

A DENSO Kft. jelenlegi fém-felületkezelő – feketítő
– műveletsora vízfelhasználás, szennyvízterhelés
csökkentési lehetőségének vizsgálata

Készítette: Németh József

Szak: PE-MK, Környezetmérnök M.Sc.

Évfolyam: I. évfolyam

Küldő Intézmény: Pannon Egyetem Mérnöki Kar, Környezetmérnök
Intézet

Témavezetők: Dr. Kárpáti Árpád, egyetemi docens

Gärtner Szilvia, okl. környezetmérnök

Kivonat

A munka célja, hogy egy autóiipari beszállító speciális technológiájának vízgazdálkodását megvizsgálja, a keletkező szennyvizet a jelenlegi víztartalomnál koncentráltabb állapotba hozza. Továbbá a tisztított vizet a technológiák valamelyikében újrahasznosítsa. Ezáltal jelentős költségcsökkentés lehetőségére tegyen javaslatot.

Az ipari szennyvízkezelés jelentős költséggel és veszéllyel jár. Az említett speciális technológia (a feketítés folyamata) által kibocsátott szennyvízbe jelentős mennyiségű olyan szennyvíz is kerül, amely igen kis koncentrációban tartalmaz alkáli detergenset. Környezetvédelmi és technológiai szempontból is előnyös, ha az ártalmatlanításra kerülő szennyvízbe nem vezetjük bele az olyan elhasznált öblítő- és mosófolyadékokat, amelyek kis ráfordítással, egyszerűbben is megtisztíthatóak és újra felhasználhatóak. Az így visszanyert víz újabb öblítő-, vagy mosófolyadékok készítésére is felhasználható, csökkentve ezzel a vállalat vízfelhasználási költségeit.

A dolgozatban ismertetem a gyártó szervezetet, valamint a korrózióvédelmi eljárását. Részletesen bemutatom a feketítő folyadék, valamint az elfolyó szennyvíz összetételét. Javaslatot teszek a keletkező szennyvíz lehetséges hasznosítási módszereire. Jellemzem a különböző módszereket a megtérülési idő, valamint a vízfogyasztás és a termelés fajlagos mutatóival.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom Gärtner Szilviának, aki a munkája mellett rengeteg időt és energiát áldozott arra, hogy a dolgozatom elkészülhessen. Több alkalommal biztosított lehetőséget gyárlátogatásra, konzultációra.

Külön köszönet illeti Bárdi Sándort és Mercz Tímeát, akik a DMHU szakemberei és a munkájuk mellett időt szakítottak arra, hogy a szervezet RO vízkezelését, és a feketítő működését bemutassák nekem.

Továbbá köszönettel tartozom dr. Kárpáti Árpádnak, hogy a témától való ódzkodása ellenére is átolvasta, értékelte a dolgozatomat.

Végül, de nem utolsó sorban Szüleimnek tartozom köszönettel, hogy a negyedik felsőfokú végzettségem megszerzésében továbbra is segítenek, támogatnak.

Tartalomjegyzék

KIVONAT	- 1 -
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	- 1 -
TARTALOMJEGYZÉK	- 2 -
1. BEVEZETŐ	- 4 -
2. VÍZÜGYI SZAKMAI ISMERETEK	- 5 -
2.1 IPARI VÍZKEZELÉS.....	- 5 -
2.2 AZ IPARI VÍZCIKLUS	- 5 -
2.2.1 Beszerzés.....	- 5 -
2.2.2 Termelési folyamatok.....	- 6 -
2.2.3 Szennyvízkezelés módozatai	- 6 -
2.3 AZ IPAR VÍZFELHASZNÁLÁSÁNAK CSÖKKENTÉSE.....	- 6 -
2.3.1 Vízminősítés.....	- 6 -
2.3.2 Az újrafelhasználásra váró elfolyó vizek tárolása	- 6 -
2.3.3 A termelési folyamatok elfolyó vízminőséget javító változtatásai.....	- 7 -
2.3.4 A tisztított víz újrafelhasználása	- 7 -
3. A DENSO BEMUTATÁSA.....	- 8 -
3.1 A GYÁRTÁS FOLYAMATAINAK ÁTTEKINTÉSE.....	- 8 -
3.2 GYÁRTÁS FOLYAMATAI KORROZIÓVÉDELEM.....	- 9 -
3.2.1 Korrozióvédelem bevonatokkal (passzív védelem).....	- 10 -
3.2.2 Felület előkészítő módszerek	- 10 -
3.2.3 Bevonatképzés módjai.....	- 11 -
3.3 IPARI VÍZFOGYASZTÁS A DMHU-BAN	- 12 -
3.4 RO VÍZ FELHASZNÁLÁSA A DMHU-BAN	- 13 -
4. KORROZIÓVÉDELEMI TEVÉKENYSÉG A DMHU-BAN.....	- 16 -
4.1 RO VÍZ FELHASZNÁLÁS KORROZIÓVÉDELEM SORÁN.....	- 18 -
5. ALTERNATÍVÁK A KORROZIÓVÉDELEM VÍZIGÉNYÉNEK CSÖKKENTÉSÉRE	- 19 -
5.1 A VÍZGAZDÁLKODÁSRA IMPLEMENTÁLT INTÉZKEDÉSEK SORRENDJE	- 19 -
5.2 A VÍZGAZDÁLKODÁS HELYZETÉNEK FELMÉRÉSE, A VÍZ FELHASZNÁLÁSA.....	- 21 -
5.3 A VÍZGAZDÁLKODÁS HELYZETÉNEK FELMÉRÉSE, FAJLAGOS MUTATÓK KÉPZÉSE.....	- 21 -
5.4 JAVASLATOK AZ ÜZEMEN BELÜLI INTÉZKEDÉSEKRE	- 22 -
5.4.1 Öblítővíz re-cirkuláltatása („A” megoldás)	- 22 -
5.4.2 Elfolyó szennyvíz mennyiségének csökkentése, ipari víz újrahasznosítása („B” megoldás).....	- 24 -

6. A FEJLESZTÉSEK HATÁSAI A DENSO KFT. JELENLEGI SZENNYVÍZKEZELÉSÉRE, VÍZGAZDÁLKODÁSÁRA	- 31 -
6.1 AZ ÖBLÍTŐ FOLYADÉK RE-CIRKULÁLTATÁSÁNAK HATÁSA A DENSO SZENNYVÍZTISZTÍTÓJÁRA („A” MEGOLDÁS)	- 31 -
6.2 AZ ÖBLÍTŐ- ÉS MOSÓFOLYADÉK ÚJRAHASZNOSÍTÁSÁNAK HATÁSA A DENSO SZENNYVÍZTISZTÍTÓJÁRA („B” MEGOLDÁS)	- 34 -
7. GAZDASÁGI SZÁMÍTÁSOK	- 38 -
7.1 AZ ÖBLÍTŐVÍZ RE-CIRKULÁLTATÁSÁRA TETT JAVASLAT KÖLTSÉGE, EREDMÉNYEI, MEGTÉRÜLÉSE („A” MEGOLDÁS)	- 38 -
7.2 AZ ÖBLÍTŐVÍZ ÉS MOSÓFOLYADÉK TELJES ÚJRAFELHASZNÁLÁSÁRA TETT JAVASLAT KÖLTSÉGE, EREDMÉNYEI, MEGTÉRÜLÉSE („B” MEGOLDÁS)	- 40 -
8. ÖSSZEGZÉS	- 43 -
FELHASZNÁLT SZAKIRODALOM	- 45 -
FELHASZNÁLT SZAKIRODALOM	- 45 -
1. MELLÉKLET: A GYÁR TÉRKÉPE	- 46 -
2. MELLÉKLET: A FEKETÍTÉS FOLYAMATA.....	- 47 -
3. MELLÉKLET: A FÉMEK TISZTASÁGI FOKA.....	- 47 -
4. MELLÉKLET: REWOX SR PUFFER MEDENCÉK MŰSZAKI RAJZA.....	- 48 -
5. MELLÉKLET: EUROWATER KFT. RO BERENDEZÉSEINEK SPECIFIKÁCIÓS ADATAI.....	- 49 -
6. MELLÉKLET: A DMHU SZENNYVÍZTISZTÍTÓJÁNAK SZERKEZETI FELÉPÍTÉSE.....	- 50 -
7. MELLÉKLET: CÉLFÁK AZ „A” ÉS A „B” MEGOLDÁSOK OK-OKOZATI ÖSSZEFÜGGÉSEINEK ISMERTETÉSÉHEZ	- 50 -

1. Bevezető

„Minden szervezet egyre inkább törekszik észszerű környezetkímélő működést bevezetni és ennek meglétét bizonyítani, tevékenységének, termékeinek és szolgáltatásainak környezeti hatásait szabályozott keretek között tartani, a környezeti politikájának és céljának megfelelően.” [1]

Egy ISO 14001 oktatási anyag ezzel a bevezetővel kezdődik. Ennek a környezettudatos működésnek egyik ága a vízgazdálkodás racionalizálása lehet. Időszerűségét talán a dráguló vízdíjakkal lehet indokolni, illetve a különböző térségekben jelentkező egyre gyakoribb időszakos vízhiányokkal. Ilyen feltételek mellett a termelő szervezetek azon célkitűzése, hogy a használt ipari, és/vagy kommunális vizeinek minél nagyobb hányadát újra felhasználják, megérthető.

Az általános gazdasági és technológiai fejlődéssel együtt növekszik a vízfelhasználás, azonban az elérhető források egyre inkább szűkülnek. Azon kívül, hogy egyre nehezebb megfelelő mennyiségű és minőségű ipari célra használható vizet találni, problémát jelent a víz emelkedő ára. A valóságos költségeket tükröző víz- és szennyvízköltségek növekvő tendenciája mellett minden gazdálkodó szervezetnek elsőrendű érdeke a piaci versenyképesség megőrzése és fokozása. Ennek érdekében megfontolandó a költségek csökkentése a termelő kapacitás megőrzése, vagy növelése mellett.

