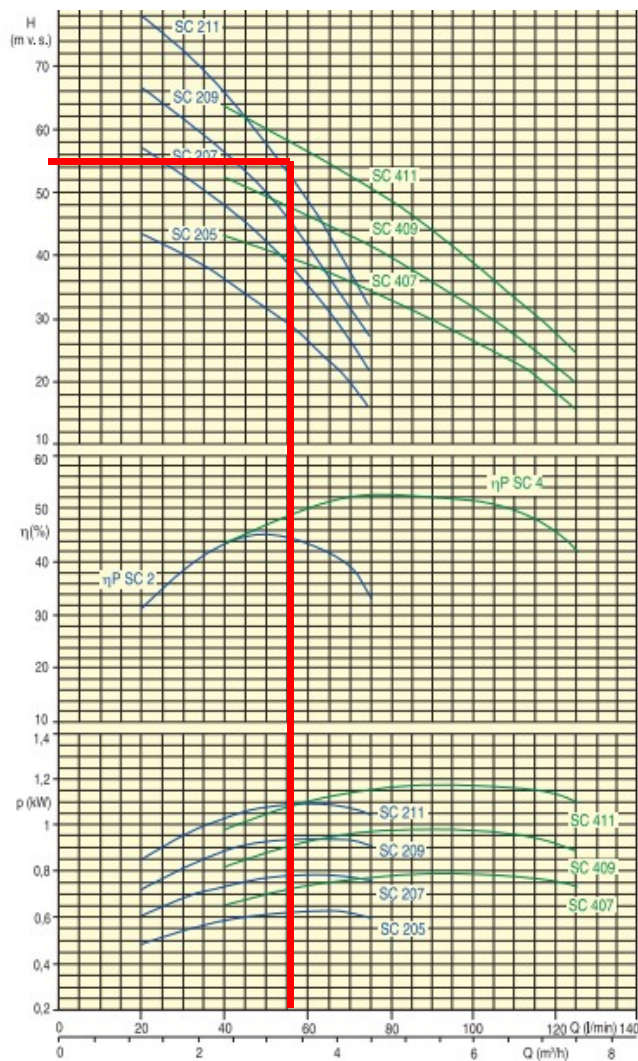
Požadované parametry: (vychází z výpočtů viz. příloha [návrh vodovodního potrubí])

Maximální požadovaný průtok:  $Q = 3,5 \text{ m}^3/\text{h}$

Požadovaná dopravní výška:  $h = 55 \text{ m}$

Navrhuji ponorné čerpadlo od výrobce ITT LOWARA. Typ uveden dle návrhu níže.





Obrázek 17 - charakteristika čerpadla [13]

Navrhuji čerpadlo **SC411** s napájením **230V** bez plovákového spínače s řídicí jednotkou **LOWARA GENYO 8A/F22** umístěnou v akumulární nádrži nad hladinou vody.

Čerpadlo vyhovuje požadavku potřebného průtoku při dané tlakové ztrátě.

### 3.4.1. Návrh filtrace šedé vody

Na tlakovém potrubí rozvodu bílé vody bude osazen filtr pro zachycení mechanických nečistot. Filtr bude umístěn v technické místnosti ihned za vstupem do objektu.

Maximální požadovaný průtok:  $Q = 3,5 \text{ m}^3/\text{h}$

Připojení : 1"

Navrhuji filtr s automatickým proplachem stejného výrobce a typu jako pro filtraci dešťové vody, tedy HYDRO FILTER typu EASY A 1" s ostrostí filtrace 50  $\mu\text{m}$ .

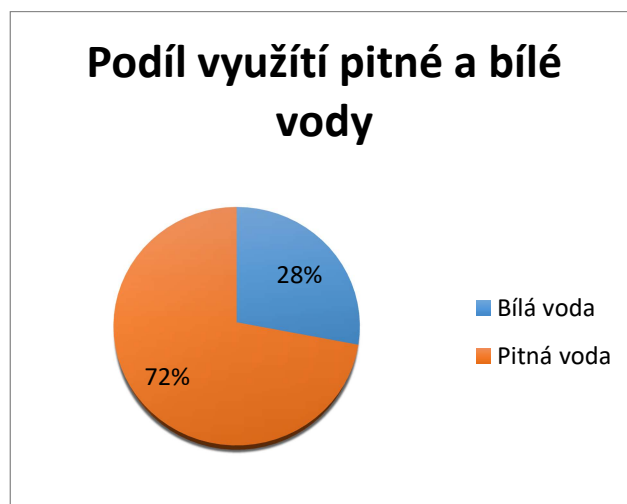
Pro dočištění bílé vody bude použita UV lampa osazena za filtrem na mechanické nečistoty v technické místnosti v suterénu. Navrhuji UV lampu kanadského výrobce VIQUA typ VP – 600 s příkonem 70W a maximálním průtokem 5m<sup>3</sup>/h, což splňuje požadavek stavby.



