

# Design zařízení na filtraci vody s využitím technologie kapacitní deionizace

Lenka Sivá

---

Bakalářská práce  
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta multimediálních komunikací

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta multimediálních komunikací  
Ateliér Průmyslový design  
akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lenka Sivá**  
Osobní číslo: **K14047**  
Studijní program: **B8206 Výtvarná umění**  
Studijní obor: **Multimédia a design – Průmyslový design**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Design domácího spotřebiče**

Zásady pro vypracování:

1. Historický vývoj zvolené produktové oblasti
  2. Analýza současné produkce
  3. Výzkumná část
  4. Počáteční kresebné návrhy
  5. Vizualizace finálního řešení
  6. Ergonomická studie
  7. Technická dokumentace
  8. Výroba prototypu
  9. Vypracování písemné doprovodné zprávy zahrnující celý proces práce
- Na samostatném nosiči CD-ROM odevzdejte v minimálním počtu 10 kusů obrazovou dokumentaci praktické části závěrečné práce pro využití v publikacích FMK.  
Formát pro bitmapové podklady: JPEG, barevný prostor RGB, rozlišení 300 dpi, 250 mm delší strana. Formáty pro vektory: AI, EPS, PDF. Loga a texty v křivkách. V samostatném textovém souboru uveďte jméno a příjmení, login do Portálu UTB, obor (ateliér), typ práce, přesný název práce v češtině a angličtině, rok obhajoby, osobní mail, osobní web, telefon. Přiložte svou osobní fotografii v tiskovém rozlišení.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/umělecké dílo**

Seznam odborné literatury:

**KOLESÁR, Zdeno. Nové kapitoly z dejín dizajnu. Slovenské centrum dizajnu.**

**ISBN: 978809701731**

**KOLESÁR, Zdeno. K dejinám dizajnu na Slovensku. Slovenské centrum dizajnu.**

**ISBN: 9788097017361**

**BHASKARAN, Lakshmi. Podoby moderního designu. Praha: Slovart, 2007.**

**ISBN 80-7209-864-0**

**CHUNDELA, Lubor. Ergonomie. ČVUT Praha, 2001. ISBN 80-01-02301-X**

Vedoucí bakalářské práce:

**MgA. Martin Surman, ArtD.**

Ateliér Průmyslový design


Datum zadání bakalářské práce:

**15. prosince 2016**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**12. května 2017**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2016

  
doc. MgA. Jana Janíková, ArtD.  
*děkanka*



  
MgA. Martin Surman, ArtD.  
*vedoucí ateliéru*

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Ve Zlíně 3.5.2017.....

LEUKA SIVÁ 

Jméno, příjmení, podpis

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy. Vysoká škola disertační práce nezveřejňuje, byla-li již zveřejněna jiným způsobem.

(2) Bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlédnutí veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

(4) Vysoká škola může odložit zveřejnění bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce nebo jejich částí, a to po dobu trvání překážky pro zveřejnění, nejdéle však na dobu 3 let. Informace o odložení zveřejnění musí být spolu s odůvodněním zveřejněna na stejném místě, kde jsou zveřejňovány bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, již se týká odklad zveřejnění podle věty první, jeden výtisk práce k uchování ministerstvu

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihledne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Bakalárska práca sa zaoberá dizajnom kapacitného deionizéra, zariadenia na desalináciu vody v domácnostiach.

Teoretická časť vymedzuje dôležité pojmy spojené s touto oblasťou a zároveň detailne popisuje historický vývoj témy. Poskytuje tak ucelený náhľad na filtráciu vody, čo je dôležité pre jednoduchšiu orientáciu v praktickej časti práce. Teoretická časť sa taktiež venuje analýze trhu, rozoberá portfóliá spoločností zaoberajúcich sa kapacitnou deionizáciou, a skúma cieľovú skupinu, pre ktorú je zariadenie určené. V praktickej časti práce sa ďalej popisuje vývoj návrhu kapacitného deionizéra a detailne sa rozoberajú jednotlivé časti z estetického i technologického hľadiska.

**Kľúčové slová:** kapacitná deionizácia, filtrácia vody, filtrácia, dizajn

## **ABSTRACT**

A topic of thesis is oriented towards a design of capacitive deionization equipment, facility for desalination of water in homes.

The theoretical part defines the important terms related to the field. Also describes in details the historical development of the subject. It is providing you with a comprehensive preview of the water filtration, which is important for easier orientation of the practical part of the work. The theoretical part deals with market analysis, discusses the companies portfolios dealing with deionizing capacity, it is to examine the target audience for which it is intended. The practical part is further describing the development of the draft capacitive deionisation discussed in detail the different parts of aesthetic and technological point of view.

**Keywords:** capacitive deionisation, water filtration, filtration, design

Rada by som touto cestou poďakovala vedeniu Ateliéru priemyslového designu, MgA. Martinovi Surmanovi ArtD. a akad. soch. Ondřejovi Podzimkovi, za pomoc pri navrhovaní a cenné rady, taktiež by som rada poďakovala Ing. Ondřejovi Škorvanovi, za spoluprácu na projekte a odbornú konzultáciu.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 12.5.2017

Lenka Sivá

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČASŤ</b> .....	<b>10</b>
<b>1 FILTRÁCIA VODY</b> .....	<b>11</b>
1.1 VODA .....	11
1.1.1 Rozdelenie vody.....	12
1.1.2 Vlastnosti vody.....	15
1.1.2.1 Fyzikálne vlastnosti vody .....	15
1.1.2.2 Chemické rovnováhy vo vode .....	16
1.1.2.3 Zloženie vody .....	17
1.1.3 Funkcia vody.....	17
1.1.4 Postavenie vody v umení a dizajne .....	18
1.2 AKTUÁLNA DOSTUPNOSŤ SLADKEJ VODY .....	20
1.2.1 Kvalita pitnej vody.....	20
1.2.2 Kvalita pitnej vody v Českej republike.....	21
1.3 HISTÓRIA FILTRÁCIE VODY.....	22
1.4 HISTÓRIA ODSOĽOVANIA VODY.....	26
1.4.1 Prírodný proces odsoľovania .....	27
1.4.2 História technologického odsoľovania.....	27
1.5 POTENCIÁL ODSOĽOVANIA .....	30
<b>2 SÚČASNÁ PRODUCKIA</b> .....	<b>31</b>
2.1 SVETOVÁ PRODUCKIA .....	31
2.1.1 Voltea .....	32
2.1.2 Idropan .....	33
2.1.3 Atlantis Technologies.....	33
2.1.4 Enpar Tech .....	34
2.1.5 Aqua EWP.....	35
2.2 PRODUCKIA NA ČESKOM TRHU .....	36
2.2.1 MEGA a. s.....	36
2.2.2 Asio, spol. s. r. o.....	37
2.3 TECHNOLOGIE .....	37
2.3.1 Iónová výmena .....	37
2.3.2 Destilácia.....	38
2.3.3 Reverzná osmóza .....	38
2.3.4 Kapacitná deionizácia – CDI systémy .....	39
2.3.5 Porovnanie technológií.....	40
2.4 EKONOMICKÁ SITUÁCIA .....	40
<b>3 VÝSKUM</b> .....	<b>42</b>
3.1 KVANTITATÍVNY VÝSKUM.....	42
3.1.1 Zostavenie dotazníka.....	42
3.1.2 Výber respondentov .....	42
3.1.3 Analýza kvantitatívneho výskumu .....	43
3.1.4 Zhrnutie .....	52
3.1.4.1 Profil respondenta .....	52

<b>II PRAKTICKÁ ČASŤ .....</b>	<b>53</b>
<b>4 KONCEPT .....</b>	<b>54</b>
4.1 FILOZOFIA PRODUKTU .....	54
4.2 INŠPIRAČNÉ ZDROJE .....	54
4.3 CIEĽOVÁ SKUPINA .....	55
<b>5 KRESEBNÉ NÁVRHY.....</b>	<b>56</b>
<b>6 FINÁLNE ROZPRACOVANIE VYBRATEJ KONCEPCIE .....</b>	<b>60</b>
6.1 FINÁLNY NÁVRH .....	60
6.2 3D MODELOVANIE.....	61
6.3 RENDROVANIE .....	62
<b>7 FINÁLNE VIZUALIZÁCIE .....</b>	<b>66</b>
<b>ZÁVER .....</b>	<b>67</b>
<b>ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY .....</b>	<b>68</b>
<b>ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....</b>	<b>71</b>
<b>ZOZNAM OBRÁZKOV .....</b>	<b>72</b>
<b>ZOZNAM GRAFOV .....</b>	<b>75</b>
<b>ZOZNAM PRÍLOH .....</b>	<b>76</b>



## ÚVOD

Témou bakalářské práce je dizajn zariadenia na kapacitnú deionizáciu. Projekt vznikol v spolupráci s firmou Asio, spol. s r. o..

Pre lepší náhľad do danej problematiky budú na začiatku teoretickej práce vysvetlené základné pojmy týkajúce sa vody, jej vlastností, významu a kvality vody v Českej republike. Nasledovať bude prehľad predchodcov filtrácie vody a kapacitnej deionizácie, nasledovaný výčtom najdôležitejších mílnikov naprieč históriou, ktoré zásadne ovplyvnili vývoj danej témy. Nasledovať bude analýza súčasnej produkcie, na príkladoch bude zmapované české aj zahraničné prostredie, porovnanie technológií a ekonomickej situácie na trhu. Záver teoretickej časti bude venovaný základnej definícii výzkumu a skladba výzkumu samotného. Završením bude dotazníkové šetrenie.

Praktická časť bakalárskej práce sa v úvode bude zaoberať procesom vývoja dizajnu kapacitného deionizéra. Podrobne bude vysvetlený koncept projektu a postup vzniku. Táto časť bude taktiež obsahovať rozpracovanie jednotlivých častí kapacitného deionizéra. Výrobok bude posúdený ako z estetického, tak konštrukčného hľadiska. Praktická časť bude obsahovať tiež rozmery finálneho produktu. Bakalársku prácu završia finálne vizualizácie navrhovaného riešenia.

## **I. TEORETICKÁ ČASŤ**

## 1 FILTRÁCIA VODY

Dostupnosť čistej, cenovo prijateľnej vody je jedným z kľúčových technologických, sociálnych a ekonomických výziev 21. storočia. Čistá voda patrí medzi základné ľudské práva, avšak stále je k dispozícii len jednému zo siedmych ľudí na svete. Táto skutočnosť komplikuje veci, zvyšuje ťažbu podzemnej vody a prispieva postupnému prenikaniu slanej vody do studní a kolektorov podzemnej vody. V dôsledku tohto je veľký záujem o vývoj ekonomicky atraktívnej odsoľovacej technológie. V priebehu rokov, bola vyvinutá celá rada spôsobov odsoľovania, medzi nimi destilácia, reverzná osmóza a elektrolýza. Tieto technológie sú najčastejšie a najrozšírenejšie. Spoločný cieľ pre súčasný výskum je, aby tieto technológie boli energeticky účinnejšie a nákladovo efektívnejšie, oba tieto ciele stavajú do popredia deionizáciu morskej a brakickej vody. Vzhľadom na to, že vo svete je väčšie množstvo vody brakickej, ako sladkej, je obzvlášť atraktívne používať brakickú vodu pre ľudskú spotrebu, domáce použitie, poľnohospodárstvo a priemysel.

Kapacitná deionizácia sa objavila v posledných rokoch ako energeticky účinná a nákladne efektívna technológia pre odsoľovanie vody s nízkym alebo stredne vysokým obsahom soli. Kapacitná deionizácia je účinná pre vodu s koncentráciou soli približne pod 10g/l, vzhľadom na ióny soli, ktoré sú minoritné zlúčeniny vo vode. Na rozdiel od toho, iné metódy odstraňujú majoritné zlúčeniny, vodu z roztoku soli.

### 1.1 Voda

Voda je jednou z najrozšírenejších látok na Zemi. Nie je iba prostredím, v ktorom sa odohráva život alebo iba transportným médiom rôznych zlúčenín v bunkách a ich okolí, ale sa priamo účastní základného biochemického pochodu umožňujúceho život na Zemi - fotolýzy. Voda je jedným zo základných zdrojov života na zemi. Na planéte Zem je život viac ako štyroch miliónov druhov rastlín a živočíchov závislých na vode, ktorá tvorí prevažnú časť tel organizmov. Dojča je zo štyroch pätín voda, dospelý človek asi z dvoch tretín svojej hmotnosti [9, 10].

Aj keď existuje voda na Zemi v obmedzenom množstve, nemôže byť prakticky ako obnoviteľný zdroj vyčerpaná. Pri jej využívaní vo väčšine prípadov nedochádza k jej fyzickému spotrebovaniu (premene vody na inú látku), ale k spotrebe ekonomickej - v podstate sa nemení jej množstvo, ale nastáva zmena v jej fyzikálno-chemických vlastnostiach. Mení sa farba, chuť, zápach, chemické zloženie - vo väčšine prípadov dochádza k jej znečisťovaniu

a takáto voda, aj keď nebola fyzicky spotrebovaná, už nemôže plniť svoju primárnu funkciu [11].

Kedysi bola voda pre človeka uctievaným živlom, jedna zo štyroch základných pralátok sveta. Pre dnešného človeka je voda živlom už iba v období záplav, keď noviny píšú o žiwej pohrome. Inak je voda oficiálne iba neživou, anorganickou látkou s jednoduchým chemickým vzorcom. Úzku spojitosť vody so životom však nikto nepopiera a už malé deti v škole sa učia, že bez vody nie je život. Ani jedna chemická reakcia v žiadnom z živých organizmov by nemohla prebiehať, keby v sebe organizmus nemal vodné prostredie. Aj suchozemský tvor, ako je človek, je čo sa hmotnosti aj objemu týka zo 70% tvorený vodou a čo do počtu molekúl je dokonca skoro "samá voda": 99,99% zo všetkých molekúl v ľudskom tele sú molekuly vody [12, 13].

Výskyt vody na našej planéte je omnoho vyšší ako na ostatných planétach slnečnej sústavy. Pri pohľade z vesmíru, vyzerá Zem ako modrobiela planéta: biela od vodnej pary a modrá od vody. Väčšina povrchu Zeme je pokrytá slanou vodou, ktorá tvorí 97% celého vodstva našej planéty. Obsahuje priemerne 35g soli na v jednom litri, z toho 77,8% chloridu sodného, 10,9% chloridu horečnatého a ďalších solí ako síran horečnatý, síran vápenatý, síran draselný a iné. Sladká voda tvorí iba nepatrnú časť hydrosféry - 3%, pričom 69% tejto vody je v ľadovcoch, ktoré sú v polárnych oblastiach. Ďalších 30% je voda podzemná a iba necelé percento tvorí voda povrchová a atmosférická [9, 10].

### 1.1.1 Rozdelenie vody

Vodu môžeme rozdeľovať podľa pôvodu, použitia, skupenstva, vlastností a mikrobiológie

**Podľa pôvodu** rozdeľujeme vodu na zrážkovú (atmosférickú), povrchovú a podzemnú.

**Podľa použitia** na vodu pitnú (zvláštnou kategóriou sú vody minerálne a liečivé), úžitkovú, vodu pre rekreačné účely, prevádzkovú vodu a vodu odpadnú. Požiadavky na kvalitu vody v Českej republike sú určované zvláštnymi normami (predpisy MZd, ČSN) [9, 14].

• **podľa skupenstva:**

- pevné - ľad
- kvapalné - voda
- plynné - vodná para

**• podľa vlastností:**

- mäkká - obsahuje málo minerálnych látok
- tvrdá - pochádza z podzemných prameňov, obsahuje väčšie množstvo minerálnych látok
- morská voda - obsahuje veľké množstvo soli
- destilovaná voda, deionizovaná voda - je zbavená minerálnych látok
- úžitková voda - používaná v priemysle (znižuje sa tvrdosť vody a zbavuje sa železa a mangánu), v potravinárstve - vyžaduje sa dezinfekcia (chlórovaním, ozonáciou, ožarováním ultrafialovým žiarením)
- minerálna voda - obsahuje mnoho minerálnych látok
- napájacia voda - voda pre parné kotle, zbavená minerálnych solí, aby nevznikal vodný kameň, ktorý zanáša potrubia
- pitná voda

**• podľa mikrobiológie :**

- pitná - vodovodná, balená, teplá voda dodávaná vodovodom. Všetky voda, ktorá zodpovedá Vyhláške č. 252/2004 Sb. Vyhláška, ktorou sa stanovujú hygienické požiadavky na pitnú teplú vodu a počet a rozsah kontrol pitnej vody. V tejto vyhláške sa stanovuje dohľad nad patogénnymi a podmienene patogénnymi organizmami.
- odpadová - splaškové vody, priemyselné a mestské vody (zmes plaškových a priemyselných vôd)
- povrchová voda [9, 14, 15, 10]

Povrchový zdroj vody vzniká z vody atmosférickej a vody podzemnej. Ak povrchová voda vzniká len z vôd zrážkových, obsahuje minimálne množstvo rozpustných látok a máva obvykle slabo kyslé až neutrálne pH. Ak vzniká z vôd podzemných alebo zmiešaním oboch druhov, objavuje sa v nej viac rozpustných látok [9, 10].

**Vody povrchové** vnútrozemské sa delia na vody stojaté a vody tečúce. Vody stojaté sa delia na vody eustatické a vody astatické. Medzi vody eustatické, teda vody so stálymi životnými podmienkami, patria jazerá. Medzi vody astatické, teda vody s nestálymi životnými podmienkami sa radia rybníky, drobné vody, tône a rašeliniská. Tečúce vody eustatické sú

pramene, studienky, bystriny, veletoky. Tečúce vody astatické tvoria potoky a rieky v nížinách, stredne veľké toky [9, 10].

**Zrážková voda** sa vyskytuje v ovzduší v podobe vodných pár, ktoré sa pri určitej teplote menia na vodné kvapky, sneh alebo krúpy. Zrážková voda je veľmi čistá, znečisťuje sa až pri prechode ovzduším a dopade na zem. Z pravidla neobsahuje viac ako 30mg/l rozpustných látok, je veľmi mäkká, máva nízke pH, nízky osmotický tlak a je nevhodná na pitie [9].

**Pozdenná voda**, je voda vyskytujúca sa v litosfére a pôde. Kontaktom s pôdou a prechodom skrz ňu získava špecifické vlastnosti, ktorými sa líši od vody atmosférickej a vody povrchovej. Podzemná voda obsahuje viac rozpustných látok, je tvrdšia a alkalickájšia, má stálu teplotu. Ak pochádza z hĺbky viac ako 6 metrov, zpravidla už neobsahuje žiadne nemineralizované látky, ani patogény či nepatogénne mikroorganizmy [9].

Najväčšia časť podzemnej vody vzniká presakovaním pôdnymi vrstvami - voda vadózna. Iba malú časť tvoria vody juvenilné, vzniknuté zlučovaním vodíka a kyslíka pri chemických reakciách v hlbokých vrstvách litosféry. Značná časť podzemných vôd má voľnú hladinu - voda freatická - uložená na prvej nepriepustnej vodonosnej vrstve. Artézské vody sú vody ktorú sa uzatvorené medzi dvoma nepriepustnými vrstvami. Po prerazení vrchnej vrstvy stúpne vo vrte hladina, prípadne môže voda tryskať nad úroveň terénu v podobe gejzíru. Podzemné vody sú zväčša zdrojom pitnej vody a posudzujeme ich predovšetkým z tohto hľadiska [9].

**Pitná aj úžitková voda** z akéhokoľvek zdroja musí vyhovovať zdravotným požiadavkám a nesmie spôsobovať poruchy zdravia. Najviac musí vyhovovať zmyslovým pocitom konzumenta a nesmie porušovať čerpace či vodovodné zariadenia. Svojimi fyzikálnymi vlastnosťami by nemala vzbudzovať odpor a podľa smeru použitia musí vyhovovať aj požiadavkám technologickým, prípadne technickým [9]

**Prevádzková voda** nemusí by bezpečná po stránke zdravotnej, avšak musí spĺňať požiadavky stanovené technologickým procesom, v ktorom je použitá [9].

**Liečivé a minerálne vody** musia byť zdravotne neškodné aj keď nemusia vo všetkých ukazovateľoch odpovedať požiadavkám na vodu pitnú či úžitkovú [9].

**Odpadové vody** sú všetky druhy vôd, ktoré boli už použité na domáce, komunálne, poľnohospodárske či priemyslové účely. Vody, ktoré stratili svoj pôvodný charakter, so zmenou fyzikálnych a chemických vlastností alebo so zmenou estetickéj povahy [9].