A dolgozattal az a célom, hogy egy piacvezető cég jelentős vízigényű technológiáját megvizsgáljam, és a vízfogyasztás csökkentésére javaslatot tegyek.

A szakmai munkámban először a vízügyi szakmai ismereteket mutatom, be, valamint az ipari vízkezelést. Fontosnak vélem ezen ismeretek bemutatása után a gyártó szervezetet is bemutatni olyan részletességgel, amely megfelel a vízügyi témának, és a dolgozat terjedelmi korlátainak. Majd kitérek a fent említett jelentős vízigényű technológia bemutatására, amelyet feketítésnek neveznek. Ez a módszer a fémmegmunkálásban egyfajta rozsdásodás gátló eljárás.

A kigondolt és bemutatott koncepció a vízfogyasztás csökkentését célozza meg. A feketítő technológiában az öblítési és mosási célra felhasznált vizet speciális folyamat után (előkezelés) fordított ozmózis segítségével újrafelhasználható állapotba alakítja. Ennek a koncepciónak a részleteit igyekszem a dolgozatban bemutatni, kiszámolni és megtervezni.

2. Vízügyi szakmai ismeretek

2.1 Ipari vízkezelés

A víz felhasználása az iparban nagyon sokrétű. Használják különböző technológiák segédanyagaként (tisztító, áztató, oldószer), energiaközvetítő közegként (fűtés, melegítés), nem elhanyagolható szempont a nyersanyag-hasznosítása (például: élelmiszeripar) sem. Ezen túl nagyon fontos a higiéniai szerepe is. [2]

A víz az ipari termelésben széleskörűen használatos anyag. Szerepe olyan nagy, hogy hiánya a gazdasági fejlődést akadályozhatja, illetve lassíthatja. [2]

A vízfelhasználásnak két alapvető vonatkozására mutathatunk rá. Az egyik tisztán mennyiségi, vagyis annak konstatálása, hogy bizonyos ipari ágazatok jelentős vízfelhasználók. A másik minőségi jellegű, azaz a felhasználást érintő követelményekre és a természetes vizekbe történő kibocsátás feltételeire vonatkozik. [2]

A vízfelhasználás optimalizálását szolgáló intézkedéseknek minőségi és mennyiségi vonatkozása is van. A vízfogyasztás csökkentését a víz megfelelő minőségével, tárolásának és kezelésének intenzifikálásával és újrahasznosításával lehet elérni. A szennyezés lehetséges minimumra történő visszaszorításának módjait az úgynevezett tiszta technológiák alkalmazása, elválasztott rendszerű szennyvízgyűjtés és tisztítás, hulladékhasznosítás, vagy a szennyező anyag technológián belüli kiváltása. [2]

2.2 Az ipari vízciklus

A ciklus három igen különböző mégis szorosan egymáshoz kapcsolódó területet foglal magába, úgymint a beszerzés, az ipari folyamatokban való részvétel, és a helyi (még az üzem területén végrehajtott) szennyvízkezelés. [2]

2.2.1 Beszerzés

A vízbeszerzés célja az egyes ipari felhasználáshoz szükséges mennyiség és minőség biztosítása. A rendelkezésre álló víz jellemzőitől, valamint az ipari gyártástechnológiától függően különböző előkezelésekre van szükség. Ezek a kezelési eljárások a vízlágyítástól a klórozásig terjedhetnek, amelyeknek igen magas költségvonzatuk is van. [2]

2.2.2 Termelési folyamatok

A termelésirányítás egyik célja a vízfelhasználás optimalizálása olyan intézkedések segítségével, amelyek csökkentik a szükséges vízmennyiséget és minimalizálják a szennyezés mértékét. Ehhez a termelési folyamatok és a vízfelhasználással kapcsolatos technológiák alapos ismeretére van szükség. Ezek birtokában lehetséges a technológiából adódó szennyezések feltárása, valamint a „tisztább” és hatékonyabb vízfelhasználás. [2]

2.2.3 Szennyvízkezelés módozatai

A szennyvízkezelés irányításáért felelős testület feladata annak biztosítása, hogy az elfolyó víz minősége feleljen meg az érvényben levő előírásoknak. Ennek betartása biztosítja az élővizek maximális védelmét.

Az ipari vízfelhasználás tanulmányozása előfeltétele a vízkezelési technológiák sikeres bevezetésének. A vízkezelési rendszer működtetése folytán a vállalat mindenkor naprakész ismeretekkel rendelkezik saját vízkörforgalmáról, közbenső döntéseket hozhat a felmerülő járulékos költségek csökkentése és a káros környezeti hatások kiküszöbölése érdekében. [2]

2.3 Az ipar vízfelhasználásának csökkentése

A sikeres vízkezeléshez vezető első lépés a fogyasztás csökkentése az ipari vízfelhasználás racionalizálásán keresztül. Erre több módszer áll rendelkezésre.

2.3.1 Vízminősítés

A víz a későbbi felhasználás célja és igénye szerinti minősítése a vízkészletek hatékonyabb felhasználását teszi lehetővé. Az ivóvíz, a lágyított víz, a hűtővíz, a szennyvíztisztításra kényszerülő visszahűtött víz, stb. elkülönített kezelése lehetővé teszi a konkrét alkalmazásnak megfelelő vízminőség kiválasztását. [2]

2.3.2 Az újrafelhasználásra váró elfolyó vizek tárolása

A felhasznált víz egy része közbenső tisztítása után re-cirkuláltatható. A víz ismételt felhasználása céljából történő kezelése gyakran fizikailag megoldható ugyan, mégsem mindig áll rendelkezésre éppen az a víz, amire szükségünk van, és nem mindig akkor akarjuk felhasználni, amikor rendelkezésünkre áll. Ezért nagyon fontos a célszerűen

kialakított térszíni, vagy magas tározók elhelyezése, hiszen ezek lehetővé teszik mind a beszerzett víz, mind a visszanyert vízkészletek szükség szerinti felhasználását. [2]

2.3.3 A termelési folyamatok elfolyó vízminőséget javító változtatásai

A gyártástechnológia elfolyó vízminőség javítása céljából történő megváltoztatása a hatósági vízminőségi előírások betartásának leghatékonyabb eszköze, ugyanakkor gyakorlati megvalósítása nem kevés akadályba ütközik, mivel sok tényező összehangolását feltételezi. Úgymint: a termelési folyamat műszaki és gazdasági elemeit, gyártásszervezést, komplett vízkezelést, a termelési vezetők alkalmasságát, munkájuk összehangolását. [2]

2.3.4 A tisztított víz újrafelhasználása

Vannak iparágak, amelyek következetesen lemondanak az elfolyó víz újrafelhasználásáról. Ennek sokféle oka lehet, kezdve a termelés és a vízkezelés felelőseinek rossz informáltságától a műszaki korlátokig, amikor a gazdaságos újrafelhasználás fizikailag megvalósíthatatlan.

A víz újrahasznosítása a vízkészlet-gazdálkodás egyik fontos tényezője. A technológia mai állása szerint a megtisztított vizek döntő hányada újrahasznosítható, viszont még mindig túl sokba kerül, és ezért csak azokban az iparágakban jöhet szóba, amelyek vízkorlátozás miatt erre rákényszerülnek, illetve ahol a vízbeszerzés túlságosan magas költségei miatt ez még mindig megéri. [2]

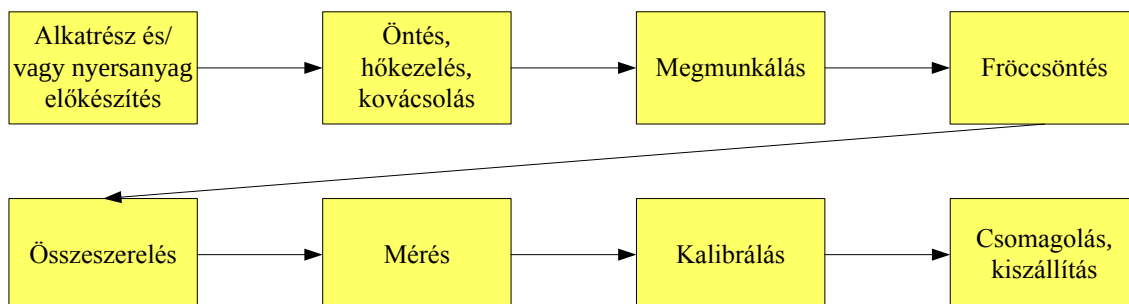
3. A DENSO bemutatása

A DENSO cég eredetileg a japán Toyota Motor Company Ltd. elektromos és radiátor részlegéből fejlődött ki. Jelenleg a világ második legnagyobb autóiipari beszállító cégeként számon tartott vállalat. [3]

A DENSO Gyártó Magyarország Kft.¹ Székesfehérváron a Sóstó Ipari Park területén jött létre. A DMHU tevékenysége jelenleg két fő vonalon zajlik. Az első vonalat a dízeladagoló rendszer gyártása, a gyújtócsöves befecskendező rendszer (common rail), míg a másik vonalat a rendszervezérlő egységek képviselik. Ezen alkatrészek segítségével a motor működésének egyes jellemzői módosíthatóak. Így lehetővé válik a hatékony, takarékos, környezetbarát működés. [3]

3.1 A gyártás folyamatainak áttekintése

A gyártástechnológiát az 1. ábra szemlélteti, majd utána alfejezetekként az egyes állomásokat részletesebben ismertetem.