Obrázek 18 - UV lampa [15]

### 3.4.2. Výsledná úspora pitné vody

Využitím bílé vody na splachování toalet v objektu jsme dosáhli úspory pitné vody téměř 30 % (viz obr (15)). V navrženém systému jsou rezervy pro úsporu pitné vody, zejména ve využití bílé vody na praní případně úklid objektu. Vzhledem k tomu, že se jedná o relativně nový systém, který není v ČR na bytovém objektu v praxi vyzkoušen (až na jednu stavbu realizovanou v Praze společností Skanska), jsem z bezpečnostních důvodů přistoupil k návrhu využití bílé vody pouze pro splachování toalet. V tomto případě nejsou na vyčištěnou vodu kladeny tak vysoké nároky. Co se týče finanční úspory, tak ze zkušeností lze říci, že náklady na čištění a distribuci bílé vody se pohybují okolo 20Kč/m<sup>3</sup> (vztaženo k roku 2020).



Obrázek 19 - graf podílu využití pitné a bílé vod

Tabulka 6 - spotřeba bílé vody

Denní spotřeba bílé vody [l]	Měsíční spotřeba bílé vody [l]	Roční spotřeba bílé vody [l]
2650	79500	967250

Při pohledu na tabulku (6) si můžeme všimnout, že úspora pitné vody za rok činí bezmála 1000 m<sup>3</sup>, což jistě není zanedbatelné množství. K přirovnání můžeme použít typickou čtyřčlennou rodinu, která by množství 967 m<sup>3</sup> pitné vody spotřebovala za 7,5 roku (uvažujeme spotřebu 89 l/osoba/den).

### 3.4.3. Shrnutí

Samotný návrh systému čištění bude řešen formou subdodávky od firmy ASIO TECH, spol. s r.o., která provede návrh potřebných komponent zapojení a uvedení do provozu. V nádrži bude osazeno ponorné čerpadlo s řídicí jednotkou. V technické místnosti budena tlakovém potrubí osazen filtr s automatickým proplachem napojeným do splaškové kanalizace. Za ním UV lampa pro desinfekci bílé vody. Přípravenost stavby spočívá v osazení nádrží, připojení nádrží k rozvodům bílé vody a napojení kanalizace (přítok šedé vody, přepad do splaškové kanalizace).

## 4. Závěr

V teoretické části mé práce jsem se zabýval možnostmi a možnými způsoby využití dešťové a šedé vody v objektech pro bydlení. Zejména v bytových domech, potažmo rodinné domy, kde je způsob využití velmi podobný.

Praktická část je zaměřena na návrh systému hospodaření s pitnou vodou v bytovém domě. V objektu je navržen systém pro zachytávání a akumulaci dešťové vody a její následné využití pro zalévání předzahrádek a veřejné zeleně v přízemí objektu. Pro snížení spotřeby pitné vody je dále navrženo řešení pro zpětné využití odpadní vody a to konkrétně vody šedé. Odpadní voda od zařizovacích předmětů typů vana, umyvadlo, sprchový kout je svedena do soustavy dvou nádrží, kde je nainstalován systém pro čištění a akumulaci šedé vody. Ze systému je vyčištěná voda následně využívána na splachování toalet v objektu. Dosažená úspora pitné vody vlivem využití odpadní šedé vody na splachování toalet činí v řešeném objektu 28 %, což představuje roční objem 967m<sup>3</sup>. Vyčištěnou šedou vodu lze využívat i pro praní prádla, úklid v objektu či závluku zahrady. Toto využití není navrženo z důvodu vyšších požadavků na hygienickou nezávadnost a čistotu vody.

Vypracoval jsem projektovou dokumentaci zdravotně technické instalace v rozsahu pro stavební povolení. V projektové dokumentaci je navržen systém odkanalizování a zásobování vodou objektu s využitím dešťové a šedé vody.

V příloze (1,2) je znázorněna možnost vybavení nádrží a zapojení samotného systému. Zapojení není určeno přímo pro řešený objekt, je pouze ilustrativní. Návrh vybavení a zapojení je součástí dodávky od subdodavatele systému (ASIO tech s.r.o.).