### 1.1.2 Vlastnosti vody

Pre poznanie a úpravu vody je nutné poznať jej fyzikálne a chemické vlastnosti. Tak ako v dizajne tak aj v ostatných kategóriách využívajúcich vodu je nutné dopredu poznať vlastnosti ovplyvňujúce kvalitu, či charakter použitej vody. Značný rozdiel môže spôsobiť aj malá zmena vlastností a dôsledky po jej použití môžu byť nielen nebezpečné pre ľudské zdravie, ale aj pre samotný proces použitia môžu mať fatálne následky.

#### 1.1.2.1 Fyzikálne vlastnosti vody

Najdôležitejšia fyzikálna vlastnosť vody je jej dipólový charakter a vznik vodíkových väzieb, ktoré môžeme nazývať aj vodíkové mostíky. Dipólový charakter vytvára z vody ideálne rozpúšťadlo iónových zlúčenín, v prírode je voda takmer univerzálnym rozpúšťadlom, kdeže len veľmi málo látok je nerozpustných vo vode. Voda môže vytvárať rôzne adičné zlúčeniny, najväčšiu hustotu má pri 3,98°C a pri ochladzovaní k bodu tuhnutia zväčšuje svoj objem. Vysoká tepelná kapacita a pomerne veľké povrchové napätie má svoj význam v prírode a pre technológie využívajúce vodu. Vodivosť je tiež hlavným kritériom pri posudzovaní elektrolytov vo vode a slúži pri kontrole výsledkov chemického rozboru vody [16].

Ďalej sú to senzorické vlastnosti, tzn. také, ktoré sú zistiteľné ľudskými zmyslami. Patrí sem [16] :

**Teplota**, je zväčša určovaná výskytom vody. Podzemné vody majú konštantnú teplotu, ktorá sa pohybuje okolo 10°C. Vody, ktoré vyvierajú na povrch, majú pri svojom vyvieraní teplotu nad 25°C, nazývame ich termálne vody. U povrchových vôd dochádza na jar a na jeseň k premiešaniu vrstiev vody, nazývame to jarná a jesenná cirkulácia. Optimálne roz-

medzie teplôt pre pitnú vodu je  $8.10^{\circ}\text{C}$ , voda pod  $5^{\circ}\text{C}$  môže poškodiť gastro-intestiálny trakt.

**Zafarbenie** vody sa rozlišuje podľa prevládajúcej vlnovej dĺžky neabsorbovaného žiarenia v oblasti viditeľného spektra. V tenkých vrstvách je voda bezfarebná, v metrových vrstvách sa javí ako modrá. Najčastejšie zafarbenie prírodnej vody je spôsobené huminovými látkami do žltá až žltohnedá. V najjednoduchších prípadoch sa farba vody stanovuje vizuálne. Pre presnejší popis sa používajú porovnávacie metódy a meria sa absorpčné spektrum v celej oblasti viditeľného žiarenia.

**Zákal**, ktorého príčinou môžu byť napríklad hydratované oxidy železa, mangánu, ílu, planktón, baktérie, jemne rozptýlené organické látky atď. Podzemné vody bývajú menej zakalené než povrchové a to väčšinou organickými látkami.

**Priehľadnosť**, závisí na farbe vody a aj na jej zakalení. Miera priehľadnosti sa stanovuje ako výška vodného stĺpca, pri ktorom už voda prestáva byť priehľadná. Zväčša sa ako test používa biela doska alebo písmo určitých rozmerov.

**Pach** vody je zdravotne neškodný, ale pôsobí nepríjemne. U prírodných vôd môže byť zápach spôsobený látkami, ktoré sú prirodzene súčasťou vody, látkami biologického pôvodu (vznikajúcej životnej činnosti ako žijúcich tak aj odumretých organizmov a rastlín) a tiež látkami, ktoré sú obsiahnuté v odpadových splaškových vodách a priemyselných vodách. Tieto zdroje pachu môžeme označiť ako primárne. Sekundárne zdroje spôsobujú pach napríklad pri chlôrovaní vody.

**Chuť** je ovplyvňovaná látkami, ktoré spôsobujú aj pach vody. Vo všeobecnosti môžeme povedať že lepšiu chuť majú vody s väčším obsahom minerálov.

### *1.1.2.2 Chemické rovnováhy vo vode*

Pri chemickom rozboře sa stanovuje celkový obsah jednotlivých anorganických látok vo vode. Chemické vlastnosti vody nezávisia iba na koncentrácií prvkov, ale aj na rôznych formách ich výskytu. Tie sú výsledkom pre komplexotvorné, oxidačno-redukčné a polymeračné reakcie prebiehajúce vo vode.



### 1.1.2.3 Zloženie vody

Z chemického hľadiska sa látky obsiahnuté vo vode delia na anorganické a organické. Z fyzikálneho môžu byť prítomné v pravých roztokoch ako iónovo rozpustené látky, tzv. elektrolyty a neiónové látky, tzv. neelektrolyty, poprípade ako látky nerozpustené [16]. Vo vode sa nachádzajú aj látky, ktoré nie je možné stanoviť ako individuá, pretože ide o zmes neznámeho zloženia či zastúpenia. Ich obsah sa stanovuje v zvolených štandardoch (tenzidy, huminové látky, ropné látky a látky fenolového charakteru) [17].

### 1.1.3 Funkcia vody

Vo všetkom čo je živé, nachádzame rast, rozmnožovanie, regeneráciu, látkovú výmenu, premenu foriem, výživu, vylučovanie, cielené procesy, vznikanie či zanikanie, zmyslovú činnosť. Žiadna z týchto funkcií by však nebola možná bez vody, každá vlastnosť vody, ktorá sa k danej funkcií vzťahuje, predstavuje optimum pre život [13].

Vďaka svojim fyzikálnym a chemickým vlastnostiam sa voda uplatňuje najmä :

- v tepelnom hospodárstve organizmov, roznáša teplo, udržuje stálu teplotu tela, čím zaisťuje fyzicky i chemicky stále prostredie pre bunky a mimobunkové priestory.
- ako transportný systém k prenosu živín, produktov metabolismu, respiračných plynov, odpadových látok a genetických informácií,
- ako rozpúšťadlo alebo disperzné prostredie,
- ako látka účastniaca sa reakcie - reaktant [18, 19].

Ďalšou úlohou vody je vylučovanie odpadných látok z tela. Aby voda dobre plnila svoju úlohu pri premene látok a energie v organizme, musí byť jej potreba plynuje dopĺňaná v množstve a kvalite. Netreba pripomínať, že zdravá pitná voda, pochádza iba zo zdravého pitného zdroja. Fakty o stave životného prostredia sú verejnosti známe, rovnako ako aj fakt, o vážnom poklese imunologickej odolnosti obyvateľov, náraste alergií, nízkej priemernej dĺžke života a veľkom výskyte rakoviny tráviacej sústavy [10].

V rastlinných systémoch zastáva voda niekoľko nenahraditeľných funkcií - rozpúšťa živiny v pôde, umožňuje transport živín v telách rastlín, účastní sa fotosyntézy, je neoddeliteľnou

súčastou buniek, pôsobí ako tepelný regulátor. Rovnako významná je voda aj v živočíšnych ekosystémoch. Je súčasťou protoplazmy, životne dôležitých tekutín, pôsobí v tráviacej sústave ako rozpúšťadlo a účastní sa látkovej výmeny [11].

Voda je neoddeliteľnou súčasťou výrobnjej činnosti človeka. Zdravotná funkcia vody spočíva v jej nezastupiteľnosti pri zaistovaní osobnej hygieny človeka, umožňuje rekreáciu, vykonávanie športov atď. Rekreácia spojená s pobytom vo vode patrí k najúčinnjším spôsobom pre psychickú aj fyzickú regeneráciu ľudského organizmu. Špeciálne uplatnenie v tejto oblasti majú vody minerálne a termálne [11]. Kultúrna a estetická funkcia vody, kde voda slúži ku zkrášľovaniu prírodného aj umelo vytvoreného prostredia človeka. Umožňuje z kultúrňovať krajinné oblasti privedením vody z iného zdroja. Voda je jedným z dôležitých činiteľov pri tvorbe antropogenizovaného prostredia [11, 20]. Takisto v mnohých oblastiach umenia a dizajnu je voda využívaná ako predmet skúmania a médium, ktoré sa využíva v dizajnerskej činnosti.

Už od dávna ľudia využívali vodu v priemysle, uľahčovala im život či pomáhala pri práci. Nie len ako médium, ale aj ako prostriedok na prepravu či výrobu. Stačí si spomenúť napríklad na vodné mlyny či rímske akvadukty. Stavby, ktoré svoju funkciu a formu podrobili vode a jej využitiu. Preto sa nemôžeme čudovať, ak v oblastiach, kde je výskyt vody takmer bezproblémov, nájdeme priemysel vysoko využívajúci vodu a jej silu. Stačí sa zamerať na oblasti s pomerne jednoduchou technológiou, vodné kolesá, inžiniersko-dizajnerské vynálezy, ktoré stovky rokov uľahčovali ľuďom život. Tak isto tradícia kúpania a kupelov je hlboko zakorenená a spätá so stavbou bazénov, sáun či kupelných komplexov, nie len na našom území ale aj na území dnešného Turecka či Blízkeho Východu.

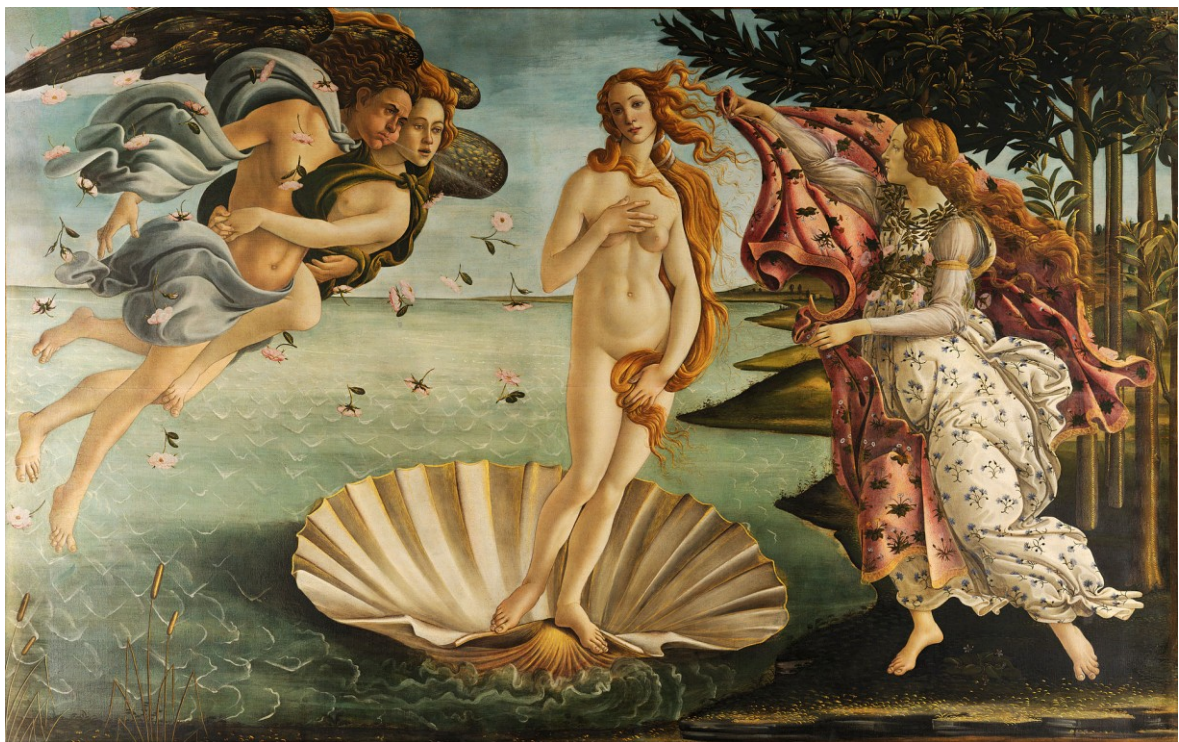
#### **1.1.4 Postavenie vody v umení a dizajne**

Voda bola vždy predmetom umenia, od pradávna, zobrazovaná ako vlnitá línia, ľahko porovnateľná a rozpoznateľná – až po fontány, umelecké diela, osviežujúce urbanistické prostredie bez prirodzeného výskytu vody. Nie len ako kvapalina, ktorou miešame farby, ale aj ako zdroj stojaci na počiatku zrodu profesie dizajnéra. Sám Leonardo da Vinci v minulosti pracoval s množstvom konceptov, ktorých základom je voda. Napríklad známy návrh z konca 15. storočia, v ktorom sa da Vinci snažil docieľiť chodenia po vode.

V umení je voda často zobrazovaná ako symbol. Vykrešovaná a interpretovaná rôznymi spôsobmi v závislosti na druhu a oblasti výskytu umenia, na civilizácií, ktorá za ním stojí a

v neposlednom rade od obdobia svojho vzniku. Či už ide o vlnovku, pripomínajúci vlny alebo kvapku, symbolizujúcu dážď, symbol je vždy interpretovaný jako voda a jej formy. S príchodom použitia farby sa pre symboly vody využívala modrá a jej odtiene – od azurovej až po zelenú – studené odtiene. Témy vody, ľadu a snehu môžeme sledovať skrz všetky druhy umenia, literatúru, poéziu, vizuálne umenie, divadlo, film a hudbu. Často je využívaná jako symbol znovuzrodenia, metamorfózy, očistenia, inšpirácie či dokonca násilia a smrti.

V období renesancie môžeme hovoriť o vernom a realistickom zobrazovaní vody, často ako divokého živlu, nepokojného oceánu či dokonca vodopádu. V každom prípade však voda vyjadruje celkovú náladu obrazu. Už od staroveku v umení nachádzame kult vody prispievajúci obrazmi ako fyzikálnej, tak aj metafyzickej stránky, množstvo bohýň a božstiev spojených s vodou.



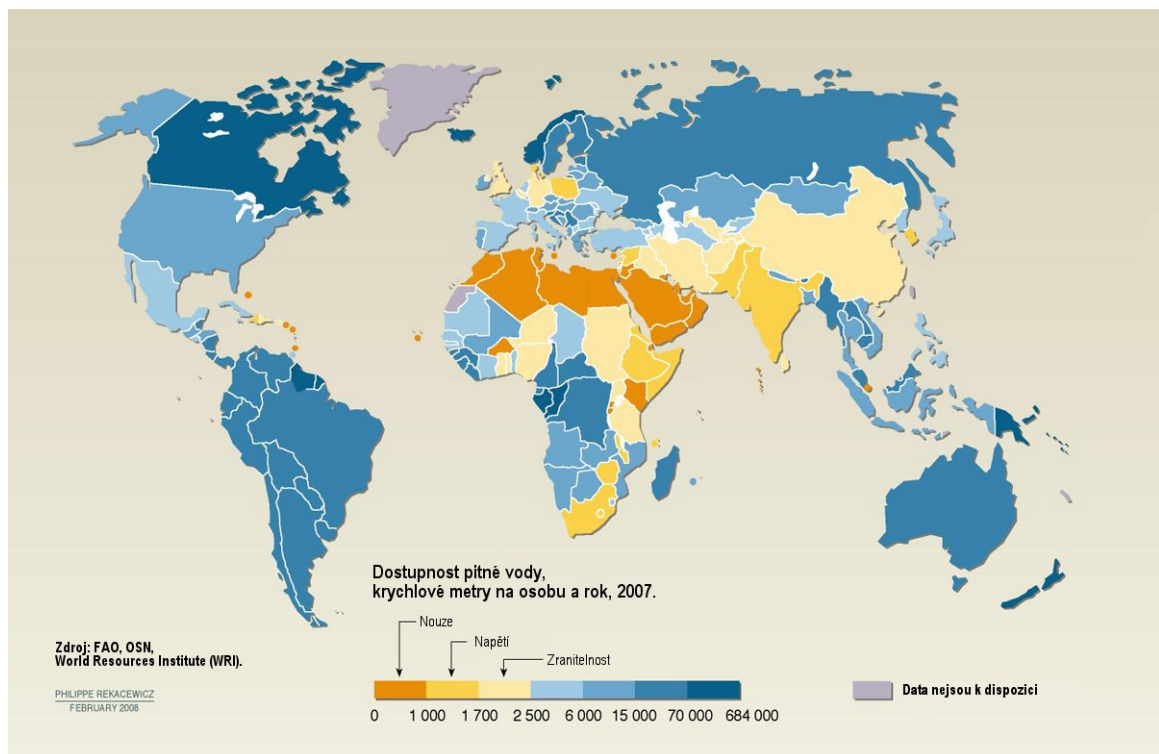
Obrázok č. 1: Zrodenie Venuše

Vodné božstvá prítahovali naprieč určitými epochami určitý druh pozornosti a postupne priviedli umelcov k posadnotosti zobrazovaním kúpajúcich sa žien. S tým súvisí aj myšlienka posvätnosti vody a jej uctievanie jako božstva v niektorých kultúrach. V európskej

oblasti môžeme hovoriť o staroslovanských bohoch Veles a Mokoš uctievaných v dobách pohanstva v slovanských krajinách, hlavne na Ukrajine a v Rusku.

## 1.2 Aktuálna dostupnosť sladkej vody

Približne 25% svetovej populácie nemá prístup k sladkej vode v dostatočnom množstve a uspokojivej kvalite. Viac ako 80 krajín čelí problémom s nedostatkom sladkej vody. S otepľovaním Zeme a tým súvisajúcim suchom a dezertifikáciou sa očakáva zväčšenie problémov s nedostatkom sladkej vody [23]. Krajiny, ktoré dnes nemajú problémy s nedostatkom vody, môžu mať tento problém v blízkej budúcnosti. Hoci sú oceány potrebné pre rybolov a námornú dopravu, ich voda je príliš slaná pre použitie v ľudskom živote alebo poľnohospodárstve.



Obrázok č. 2: Dostupnosť sladkej vody

### 1.2.1 Kvalita pitnej vody

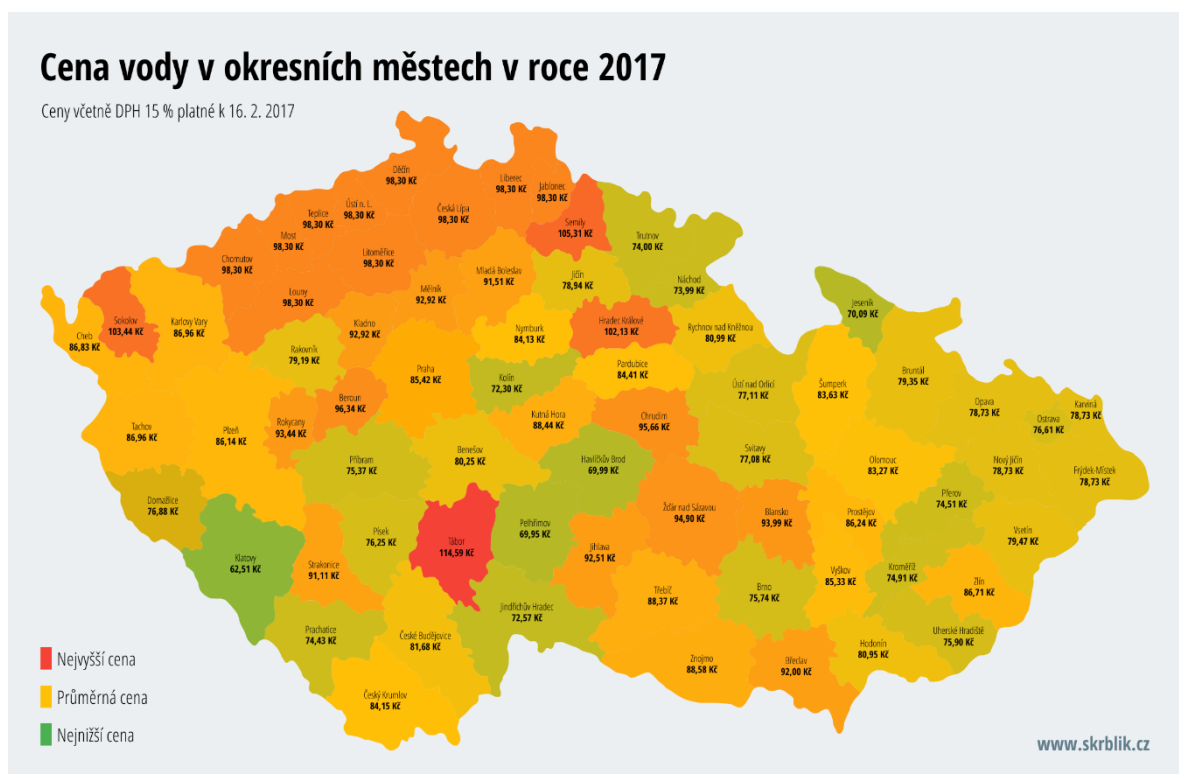
Pitná voda je zdravotne nezávadná voda, ktorá ani pri trvalom používaní nevyvolá ochorenie alebo poruchy zdravia prítomnosťou mikroorganizmov alebo látok ovplyvňujúcich akútnym, chronologickým či oneskoreným pôsobením zdravie fyzických osôb a ich potomstva, ktorej zmyslové zaznamenateľné vlastnosti a akosť nebránia jej používaniu pre hygienické potreby fyzických osôb. Zdravotná nezávadnosť sa stanoví hygienickými limitmi

mikrobiologických, biologických fyzikálních a chemických ukazatelův, ktoré sú upravené právnym predpisom [21].