1. ábra: A gyártástechnológiát szemléltető folyamatábra (forrás: DENSO belső dokumentum saját szerkesztés alapján)

Öntés, hőkezelés, kovácsolás

A teljes egészében automatizált technológia (vákuumnyomásos öntés) lehetővé teszi az alacsony porozitású öntött alkatrészek gyors, üzemszerű előállítását.

Kovácsolás közben egy alakító folyamaton mennek keresztül az alkatrészek, amelynek során a fém rugalmasságát kihasználva, az anyagot nyomás segítségével a megfelelő formájúra alakítják.

¹ A továbbiakban DMHU, DENSO Manufacturing Hungary LTD, magyarul DENSO Gyártó Magyarország Kft.

A tartósság és a kopásállóság növelése érdekében az acél alapanyagokat számítógéppel vezérelt folyamat során hőkezelik. Továbbá a korrózióvédelem szempontjából fontos munkafázis is zajlik ebben a munkaszakaszban, a feketítés.

Megmunkálás

A nagy pontossággal dolgozó gépek többségét CNC technológia irányítja. A legújabb köszörülési eljárás alkalmazásával lehetővé válik, hogy a munkadarabok körkörösége 0,5 mikrométernél kisebb legyen.

Összeszerelés

A légkondicionált helyiségekben elhelyezett végösszeszerelő sorok félig automatizáltak. Minden fontos alkatrészt „foolproof”, azaz az emberi hibákat kiküszöbölő rendszerrel látnak el, és folyamatosan mérnek annak érdekében, hogy biztosítsák a kifogástalan minőséget. Összeszerelő robotokat és vizuális felismerő rendszereket szintén alkalmaznak ezen a területen.

Kalibrálás

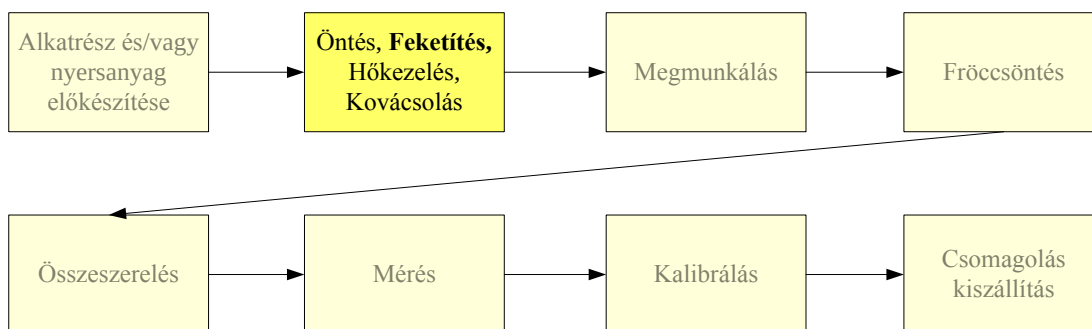
A kalibráció számítógépekkel irányított folyamat, melynek során az adagolószivattyúk és a befecskendezők egyedi működési paramétereit mérik és kódolják a termékben. A paraméterek segítségével a motorvezérlő elektronika beállítja azt az optimális befecskendezési mennyiséget, melyet a motor teljesítménye és az európai környezetvédelmi szabványok megkövetelnek.

Mérés

A precíziós mérőszobában dolgozó technikusok nagy pontosságú (0,1 μm) koordináta mérőgépeket használnak. Ezek az ellenőrzések biztosítják a legkisebb minőségi eltérések felismerését és korrigálását. [3]

3.2 Gyártás folyamatai korrózióvédelem

Visszaulva a dolgozat céljára ismertetném a korrózióvédelem elméleti alapjait, az előző fejezet folytatásaként. Az öntés, hőkezelés, kovácsolás gyártási folyamat korrózióvédelmi eljárását részletesebben ismertetem.



2. ábra: Gyártás folyamatai, korrózióvédelmi eljárás (forrás: DENSO belső dokumentum saját szerkesztés alapján)

A korrózió elleni védőeljárás több szempont alapján osztályozható. Ilyen lehetőség lehet a védőanyag kémiai természete, vagy az eljárás technológiája. A védőeljárás jellege szerint beszélhetünk konstruktív, passzív, aktív és komplex korrózióvédelemről. A munkámban ismertetett technológia a passzív korrózióvédelemhez tartozik. Ennek módjait ismertetném részletesebben. [4]

3.2.1 Korrózióvédelem bevonatokkal (passzív védelem)

Passzív korrózióvédelemről akkor beszélünk, amikor bevonatokkal akadályozzák meg a szerkezeti anyag érintkezését a korrózió közeggel.

Számos bevonat ismeretes erre a célra, de bármelyik eljárást is alkalmazzuk, ez csak akkor lesz hatékony és tartós, ha megfelelő minőségű felület-előkészítést végzünk. Ennek lényege, hogy a felületről eltávolítsuk az olaj, zsír, festék maradványokat, korróziós termékeket, azaz fémtiszta felületet nyerjünk. Az acél felületek tisztasági fokát K0-tól K4-ig jelöljük. Ezt a 3. mellékletben egy összefoglaló táblázatban ismertetem. [4]

3.2.2 Felület előkészítő módszerek

1. Zsírtalanítás
 - a. Történhet szerves oldószerrel, mosószertartalmú meleg vizes oldatokkal, vagy leégetéssel, gőzborotvával.
2. Oxidmentesítés

- a. A rozsdá, illetve reve² eltávolításának művelete. Kézi drótkéfélléssel csak K3-as, gépi drótkéfélléssel K2-K3-as, gépi csiszolással K0-K2-es, szemcseszórással K0-K1-es tisztaságú felület érhető el.
3. Vegyszeres oxidmentesítés
 - a. A vegyszeres vagy kémiai oxidmentesítési módszeres közül legrégebbi a savas pácolás. Lúgos pácolást főleg alumínium és színesfémek feldolgozásakor használnak. Lényeges, hogy a pácolási művelet befejezése után a páclevet azonnal el kell távolítani és a felületvédelmet meg kell kezdeni.
4. Foszforsavas kezelésnél
 - a. A felületen lévő rozsdát vízben nem oldható vasfoszfáttá alakítjuk át. [4]

3.2.3 Bevonatképzés módjai

1. Fémes bevonatok
 - a. Galvanizálás: Valamely fém felületére egyenáram segítségével 25-200 mikron vastagságú, korrózióállóbb, esztétikus fémréteg képzése. Pl. Horganyzás, kadmiumozás, nikkelezés.
 - b. Fémiszórás: A megolvadt fémét sűrített inert gázzal apró cseppekre porlasztjuk, majd a finom olvadt fémrészeket nagy sebességgel a bevonandó tárggyal ütköztetjük. Pl. cinket, vagy nikkelt szórnak ily módon fémfelületekre.
 - c. Tüzi fémbevonás: A védendő fémtárgyat fémolvadékba mártjuk, így bevonó és az alapfém között diffúzió révén ötvöződés következik be. Pl. Horganyzás, ólmozás, ónozás.
 - d. Termodiffúziós fémbevonás: A fémtárgyat a diffundálásra szánt fémpor és adalékanyagok keverékébe ágyazzuk és ott meghatározott hőmérsékleten, adott ideig tartjuk.
2. Nemfémes szervesetlen bevonatok
 - a. Oxidbevonatok (eloxálás): Leggyakrabban az alumínium védelmére alkalmazzák. A védendő tárgyat megfelelő elektrolitban anódként kapcsolják, amikor is a fejlődő atomos oxigén a felületi oxidréteg megvastagodását idézi elő.

² A reve az acél felületén meleg állapotban képződő oxidréteg.

- b. Tüzi zománcozás: Felizzított öntvényre szórt 900-1000 °C körül olvadó szilikátok képzik az igen jó korrózióálló bevonatokat, amelyek azonban ridegek, a mechanikai hatásoknak alig állnak ellen.
- c. Kromátozás: Krómtartalmú páclében a kezelt fém felületén néhány µm vastagságú ellenálló oxidréteg alakul ki.
- d. Foszfátózás: Cink-, vagy mangán-foszfátot tartalmazó foszforsav oldattal végzik ezt a felületkezelő eljárást.

3. Szerves bevonatok

- a. Festékek: A felületvédelemben legáltalánosabban elterjedt módszer. A festékek kötőanyaguk szerint lehetnek természetes és műgyanta anyagúak, a szárításuk és kikeményítés technológiája szerint pedig a következők:
 - (i) levegőn száradók
 - (ii) alacsony hőmérsékleten kikeményedők (60-80 °C)
 - (iii) magas hőmérsékleten kikeményedők (160-300 °C)
- b. Műanyag bevonatok: Nagyfeszültségű villamos térben a műanyag porok elektrosztatikusan feltöltődnek és a térben elhelyezett ellenkező polaritású tárgy felületére rakódnak, ahol semlegesítődnek.
- c. Olaj, zsír és viasz bevonatok: Csak átmeneti korrózióvédelemként használható. [4]

3.3 Ipari vízfogyasztás a DMHU-ban

Az 1. táblázatban a gyártótól kapott adatokat közlöm, amelyek az energiahordozók fogyasztását és a szennyvíz mennyiségi és minőségi megoszlását tartalmazza.

víz (m ³)	180 432
gáz (m ³)	3 377 681
villamos áram (MWh)	66 036
szennyvíz (m ³)	46 500
KOI (mg/l)	378,11
SZOE (mg/l)	6,72
pH	8,21
vezetőképesség (µS/cm)	3,20

1. táblázat: Szennyvíz és energiaadatok (forrás: DENSO belső dokumentum saját szerkesztés alapján)

vízdíj	431,00 Ft/m ³
csatornadíj	326,00 Ft/m ³
vízterhelési díj	3,80 Ft/m ³
vízkészlet járulék	14,10 Ft/m ³

2. táblázat: Víz díjának megoszlása (forrás DENSO belső dokumentum saját szerkesztés)

A teljes vízfogyasztás 180 432 m³. A 2. táblázatban olvasható értékeket összeadva és megszorozva **140 153 838 Ft** éves költséget mutat a vízfogyasztás. A gyártó kútvíz fogyasztása 2011-ben 2010 m³ volt, amely után az éves vízkészlet-járulék **576 000 Ft**. Ezeket a költségeket összeadva **140 729 838 Ft** éves vízköltség realizálható.