## 5. Seznam obrázků

Obrázek 1 - graf rozdělení spotřeby pitné vody [3].....	7
Obrázek 2 - zasakovací boxy [4] .....	9
Obrázek 3 - podzemní filtrační šachta [5] .....	10
Obrázek 4 - systém zásobování objektu dešťovou vodou [6] .....	10
Obrázek 5 - filtr se zpětným proplachem [7].....	11
Obrázek 6 - systém čištění šedé vody [9] .....	12
Obrázek 7 - systém čištění šedé vody [10] .....	13
Obrázek 8 - nátokový filtr AS-PURAIN [10].....	14
Obrázek 9 - membránová stanice [10] .....	15
Obrázek 10 - instalace pro 192 EO [10].....	16
Obrázek 11 - vizualizace objektu [11].....	18
Obrázek 12 - srážková mapa ČR .....	20
Obrázek 13 - návrh velikosti akumulční nádrže [12] .....	20
Obrázek 14 - charakteristika čerpadla [13] .....	21
Obrázek 15 - charakteristika filtru se zpětným proplachem [8].....	22
Obrázek 16 - filtr se zpětným proplachem [7].....	22
Obrázek 17 - charakteristika čerpadla [13] .....	25
Obrázek 18 - UV lampa [15] .....	26
Obrázek 19 - graf podílu využití pitné a bílé vod.....	26

## 6. Seznam tabulek

Tabulka 1 - množství odpadní vody [10] .....	17
Tabulka 2 - množství požadované bílé vody [10] .....	17
Tabulka 3 - velikosti odvodňovaných ploch .....	19
Tabulka 4 - množství odpadní šedé vody [10].....	23
Tabulka 5 - potřebné množství bílé vody [10].....	23
Tabulka 6 - spotřeba bílé vody .....	26

## 7. Seznam příloh

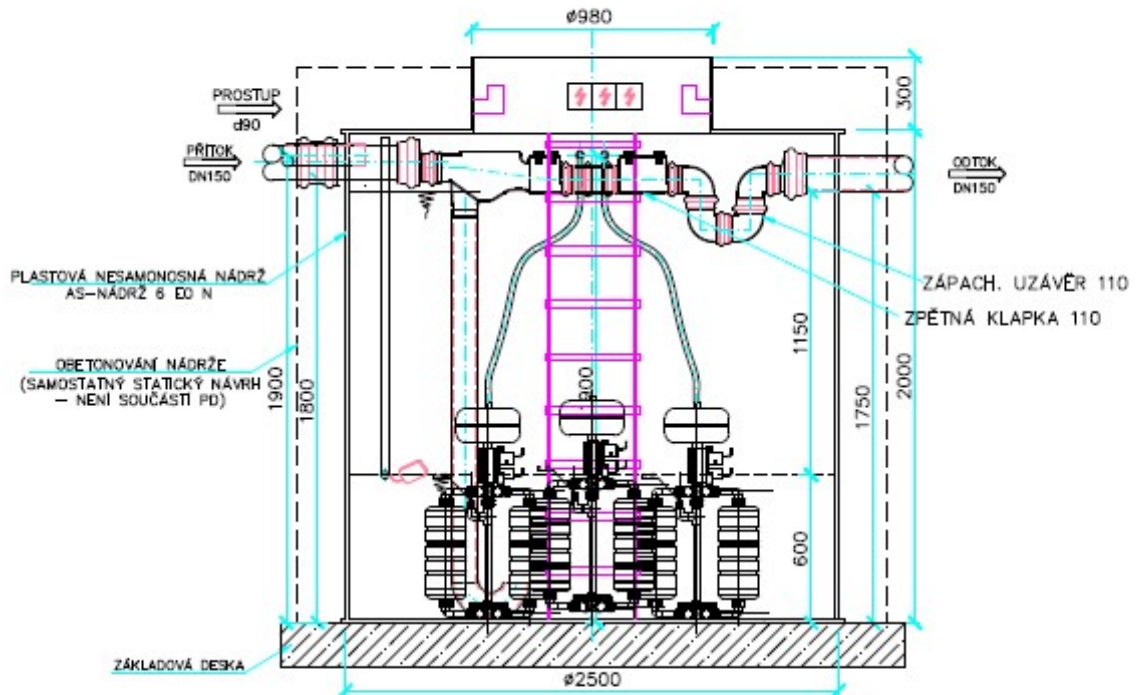
Příloha 1 – schématický řez reaktorem (vybavení čistící nádrže) .....	31
Příloha 2 – schématický řez akumulční nádrží bílé vody .....	32