### 1.2.2 Kvalita pitnej vody v Českej republike

Česká republika leží na rozvodnici troch morí - Severného, Baltského a Čierneho, čo spôsobuje odtok všetkých významnejších vodných tokov do susedných štátov. Dôsledkom tejto skutočnosti má Česká republika mimoriadne nepriaznivú situáciu v zásobovaní vodou, nakoľko je úplne závislá na atmosferických zrážkach.

Spotreba pitnej vody klesla v Českej republike od roku 1989. V rokoch 2002 - 2003 sa pokles zastavil a následne spotreba opäť mierne klesla. Klesajúca tendencia spotreby je prisudzovaná rastúcej cene vody.



Obrázok č. 3: Cena vody v okresných mestách v roku 2017

V minulosti mala pramenitá aj čerpaná podzemná voda dostatočnú kvalitu. Boli dostačujúce iba mierne úpravy na pitnú vodu. V súčasnosti je táto situácia horšia a mnoho prirodzených pramenísk a podzemných zásob je znečistených. V dôsledku činnosti človeka sa vo vode vyskytujú aj iné látky, alebo sa zväčuje obsah inak prírodných látok. Najčastejšou príčinou znečistenie podzemných vôd sú priesaky z pôdy a stále sa vyvíjajúci priemysel a s

ním aj vypúšťanie odpadových vôd. Neoddeliteľnou súčasťou znečistenia odpadových vôd sú aj havárie nádrží s nebezpečnými kvapalinami. Znečistenie podzemných zdrojov vody je veľmi dlhodobé, pretože voda je v podzemní viazaná na horniny a ich pohyb a výmena sú pomalé.

Požiadavky na kvalitu pitnej a teplej vody pre zásobovanie obyvateľstva a zamestnancov v Českej republike sú stanovené vyhláškou MZd č. 252/2004 Zbierky zákonov. Touto vyhláškou sú v súlade s právom Európskych spoločenstiev stanovené limity mikrobiologických, boliogických, chemických a organoleptických ukazateľov akosti pitnej vody, vrátane pitnej vody balenej, a teplej vody dodávané teplovodmi, takisto aj teplej vody vyrábanej z individuálneho zdroja pre účely osobnej hygieny obyvateľov a zamestnancov. Vyhláška ďalej stanovuje rozsah a početnosť kontrol pre dodržanie akosti pitnej vody a požiadavky na metódy kontroly akosti pitnej vody [22, 10].

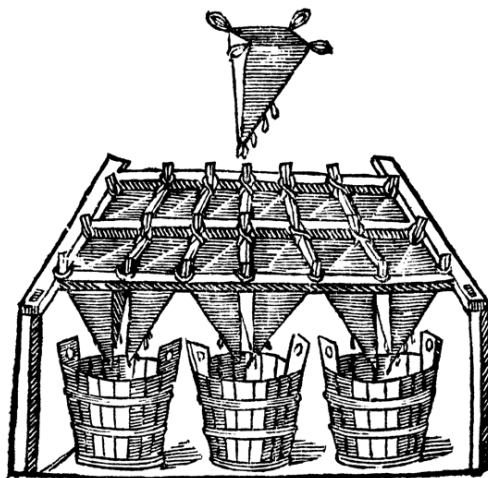


Obrázok č. 4: Tvrdosť vody

### 1.3 História filtrácie vody

Ranná história filtrácie vody je stále upravovaná, tak ako pokračujú výskumy a vykopávky, rozširujú sa aj vedomosti o filtrácii vody.

Egyptské maľby z 13. až 15. storočia pred Kr. opisujú sedimentačné zariadenia a knôtové sifóny. Špekuluje sa, že už v staroveku sa na odstraňovanie nerozpustných látok z vodypoužíval kamenec. Využívali sa aj metódy ako zohrievanie na slnku či filtrovanie cez piesok alebo hrubý štrk. V histórii bola voda považovaná za čistú, pokiaľ bola priehľadná a viditeľne čistá. Hippokrates, otec medicíny, vymyslel Hippokratovo puzdro, látkový vak cez ktorý bola voda nalievaná po prevarení. Považujeme to za prvý filter vytvorený človekom [2].



Obrázok č. 5: Hippokratovo puzdro

Rímski inžinieri vytvorili medzi rokmi 343. pred Kr. až 225. po Kr. vodovodný systém - akvadukty, ktorý bol schopný dodať 130 miliónov galónov vody denne. Verejný systém zásobovania vodou sa zrodil v 3. storočí pred Kr. v Ríme, Grécku, Kartágu a Egypte. Skladovacie a odkal'ovacie nádrže boli konštruované tak, aby odstraňovali bahno pomocou prostej sedimentácie. Používali sa rôzne metódy na potlačenie viditeľných znakov nekvalitnej vody. Diophanes z Nicaea v 1. storočí po Kr. uvádzal lúhovanie vavrínu v dažďovej vode. Paxamus navrhoval ponorenie rozdrveného uhlia alebo rozomletého jačmeňa vo vrecku do zle chutiacej vody. V ôsmom storočí arabský alchymista Greber, opisuje rôzne statické metódy čistenia vody, napríklad knôtové sifóny, ktoré sú spomínané už v Egypte, ich úlohou je pomocou knôtu preniesť vodu z jednej nádoby do druhej a tak zabrániť prenosu nečistôt. V storočí 11. po Kr., perzský fyzik Avicenna doporučuje vodu prevariť, než ju destilovať či sedimentovať [2].

Medzi rokmi 500 po Kr. až 1600 po Kr. bol len veľmi malý pokrok v čistení vôd, čo malo za následok úpadok zdravia obyvateľstva a zhoršenie kvality života. Benátčania sú známy

svojimi cisternami vybavenými filtrami a preto Benátky považujeme za prvé mesto s filtrovanou vodou.

Sir Francis Bacon vo svojej knihe "*A Natural History of Ten Centuries*" z roku 1627, preberal desalináciu a začal prvé vedecké experimenty s filtráciou vody [3]. Veril, že ak by morská voda presiakla cez piesok, ten by ju zbavil soli. Veril, že piesok zabráni priesaku soli vo vode. Aj keď hypotéza bola nesprávna, položil základy v obore desalinácie a podnietil záujem o túto oblasť.

Možnosť filtrovať vodu v mestách sa stala obchodnou záležitosťou. V októbri 1675, William Walcott z Anglicka, uviedol svoj prvý patent na filtráciu vody destiláciou, a v roku 1683, Robert Fitzgerald takisto dostal patent založený na destilácii vody [2]. Týmto sa začala bitka o patenty medzi dvoma táborami, čo nakoniec vyústilo v porážku Walcotta a odsunutie jeho patentov.

Experiment s pieskovou filtráciou bol zaznamenaný aj talianskym fyzikom Lucasom Antoniusom Portiusom v roku 1680. V jeho práci, "*The soldier's Vade Mecum: or, the method of curing the diseases and preserving the health of soldiers*", písal o rôznych spôsoboch pieskovej filtrácie. Popísal tri rôzne páry pieskových filtrov pozostávajúcich z horného a dolného prietoku vody [3]. Antonie van Leeuwenhoek, otec mikroskopu, spolu s Robertom Hookeom, po prvý krát pozorovali rozptýlenie malých čiastočiek materiálu vo vode na konci 17. storočia. Položili tak základy budúcemu výskumu patogénov vo vode [2]. Vedecká obec v tom čase ich objav označila ako nedôležitý, a až o 200 rokov neskôr sa ukázalo spojenie medzi týmito "organizmami", vodou a verejným zdravím.

Prvý známy opis filtrácie vody pre priemyselné použitie je z roku 1698 pre francúzsky papierenský priemysel. Na začiatku 18. storočia sa v Anglicku ako aj vo Francúzsku podarilo vytvoriť veľkú škálu filtrov založených na kyseline sírovej. Približne v polovici 18. storočia, Dr. Francis Horne experimentoval so zjemňovaním vody, a neskôr Lowitz, odporučil použitie uhlia za účelom zjemnenia a konzervácie vody. Vo Francúzsku, bol prvým autorom patentu Joseph Amy, v roku 1749. Ako je opísané v reklamnej brožúre - používal špongie a pieskové filtre. Johanna Hempel, hrnčiarka, ktorá vyvinula prvý patent na manufaktúrne vyrábaný domáci filter, je jedinou ženou v oblasti filtrácie vody [2].



Prvé zariadenie na dopravu vody pre celé mesto bolo postavené v Paisley v Škótsku roku 1804 Johnom Gibbom, na zásobovanie jeho bieliarne [3]. Do troch rokov, bola filtrovaná voda dostupná priamo z kohútika už v celom Glasgowe v Škótsku.

Od roku 1806 začal veľký plán na filtráciu vody pre celý Paríž. Rastlinné filtre vyrobené z uhlia a doplnené pieskom boli menené každých 6 hodín. Skôr ako voda prešla filtráciou, bola uskladňovaná po dobu 6 hodín, čo je zbavilo kalu a väčších nečistôt. Pumpy, ktoré pumpovali vodu do rozvodnej siete po meste boli poháňané konským záprahom [3].

Dr. Robert Koch a Dr. Joseph Lister v roku 1870 potvrdili existenciu mikroorganizmov, ktoré môžu zapríčiniť choroby vo vode. Od tej doby, väčšina krajín sveta zaviedla filtráciu vody ako ochranu pred ochoreniami. Allan Hazen dokázal efektívnosť filtrácie v roku 1895, spomalenie deja pieskovej filtrácie a neskoršie objavy dokázali, že filtráciou je vodu možné zbaviť nechcených častíc a smrtiacich baktérií [2].

Výrazné zlepšenie nastalo v celom 19. storočí, zahŕňame sem rapídny pokrok v oblasti pieskových filtrov, pomaly tečúcich pieskových filtrov a prvé aplikácie chlóru a ozónu za účelom dezinfekcie. Na prelome storočí, sa chlórovanie vody, stalo jednou z najpopulárnejších metód v Spojených štátoch amerických, čo malo za následok pokles chorôb týfusu, úplavice a cholery, no nárast iných chorôb spôsobených chlórrom [2].

V roku 1914 Ministerstvo financií USA propagovalo prvé štátne nariadenie o štandarde pitnej vody, kde maximálna úroveň koliformných baktérií bola 2/100ml. V súčasnosti sa vyžaduje ich 100% neprítomnosť. Používanie filtrácie a chlórovanie vody prakticky eliminovalo epidémie vážnych chorôb a chorôb prenosných vodou na celom americkom kontinente [3].

Významným krokom vo vývoji technológií bola potreba odsol'ovania, ktorá prišla počas druhej svetovej vojny. Keďže rôzne vojská podnikali výpravy do vyprahnutých častí sveta a bolo potrebné zabezpečiť im dodávky vody.

Americký ústav verejného zdravia v roku 1947 vydal prvý zákon o štandardoch pitnej vody a v roku 1957 boli schválené membránové filtre pre proces bakteriologickej analýzy. Neskôr v 20. storočí sa mnoho rôznych firiem začalo zaoberať spôsobmi ak odstrániť kontaminanty z vody, niektoré inovatívne spoločnosti sa v súčasnosti snažia nájsť spôsoby ako vodu vylepšiť nielen filtráciou a čistením [3].

#### 1.4 História odsol'ovania vody

Desalinácia alebo odsol'ovanie označuje proces, pri ktorom sa odstraňuje soľ z vody. Z historického pohľadu je tento proces bežným prírodným dejom. Odsol'ovanie môže byť vykonané v množstve rôznych spôsobov, no výsledok zostáva rovnaký - sladká voda je vyprodukovaná z vody slanej alebo brakickej. Ľudstvo pre zaistenie dostatku sladkej vody vyvinulo v priebehu dejín rôzne technické metódy odsol'ovania aby si zabezpečilo vodu vhodnú na pitie či poľnohospodárstvo. V globálnom merítku, 94% vody na Zemi je slaná voda z oceánov a len 6% voda sladká, vhodná na pitie. Z toho 27% je voda ukrytá v ľadovcoch a 72% je podzemná voda. Napriek tomu, že množstvo vody vhodné pre rybolov a námornú prepravu je dostačujúce, táto voda je príliš slaná na udržanie ľudského života či využitie v poľnohospodárstve. Odsol'ovanie výrazne zvýšilo možné použitie vodných zdrojov pre ľudské využitie a využitie v priemysle [4].



Obrázok č. 6: Odsol'ovacia jednotka

### 1.4.1 Přírodní proces odsol'ovania

Odsol'ovanie je kontinuálny prírodný proces, ktorý je základom kolobehu vody v prírode. Dažďové zrážky padajú na povrch Zeme a následne odtekajú vodnými tokmi do oceánov a morí. Na tejto ceste, pri ktorej ľudia využívajú vodu k mnohým odlišným účelom, je voda obohatená o rôzne minerály a soli. Pri tomto prechode riekami a tiež pri zotrvávaní vody v oceánoch a jazerách sa vplyvom slnečného žiarenia časť vody odparí do atmosféry. Pri odparovaní zostávajú minerály vo vode, vodné pary sú bez ich obsahu a táto odparená voda sa následne kumuluje v oblakoch, ktoré spôsobujú dažďové zrážky a týmto sa celý kolobeh vody v prírode uzatvára [4].

### 1.4.2 História technologického odsol'ovania

Počiatky odsol'ovania miera až do konca 19. storočia, kedy ľudia menili svoj životný štýl a nachádzali nové miesta pre život. Mnoho miest a priemyselných oblastí je postavených na miestach, kde nie je dostatok vody sladkej, avšak je tam dostatok vody brakickej či morskej. Táto dostupná slaná voda bola obyvateľmi upravovaná na sladkú. Tieto zmeny boli najviac viditeľné na Strednom východe, v severnej Afrike, Karibiku, a v oblastiach kde bol predchádzajúci rozvoj brzdený nedostatkom sladkej vody [4].

Brakická voda má omnoho menší obsah rozpustených látok ako voda morská a nachádza sa napríklad v ústí riek do morí alebo v studených vodách blízko pobreží, kde presakuje slaná voda z mora.

V tejto kapitole sa bližšie pozrieme na historický vývoj CDI približne od roku 1960 do roku 1995, kedy boli po prvý krát vyvinuté uhlíkové aerogélové elektródy, a odkedy po prvý krát môžeme hovoriť o technologickom odsol'ovaní, tak ako ho poznáme dnes.

Priekopníkom na poli odsol'ovania morskej vody boli autori koncepcie s názvom "Elektrochemická demineralizácia vody" Blair, Murphy a ich spolupracovníci, ktorý začali experimentovať v skorých 60. rokoch 20. storočia a pokračovali až do neskorých 60. rokov 20. storočia.

Počas tohto obdobia bolo zvykom klasifikovať elektródy podľa ich iónového zloženia, na anódu a katódu a tým sa predpokladalo, že ióny by mohli byť odstránené iba z vody, kde špecifické chemické skupiny, prítomné na ich povrchu môžu podliehať buď redukcii alebo oxidácií, nasledované vytvorením iónovej väzby medzi iónom v roztoku a ionizovanej skupiny na povrchu uhlíka.

Podľa štúdie, ktorú Blair a Murphy publikovali, väčšina grafitových materiálov a foriem uhlíka, boli použité ako materiály elektródy. Vzhľadom na prítomnosť chinínovo - hydrochinónového páru a iných údajne kationovo selektívnych povrchových skupín, boli kationovo responzívne. Toto bol dôvod, prečo v tejto fáze vývoja CDI bola pozornosť zameraná na vývoj metódy ako rozlíšiť kationovo či aniónovo selektívnu povahu elektród.

O niekoľko rokov neskôr sa mechanizmus elektromechanického odsol'ovania skúmal pomocou coulometrie a hmotnostnej analýzy podľa Evansa a Hamiltona. Táto štúdia začala diskusiu o rozsahu iónovej absorpcie v neprítomnosti rozdielu externého napätia. Evans sa tiež pokúsil vysvetliť základný mechanizmus odstránenia iónov pomocou CDI. Uviedol, že prvým krokom k demineralizácii vody sú Faradayove zákony elektrolýzy na strane katódy, absorpcia vodíka a generovanie hydroxylových iónov. Základné podmienky vytvorené hydroxylovými iónmi poskytujú vhodné podmienky pre ionizáciu kyslých skupín, nasledované demineralizačnou reakciou na báze iónovej výmeny. Počas regeneračného kroku sa napätie obráti s cieľom znížiť lokálne pH, a týmto spôsobom sa uvoľnia ióny odstránené z vody.

Na základe tohto mechanizmu sa verilo, že pre získanie funkčného demineralizačného cyklu, rozdiel napätia musí byť obrátený počas regeneračného cyklu. Taktiež sa verilo v účinnosť odstránenia solí na základe koncentrácie povrchových skupín.

Dnes už tieto klasické metódy odsol'ovania považujeme za zastarané, pričom sú nahradené inými a dali by sa zhrnúť takto, zásobné kapacitné ióny v elektrickej dvoj vrstve sú najdôležitejším účinkom. Elektródy na báze uhlíka sú vhodné ako anódy či katódy, pričom Faradayove zákony elektrolýzy už nie sú považované za zásadné pri riadení procesu CDI. Prvá podrobná štúdia za použitia matematických popisov demineralizačného procesu založená na kapacitnom mechanizme, bola publikovaná Murphym a Caudleom. V tejto práci sú

hmotnostné a transportné rovnice v kombinácií, za účelom určenia koncentrácie soli v závislosti na čase a model sa používa na opis experimentálnych dát získaných v rôznych prevádzkových podmienkach.

Iná Murphyho štúdia sa zamerala na povrchové vlastnosti uhlíkových materiálov používaných ako elektródový materiál po chemickom ošetrení, napríklad po zmiešaní so zmesou koncentrovanej kyseliny sírovej a kyseliny dusičnej a popisuje ich vplyv na účinnosť procesu. Murphy na záver dodáva, že kationy reagujúce na elektródy sa chovajú ako iónomeniče a to z karboxylových skupín obsiahnutých v povrchu po spracovaní kyselinou. Podrobnejšie štúdie o mechanizme a transportných procesoch sprevádzaných elektrochemickou demineralizáciou boli publikované Evansom a Accomazzom.

V roku 1968, štúdia vydaná Reidom, preukázala obchodný význam a dlhodobú prevádzku demineralizačnej jednotky bez podstatnej straty absorpcie soli v priebehu času. Okrem toho bolo preukázané, že okrem sodíka a chloridových iónov, môžu byť odstránené aj ióny fosfátov, vápnika, horčíka, síry a dusičnanov.

Podstatný zlom v elektrochemickom odsolovaní nastal v roku 1970, kedy štúdia vydaná Johansonom zaviedla teóriu “*Potential-modulated ion sorption*”, v súčasnosti známu ako “Teória elektrickej dvojvrstvy” (EDL). Teória bola identifikovaná ako skutočný mechanizmus zodpovedný za odstránenie iónov a použitie asymetrických prevádzkových podmienok polovice cyklu. Použitie tohto prevádzkového režimu je dôležité, pretože sa ukázalo, že pomocou nerovnej polovice cyklu sa optimalizuje napätie v článku počas kroku odsolenia. Je možné zlepšiť výkon systému bez obrátenia polarity.

V rovnakej štúdií autori zdôraznili, že Faradayove zákony elektrolýzy, ktoré sa tu môžu objaviť, nie sú vhodné a môžu spôsobiť degradáciu elektród. Okrem toho, prvý krát bola vypracovaná jednoduchá štúdia nákladov a ekonomická návratnosť CDI, v prípade produkovania stabilných elektród. Neskoršia štúdia Johnsona a Newmana opisuje vývoj poréznych elektród za účelom analýzy iónovej absorpcie v poréznych uhlíkoch a ich nabitia. Táto práca došla k záveru, že iónová kapacita elektródy závisí na výkone elektrickej dvojvrstvy.