3.4 RO³ víz felhasználása a DMHU-ban

Mielőtt rátérnék, a konkrét üzemi előállítás bemutatására ismertetném röviden az RO vízhez kapcsolódó ismereteket.

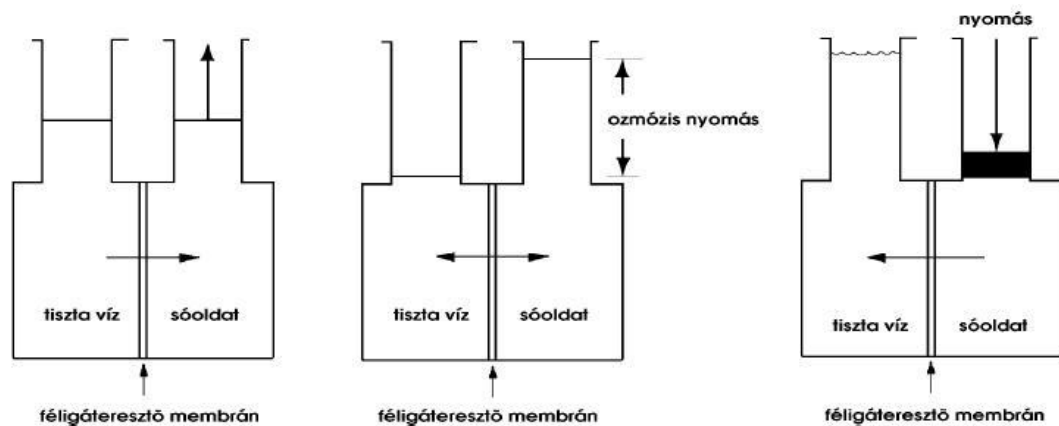
Fordított ozmózis elvén működő membrán szeparációs sótelenítő berendezéseket az ipar számos területén használják. Legjelentősebb felhasználási területek: kazántápvíz előkészítés, technológiai célú vízfelhasználás, labortechnológia, italáru gyártás stb.

A haditengerészetben a tengeralattjárókon alkalmaztak először féligáteresztő membránokat a tengervíz sótelenítésére. A féligáteresztő membránokkal a természetben lejátszódó ozmózisfolyamatot ellenkező irányban végezzük el. Innen ered az elnevezés: fordított ozmózis.

Az ozmózis egy spontán oldószer áramlási folyamat egy félig-áteresztő membránon keresztül az alacsonyabb koncentrációjú oldatból a magasabb koncentrációjú oldat felé. A membrán átengedi az oldószert, de nem engedi át az oldott anyagot. Az ozmózis oka az ozmotikus nyomáskülönbség, amit az oldatok koncentráció különbsége hoz létre.

A fordított ozmózis során az oldószer (pl. tiszta víz) áramlik külső nyomás hatására a féligáteresztő membránon keresztül a magasabb koncentrációjú oldatból (szennyezett víz) az alacsonyabb koncentrációjú oldat felé (tisztított víz). Ezt a folyamatot a 3. ábra szemlélteti.

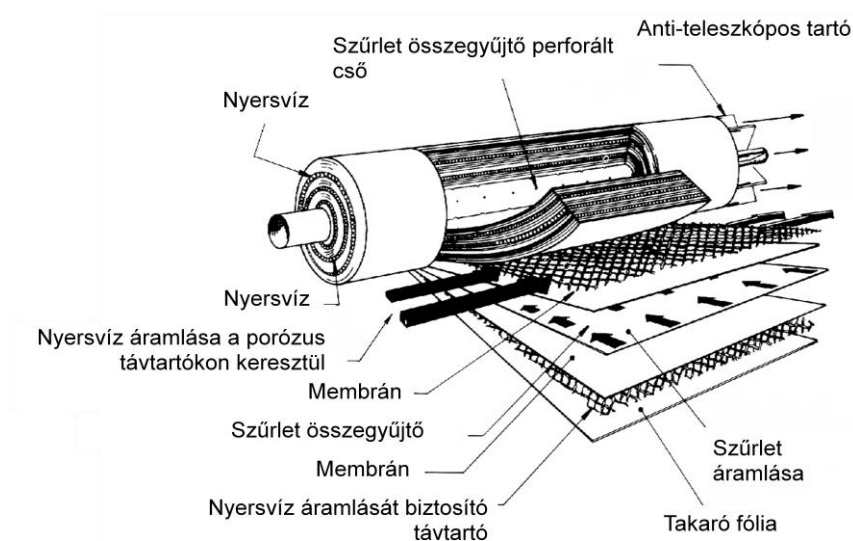
³ RO= Reverse Osmosis, fordított ozmózis



3. ábra: Fordított ozmózis folyamata (forrás: Műszeroldal.hu membrántechnológiák 2012. február 23.-ai letöltés)

Könnyen belátható, hogy a membrán, amely angstromnyi⁴ pórusméretekkel rendelkezik, a vízben oldott sók visszatartása érdekében nagyon hamar eltömődhet. Ha nem kellő szakértelemmel méretezett berendezést üzemeltetünk, és nem vesszük figyelembe a nyersvíz összetételéből adódó veszélyeket, berendezésünk rövid élettartamú lesz. [5]

A 4. ábrán egy csöves RO berendezés látható. A továbbiakban egy ilyen berendezés működésének elvét ismertetem.



4. ábra: RO berendezés szerkezeti ábrája (forrás: Kucsera Gyula: Környezetvédelmi műszaki praktikum II. oktatási segédlet)

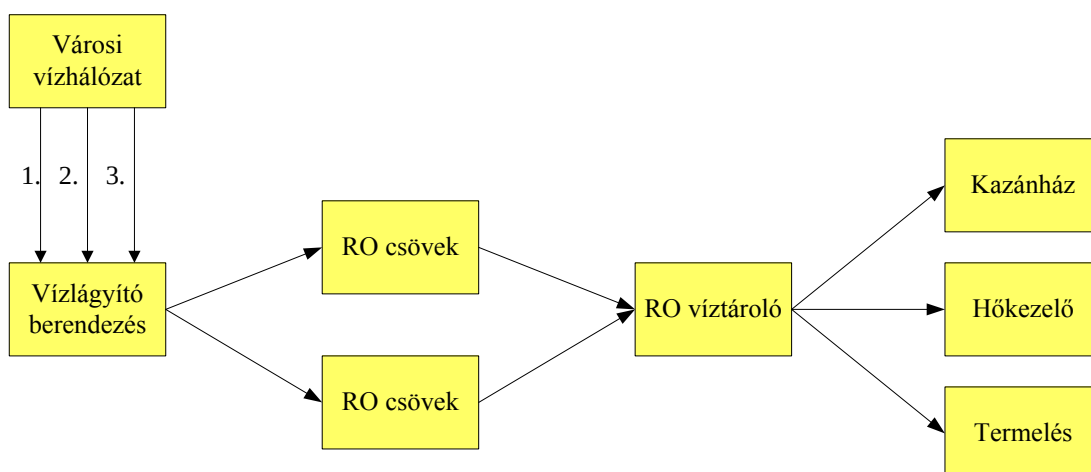
Az előkezelt nyersvíz a membránházba szerelt, speciálisan felcsévélt membránok közé jut. A nagyobb koncentrációjú víz itt kettéválk az alábbi részarámra:

⁴ 1 Angström (Å) = 1×10^{-10} m, vagyis 10 Angström (Å) = 1 nm

- permeátum: a tiszta víz, amely a membránon átjutva, nyomását veszítve, spirál alakban a központi csövön összegyűlve szabad kifolyással távozik

- koncentrátum: a membrán felületén palástirányban végigszaladó szennyeződésben egyre nagyobb töménységű víz, a belépőhöz hasonló nyomáson a membrán túloldalán távozik. [5]

A következőekben nézzük meg, hogy ez miként történik az általam ismert és bemutatott cég esetében.