## 8. Použité zdroje

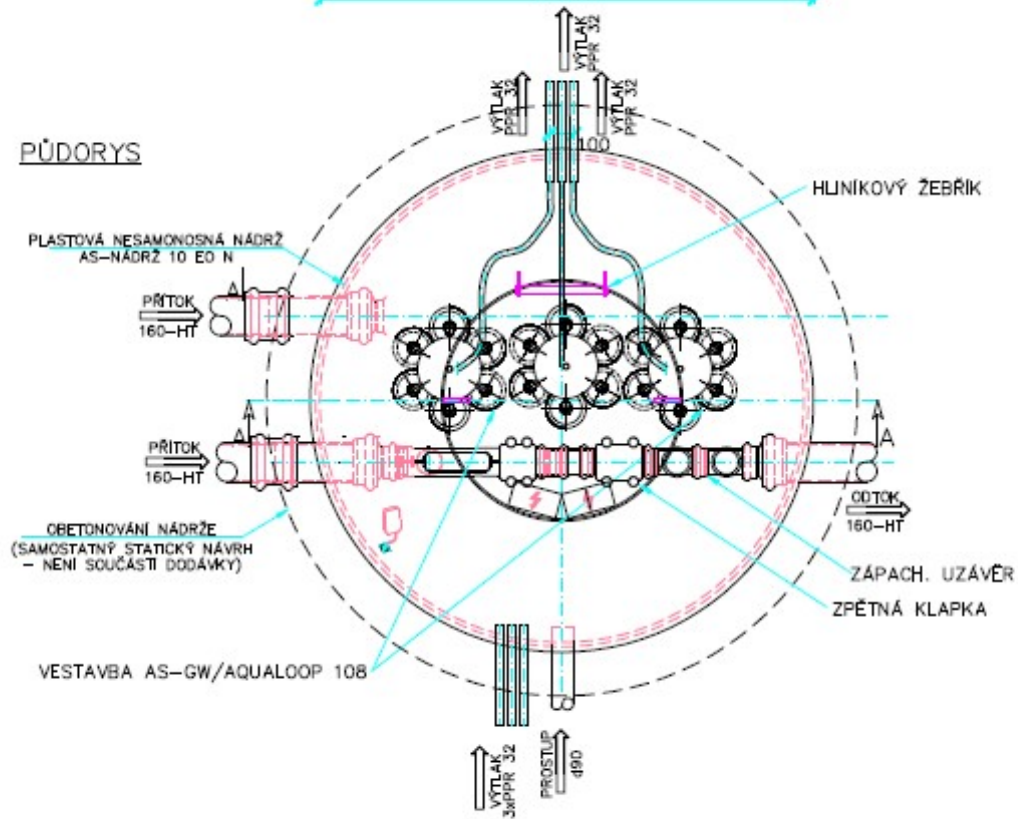
- [1] *prof. Ing. Karel Kabele, CSc. Energetické a ekologické systémy 1.* 1 vyd. Praha: nakladatelství ČVUT, 2011. ISBN 9788001047224
- [2] *Hospodaření s dešťovou vodou. ASIO tech spol.s.r.o.* [Online].[Citace: 10. 05 2020]  
Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/hospodareni-s-destovymi-vodami>
- [3] *Využívání dešťové vody (II).* [Online] 12.3.2007 [Citace: 10.5.2020]  
Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>
- [4] *Hospodaření s dešťovou vodou podle zákona.* [Online] 2.7.2015 [Citace: 10.5.2020]  
Dostupné z: [https://www.imaterialy.cz/rubriky/legislativa/hospodareni-s-destovou-vodou-podle-zakona-jak-se-dotyka-stavebniku\\_42506.html](https://www.imaterialy.cz/rubriky/legislativa/hospodareni-s-destovou-vodou-podle-zakona-jak-se-dotyka-stavebniku_42506.html)
- [5] *Využívání dešťové vody v domácnosti a na zahradě – 2.část.Topin.* [Online] 10.1.2019 [Citace: 10.5.2020] Dostupné z: <http://www.topin.cz/clanky/vyuzivani-destove-vody-v-domacnosti-a-na-zahrade-2-cast-detail-5583>
- [6] *Využití srážkových vod – současný stav a trendy. ASIO tech spol.s.r.o.* [Online] 18.7.2019 [Citace: 10. 05 2020] Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/998.vyuziti-srazkovych-vod-soucasny-stav-a-trendy>
- [7] *Filtr se zpětným proplachem. Bola.* [Online] [Citace: 10. 05 2020]  
Dostupné z: <https://www.bola.cz/filtr-se-zpetnym-proplachem-syr-ratio-fr-dn-25>
- [8] *Filtr se zpětným proplachem – katalogový list. Bola.* [Online] [Citace: 10. 05 2020]  
Dostupné z:  
[https://www.bola.cz/admin/files/e\\_product\\_files/1/1374/Ratio\\_czech\\_SYR\\_2.pdf](https://www.bola.cz/admin/files/e_product_files/1/1374/Ratio_czech_SYR_2.pdf)
- [9] *Čistírny šedých vod AS-GW/AQUALOOP. ASIO tech spol.s.r.o.* [Online] [Citace: 10. 05 2020]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/as-gw-aqualoop>
- [10] *Čistírny šedých vod AS-GW/AQUALOOP - prospekt. ASIO tech spol.s.r.o.* [Online] [Citace: 10. 05 2020]. Dostupné z: [https://www.asio.cz/?download=\\_/as-gw-aqualoop/as-gw-aqualoop-cz-prospekt.pdf](https://www.asio.cz/?download=_/as-gw-aqualoop/as-gw-aqualoop-cz-prospekt.pdf)
- [11] *Skanska – čtvrť Emila Kolbena 1.* [Online].[Citace: 10. 05 2020].  
Dostupné z: <https://reality.skanska.cz/prodej-bytu-praha-9/ctvrt-emila-kolbena-1>
- [12] *Výpočet velikosti nádrže.* [Online]. [Citace: 10. 05 2020].  
Dostupné z: [https://www.destovky.cz/vypocet-velikosti-nadrze/?gclid=Cj0KCQjwnv71BRCOARIsAlkxW9GRHkEahRXamR7OlacSm55yG-RXeCAQnsE8L0IA07pUFijEM1cJ3kAaArhtEALw\\_wcB](https://www.destovky.cz/vypocet-velikosti-nadrze/?gclid=Cj0KCQjwnv71BRCOARIsAlkxW9GRHkEahRXamR7OlacSm55yG-RXeCAQnsE8L0IA07pUFijEM1cJ3kAaArhtEALw_wcB)