V nadväznosti na koncepciu teórie EDL, boli iniciované rozsiahle štúdie o ďalších témach. Soffer, Oren a ich spolupracovníci začali v skorých 70. rokoch 20. storočia a štúdie pokračujú až do súčasnosti. Predstavená práca sa zameriavala na vývoj novej technológie na vyhl'adávanie účinkov dvojvrstvy v poréznych elektródach. V tej istej štúdií autori zhrnuli, že aj tie najmenšie póry v rozmedzí veľkostí 0,5 - 0,3 nm môžu prispieť k procesu odstránenia iónov. V roku 1987 v štúdií od Orena a Soffera vznikla myšlienka "štvorparametrického pumpovania v elektrochemických cykloch", bola predstavená ako účinná metóda na získavanie precízne oddelenej práve odsolenej vody a koncentráta.

Počnúc rokom 1990, zvýšil sa počet publikácií zameraných na vývoj účinného uhlíkového materiálu pre vodnú deionizáciu. Medzi tieto materiáli patrí napríklad uhlík aerogélových materiálov od Farmera, ktorý si získal najviac pozornosti. Vďaka jeho monolitckej štruktúre, veľkému vnútornému povrchu a dobrej vodivosti, aerogélové elektródy uhlíka boli považované za zlepšenie oproti tradičným systémom využívajúcim aktívne uhlie [5].

## 1.5 Potenciál odsol'ovania

Odsol'ovanie je celkovo nezávislé na hydrologickom cykle. Odsol'ovaním sa vytvára kvalitnejšia sladká voda z vody brakickej alebo morskej. Odsol'ovací proces môže byť použitý v priemysle k výrobe vysoko čistej vody alebo procesnej vody s vysokou čistotou. Využívanie metód odsol'ovania sa zvyšuje produktivita v rôznych odvetviach priemyslu, ako napríklad papierenský priemysel, energetický priemysel, ťažba a petrochemický priemysel, farmaceutický priemysel či potravinársky priemysel.

Odsol'ovacie stanice bývajú umiestnené priamo v oblastiach s nedostatkom prírodnej vody. Odsol'ovanie je tu chápané ako doplnkový spôsob získavania sladkej vody spolu s tradičnými prírodnými zdrojmi [8]. Odsol'ovacie jednotky sú na trhu v mnohých variantoch. Ich ponuka je úzko spojená s dopytom a kapitálovými možnosťami investorov [7].

## 2 SÚČASNÁ PRODUCKIA

Technológia kapacitnej deionizácie - CDI, nieje novou technológiou, avšak v posledných rokoch sa rozvíja na poli desalinačného priemyslu. CDI pracuje na opačnom princípe, než súčasne najrozšírenejšie technológie - reverzná osmóza a tepelná úprava.

Zatiaľ čo tieto technológie odstraňujú zo soľného média vodu, CDI naopak odstraňuje soli. Z laického hľadiska je vidieť hneď prvú výhodu. Vzhľadom na koncentráciu napr. morskej vody, je jednoduchšie odstrániť 96.5% vody alebo 3.5% soli? Logicky je jednoduchšie odstrániť menšiu časť z väčšej, než naopak. Problém je koncentrácia rozpustených látok. Keď vezme v úvahu bežné koncentrácie morskej vody, či vôd brakických tak aktuálne táto technológia nemôže nahradiť tradičné systémy.

Napriek tomu existujú oblasti pohybujúce sa s koncentráciou rozpustných látok oveľa nižšie. Medzi tieto oblasti patria aj zmäkčovanie vody. Kapacitná deionizácia nerobí nič, čo nemôže byť dosiahnuté už zavedenými systémami a navyiac nemôže odstrániť neiónové znečistenie. Môže však znížiť prevádzkové náklady, zlepšiť obnovu vody a odstrániť radu ionových znečistení omnoho lepšie než iné technológie.

### 2.1 Svetová produkcia

Svetovej produkcií v tejto oblasti je v súčasnej dobe predpovedaný veľký nárast. Medzi oblasti s najväčším rastom sa radí Ázia a Latinská Amerika. Kľúčovými faktormi pre tento rast je povedomie o zlej kvalite vody, rastúce disponibilné príjmy, rast HDP, industrializácia a urbanizácia.

Spojené štáty a západná Európa boli najväčšími trhmi pre vstup technológií na trh v roku 2009. Pultové jednotky zostávajú najpopulárnejšie naprieč všetkými областami a nasledujú ich systémy umiestnené pod drezom [24]. Medzi najväčších hráčov na trhu sa radia: 3M, Amway Corporation, Culligan International Company, GE Corporation a Pentair.

V oblasti kapacitnej deionizácie bola prvou spoločnosťou na trhu Capacitive Deionisation Technology systems Inc., založená v roku 1996, spoločnosť zbankrotovala v roku 2008 a naďalej už nie je aktívnou súčasťou trhu. Nasledovalo obdobie nástupu menších spoločností a ich rýchleho príchodu a odchodu z trhu. General Electronics získalo medzi rokmi

2005 až 2009 9 amerických patentov, avšak v posledných rokoch nevykazujú žiadnu aktivitu. Niektoré ďalšie spoločnosti ako Materials Method, Sanabelle Water a WL Gore Associates, ktoré boli na trhu kedysi aktívne, už niesú alebo ho opustili úplne. Vo veľkej časti to spôsobili problémy na trhu, alebo technické problémy.

### 2.1.1 Voltea

Voltea je najväčšou a najstaršou spoločnosťou na trhu. Zaoberá sa výlučne CDI desalináčnymi systémami. Tieto systémy používajú v množstve aplikácií a veľkostí. Od veľkých industriálnych systémov, chladiacich veží, až po domáce riešenia tvrdosti vody. Voltea bola ohodnotená množstvom cien, predovšetkým cenou najlepšej technológie na Global Water Summit 2010, taktiež bola označená ako najinovatívnejšia spoločnosť v Európe podľa CNBC a bola tiež zaradená do top 50 vodotechnologických spoločností roku 2011 [25]. Za touto spoločnosťou stoja investori veľkých mien ako Unilever, Pentair či Rabo Ventures.

Voltea sa predovšetkým zameriava na aplikácie v oblasti chladiacich veží, čistiarní odpadových vôd, domácich zmäkčovačov vody a desalináciu brakickej vody. V oblasti domácich zmäkčovačov vody Voltea vyvinula spoločne s firmou Pentair hybridnú CrossCharge technológiu. Vyrábaný hybrid bude produkovaný vo štyroch variantách, ktorých hlavnou výhodou bude eliminácia nutnosti použiť soľ pre regeneráciu zariadenia. Dizajn, ktorý Voltea aplikuje na svojich výrobkoch, je ich veľkou pridanou hodnotou. Aj keď nemôžeme hovoriť o unikátnom spracovaní, či detailnej práci, v porovnaní s ostatnými výrobcami Voltea v tejto oblasti značne vedie.



Obrázok č. 8: Voltea – Modul

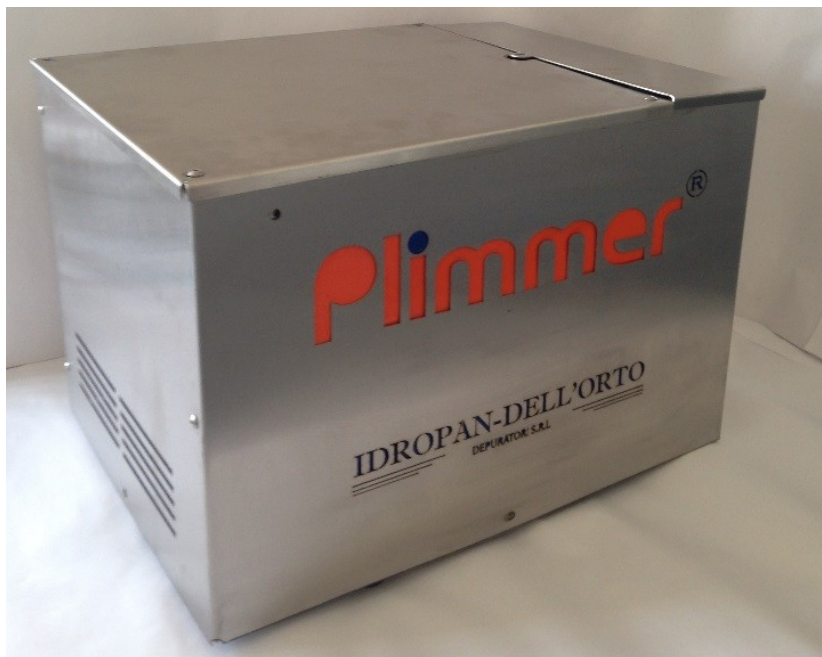


Obrázok č. 9: Voltea – Development Kit



### 2.1.2 Idropan

Idropan je talianska spoločnosť pôsobiaca v oblasti kapacitnej deionizácie cca 10 rokov. Mimo kategórie CDI má 40ročné skúsenosti s úpravou a čistením odpadových vôd. Vlastní 13 patentov v oblasti CDI a jej pracovného princípu. Svojimi produktami sa aktuálne sústreďia na indický trh, kde nedávno postúpili do užšieho výberu pri výbere technológie pre úpravu pitnej vody naprieč indickými štátmi. Vlajkovou lodou tejto spoločnosti je jednotka kapacitnej deionizácie - Plimmer [26]. Výrobok tejto spoločnosti sa vyznačuje jednoduchým a skromným dizajnom, kovový kryt, ktorý zakrýva všetky technické náležitosti, je však nešťastnou voľbou materiálu s prihliadnutím na použitie v odvetví zaoberajúcej sa technológiou využívajúcu kombináciu vody a elektrickej energie, z dôvodu bezpečnosti.



Obrázok č. 10: Idropan - Plimmer

### 2.1.3 Atlantis Technologies

Atlantis Technologies je ďalšia spoločnosť zaoberajúca sa výhradne CDI technológiou. Rovnako ako Voltea bola zaradená do top 50 vodotechnologických spoločností podľa Artemis top 50 [25]. Spoločnosť má celkovo 12 patentov. Ponúkajú dva produkty RDI Deionization system a RDI Desalination system. Oba dva pracujú na princípe kapacitnej deionizácie. Atlantis Technologies sa zaoberá z veľkej časti technológiou priemyselnou a preto aj ich výrobky nenesú nadbytočné znaky dizajnu a sú prispôbené čistej funkcii.



Obrázok č. 11: Atlantis Technologies

#### 2.1.4 Enpar Tech

Enpar je kanadská spoločnosť venujúca sa elektrochemickým technológiám v oblasti úpravy pitnej vody a čistení odpadovej vody. Ponúkajú systémy biologické, ionexové, systémy na deionizáciu, zbavenie amoniaku a dusičnanov. Z oblasti kapacitnej deionizácie ponúka produkt ESD v dvoch variantách. Jedna je určená pre odstránenie všetkých rozpustných pevných látok, druhá selektívne odstraňuje monovalentné ióny ako dusičnany a fluorid [27]. Rovnako ako u Atlantis technologies, aj Enpar Tech vo svojich výrobkoch dbá hlavne na funkčnosť a dizajn ostáva v pozadí.



Obrázok č. 12: Enpar Tech – ESD1



Obrázok č. 13: Enpar Tech – ESD2

### 2.1.5 Aqua EWP

AquaEWP je malou společností s 6 zaměstnanci. Společnost se zaměřuje především na rozvojové krajiny jako je Indie či Keňa. V Indii spolupracuje s firmou DC Watermart, kde spolupracují na vývoji decentralizované úpravy pitné vody pomocí technologie CDI [28]. Aqua EWP by se také dala zařadit mezi společnosti, které se designem svých výrobků nezájímají. Výrobky se vyznačují schematickeostí a formálna stránka zaostáva za funkčnou.

## 2.2 Produkcia na českom trhu

Na českom trhu existuje mnoho spoločností ponúkajúcich produkty k zjemňovaniu tvrdosti vody. Žiadny z nich však nepoužíva technológiu CDI a nemôžeme teda hovoriť o priamej konkurencii. Avšak podľa informácií, ktoré niesú potvrdené, sa vývojom procesu kapacitnej deionizácie začala zaoberať spoločnosť MEGA a.s.

### 2.2.1 MEGA a. s.

História spoločnosti siaha do roku 1976 a je spätá s ťažbou uránu v Českej republike, a filtrácie odpadových vôd po tejto činnosti. Avšak firma sama o sebe bola založená v roku 1993, a odvtedy patrí na domácom ale aj zahraničnom trhu medzi stálych výrobcov produkujúcich filtre a membrány so širokým spektrom použitia. V oblasti desalinácie, je spoločnosť schopná efektívne demineralizovať aj veľmi slané kalové vody vzniknuté po banskej činnosti alebo generované zpracovateľským priemyslom. Technológia sa zakladá na elektrodialýze, po jej absolvovaní je vyprodukované len veľmi malé množstvo soľanky s vysokou koncentráciou. Voda, ktorá vznikla z tohto procesu môže byť ďalej čistená pomocou reverznej osmózy na dosiahnutie kvality potrebnej pre ďalšie použitie [5].

Z toho vyplýva, že spoločnosť sa zaoberá desalináciou a kapacitnou deionizáciou, no pole pôsobnosti sústreďuje primárne na priemysel a odpadové vody po banskej činnosti.



Obrázok č. 14: RALEX01



Obrázok č. 15: RALEX02

### 2.2.2 Asio, spol. s. r. o.

ASIO, spol. s. r. o. je česká inženýrsko-dodávateľská firma s medzinárodným pôsobením založená v roku 1993. Spoločnosť pracuje v odbore vývoja, výroby a dodávok technológií pre čistenie odpadových vôd, úpravu vôd a čistenie vzduchu. Široké spektrum dodávaných vodohospodárskych produktov, ktoré obsahuje napríklad čističky odpadových vôd, systémy pre hospodárenie s dažďovou vodou, vodomerné šachty, nádrže, vodojemy a komplexné riešenia pre domácnosti, nachádza uplatnenie v rodinných domoch, obciach, mestách, nemocniciach a rôznych priemyselných odvetviach [6]. V oblasti CDI technológie, začala spoločnosť vyvíjať zariadenie do domácností, ktorého dizajn, je predmetom tejto bakalárskej práce. Ide o prvé zariadenie používajúce technológiu CDI tejto spoločnosti.



Obrázok č. 16: AS-IDEAL PZV



Obrázok č. 17: AS-KLARO PZV

## 2.3 Technológia

V súčasnosti sa na trhu objavujú štyri metódy odsolovania vody – iónová výmena, destilácia, reverzná osmóza a kapacitná deionizácia.

### 2.3.1 Iónová výmena

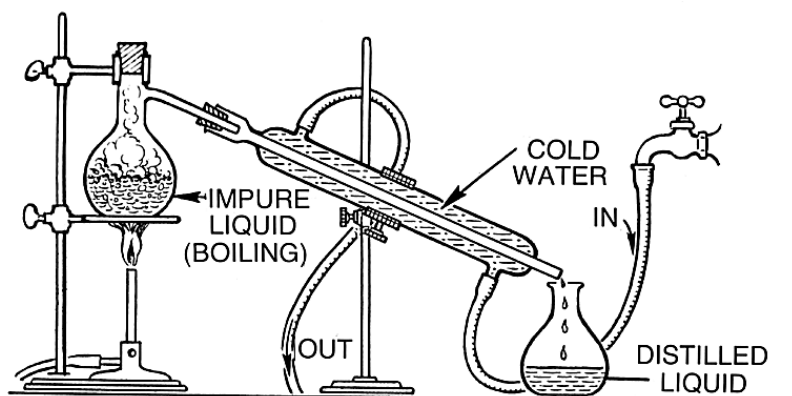
Idie o najstaršiu metódu zmäkčovania vody. Proces funguje na princípe odstránenia vápnika a horčíka z vody náhradou vápnikového iónu za dva sodíkové ióny. Táto metóda je efektívna v odstraňovaní tvrdosti vody a umožňuje mydlám a iným detergentom fungovať účinnejšie. Nevýhodou sú sodíkové ióny pridávané do vody. V niektorých štátoch sú tieto systémy dokonca zakázané z dôvodu znečistenia vody sodíkom a veľkému množstvu chlóru použitého pri regenerácii. Tieto látky zároveň zdražujú celú technológiu.



Obrázok č. 18: Iónová výmena

### 2.3.2 Destilácia

Destilácia je druh zmäkčovania vody, kde je použité teplo, aby premenilo vodu v jej plynnú formu a separovalo ju od solí. Výsledná zskondenzovaná voda je potom zbavená solí a tiež baktérií, vírusov, minerálov a ťažkých kovov. Hlavnou nevýhodou je energetická náročnosť, pričom cena tejto technológie vychádza veľmi drahovo v porovnaní s ostatnými.



Obrázok č. 19: Princíp destilácie

### 2.3.3 Reverzná osmóza

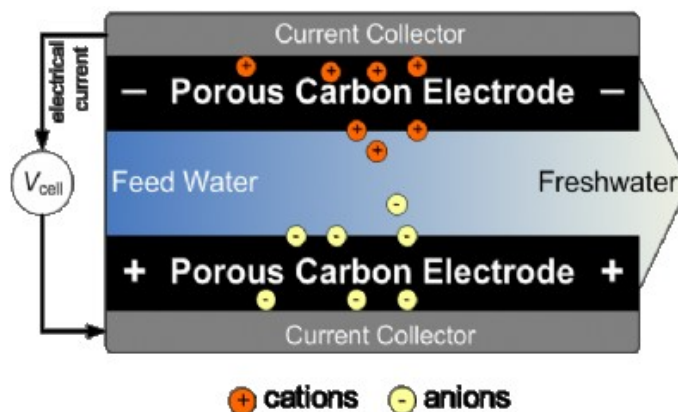
Membránové technológie pretlačia vodu skrz semi-permeabilnú membránu a prefiltrujú všetky rozpustené látky. Väčšina systémov na reverznú osmózu obsahuje uhlíkové filtre, ktoré chránia membránu pred poškodením. Hlavnou nevýhodou je množstvo energie, ktorá sa spotrebuje, a taktiež veľká produkcia odpadu. Odpad obsahuje 20-50% objemu z množstva vody.



Obrázok č. 20: Jednotka reverznej osmózy

### 2.3.4 Kapacitná deionizácia – CDI systémy

Hlavnou výhodou CDI je schopnosť odstrániť veľmi širokú škálu ionických kontaminantov s vysokým percentom odstránenia. CDI je schopná odstrániť takmer všetky ionické látky - sulfáty, dusičnany, železo, arsen, fluoridy, sodík, vápnik a soli horčíka. V porovnaní so súčasne najviac používanou technológiou - iónovej výmeny, ktorá má veľké množstvo odpadnej soľanky, môže byť CDI oveľa viac priateľská k životnému prostrediu.



Obrázok č. 21: Schéma princípu CDI

### 2.3.5 Porovnanie technológií

**Energetická spotreba** v priebehu počiatocného vývoja bola videná ako najväčšia výhoda na trhu. K najviac optimistickým prognózam sa vyžadovalo využitie energie v priebehu regeneračného cyklu operácie. Toto ďalej vyžaduje pomalý výpust vody z jednotky za účelom minimalizácie strát v priebehu polarizácie. Všetka použitá elektronika, zvýši nepatrne cenu, no zvýši sa aj komplexnosť CDI jednotky. Pretože s pridaním regenerácie energie môže prebehnúť menej vypúšťacích/napúšťacích cyklov, celková cena sa zvýši. Väčšina komerčných systémov aktuálne nepoužíva možnosť regenerácie energie. Práve naopak, v priebehu regeneračného cyklu zrýchluje kinetiku a priepustnosť a tým spotrebováva energiu navyše.

**Cena**, ako prevádzková tak aj investičná, zostáva zatiaľ hlavnou otázkou. Momentálne je možné predávať jednotky CDI za vyššiu cenu, predovšetkým vďaka vysokým prvotným nákladom na vývoj a výrobu. Výhodou však sú nízke náklady na životný cyklus a schopnosti odstrániť väčšie množstvo kontaminantov. V budúcnosti bude CDI s najväčšou pravdepodobnosťou viac konkurencie schopné. Všetky súčiastky dopĺňajúce membrány sú totiž relatívne lacné, avšak jednotky sú zatiaľ vyrábané v nízkych objemoch výroby.