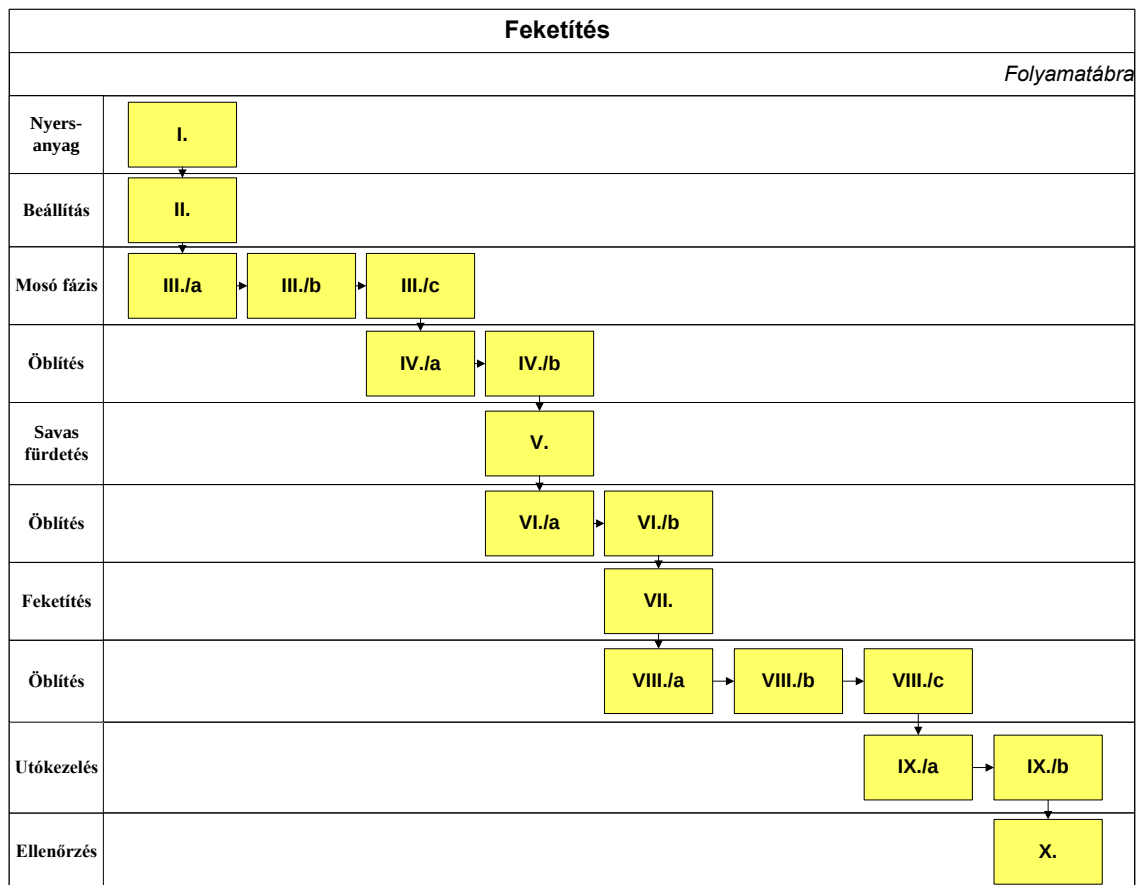


5. ábra: Az RO víz előállítása a DMHU-nál városi vízhálózatról felvett vízből (forrás: DENSO belső dokumentum saját szerkesztés alapján)

Az 5. ábrán látható, hogy a városi vízhálózatról felvett víz először vízlágyításon esik át mielőtt az RO csövekben megtörténne a fordított ozmózis. Az egyes számok a különböző vezetékeket jelölik. Ezt azért fontos megjelölni, mert az egyes szakaszok különböző vízhozamúak. Az 1. szakasz 2 m³/h vízhozamot tud biztosítani, míg a 2. és a 3. vezeték 5 m³/h-át. Az éves összesített fogyasztása ennek a két vezetéknek, a vízőrák állása szerint 45 386 m³ volt 2011-ben. Ez a vízfogyasztás megközelítőleg azonos a szervezet éves RO vízfelhasználásával, amely éves szinten 45 000 m³-t tesz ki.

4. Korrózióvédelemi tevékenység a DMHU-ban

A feketítés célja, hogy a terméket ellássa egy olyan fekete oxidréteggel, amely korrózióvédelemmel ruházza fel. A folyamatnak a lépéseit az 6. ábrán látható folyamatábra ismerteti. Az ábra a 3. mellékletben eredeti méretében látható.



6. ábra: A feketítés folyamata (forrás: DENSO belső dokumentum saját szerkesztés alapján)

Az folyamatábrán látható, hogy az azonos célzatú tevékenységek egy sorban helyezkednek el. Az egyes tevékenységek funkciója sorban.

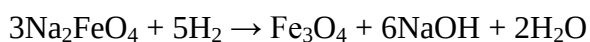
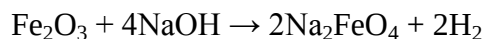
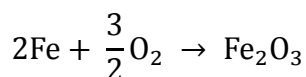
- I. Nyersanyag: a megmunkálásra váró alkatrész megérkezik a területre az előző munkafázisról.
- II. Beállítás: Az operátor a nyersanyagot felkészíti a munkaállomáson folyó tevékenységre. Mivel a tevékenység automatizált, ezért ezen tevékenység során kell az alkatrészt úgy előkészíteni, hogy a folyamat tökéletesen végbemehessen.
- III. Mosó fázis: A mosó fázis célja, hogy az alkatrészen lerakódott szennyeződést maradéktalanul eltávolítsa. Ezért ezt a folyamatot háromszor ismétlik (az ábrán

- III./a, III./b és III./c jelölésű lépések) meg, 60-80 °C-os közegben, fémtartalmú detergensek⁵ segítségével.
- IV. Öblítés fázisa: Az öblítés fázisa a munkadarabot az előző állomás során ráakódott vegyi anyagoktól tisztítja meg. Ezt a folyamatot kétszer ismétlik meg. Az első folyamat IV./a meleg vizes öblítés, míg a második a IV./b hideg vizes öblítés. Így a detergensek eltávolítási hatásfoka nagyobb.
- V. Savas fürdetés: Ezen fázis során, a munkadarabon levő reve foltokat távolítják el, hideg közegben 3 %-os savas oldat segítségével.
- VI. Öblítés fázisa: Az első öblítési fázishoz hasonlóan, az előző munkaállomásról visszamaradt vegyi anyagokat távolítja el. Ebben az esetben is két öblítési szakasz van, azonban itt mindegyik hideg vizes.
- VII. Feketítés: Ebben a fázisban játszódik le a barnítás, vagy feketítés folyamata, amikor a munkadarabon kialakítják a fekete oxidréteget. Erre a célra 140 °C-os, erősen lúgos környezetet alakítanak ki. A feketítő folyadék pontos összetétele ipari titok, de a két legfontosabb alkotóeleme a NaOH és a NaNO₂ ismertethető. E fekete oxidréteg kialakításához 23 percig kell áznia a terméknek a folyadékban.
- VIII. Öblítés fázisa: Ismét, az előző munkaállomásról visszamaradt vegyi anyagok eltávolítása céljából kell végrehajtani ezt a folyamatot. Három részből áll, megint a maradéktalan tisztítás végett. Az első és harmadik lépés hideg öblítés, míg a második meleg vizes.
- IX. Utókezelés: e tevékenység során a felületen maradó vizet távolítják el, egy speciális olajszármazékkal, amely taszítja a vizet. Ezt a lépést kétszer végzik el, hogy a „víztelenítés” a lehető legtökéletesebb legyen.
- X. Ellenőrzés: A vevői igényeknek megfelelő minőség elérése okán az ellenőrzésre mindig szükség van.

A fázisok vízfogyasztás szempontjából különbözőek. A felhasznált víz minősége is változó. A mosófázisokban, RO vizet használnak, míg a többi fázisban, mint például az öblítési szakaszokban ipari lágyvizet.

⁵ detergens: Szerves szintetikus vegyi anyagok, amelyek általában egy poláros és egy nem poláros molekulárszorból állnak. [8]

A folyamat során létrehozott oxidréteg vastagsága 1µm. Az feketített réteg kialakulását leíró reakcióegyenleteket az 1. egyenlet mutatja.



1. egyenlet: A fekete oxidréteg létrehozását leíró főbb reakcióegyenletek

Az előnyei a technológiának, a többi korrózióvédelmet létrehozó módszerrel szemben, hogy viszonylag könnyen és automatikusan végrehajtható folyamat, olcsó, és a dimenzióváltozás kismértékű. A hátránya, hogy a rozsdavédelem nem a leghatékonyabb, valamint az oxid bevonat könnyen sérül. Ezért a folyamat végén egy speciális olajfürdőben áztatják a munkadarabot, amely taszítja a vizet, így növelve a rozsdavédelem hatásfokát.

Amiben különbözik a módszer az előző fejezetben részletesebben ismertetett folyamattól, az eloxálástól, hogy ez nem elektrokémiai módszer, tehát az oxidréteg, nem elektrolitban anódként kapcsolt alumínium felületén keletkezik. Magas hőmérsékleten 140 °C-on és erősen lúgos NaOH + NaNO₂ feketítő folyadékban 23 percig áztatva alakul ki a korrózió gátló fekete oxidréteg, a Fe₃O₄.

4.1 RO víz felhasználás korrózióvédelem során

A technológiából két különböző módon kerül ki szennyvíz. A feketítő folyadékot évente egyszer nagy karbantartáskor, augusztus első-két hete során, teljesen leengedik 1m³-es tartályokba. A feltöltés során általános kémiai szabályoknak megfelelően a vízbe adagolják fokozatosan a vegyszereket. A feltöltött rendszert, mielőtt megindulna a tömegtermelés, először selejt anyagokkal állítják be. A technológia során keletkező szennyvíz a gyár ipari szennyvízgyűjtő hálózatába kerül, majd a telephelyen üzemeltetett szennyvíztisztító rendszer a közcsatornába bocsátási határértékeknek megfelelő állapotba hozza. Ebbe a hálózatba kerülnek a használt öblítő folyadékok, a használt mosófolyadékok, valamint az olajos, emulziós szennyvizek, amelyek a folyamat során képződnek. A gyártó adatai szerint az ebből a technológiából származó szennyvíz mennyisége 83 m³/nap, éves átlagban. Pontos napi mennyiség nem határozható meg, mert a keletkezés ciklikus, mind mennyiségben, mind összetételben.

5. Alternatívák a korrózióvédelem vízigényének csökkentésére

A dolgozat első fejezeteiben ismertetett korrózióvédelmi eljárás vízigényének csökkentésére a gyártó szakemberei már régóta keresik a megoldást. Ebben a fejezetben ismertetek röviden egy módszert, amelynek bevezetésére ugyan nem került sor, de a vízigény csökkentésére egy lehetséges megoldás lenne. Illetve emellett bemutatok egy másik költségesebb technológiát is, amely véleményem szerint az anyagmérleg tekintetében optimális megoldás lenne. Ezt a két technológiát össze fogom hasonlítani több mutatószám összevetésével, amelyből látható, hogy melyik előnyösebb a vállalat számára

Mielőtt rátérnék az összehasonlításra előtte általánosságban bemutatnám, milyen szükséges intézkedések megtétele szükséges a vízterhelés csökkentésére.