- [13] *Ponorná čerpadla – LOWARA - prospekt*. [Online]. [Citace: 10. 05 2020].  
Dostupné z: [https://www.cerpadlabezstarosti.cz/index.php?controller=attachment&id\\_attachment=203](https://www.cerpadlabezstarosti.cz/index.php?controller=attachment&id_attachment=203)
- [14] *Retenční nádrže - db Betonové jímky s.r.o.* [Online]. [Citace: 10. 05 2020].  
Dostupné z: <https://www.db-jimky.cz/betonove-nadrze-nd.html>
- [15] *UV lampa ViQUA VP-600. Aguacon.* [Online]. [Citace: 10. 05 2020].  
Dostupné z: <http://www.aquacon.cz/dezinfekce-vody-a-uv-lampy/uv-lampy/uv-lampa-viqua-vp-600.html>
- [16] *Jak vypadá vsakovací zařízení srážkových vod. TZB – info.* [Online]. [Citace: 10.05.2020].  
Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/16968-hospodareni-se-srazkovymi-vodami>
- [17] *Dešťové kanalizace.* [Online]. 31.3.2017. [Citace: 10. 05 2020].  
Dostupné z: <http://vodnihospodarstvi.cz/destove-kanalizace/>
- [18] *Filtrace dešťové vody od mechanických nečistot. Belis.* [Citace: 10. 05 2020].  
Dostupné z: <https://www.belis.cz/44-detail-filtrace-destove-vody-filtrace-destove-vody>
- [19] *Mapy charakteristik klimatu. Portál CHMI.* [Citace: 10. 05 2020].  
Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu>