**Možné problémy**, medzi ktorých patrí hlavne zanášanie elektród. Ióny horčíka a vápnika sa môžu zrážať pri vyšších koncentráciách a vytvoriť tak na elektóde povlak. K riešeniu tohto problému sa používa napr. kyselina citrónová, viacmenej nutnosť monitorovania odvápnenia taktiež prispieva ku komplexnosti jednotky. Odvápnenie jednotky ostáva poprednou technickou výzvou.

## 2.4 Ekonomická situácia

Domáci trh zmäkčovačov vody je veľmi úzko spojený s ekonomickou situáciou domácností. Počet domácich zmäkčovačov vody sa výrazne zväčšuje s príjmom domácností. Tvrdá voda síce nemá žiadny negatívny vplyv na ľudské zdravie, no spôsobuje nižšiu životnosť spotrebičov, nutnosť väčšieho množstva použitého mydla a detergentov a neefektívne ohrievanie. Obzvlášť v prípade ohrievania vody môže tvrdá voda navýšiť spotrebu energie až o 48% [29]. Keďže na území Českej republiky sa nachádza zväčša stredne tvrdá alebo tvrdá voda, potenciál na trhu tu určite je.



Zmäkčovače vody majú tiež veľmi vysokú mieru návratnosti. Väčšina výrobcov udáva návratnosť okolo 3 rokov, všetko závisí na vstupných parametroch vody, na jej tvrdosti, na spotrebe, na obsahu ďalších minerálnych látok. Pokiaľ sa podarí dodať na trh zariadenie s nižšou spotrebou energie a vody, technológiu bez nutnosti použitia soli a obsluhy, bude mať výrobca značnú výhodu oproti ostatným produktom.

## 3 VÝSKUM

### 3.1 Kvantitatívny výskum

Kvantitatívny výskum je metóda zberu dát, vedeckého aj nevedeckého charakteru, ktorá má za cieľ popísať skúmanú oblasť. Výskum sa dá vykonávať viacerými metódami, najčastejšie to však býva dotazník, pre jeho jednoduchosť a nenáročnosť. Kvantitatívnu metódou môžeme rozumieť zber dát, ktorý je zameraný na veľké množstvo respondentov. Títo respondenti najčastejšie odpovedajú na jednoduché otázky formou dotazníka. Odpovede sú následne spracované a štatisticky vyhodnotené. Z veľkého množstva dát, získaného od veľkého počtu ľudí sa dospieva k určitému záveru (postup od všeobecného k jednotlivému), hovoríme o dedukcii. Za veľkú výhodu kvantitatívneho výskumu môžeme považovať veľké množstvo odpovedí, ktoré dotazník prinesie. Odpovedí od užívateľov, klientov, zákazníkov či ostatných skupín obyvateľstva. Na základe štatistického spracovania kvantitatívne získaných dát môžeme získané poznatky využívať k efektívnejšiemu rozhodovaniu, presnejšiemu plánovaniu, komunikácií so zákazníkmi apod. Táto metóda sa ďalej vyznačuje tým, že je rýchla, lacná a zvládnuteľná jednotlivcom, hlavne pri použití online dotazníka ku zberu dát.

Na druhej strane veľkou nevýhodou kvantitatívneho výskumu je všeobecnosť získaných dát. Výsledky sú všeobecné, zväčša z dôvodu neschopnosti respondenta popísať problém do hĺbky. Ďalším problémom môže byť prílišná sústredenosť výskumníka na problém a následné opomenutie širšej oblasti.

#### 3.1.1 Zostavenie dotazníka

Dotazník pozostával primárne z otázok zameraných na skúmaný problém a bol doplnený demografickými otázkami s cieľom zistiť demografické údaje o respondentoch a napomôcť určeníu cieľovej skupiny. Výskum prebiehal v dátume 1. 4. – 30. 4. 2017 prostredníctvom webovej stránky Survio, ktorá umožňuje tvorbu a zdieľanie dotazníkov.

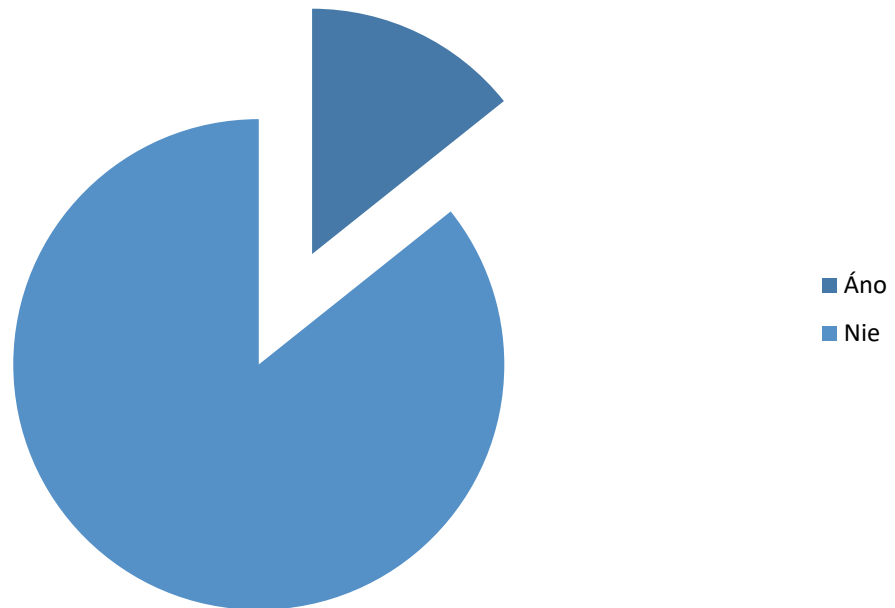
#### 3.1.2 Výber respondentov

Na respondentov neboli kladené žiadne špeciálne požiadavky, ich výber, môžeme ozančiť za náhodný a za jediné kritérium považovať nutnosť vyplnenia online dotazníka.

### 3.1.3 Analýza kvantitativního výzkumu

V případě výzkumu zameraného na zistenie povedomia o problémoch s tvrdou vodou, som sa v prvom kroku rozhodla pre kvantitatívny výzkum v podobe dotazníka, otázky boli zamerané na povedomie a skúsenosti s filtráciou vody.

*V súčasnosti je „problém s vodou“ téma veľmi diskutovaná, máte v tejto oblasti prehľad?*



*Graf č. 1: Znalosť problematiky*

*Žijete v domácnosti s tvrdou vodou?*



*Graf č. 2: Tvrdá voda v domácnosti*

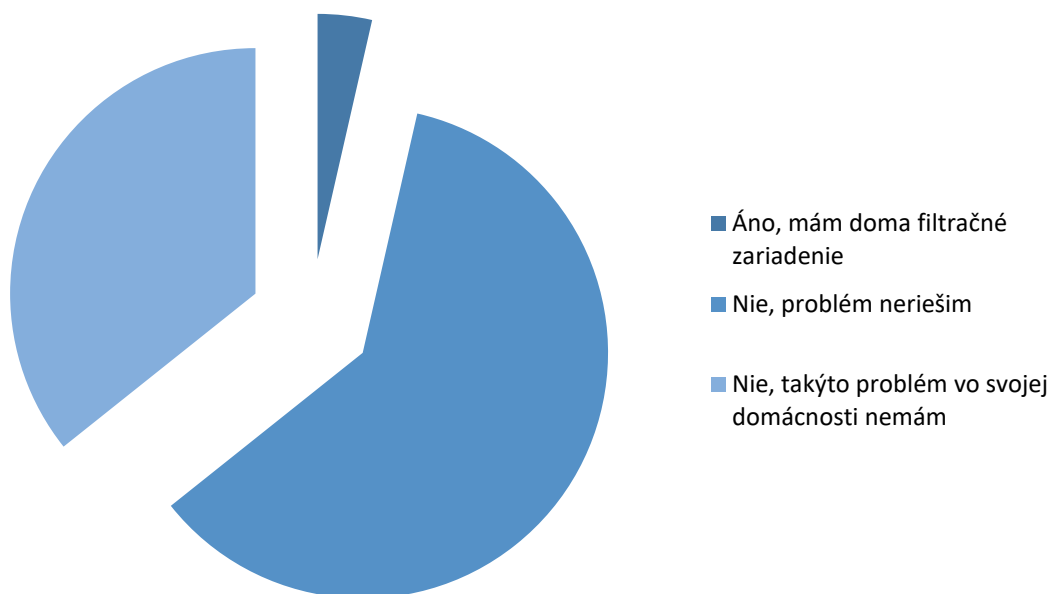
Keďže na predchádzajúcu otázku odpovedalo kladne len 9 respondentov, pri otázke č.3 sa teda počet odpovedí zmenšil na 9.

*Pokiaľ ste na predchádzajúcu otázku odpovedali áno, uveďte prosím mesto, v ktorom žijete?*



*Graf č. 3: Mesto*

*Riešite problém tvrdej vody vo vašej domácnosti?*



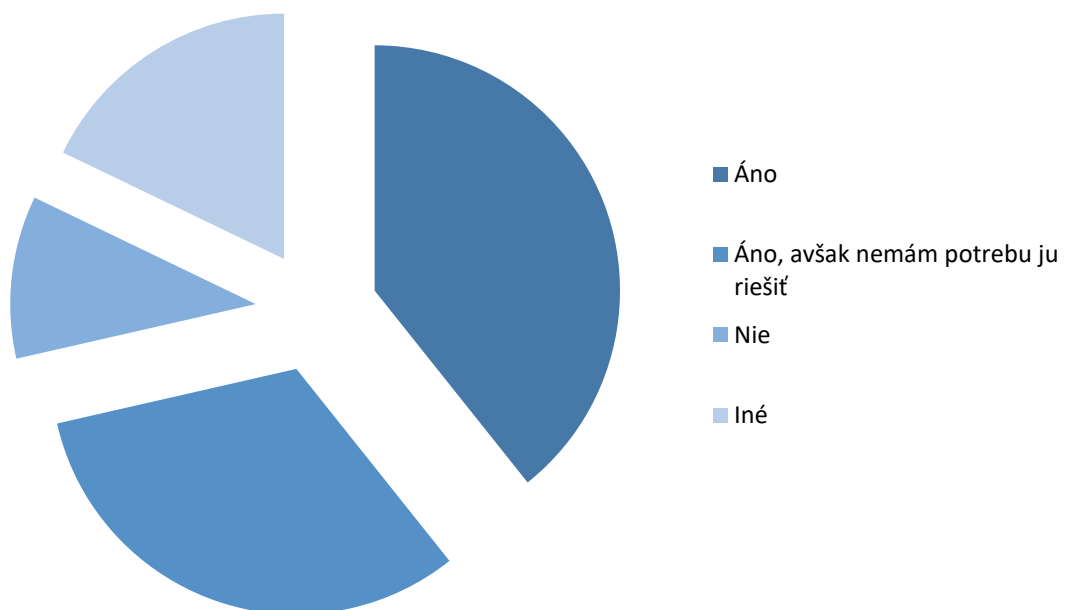
*Graf č. 4: Riešenie problému*

*V prípade, že nežijete vo vlastnej domácnosti, ale v budúcnosti by ste tento problém riešili.*



*Graf č. 5: Kúpa zariadenia*

*Je táto situácia podľa vášho názoru závažná a je potrebné ju riešiť?*



*Graf č. 6: Závažnosť situácie*

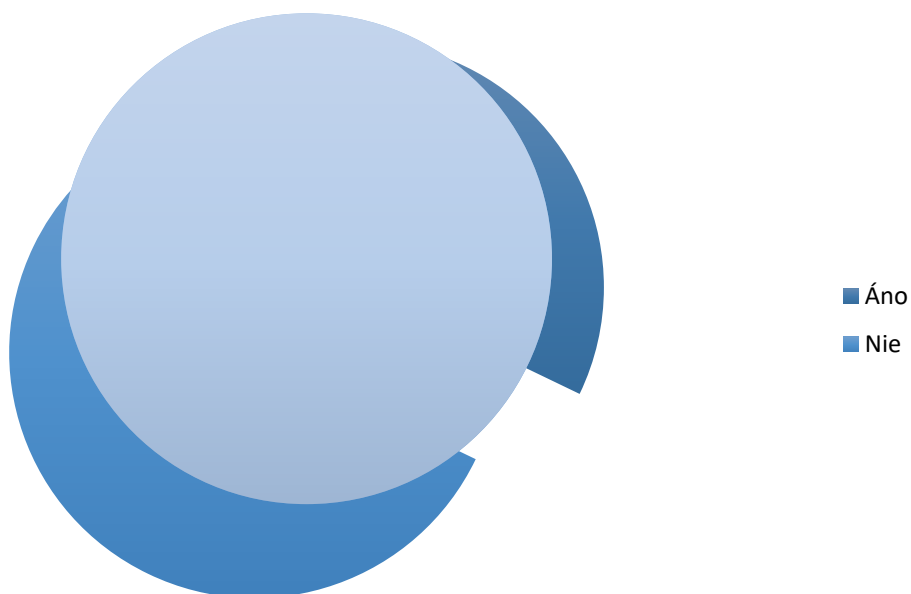
V otázke č. 6 bola možnosť odpovedať v možnosti č. 4 aj písomne, zo získaných odpovedí je zrejmé, že respondenti nemajú znalosť situácie a nevedia situáciu posúdiť.

*Je v oblasti, v ktorej žijete pitná voda nevyhovujúcej chuti? Nechutí vám?*



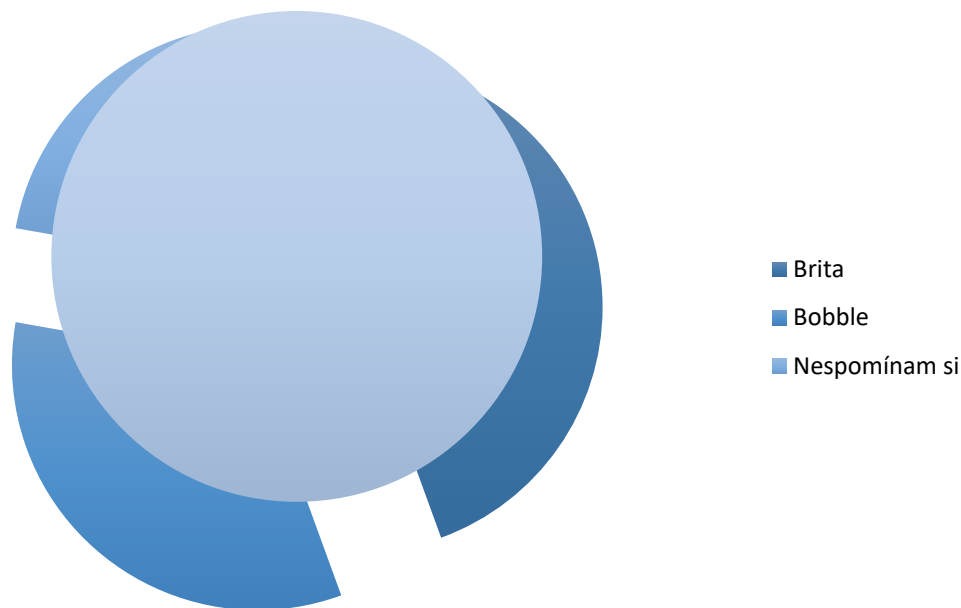
*Graf č. 7: Chuť vody*

*Použili ste niekedy filtračnú fľašu, kanvicu, filtračnú jednotku alebo iný produkt či zariadenie na filtráciu vody?*



*Graf č. 8: Použitie*

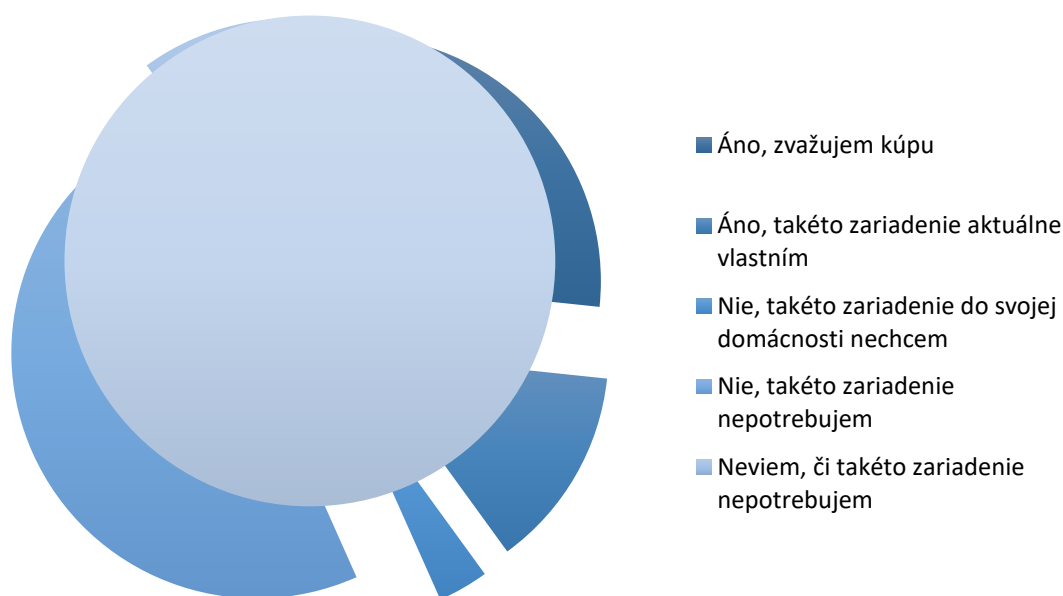
*Pokiaľ ste na predchádzajúcu otázku odpovedali kladne, uveďte prosím typ produktu, jeho značku a vašu skúsenosť s týmto produktom.*



*Graf č. 9: Skúsenosti*

V otázke č. 8. odpovedalo kladne 9 respondentov, preto v otázke, ktorá nasledovala, je pole respondentov menšie. Z odpovedí vyplynula značná znalosť trhu s prenosnými filtračnými produktami. Avšak našli sa aj respondenti, ktorí si nedokázali spomenúť.

*Zvažovali ste niekedy kúpu takéhoto zariadenia?*



*Graf č. 10: Kúpa zariadenia*

Zariadenie, ktorého kúpu zvažujete, alebo ho v súčasnosti vlastníte, využíva jednu z nasledujúcich technológií, prosím vyberte.



Graf č. 11: Technológia

Okrem technológií uvedených v dotazníku, respondenti využívajú zariadenia na bázi aktívneho uhlia. Iba malé percento si nedokázalo spomenúť a uviesť druh.

Tvrdá voda navyšuje spotrebu energie v domácnosti, uveďte o koľko % si myslíte, že tvrdosť vody prispieva k zvýšenej spotrebe.



Graf č. 12: Spotreba



*Aká je podľa vás časová návratnosť pri investícií do zariadenia na filtráciu vody?*



*Graf č. 13: Časová návratnosť*

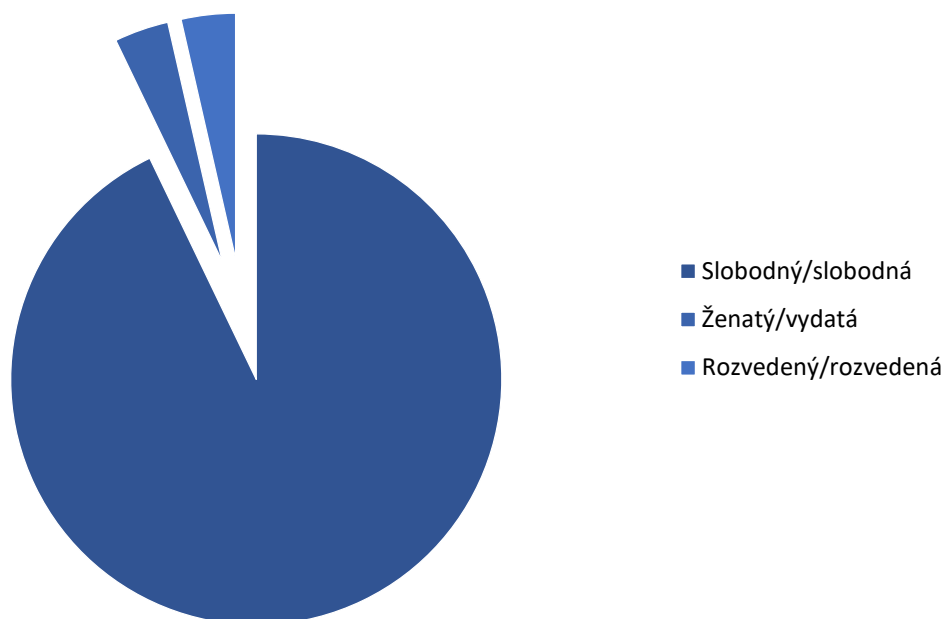
Otázky na záver dotazníka boli zamerané na demografické informácie o respondentoch, ako sú vek, pohlavie, rodinný stav, vzdelanie či pracovný stav.