5.1 A vízgazdálkodásra implementált intézkedések sorrendje

1. A helyzet felmérése

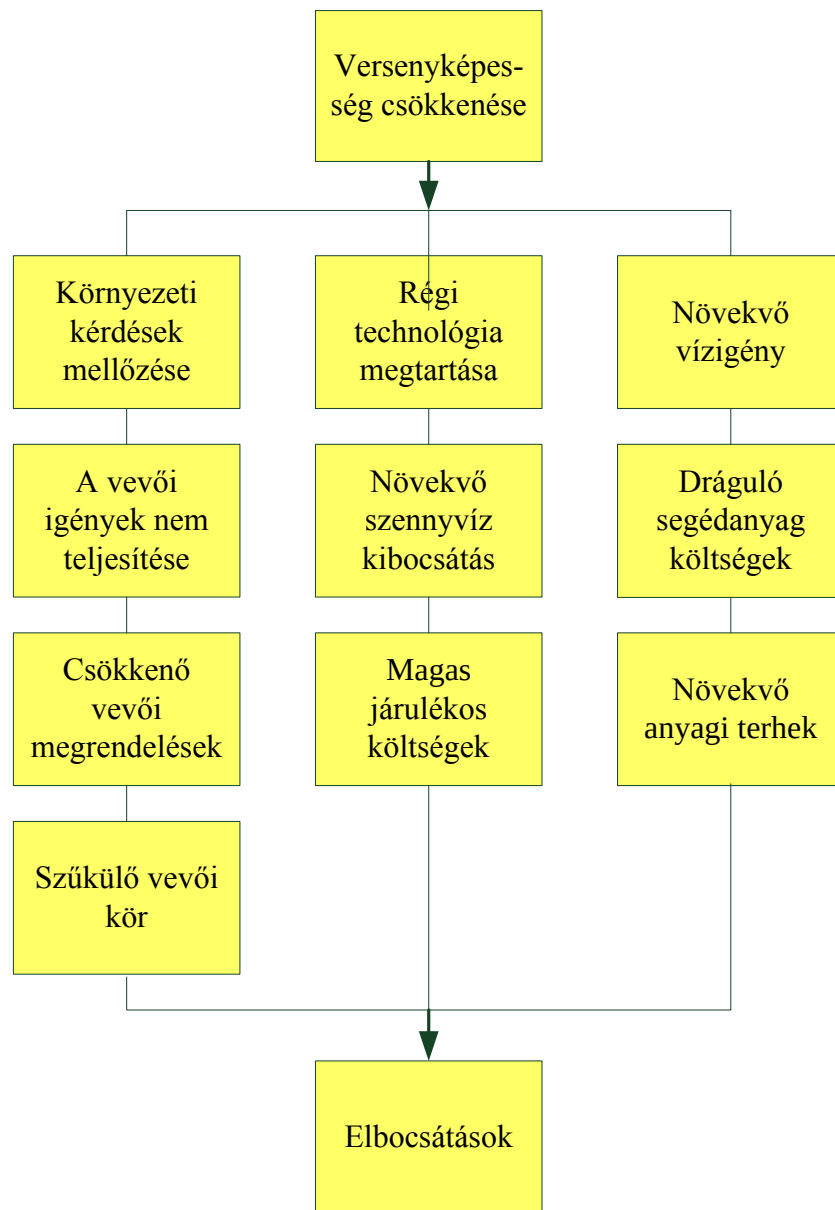
- a) A gyártási folyamat felvázolása, a vízhasználati pontok megjelölése
- b) A víz felhasználásának felmérése
- c) A fajlagos vízfelhasználás és a képződő szennyvíz mennyiség felmérése
 - i. A fajlagos vízfelhasználás mutatóinak meghatározása (felhasznált víz/termék mennyiség [$\text{m}^3/\text{t}_{\text{termék}}$], vagy felhasznált víz/bevétel [$\text{m}^3/\text{millió euró}$])
 - ii. Fajlagos szennyvízképződés mutatóinak ismertetése
$$\frac{\text{felhasznált víz} - \text{termékbe került víz} - \text{elpárolgás} + \text{a termékből visszatáplált víz}}{\text{egységnyi termék}} [\text{m}^3/\text{t termék}]$$

2. Javaslatok az üzemben belüli intézkedésekre és előkezelési eljárásokra

3. Gazdaságossági számítások

- a) Üzemi gyártási technikák kevesebb vagy elmaradó szennyvízképződéssel
- b) Anyagok visszanyerése
- c) gyártási körfolyamatok és a víz többszöri felhasználása, pl:
 - i. Az öblítő- vagy mosófolyadék keringetése,
- d) a szennyvíz előkezelése és kezelése

A meghozott intézkedések az alkalmazás helyétől és céljától függenek. A gyártástechnikák megváltoztatása a víz-, a szennyvíz és a szennyező anyagok mennyiségének csökkentésével járhatnak. Az egyszerűbb vízkeringetés csupán a vízfelhasználást és a szennyvízképződést mérsékli. [6]



7. ábra: Problémafa, a vízhasználat növekvő költségeinek, a fejlesztés hiányának, és a környezeti kérdések mellőzésének okán (forrás: saját szerkesztés)

A 7. ábrán jól nyomon követhető, hogy miért érdemes törekedni a BAT-ra, valamint miért érdemes a környezeti kérdéseket és a vevői igényeket figyelembe venni.

5.2 A vízgazdálkodás helyzetének felmérése, a víz felhasználása

Ez a fejezet az előző bekezdésekben ismertetett elmélet alkalmazásán alapul. Sorban megadom az egyes lépések adatait, mérőszámait. A technológiai folyamatot a 4. fejezetben részletesen ismertettem. Itt csak a számításokhoz elengedhetetlenül szükséges adatokat fogom ismét leírni.

A technológiából származó szennyvíz mennyisége $83 \text{ m}^3/\text{nap}$, **30 295 $\text{m}^3/\text{év}$** .

A technológia során keletkező elhasznált mosófolyadék: **316 $\text{m}^3/\text{év}$** (Ez a jelenlegi technológiában része a 30 295 $\text{m}^3/\text{év}$ teljes keletkező szennyvízmennyiségnek.)

A technológia során keletkező öblítő folyadék: **34 254 $\text{m}^3/\text{év}$** ⁶ (3 114 $\text{m}^3/\text{év}$ RO vízből [9X346 m^3], 31 140 $\text{m}^3/\text{év}$ ipari lágy vízből [90X346 m^3]. Ez, mint az elhasznált öblítővíz jelenleg részét képezi a technológia éves szennyvízkibocsátásának.)

5.3 A vízgazdálkodás helyzetének felmérése, fajlagos mutatók képzése⁷

Felhasznált víz és termék tonna hányadosa kifejezi, hogy hány m^3 víz felhasználásával, állít elő 1 tonna terméket a gyártó. $\frac{166\,491 \text{ m}^3}{9683 \text{ t}} = 17,19 \text{ m}^3/\text{t}$

A felhasznált víz és az árbevétel hányadosa kifejezi, hogy 1 m^3 víz felhasználásával, mekkora árbevételt ért el a szervezet. $\frac{166\,491 \text{ m}^3}{464 \text{ millió euró}} = 358,81 \text{ m}^3/\text{millió euró}$

A keletkező szennyvíz mennyiségének és a termék tonna hányadosának értéke kifejezi, hogy hány m^3 szennyvíz kibocsátásával termelt a szervezet 1 tonna terméket. $\frac{46\,880 \text{ m}^3}{9683 \text{ t}} = 4,84 \text{ m}^3/\text{t}$

A keletkező szennyvíz mennyiség és az árbevétel hányadosa kifejezi, hogy hány m^3 keletkezett szennyvíz után termelt a vállalat 1 millió eurót.

$$\frac{46\,880 \text{ m}^3}{464 \text{ millió euró}} = 101,03 \text{ m}^3/\text{millió euró}$$

⁶ Folyamatos műszak esetén, a 14 napos nyári leállást és az 5 napos téli pihenőt levonva a 365 napból, 346 munkanappal számolok.

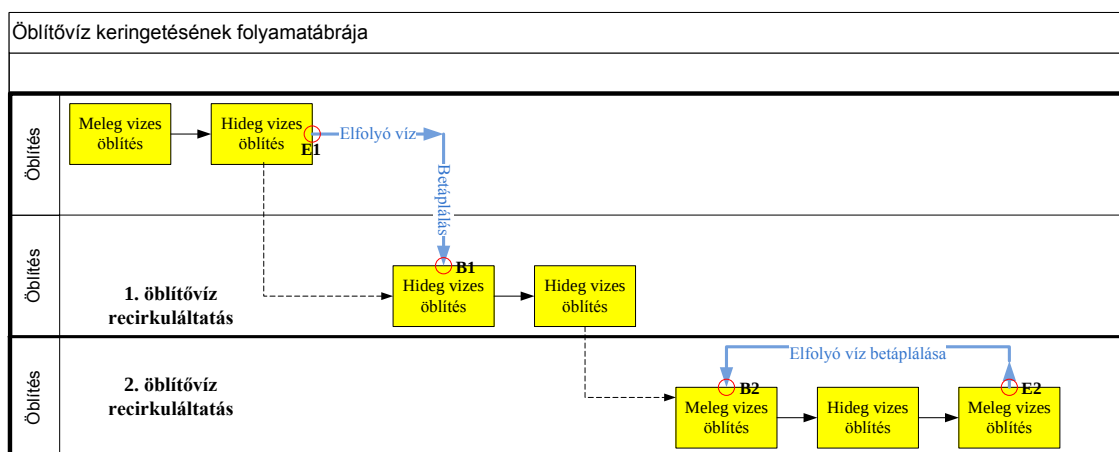
⁷ Mivel az árbevétel és a termelt mennyiség gazdasági évenként összegzett érték, ezért a dolgozatban a 2010. évi adatok szerepelnek.