ŘEZ A-A



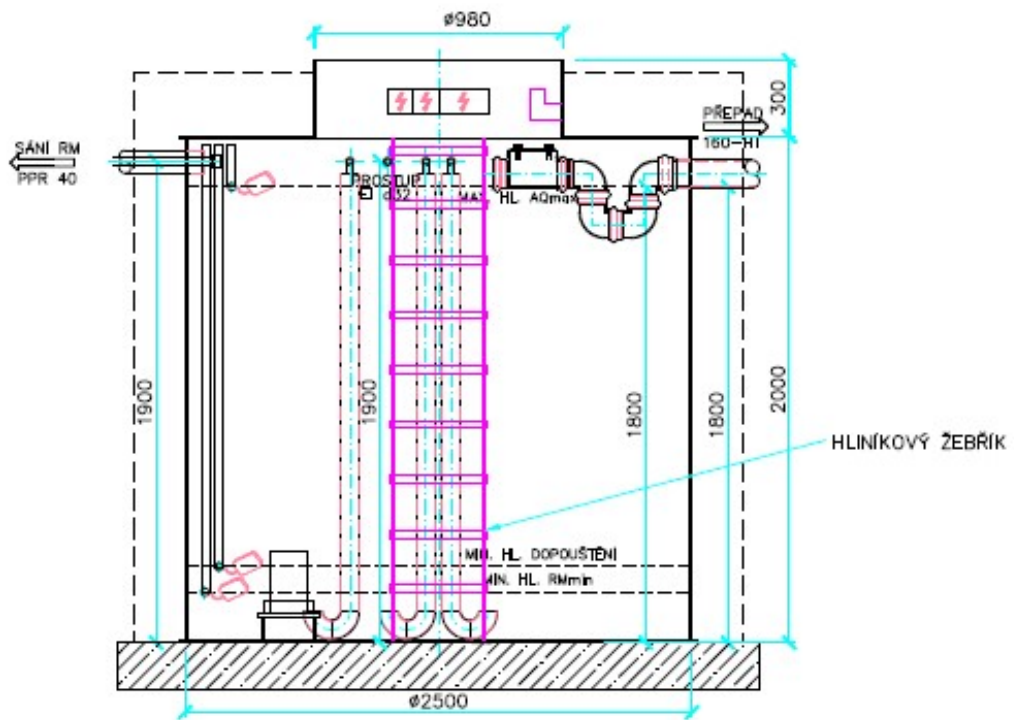
PŮDORYS



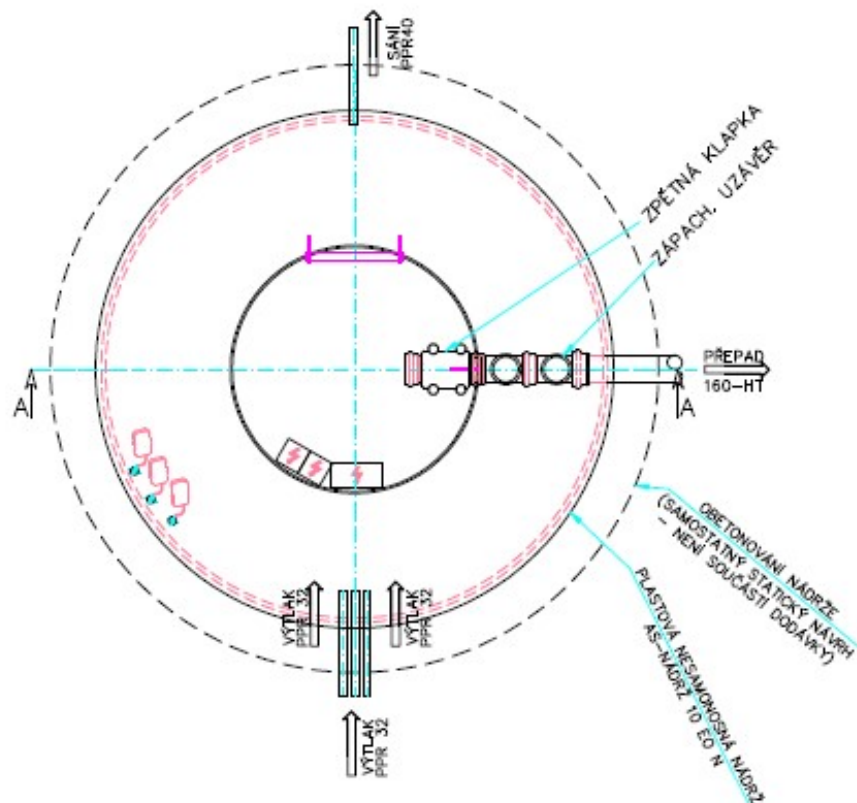
[www.asio.cz](http://www.asio.cz)

Příloha 1 – schématický řez reaktorem (vybavení čisticí nádrže)

ŘEZ A-A



PŮDORYS



[www.asio.cz](http://www.asio.cz)