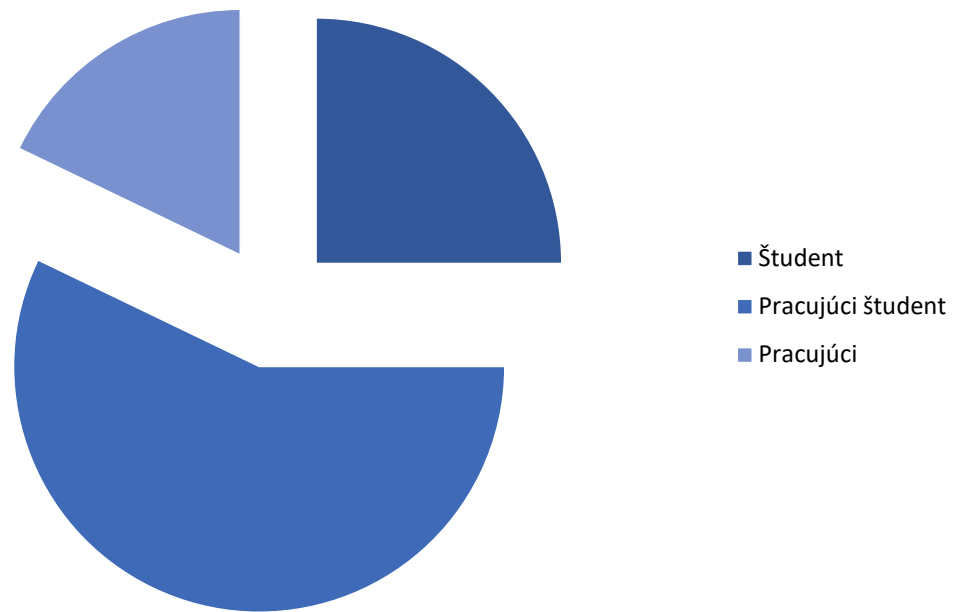
*Graf č. 14: Pohlavie*



Graf č. 15: Vek



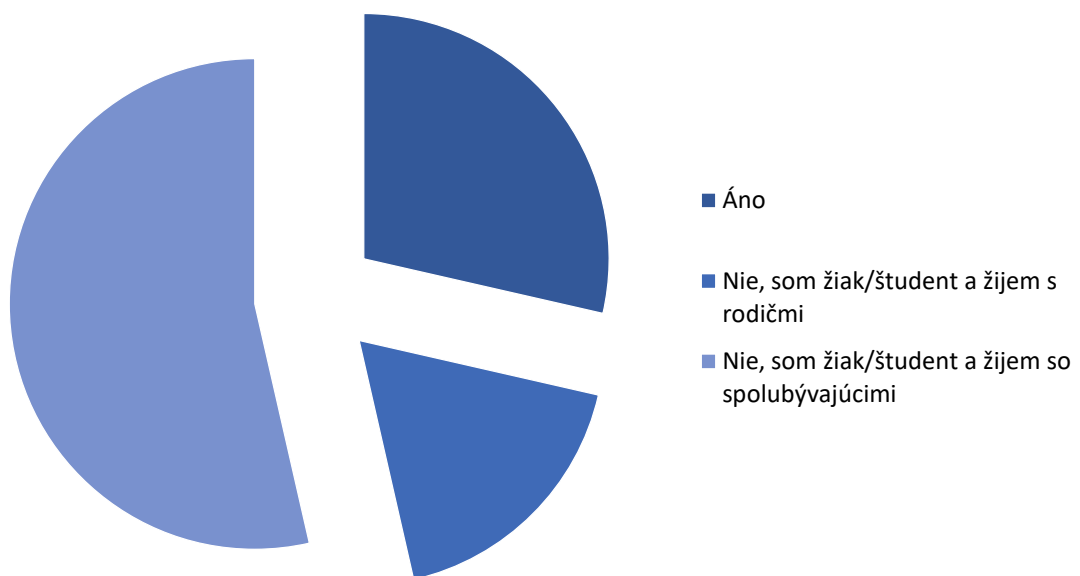
Graf č. 16: Rodinný stav



Graf č. 17: Pozícia

Na záver dotazníka bola umiestnená otázka s cieľom zistiť typ domácnosti, v ktorej respondenti žijú, keďže veľké percento opýtaných boli predpokladaný študenti vysokých škôl a univerzít.

*Žijete vo vlastnej domácnosti?*



Graf č. 18: Vlastná domácnosť

### 3.1.4 Zhrnutie

Z výskumu vyplynula značná neznalosť respondentov o problematickej situácii. Našlo sa len nízke percento tázaných, ktorý mali povedomie o problémoch s vodou a vedeli ich definovať. Taktiež si opýtaní nie sú vedomí, aká situácia je v ich regiónoch a či sa problémy s tvrdou vodou týkajú aj ich domácností. V prípade, že o problémy vedia, nemajú potrebu ho riešiť. Pri otázke zameranej na budúcu prípadnú kúpu zariadenia na filtráciu vody, sa opäť prejavuje nezáujem a ignorácia závažného problému. Avšak z výskumu taktiež vyplýva uvedomenie si závažnosti situácie. Dalo by sa povedať, že respondenti cítia vážnosť, no chýba potreba hľadania riešenia. Objavuje sa aj problém zlej chuti vody, ktorá nevyhovuje pomerne veľkej časti respondentov.

V oblasti skúseností, s používaním zariadení na filtráciu vody je vidieť znalosť trhu, avšak znalosť obmedzenú na komerčný trh produktov bežne dostupných na pultoch obchodov. Spomínajú sa značky ako Brita a Bobble, ktoré síce vyrábajú produkty na filtrovanie vody, no ich portfólio sa sústreďuje na trendové produkty dostupné pre masu. Technológiou, ktorú poznajú a využívajú je destilácia a v prípade mechanických filtrov, sú to aktívne uhlíkové filtre. Respondenti vyjadrili nekomplexný názor v otázke zameranej na kúpu zariadenia. Názory sa rôznia a neprevažuje ani jeden z nich. Povedomie o zvýšenej spotrebe je taktiež veľmi nízke a prevláda mylný názor, keďže reálne čísla sa blížili ku 50%. Na druhej strane v otázke návratnosti, sa opýtaní nemýlili a i bez vedomosti o prípadnej cene produktu, odhľadli časovú rovinu správne.

#### 3.1.4.1 *Profil respondenta*

Profil respondenta je jednoducho definovateľný a dopadol podľa očakávaní. Na dotazník odpovedalo 15 žien a 13 mužov, väčšina vo veku 18 – 25 rokov, slobodní, pracujúci študenti žijúci v zdieľaných domácnostiach.

## **II. PRAKTICKÁ ČASŤ**

## 4 KONCEPT

Projekt je založený na spolupráci s firmou Asio spol. s r. o., která sa zaoberá výrobou zariadení na čistenie odpadných vôd. Najväčším prínosom celého projektu je využitie novej technológie, ktorá sa na domácim trhu zatiaľ nevyužíva alebo sa využíva iba minimálne. V tomto spoločnosť vidí značnú výhodu oproti konkurencii a diery na trhu. Z tohoto dôvodu bolo pri navrhovaní nutné brať na zreteľ požiadavky a pripomienky danej spoločnosti a trhu. Zadaním bolo vytvoriť návrh krytu zariadenia na kapacitnú deionizáciu. Ide o zariadenie primárne umiestňované do technických miestností, či pivničných priestorov rodinných domov. Umiestnenie už samo o sebe napovedá, že ide o čisto technickú záležitosť, avšak snaha bola zameraná na vytvorenie dizajnu s nadčasovými prvkami.

### 4.1 Filozofia produktu

Produkt sám o sebe ťaží z minimalistického prístupu a jednoduchosti, ktorá bola využitá pri jeho navrhovaní. Čistý, geometrický dizajn, ktorý je pre tento produkt príznačný iba dopĺňa primárne funkcie výrobku a snaží sa o jednoduchšie začlenenie technického zariadenia do domácnosti. Zámerom, ktorý je veľmi podstatný, bola snaha o vytvorenie designu, ktorý podporí rozšírenie povedomia o technológií a pritiahne prípadných záujemcov. Filozofiou produktu bolo navrhnuť zariadenie s určitou myšlienkou, nie len funkciou. O produkte teda môžeme rozmýšľať v spojitosti s vodou a jej dostupnosťou či kvalitou.

### 4.2 Inšpiračné zdroje

Pri navrhovaní produktu bolo použitých niekoľko zdrojov inšpirácie. Jedným z nich sú aj ľudské potreby, potreba vody a jej nedostatok. Už od začiatku bol návrh sprevádzaný úvahami o čistote formy a vyzdvihnutí funkcie, tak ako to platí aj v prírode v prípade vody a jej foriem. Jemná subtílna forma s neraz enormným dopadom a účinkom na okolie či ľudskú činnosť.

Objavila sa taktiež myšlienka materiálovej odlišnosti či rovnováhy tvarov a materiálov, ktorá v konečnom dôsledku dotvára celkový ráz výrobku. Inšpiráciou sa stala jednak geometrická abstrakcia, a ako jej protiklad, výrobky od spoločností ako Braun a Benq & Olufsen, ktoré vynikajú svojou kvalitou spracovania a minimalistickou formou.

Z dizajnu je znateľná inšpirácia vodou v prírode, kvapkou a následne transformáciou jej tvaru do konečnej podoby, ktorá vo výsledku pripomína rieku či vodný tok. Prúdenie vody v prírode, tak ako aj prúdenie vody v domácnosti a prietok produktom. Silná inšpirácia, ktorá sprevádzala prvotný impulz vychádza z loga spoločnosti, ktoré reprezentuje kvapku vody, či list rastliny. Kombinácia týchto prvkov zanecháva silnú myšlienku spojenú s ekológiou a prírodou.



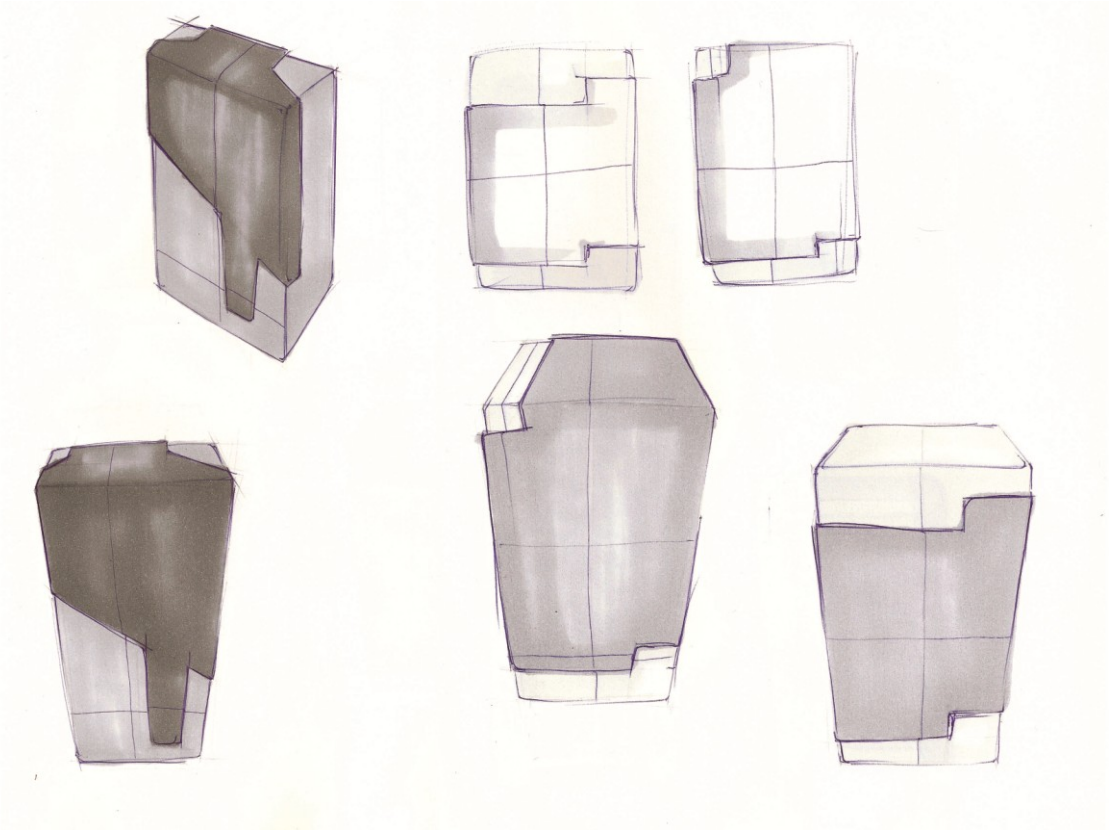
Obrázok č. 22: Inšpirácia

### 4.3 Cieľová skupina

Produkt je primárne určený do domácností, dalo by sa teda tvrdiť, že cieľovou skupinou sú rodiny. Avšak je nutné podotknúť, že z členov rodiny je to primárne otec, či iný mužský člen, starajúci sa o technické zariadenia či vybavenie domácnosti. Takisto je možné tvrdiť, že do cieľovej skupiny spadajú aj ľudia, ktorí v momente kúpy produktu stavajú či rekonštruujú dom. Cena a výber technológie zapadajú do kategórie vyššej strednej triedy, keďže požitie novej technológie a počiatkový nízky náklad výroby sa odrazí primárne na cene výrobku. Zariadenie je atraktívne hlavne pre tých, ktorí dbajú o svoje zdravie a o svoju domácnosť.

## 5 KRESEBNÉ NÁVRHY

Prvé skice sa niesli v duchu skúmania a hľadania, avšak už od počiatku je možné pozorovať princípy, ktoré sa objavujú aj vo finálnej koncepcii. Týmito princípmi sú geometrizácia foriem a snaha o zachovanie čistoty návrhu.



Obrázok č. 23: Skice 1

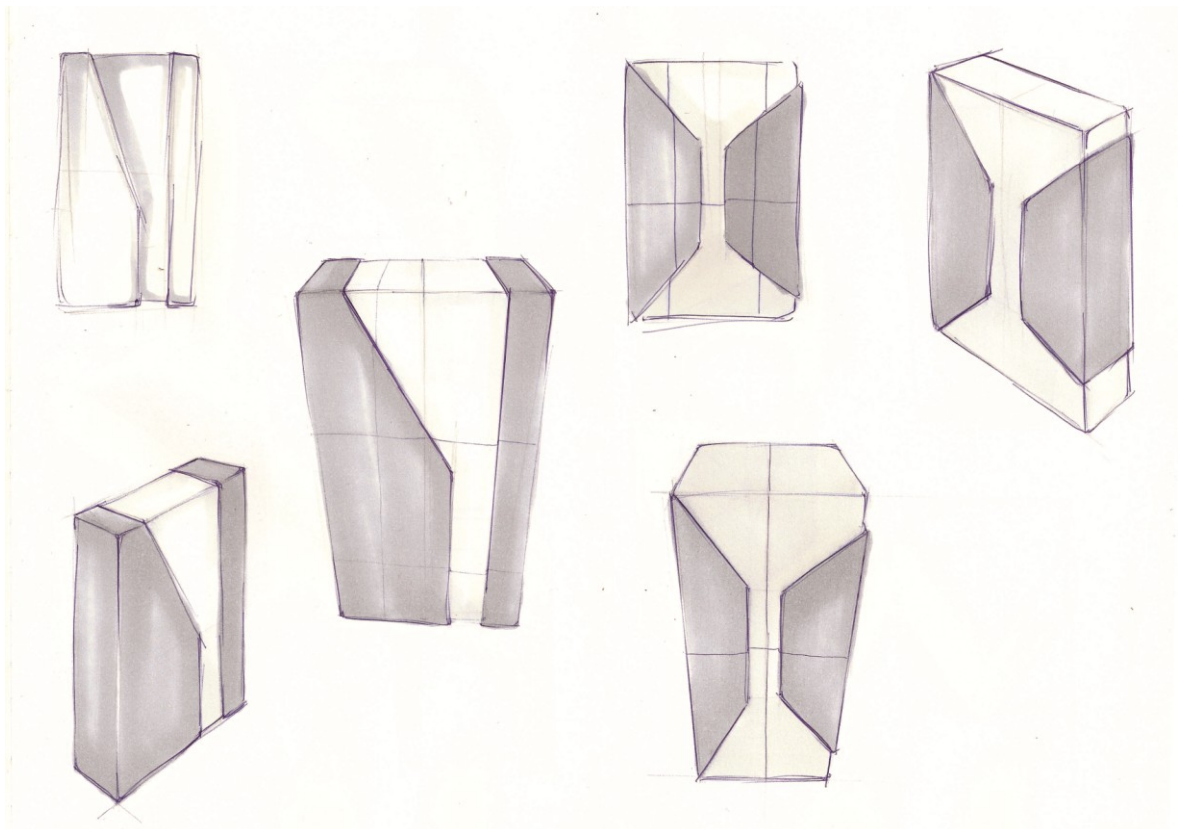
Ide predovšetkým o rozdelenie hmoty ako takej a o geometrické princípy využívané v návrhoch už od počiatku. Táto geometrickosť vyplýva jednak z predpokladaného finálneho umiestnenia produktu, tak aj z minimalistickej formy, zakladajúcej si na detailoch.

V tejto fáze skicovania, ide stále o koncept bez akéhokoľvek technického obmedzenia za účelom hľadania ústredného motívu. Návrhy sa zakladajú na jednoduchom geometrickom delení plochy a prípadnej perforácii či štruktúre na povrchu. Tieto idey sa nesú s návrhmi od začiatku, a prenášajú sa aj do pokročilejších návrhov.

V prvej fáze navrhovania sa zatiaľ nepočíta s konkrétnym systémom otvárania, avšak berie sa ohľad na možnosť prípadného upravenia návrhu do podoby, ktorá bude takýmto požiadavkám vyhovovať. Zadanie vytvorené spoločnosťou, zahŕňa možnosť otvárania predného krytu pre jednoduchú dostupnosť elektrotechnických súčiastok, zároveň však požaduje

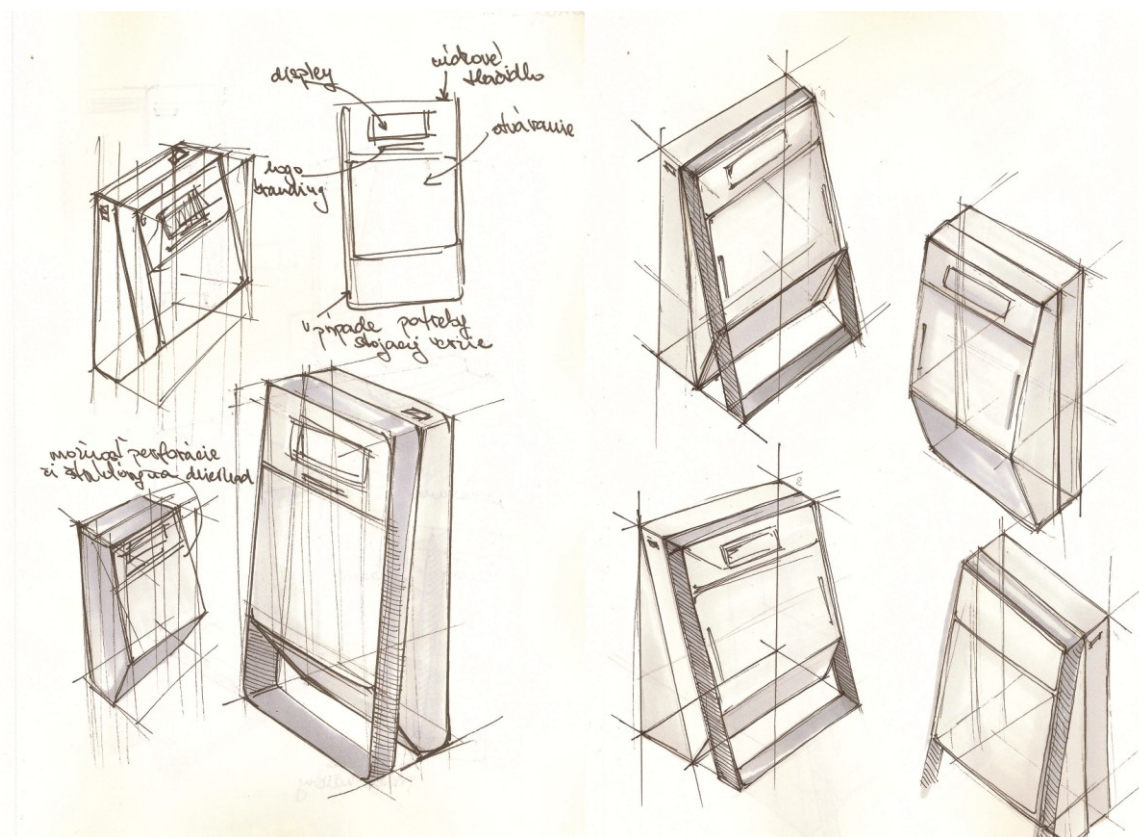


zložitejší systém otvárania s uzamykaním, ktoré by zabránilo neodbornému zachádzaniu s filtračnou jednotkou. Postupným selektovaním kresebných návrhov, boli vybrané dve koncepcie, ktoré po ďalšom rozpracovaní tvorili sériu návrhou postupujúcich do ďalšieho užšieho výberu, už s prihliadnutím na požiadávky a technické parametre určované technológiou.