5.4 Javaslatok az üzemben belüli intézkedésekre

A fejezet bevezetőjében említett két technológiát, amely a vízhasználat csökkentésére irányul itt fogom részletesen ismertetni.

5.4.1 Öblítővíz re-cirkuláltatása („A” megoldás)

Az első technológia az öblítővíz re-cirkuláltatásával oldaná meg a vízhasználat csökkentésének kérdését. Az 5. ábrán és a 2. mellékletben közölt folyamatábrán látszik, hogy az öblítési szakaszok egymás után ismétlődő tevékenységek. Ezen koncepció alapján a IV. fázisban a második vizes öblítésből származó elfolyó vizet, amely hideg víz a VI. fázis első hideg vizes öblítés szakaszába táplálnánk. Illetve a VIII. fázisban a három egymás utáni öblítésből a harmadik elfolyó vizét az első hideg vizes szakaszba táplálnánk vissza.



8. ábra: Öblítő víz újrahasznosításának folyamata⁸

A 8. ábrán bemutatott folyamat a feketítés során keletkező használt öblítővíz re-cirkuláltatásának lehetséges megoldását ábrázolja. Az ábrán piros karikákkal jelölt pontokon történne a beavatkozás a jelenlegi rendszerbe. A szaggatott vonalak a közbenső lépéseket vezeti át, amelyeket jelen ábrámból kihagytam.

Az E1-es pont a teljes folyamat IV szakasza. Ezt megelőzően három mosási fázis megy végbe. Ennek a szakasznak a hideg elfolyó vizét a VI. szakasz első öblítő fázisában pótlólagosan lehet felhasználni (B1-es pont).

⁸ A folyamat a 2. mellékletben és az 5. ábrán látható folyamatnak az átdolgozása. Azokat a folyamatokat tartalmazza, amelyek az öblítési folyamatokban részt vesznek. A szaggatott vonalak a kihagyott lépéseket takarják, a termék haladási irányát jelentik. A kék vonalak pedig a re-cirkuláltatott víz irányát jelölik.

Az E2-es ponton a VIII. szakasz harmadik öblítési folyamata megy végbe. Ekkorra az elfolyó víznek a szennyezőanyag koncentrációja olyan kicsi lesz, hogy ugyanennek a szakasznak az első öblítési fázisába visszatáplálható.

A napi öblítővíz mennyiségi igénye mintegy 9 m^3 -re tehető. Ez éves szinten $3\,114 \text{ m}^3$ -t tesz ki.

Ezt a javaslatot úgy képzeltem el, hogy az ábrán is látható két re-cirkuláltatási kör külön egységeket képeznének. Be kellene szerezni egy megfelelő teljesítményű szivattyút, valamint kiépíteni a megfelelő csőszakaszokat, így kötve össze az ábrán látható egységeket a gyakorlatban is.

A szivattyúkat az E1-es és E2-es ponton kellene alkalmazni, ezek az elfolyó pontok. Ami fontos a technológia szempontjából, hogy a meleg vizes, és a hideg vizes ágot ne keverjük egymással. Ezért is alakítottam ki két külön ágot.

A használt öblítővíz mennyisége **$34\,254 \text{ m}^3$** éves mennyiséget tesz ki⁹. ($3\,114 \text{ m}^3$ RO vízből és $31\,140 \text{ m}^3$ ipari lágy vízből) Mivel 7 ilyen szakasz van, jó közelítéssel lehet azt mondani, hogyha két elfolyó pont vizét táplálnám vissza a rendszerbe, akkor az éves elfolyó víznek mintegy 2/7-ed részét re-cirkuláltatnám a rendszerben. Mivel minden esetben olyan pontra tápláltam az elfolyó vizet, amelyről nem hasznosítok újra, ezért a rendszerbe bekerülő elenyészően kis szennyezőanyag koncentráció nem dúsul fel. Ez a 2/7 rész re-cirkuláltatott víz összesen **$9\,786,9 \text{ m}^3$** víz megtakarítását eredményezi.

Sorszám	Tevékenység neve	Kezdés	Befejezés	Időtartam	márc. 2012																							
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Előzetes terv készítése	2012.03.01.	2012.03.02.	2n																								
2	Döntéshozatal	2012.03.02.	2012.03.05.	2n																								
3	Műszaki terv elkészítése	2012.03.06.	2012.03.09.	4n																								
4	Kivitelezés	2012.03.12.	2012.03.15.	4n																								
5	Próbailizem	2012.03.16.	2012.03.23.	6n																								
6	Üzemelés megkezdése	2012.03.23.	2012.03.23.	1n																								

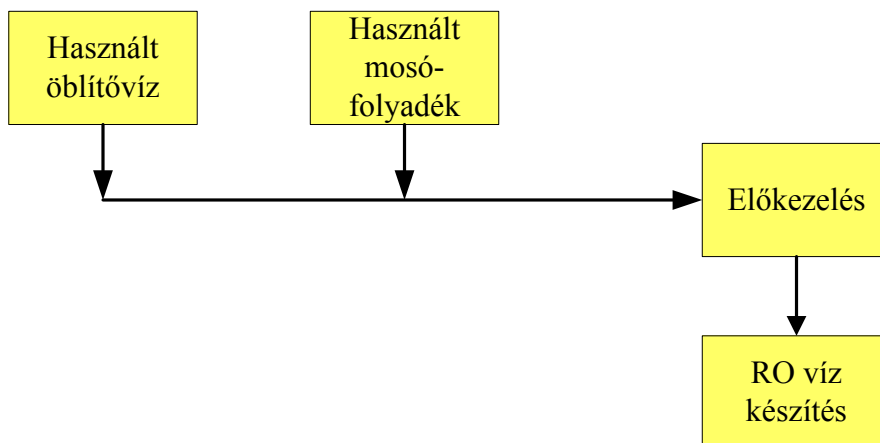
9. ábra: Ütemezés az öblítő folyadék re-cirkuláltatást megcélzó javaslatra (forrás: saját szerkesztés)

A 9. ábrán a javaslat ütemterve látható egy GANTT diagramon. Ezek az időintervallumok becsült adatokon alapulnak, csak tájékoztató jellegűek.

⁹ $34\,254 \text{ m}^3$ éves mennyiség. 9 m^3 RO vízfogyasztás naponta X 346 (365 nap – (14+5) szünnap = 346 munkanappal) = $3\,114 \text{ m}^3/\text{év}$, plusz 90 m^3 ipari lágy víz X 346 = $31\,140 \text{ m}^3/\text{év}$. Ezeket összeadva kapjuk meg a $34\,254 \text{ m}^3/\text{év}$ mennyiséget.

5.4.2 Elfolyó szennyvíz mennyiségének csökkentése, ipari víz újrahasznosítása („B” megoldás)

A második technológia, amelyet a feketítés technológiájának vízigény csökkentésére kidolgoztam, az elfolyó mosó és öblítő folyadék külön gyűjtését, előkezelését, majd RO vízként történő újrafelhasználását foglalja magában.



10. ábra: Feketítés vízigényének csökkentésére irányuló tevékenység

A rendszerben a használt öblítővizet, valamint a használt mosófolyadékot összegyűjteném. A használt mosófolyadék P3-NEUTRAPON 5088-as megnevezésű vegyi anyagot tartalmaz, amelynek az összetevőit a biztonságtechnikai adatlapról ismertem meg.

- Zsíralkohol éter 1-5 %
- Kókusz amin: 1-5%
- Trietanol-amin: >25%

A biztonsági adatlap, illetve a gyártótól kapott adatok alapján ki lehet számolni az összegyűjtött szennyvíz tömegkoncentrációját.

A begyűjtött mosófolyadék mennyisége **305,25 m³** összmennyiségre tehető évente. Ebben a folyadékban található a fent felsorolt négy összetevő.

A használt öblítővíz mennyisége **34 254 m³** éves mennyiséget tesz ki.(3 114 m³ RO vízből és 31 140 m³ ipari lágy vízből) Ebben a folyadékban, nyomokban, elhanyagolhatóan kis koncentrációban savak találhatók, illetve a feketítő folyadék két jellemző összetevője a NaOH és a NaNO₂ is kimutatható a használt öblítővízből.

A begyűjtött használt víz tömegkoncentrációjának kiszámítása a következő sorokban látható. A mosófolyadékban találhatóak az alkáli detergenssek, illetve a megmunkálandó alkatrészeiről leoldott olajszármazékok, és szennyező anyagok, amelyek pontos mennyiségéről nincs adatom. Az öblítővízben, nyomokban alkáli detergenssek, savak, valamint a feketítésből visszamaradt vegyi anyagok fordulhatnak elő. Ezek pontos koncentrációjáról sem álnak rendelkezésemre pontos adatok.

Az alkáli detergenssek mennyisége a mosófolyadékban (forrás: DENSO belső anyag)

A mosótartályok előírás szerű feltöltés esetén az alábbi mennyiségben tartalmazznak

víz és NEUTRAPON 5088-at:

2570 l	38,5 l
445 l	6,7 l
445 l	3,4 l
3460 l	48,6 l

A gyártó adatai alapján ezt négy naponta cserélik, ami azt jelenti, hogy a 346 munkanappal számolva (folyamatos műszak esetén, a 14 napos nyári leállást és az 5 napos téli pihenőt levonva a 365 napból) évente 87 szer engedik le a tartályok tartalmát.