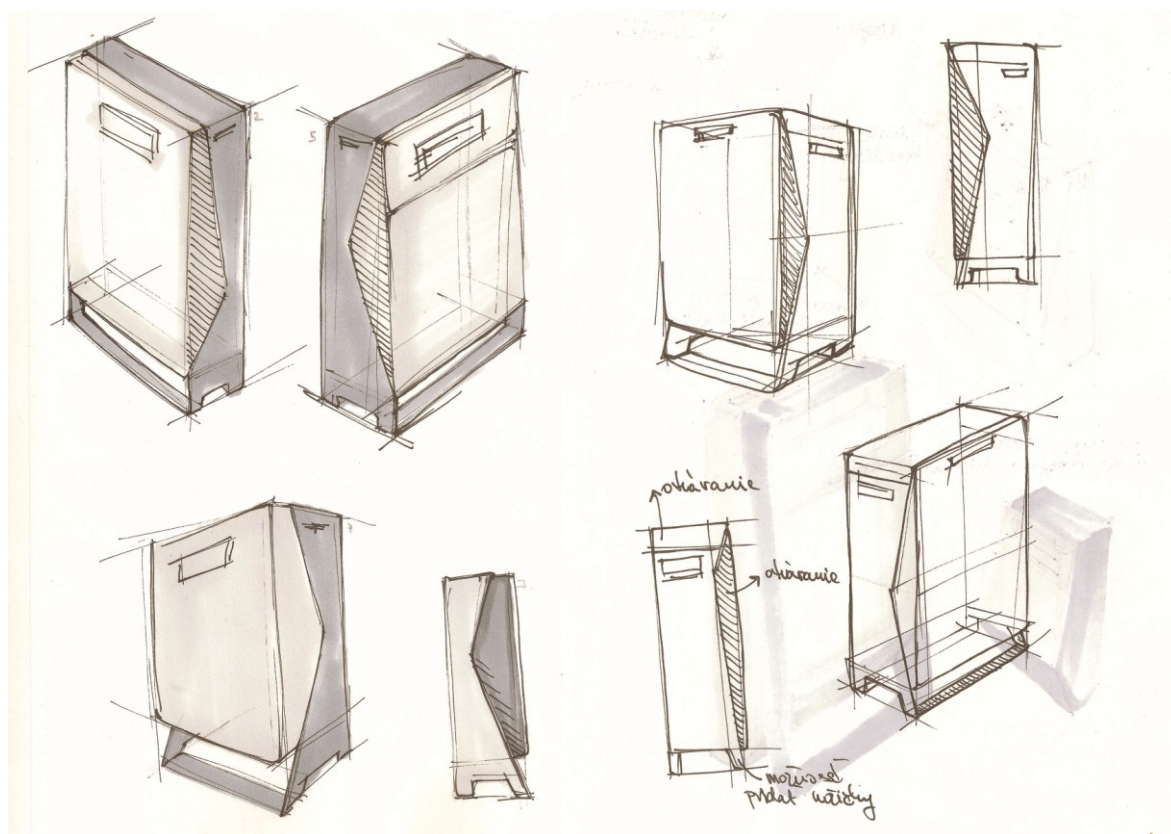


Obrázok č. 24: Skice 2

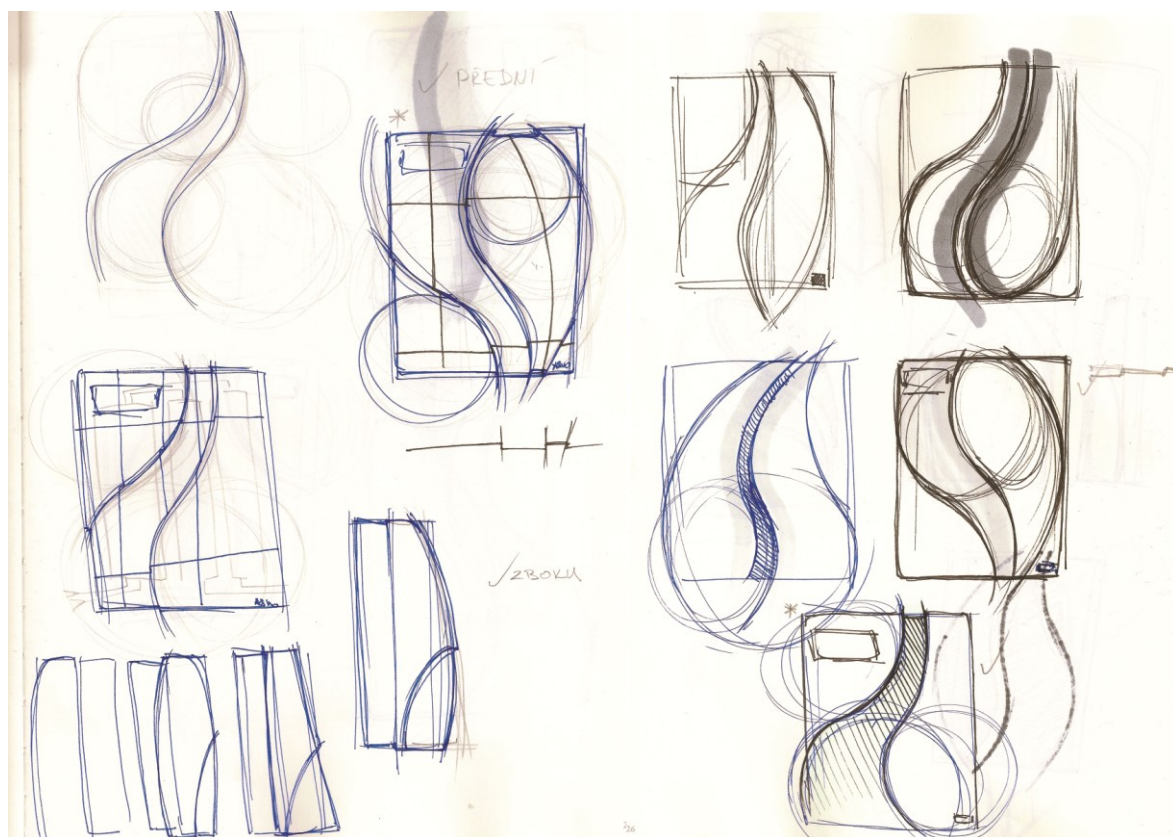
Neskôr boli určené kritéria, ktoré ovplyvňovali ďalšiu tvorbu. V zásade išlo o obmedzenia, ktoré sa týkali rozmerov, použitých materiálov, výrobných technológií či variability výrobku. Najväčším orieškom pri navrhovaní bol spôsob otvárania predného panelu a vnútorné členenie s odtienením filtračných valcov od elektrotechnických súčastí. V tejto fázi navrhovania vznikla myšlienka výklopného veka smerom hore a možnosť otvárania so šetrením okolitého priestoru, kdeže je vysoká šanca, že zariadenie bude umiestnené v miestnosti s nedostatočným priestorom.



Obrázok č. 25: Skice 3



Obrázok č. 26: Skice 4



Obrázok č. 27: Skice 5

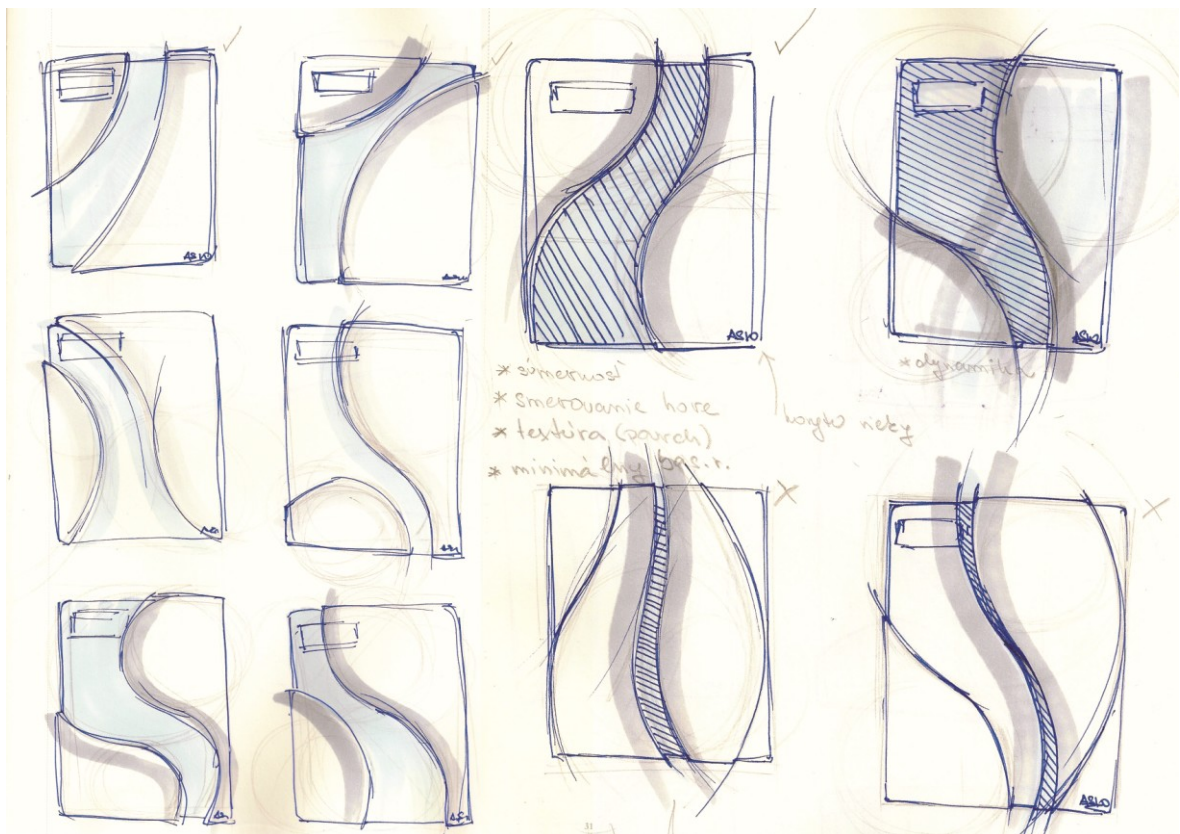
Vybraný koncept sa vyznačuje jednoduchou, zameranou na čisté línie geometrickej formy. Materiál, ktorý dominuje vo finálnej verzii je plast vhodný na vakuovanie doplnený kovovými výstužami v zadnej časti. Výstuže slúžia tak isto aj na ukotvenie na stenu a uchytanie vnútorných súčiastok.

## 6 FINÁLNE ROZPRACOVANIE VYBRATEJ KONCEPCIE

Ďalšou fázou projektu je rozpracovanie už konkrétnej finálnej koncepcie, ktorá zohľadňuje všetky požiadavky a berie ohľad na technológiu. V tejto fáze je nutné pripraviť všetky podklady tak, aby boli vhodné pre ďalšiu prezentáciu ale aj pre výrobu finálneho produktu.

### 6.1 Finálny návrh

Ako finálny návrh bol vybraný jeden z konceptov rozvíjajúcich myšlienku zakomponovania symboliky vody a jej dynamiky do predného krytu zariadenia. Jednoduché členenie a predné línie mali reprezentovať tok vody, jej prúdenie, prechod zariadením.

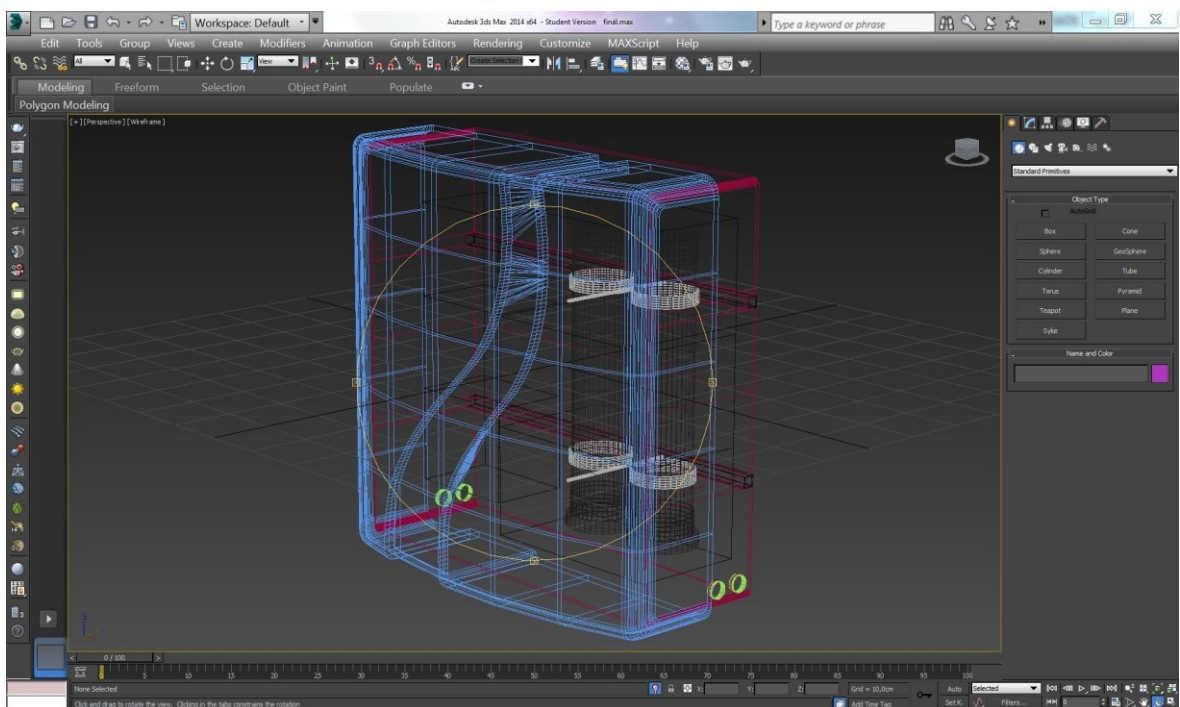


Obrázok č. 28: Finálny návrh

## 6.2 3D modelovanie

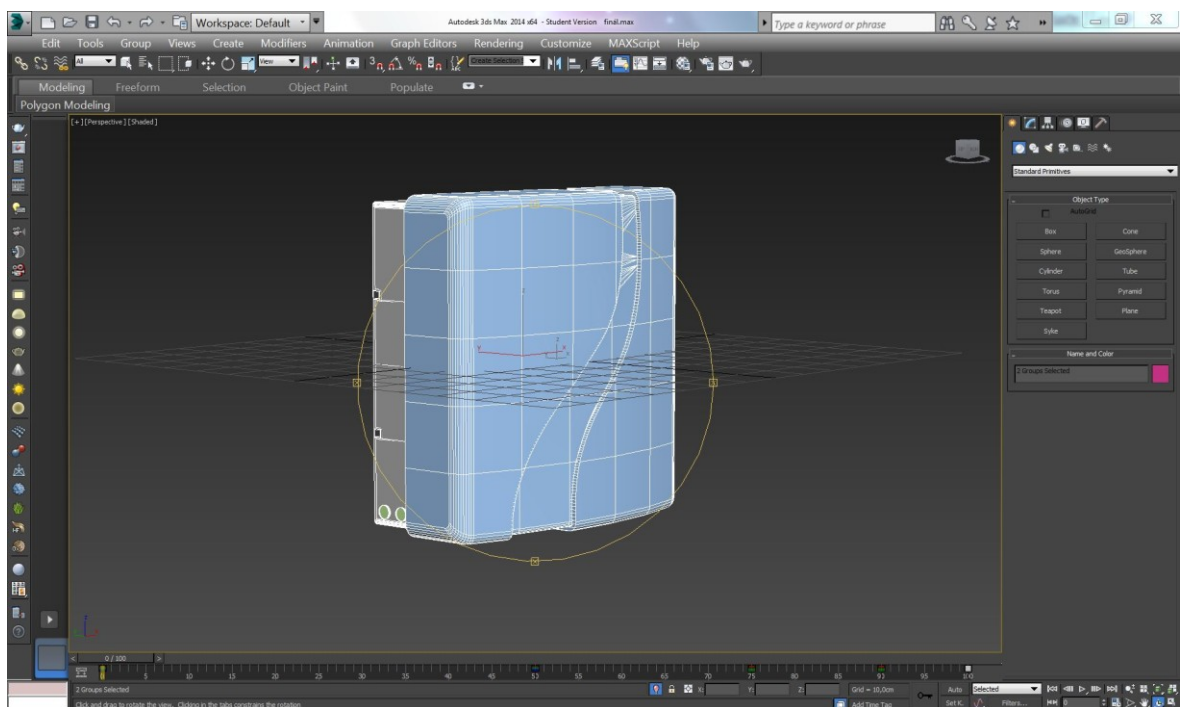
K vytvoreniu 3D modelov, je použitý software 3Ds Max od spoločnosti Autodesk. Tento proces je sprevádzaný postupným prevádzaním návrhov z kresobnej formy do formy virtuálneho modelu. Proces uľahčuje dizajnérsku prácu a skraca čas, ktorý by bol v minulosti strávený vytváraním modelu v mierke.

Software poskytuje možnosť veľmi rýchlo a jednoducho meniť jednotlivé časti daného návrhu, vracat' sa k počiatočným modelom či opravovať chyby, ktoré nie sú zrejme z kresobných návrhov a vo fáze výroby by mohli spôsobiť závady na výrobku. Software je veľkou pomocou nielen v konštrukcii výrobku, ale aj pri výbere materiálov. Umožňuje vidieť model z rôznych uhlov, za rôznych svetelných podmienok a v rôznych materiálových prevedeniach.



Obrázok č. 29: Vznik 3D modelu 1

Software je pomocníkom nielen pri tvarovej štúdií obejktu ale aj pri čisto formálnej súčasti navrhovania, akou je výber povrchovej úpravy či materiálu. Poskytnutie komplexného pohľadu na výrobok tak uľahčuje odhalenie jednotlivých nedostatkov s dostatečným predstihom.



Obrázok č. 30: Vznik 3D modelu 2

### 6.3 Rendrovanie

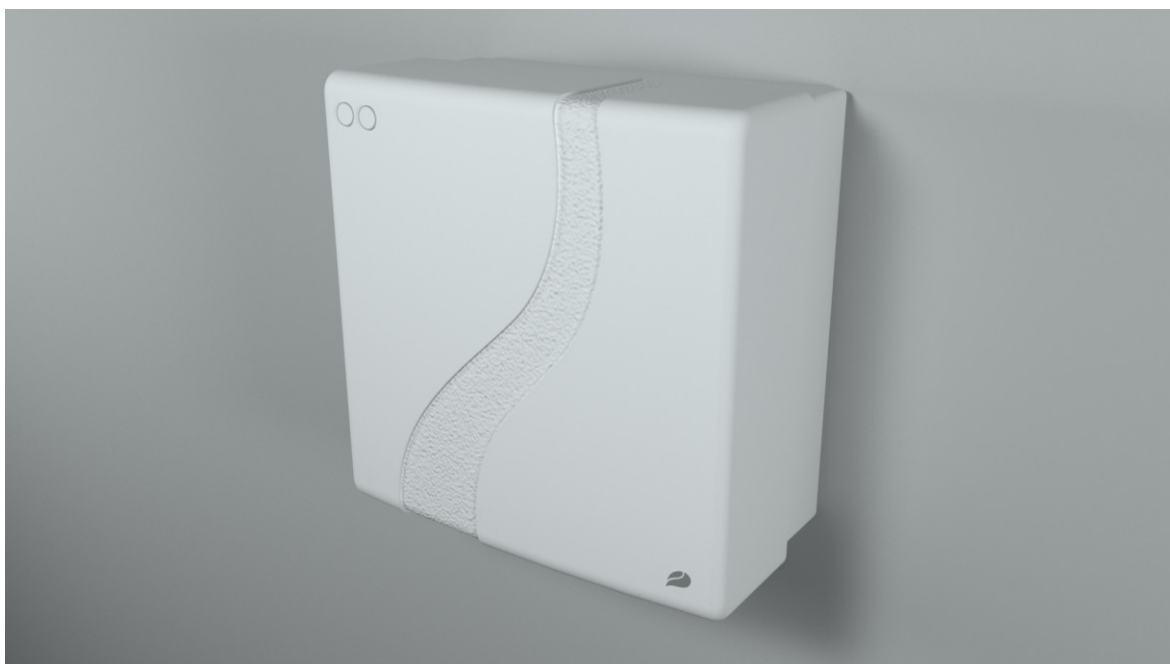
3D rendrovanie je automatický proces konverzie 3D sietového modelu do 2D obraz s použitím foto-realistických materiálov. Je to finálny proces tvorby 2D obrázkov z predom predpripravenej scény. Existuje niekoľko metód rendrovania odlišujúcich sa náročnosťou, využitou technológiou a použitím v praxi.

V tejto práci je použité rendrovanie za pomoci software-u 3Ds Max a Vray, na základe polygonálnej siete s namapovaným materiálom. A následnou úpravou v grafickom programe Adobe Photoshop. V tomto prípade je použitý plast, ktorý tvorí väčšinu tela produktu v kombinácii s kovom, umiestneným na elektrotechnických súčiastkách a na výstuži zadnej steny.

Rendrovanie je proces zložitý a závislý od niekoľkých faktorov, okrem výkonu počítača, ktorého sila ovplyvňuje rýchlosť rendrovania, sem dozaista patrí nastavenie svetiel, ich rozmiestnenie, sila a celková atmosféra nimi vytvorená. Tak isto materiály, ich druh, lesk či priehľadnosť. Je potrebné tieto nastavenia stále vylepšovať a snažiť sa o dosiahnutie fotorealistického výsledku. Výsledkom je potom obrazový súbor, ktorý napodobňuje vzhľad reálneho produktu.



*Obrázok č. 31: Vizualizácia 1*

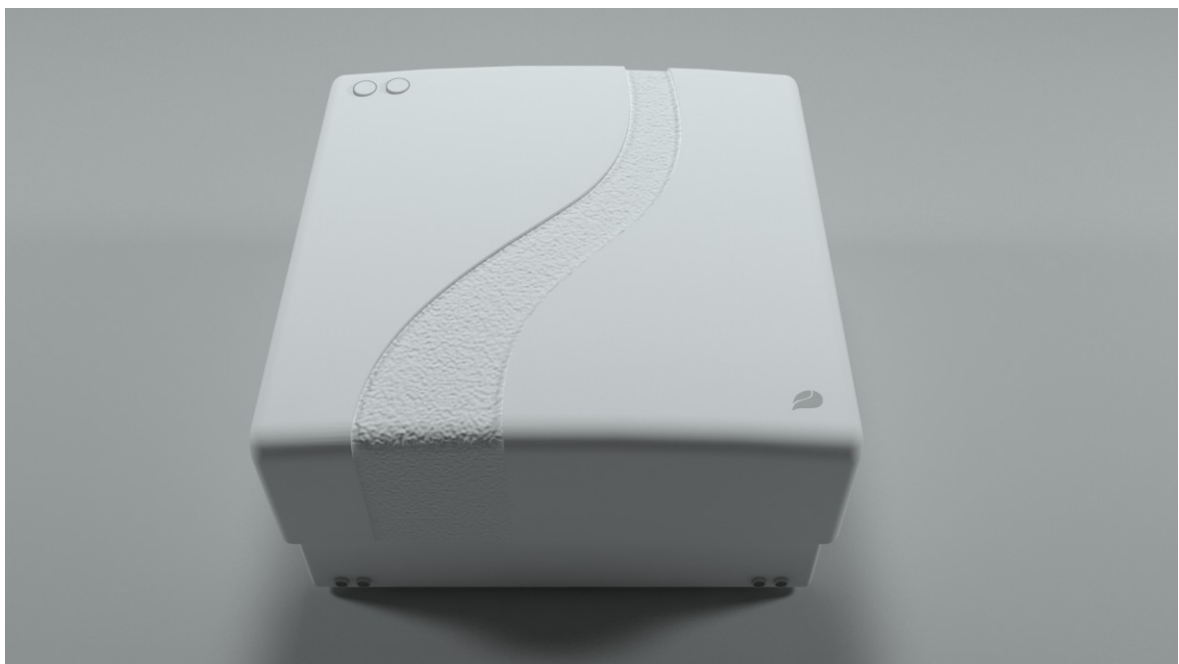


*Obrázok č. 32: Vizualizácia 2*



*Obrázok č. 33: Vizualizácia 3*

Na vizualizáciách je možné stále vidieť viacero rozpracovaných návrhov. Keďže software je schopný pomocou veľmi jednoduchých krokov meniť určité parametre, variabilita produktov je široká a ľahko simulovateľná.



*Obrázok č. 34: Vizualizácia 4*





Obrázok č. 35: Vizualizácia 5

Na vizualizáciách môžeme vidieť mnoho pohľadov na výrobok samotný, a taktiež zameranie sa na detaily. V ľavom hornom rohu sú umiestnené minimalistické ovládacie prvky, ktorú slúžia na signalizáciu chodu, prípadne poruchy. Pravý dolný roh, bol vhodný na umiestnenie loga spoločnosti, ktoré v chladnom kovovom prevedení kontrastuje čistote výrobku a dodáva tak návrhu nádych elegancie. Citlivý a jemný dizajn dotvára taktiež aj štruktúra umiestnená v stredovom pruhu. Navrhovaná štruktúra by mala pripomínať vodnú hladinu a podporiť tak symboliku vody.



Obrázok č. 36: Detail 1



Obrázok č. 37: Detail 2

## 7 FINÁLNE VIZUALIZÁCIE

Vizualizácie, ktoré zobrazujú finálny návrh, už v predpokladanom materiály s detailami, ktoré dopĺňajú návrh a tvoria celý dizajn oveľa celistvejší.



*Obrázok č. 38: Finálna vizualizácia 1*



*Obrázok č. 39: Finálna vizualizácia 2*

## ZÁVER

Cieľom tejto bakalárskej práce bolo vytvoriť návrh dizajnu na zariadenie na kapacitnú deionizáciu. Nejde však iba o formálnu stránku veci, už od začiatku bolo definované zadanie, ktoré obmedzuje a určuje funkčnú stránku veci. Toto zadanie bolo potrebné dodržať a naplniť.

Prvá časť bakalárskej práce sa zaoberá teóriou vody, jej rozdelením, vlastnosťami, využitím. Hlavnú časť tvorí história filtrácie vody a história odsol'ovania samotného. V teoretickej časti sú ďalej analyzované konkurenčné spoločnosti a svetovom ale aj domácim trhu. Porovnanie technológií a zváženie ekonomickej situácie ústi k výskumu, ktorý bol tvorený formou online dotazníka. Výskum je ďalej analyzovaný a jeho výsledky sú zhrnuté na konci teoretickej časti bakalárskej práce.

Hlavný cieľom praktickej časti bakalárskej práce je popis vývoja návrhu. Túto časť otvára popis konceptu, zadania a hľadania hlavnej myšlienky. Filozofia produktu sa neskôr stáva nosným prvkom celého dizajnu a nepriamo určuje celý neskorší proces navrhovania. V tejto časti sa nachádzajú prvé kresebné návrhy, ktoré dopĺňajú a slúžia pre vytvorenie lepšieho obrazu o danom návrhu. Nájdeme tu aj popis vytvárania 3D modelov, ktorý zceluje predstavu o priebehu navrhovania. Nasledujúca časť je venovaná finálnym vizualizáciám už v navrhovanom materiály s detailami, ktoré dotvárajú produkt ako komplexný celok.

**ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY**

- [1] Water. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-12-17]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Water>
- [2] WANG, Rhoda G. M. Water contamination and health: integration of exposure assessment, toxicology, and risk assessment. New York: Dekker, c1994. ISBN 08-247-8922-9.
- [3] History of water filters. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2017-01-21]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_water\\_filters](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_water_filters)
- [4] BUROS, O.K. The ABC's of Desalting. Topsfield (Massachusetts, USA), 1990
- [5] Industrial waste water desalination. MEGA Industrial and Municipal water treatment [online]. Praha: MEGA, 2017 [cit. 2017-01-21]. Dostupné z: <https://www.mega.cz/water>
- [6] O společnosti : Asio, spol. s. r. o. Asio [online]. Brno: Topinfo CMS, 2017 [cit. 2017-01-21]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/o-spolecnosti>
- [7] Role of desalination in addressing water scarcity. New York: United Nations, 2009, 46 s. ESCWA water development report. ISBN 978-92-1-128329-7.
- [8] Desalination: A National Perspective. Washington, D.C.: National Academies Press, 2008, 298 s. ISBN 03-091-1924
- [9] KOLEKTIV AUTORŮ. 1985. *Hygiena vod*. Ediční středisko Vysoké školy veterinární v Brně, 78 s. ISBN 60-901-1985.
- [10] Voda. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-12-17]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Voda>
- [11] HOFFMANN, J., KUPEC, J. 1982. *Ochrana životního prostředí*. Ediční středisko VUT Brno, s. 36 – 45. ISBN: 55-633-82.
- [12] FOŘT, P. 2003. *Co jíme a pijeme? Výživa pro 3.tisíciletí*. Olympia Praha, s. 171 – 185. ISBN 27-057-2003. 7.
- [13] SCHWENK, T., SCHWENK, W., JACOBI, M. 2005. *Tři úvahy o podstatě vody*. Fabula, s. 7 – 43. ISBN 80-86600-22-X.

- [14] BECKO, V ., BENEŠOVÁ, V ., ČERNÁ, M., HOLCÁTOVÁ, I., HONZÁK, R., KLEIN, O., KLENER, V., KOZÁK, J., KRÁLÍKOVÁ, E., KUDLOVÁ, E., NEDVĚDOVÁ, M., PET ANOVÁ, J., RAMEŠ, J., RÖSSNER, P ., SLÁMOVÁ, A., SOJKOVÁ, N. 2002. *Hygiena*. Karolinum – Univerzita Karlova v Praze, s. 54 – 61. ISBN 80-7184-551-5.
- [15] ODSTRČIL, J., ODSTRČILOVÁ, M. 2006. *Chemie potravin*. Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů , s. 135 – 141. ISBN 57-853-06.
- [16] Doc. Ing. Pavel Pitter, CSc.- Hydrochemie, SNTL Nakladatelství technické literatury Praha 1981.
- [17] Ing. Jiří Podhorský a Ing . Ladislav Žáček , CSc. - Úpravy vody a jejich provoz , Vy- dalo ministerstvo lesního a vodního hospodářství ČSR ve Státním zemědělském nakladatelství v Praze roku 1975.
- [18] VELÍŠEK, J. 1999. *Chemie potravin 2*. OSSIS, s. 110 – 153. ISBN 80-902391-4-5.
- [19] MARTINÍK, K. 2005. *Výživa „Kapitoly o metabolismu“*. Gaudeamus Hradec Králové, s. 128 – 157. ISBN 80-7041-354-9.
- [20] PLECHÁČ, V. 1989. *Voda problém současnosti a budoucnosti*. Svoboda, 331 s. ISBN 25-112-89.
- [21] Vyhláška 252/2004 sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody.
- [22] TLÁSKAL, P. 2006/1. *Výživa a potraviny – Příjem vody je základní podmínkou našeho života*. Výživa servis s.r.o., s. 2 – 3.
- [23] *Role of desalination in addressing water scarcity*. New York: United Nations, 2009. ESCWA water development report. ISBN 978-92-1-128329-7.
- [24] GLOBAL RESIDENTIAL WATER TREATMENT MARKET SHOWS TREMENDOUS GROWTH [online]. San Antonio, TX: Penn Well Corporation, 2010 [cit. 2017-01-06]. Dostupné z: <http://www.waterworld.com/articles/2010/08/global-residential-water-treatment-market-shows-tremendous-growth.html>
- [25] The Artemis Top 50 [online]. San Francisco, CA: The Artemis Project, 2011 [cit. 2017-01-06]. Dostupné z: <http://artemistop50.com>

- [26] Idropan [online]. Milan, Italy: Water is our passion, 2012 [cit. 2017-01-06]. Dostupné z: <http://www.idropan.com/en/>
- [27] Enpar Technologies: Providing Better Water Treatment Solutions [online]. Guelph, ON, Canada: Enpar Technologies, 2016 [cit. 2017-01-06].  
Dostupné z: <http://www.enpar-tech.com>
- [28] Aqua EWP: Electronic Water Purifier [online]. San Antonio, TX: Aqua EWP, 2016 [cit. 2017-01-06]. Dostupné z: <http://aquaewp.com>
- [29] Battelle Memorial Institute. Battelle [online]. Columbus, Ohio: Battelle Memorial Institute, 2017 [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <https://www.battelle.org>

**ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK**

spol. s. r. o.	spoločnosť s ručením obmedzeným
g/l	gram na liter
g	gram
Mzd	Ministerstvo zdravotníctví České republiky
ČSN	české technické normy
Sb.	Sbírka zákonů
pH	potentia hydrogenii
°C	stupeň Celzia
%	percento
č.	číslo
pred Kr.	pred Kristom
po Kr.	po Kristovi
Dr.	doktor
USA	United States of America
ml	mililiter
EDL	electrical double layer
nm	nanometer
HDP	hrubý domáci produkt
GE	General Electronics
CNBC	Consumer News and Business Channel
RDI	radial deionization
ESD	electro static deionization
a. s.	akciová spoločnosť

## ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. č. 1: Zrodenie Venuše

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/0b/Sandro\\_Botticelli\\_-\\_La\\_nascita\\_di\\_Venere\\_-\\_Google\\_Art\\_Project\\_-\\_edited.jpg/1920px-Sandro\\_Botticelli\\_-\\_La\\_nascita\\_di\\_Venere\\_-\\_Google\\_Art\\_Project\\_-\\_edited.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/0b/Sandro_Botticelli_-_La_nascita_di_Venere_-_Google_Art_Project_-_edited.jpg/1920px-Sandro_Botticelli_-_La_nascita_di_Venere_-_Google_Art_Project_-_edited.jpg)

Obr. č. 2: Dostupnosť sladkej vody?

[http://vesmir.cz/wp-content/uploads/2014/07/voda-dostupnost\\_unep.png](http://vesmir.cz/wp-content/uploads/2014/07/voda-dostupnost_unep.png)

Obr. č. 3: Cena vody v okresných mestách v roku 2017

<https://www.skrblik.cz/wp-content/uploads/tema/02-cena-vody-2017-full.png>

Obr. č. 4: Tvrdosť vody

<http://webmium.blob.core.windows.net/users/92039/assets/59157208ee18a0b835c327b0bf1801a4/mapa.jpg>

Obr. č. 5: Hippokratovo puzdro

<http://451t64mkc4y29ycj812gayln3a.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2015/09/water-purification.gif>

Obr. č. 6: Odsolňovacia stanica

[http://www.haaretz.com/polopoly\\_fs/1.596271.1401454865!/image/773255580.jpg\\_gen/derivatives/headline\\_1218x685/773255580.jpg](http://www.haaretz.com/polopoly_fs/1.596271.1401454865!/image/773255580.jpg_gen/derivatives/headline_1218x685/773255580.jpg)

Obr. č. 7: Odsolňovanie

<http://static.panoramio.com/photos/large/111004679.jpg>

Obr. č. 8: Voltea – Modul

<http://voltea.com/wp-content/uploads/2014/03/MODULES2-1.jpg>

Obr. č. 9: Voltea – Development Kit

<http://voltea.com/wp-content/uploads/2014/03/DK-1.jpg>

Obr. č. 10: Idropan – Plimmer

[http://www.idropan.com/wp-content/uploads/2014/04/rsz\\_plimmer\\_4g\\_pico\\_1.jpg](http://www.idropan.com/wp-content/uploads/2014/04/rsz_plimmer_4g_pico_1.jpg)

Obr. č. 11: Atlantis Technologies



<http://www.atlantis-water.com/wp-content/uploads/2015/03/RDI-Image-2.jpg>

Obr. č. 12: Enpar Tech – ESD1

<http://www.enpar-tech.com/electro-static-deionization>

Obr. č. 13: Enpar Tech – ESD2

<http://www.enpar-tech.com/electro-static-deionization>

Obr. č. 14: RALEX01

[https://www.mega.cz/gfx/RALEX\\_unit\\_01\\_LG.jpg](https://www.mega.cz/gfx/RALEX_unit_01_LG.jpg)

Obr. č. 15: RALEX02

[https://www.mega.cz/gfx/RALEX\\_unit\\_02\\_LG.jpg](https://www.mega.cz/gfx/RALEX_unit_02_LG.jpg)

Obr. č. 16: AS-IDEAL PZV

[http://www.asio.cz/img/\\_/as-ideal-pzv/statik2-2-pro-asio.cz\\_200.jpg](http://www.asio.cz/img/_/as-ideal-pzv/statik2-2-pro-asio.cz_200.jpg)

Obr. č. 17: AS-KLARO PZV

[http://www.asio.cz/img/\\_/i.000011/as-klaro-pzv.png](http://www.asio.cz/img/_/i.000011/as-klaro-pzv.png)

Obr. č. 18: Iónová výmena

[http://euroclean.sk/wp-content/uploads/2012/10/iontova\\_vymena.jpg](http://euroclean.sk/wp-content/uploads/2012/10/iontova_vymena.jpg)

Obr. č. 19: Princíp destilácie

*htt-*

[ps://fthmb.tqn.com/k85EYc5cZ4tOVWtjcz1Bg4Fzk08=/800x405/filters:no\\_upscale\(\):fill\(F FCC00,1\)/about/distillation-setup-58b5b9515f9b586046c3e8fc.png](ps://fthmb.tqn.com/k85EYc5cZ4tOVWtjcz1Bg4Fzk08=/800x405/filters:no_upscale():fill(F FCC00,1)/about/distillation-setup-58b5b9515f9b586046c3e8fc.png)

Obr. č. 20: Jednotka reverznej osmózy

<http://euroclean.sk/wp-content/gallery/reverzni-osmozy-2/EUROCLEAN-6-MIDI.jpg>

Obr. č. 21: Schéma princípu CDI

*htt-*

<ps://www.wetsus.nl/includes/resize.asp?lock=1&website=implementatie&v=&height=248 &width=400&secure=0&image=18796a7903ac.png>

Obr. č. 22: Inšpirácia

Obr. č. 23: Skice 1

Obr. č. 24: Skice 2

Obr. č. 25: Skice 3

Obr. č. 26: Skice 4

Obr. č. 27: Skice 5

Obr. č. 28: Finální návrh

Obr. č. 29: Vznik 3D modelu 1

Obr. č. 30: Vznik 3D modelu 2

Obr. č. 31: Vizualizácia 1

Obr. č. 32: Vizualizácia 2

Obr. č. 33: Vizualizácia 3

Obr. č. 34: Vizualizácia 4

Obr. č. 35: Vizualizácia 5

Obr. č. 36: Detail 1

Obr. č. 37: Detail 2

Obr. č. 38: Finálna vizualizácia 1

Obr. č. 39: Finálna vizualizácia 2

**ZOZNAM GRAFOV**

Graf č. 1: Znalost' problematiky .....	40
Graf č. 2: Tvrdá voda v domácnosti .....	40
Graf č. 3: Mesto .....	41
Graf č. 4: Řešení problému .....	41
Graf č. 5: Kúpa zariadenia .....	42
Graf č. 6: Závažnosť situácie .....	42
Graf č. 7: Chuť vody .....	43
Graf č. 8: Použitie .....	43
Graf č. 9: Skúsenosti .....	44
Graf č. 10: Kúpa zariadenia .....	44
Graf č. 11: Technológia .....	45
Graf č. 12: Spotreba .....	45
Graf č. 13: Časová návratnosť .....	46
Graf č. 14: Pohlavie .....	46
Graf č. 15: Vek .....	47
Graf č. 16: Rodinný stav .....	47
Graf č. 17: Pozícia .....	48
Graf č. 18: Vlastná domácnosť .....	48

## ZOZNAM PRÍLOH

CD

Technická dokumentácia

**PRÍLOHA P1: TECHNICKÁ DOKUMENTÁCIA**