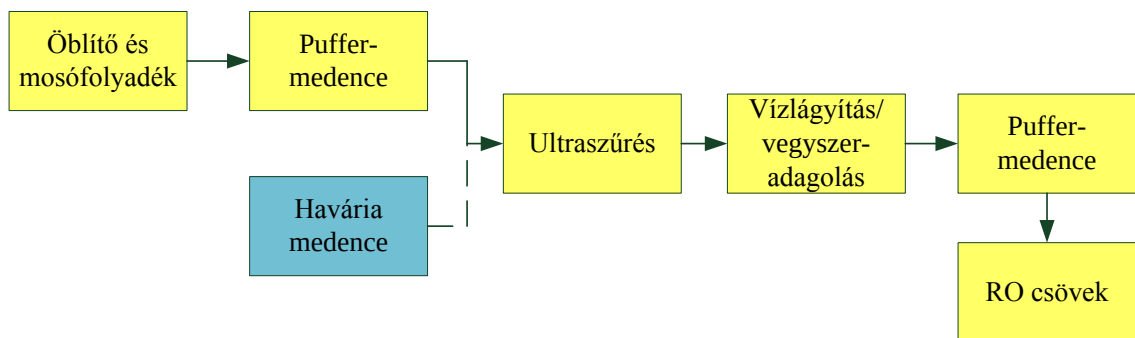
Összegezve a víz és alkáli detergens mennyiségét, majd megszorozva a 87 alkalombeli tartályürítéssel $(3460 + 48,6) \times 87 = 305\,248,2\text{ l}$ kapunk. Ennyi kb. az éves mosófolyadék használat. Ehhez hozzákeverve az öblítővizet, amely 34 254 000 l liter víz, ki tudom számolni a tömegkoncentrációt.

Az oldat összesen $34\,559\,248,2\text{ dm}^3$ térfogatú (V_{oldat}).

A komponens tömege ($m_{\text{komponens}}$) 441 847 g évente az így keletkező használt vízben.

A tömegkoncentráció ebből $c_m = \frac{m_{\text{komponens}}}{V_{\text{oldat}}} = \frac{441847\text{ g}}{34559248,2\text{ dm}^3} = 0,0128\text{ g/dm}^3$.

Az összegyűjtött használt ipari víz mennyiségi és minőségi ismertetése után rátérnék a 9. ábrán bemutatott folyamat részletezésére, amely a 10. ábrán látható. Az előkezelés technológiájának meghatározása kulcsfontosságú, hiszen az újrahasznosított víz iránti követelmények szigorúak.

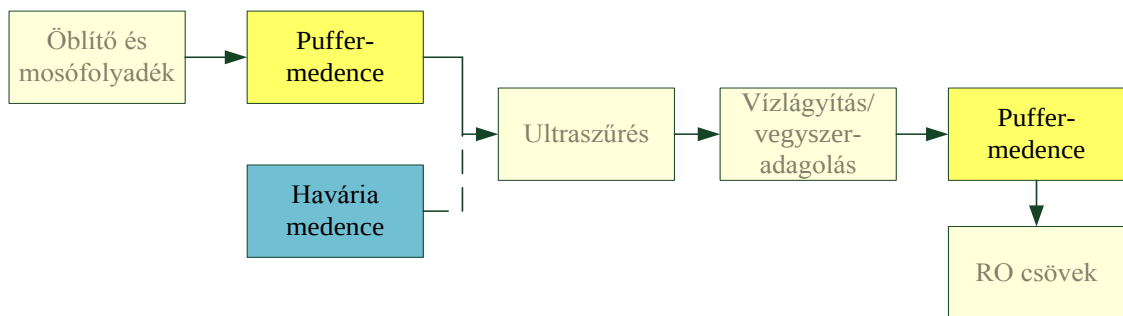


11. ábra: A feketítés során keletkező szennyvíz tisztításának folyamatvázlata (ELGOSCAR-2000 Kft.

Környezetvédelem 2009.11. Sörgyári szennyvíztisztítás membránszűréssel folyamatvázlat, saját szerkesztés)

A **puffer medencének** az a szerepe a technológiában, hogy a beérkező szennyvízingadozást mérsékelje. A szűrést fordított ozmózis segítségével oldanám meg, úgynevezett RO csövek segítségével. Azért esett erre a technológiára választásom, mert a szűrési tartománya ennek a megoldásnak jellemzően 0,1 – 1 nanométer körüli, ezen kívül pedig a 100 molekulasúlynál nagyobb szerves molekulákat, és a sók 99%-át visszatartja.[7] Szennyvizek tisztítására kifejezetten ez a technika javasolt, ha a biológiailag lebonthatatlan szerves anyagok, pl mosószerek tisztításáról van szó. Ezáltal a detergens szennyezés és a nyomokban megtalálható olajszármazékok (a használt mosófolyadékban) kiszűrhetők. Az elfolyó puffer medencének szintén az a célja, hogy egyenletes térfogatáramot biztosítson a következő technológiának az RO csöveknek.

A folyamatvázlat alapján tehát elmondhatom, hogy a szennyvíz megtisztításához és újrafelhasználásához méretezett ultraszűrő berendezésre van szükség.



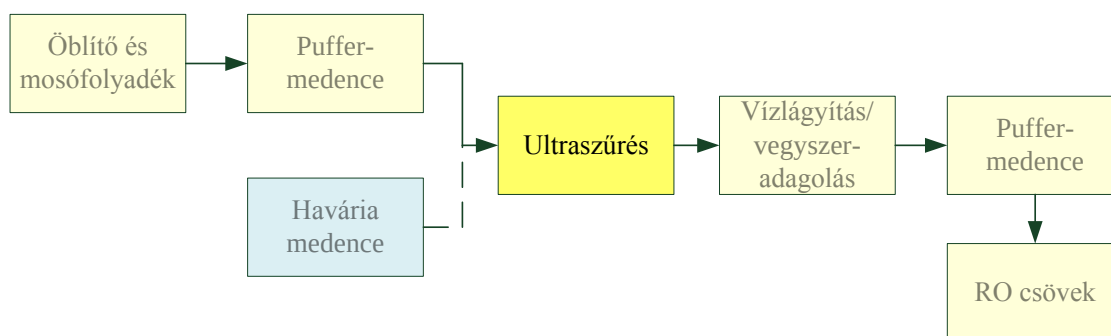
12. ábra: A puffer tartályok a folyamatvázlatban (A 9. ábra átszerkesztett változata)

A technológia napi szinten megközelítőleg 100 m³ vizet kell, hogy megtisztítson. Ehhez a mennyiséghez biztosítani kell a puffer és havária medencék optimális befogadó kapacitását. A folyamatos üzemelés biztosítása érdekében nyolcórányi szennyvizet

célszerű pufferelni. Ezért **35 m³**-esre tervezem¹⁰ a puffer medencéket, amelyeket az ultraszűrés elé kerülnek. Ehhez **két darab 18,98 m³**-es REWOX SR-15-ös tartályt helyezek el a folyamatnak erre a szakaszára. Havária tartálynak pedig **egy 12,56 m³**-es REWOX SR-12-es tartályt alkalmazok (a pufferelés kb. 1/3-a). Az RO csövek előtti puffer medencének szintén ettől a gyártótól két REWOX SR-15-ös típusú műtárgyat alakítok ki a folyamatba. A műtárgyak műszaki rajza a 4. mellékletben látható.

Megnevezés	V	L	B	H	D	G	G _{tot}
	(m ³)	(cm)	(cm)	(cm)	(mm)	(t)	(t)
REWOX SR-4	4,28	210	175	267	150	6,07	6,95
REWOX SR-6	6,78	250	210	267	150	9,65	11,78
REWOX SR-9	8,87	310	210	267	200	11,41	14,18
REWOX SR-12	12,56	345	250	267	200	13,84	17,71
REWOX SR-15	18,98	400	250	267	200	15,55	20,12

3. táblázat: REWOX HUNGARIA Kft. puffer tartályai (forrás: <http://www.rewox.hu> 2012.02.23.-ai letöltés saját szerkesztés)



13. ábra: Az ultraszűrés a folyamatvázlatban (a 9. ábra átszerkesztett változata)

A puffer medencék után az ultraszűrés fázisa következik. Ez egy előkezelés, célja, hogy a szennyvízben található kolloid méret tartományú szennyeződések, kiszűrje. Ehhez egy olyan szűrőre van szükség, amely legalább 4,2 m³/h¹¹ teljesítményre képes.

Ezen tárgy méretezéséhez a következő képleteket alkalmazom.

$$\pi = \frac{n}{V} \times R \times T$$

2. egyenlet: Ozmotikus nyomás meghatározásához szükséges képlet [8]

¹⁰ Azért 35 m³-esre tervezem a puffer medencét, mert 8 órás műszakokkal számolok a termelés ütemekor, mint alapegység. A 100 m³/nap vízfogyasztást ezért 3-al osztom el. Ez kerekítve 35 m³.

¹¹ Azért 4,2 m³/h, mert a napi vízfogyasztás kb. 100 m³, amiből az órai termelés 4,16 m³ értékre jön ki.

ahol, π : az ozmotikus nyomás [Pa], n : anyagmennyiség [mol], $V_{\text{molaritás}}$: Térfogat [m^3],

R: Az egyetemes gázállandó [$8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \times \text{K}}$], T: hőmérséklet [K]

$$\dot{V} = \frac{K}{l \times \eta} \times (\Delta\rho - \pi) \times A$$

3. egyenlet: A szűrőn áthaladó permeátum térfogatáramának megadásához szükséges képlet [8]

ahol, V : térfogatáram [m^3/s], K : permeabilitás, l : membrán vastagsága [m], η : hatásfok, $\Delta\rho$: sűrűségkülönbség [kg/m^3], π : ozmotikus nyomás [Pa], A : a víz permeabilitási állandója a membránon [$\text{g}/\text{cm}^2\text{s bar}$]

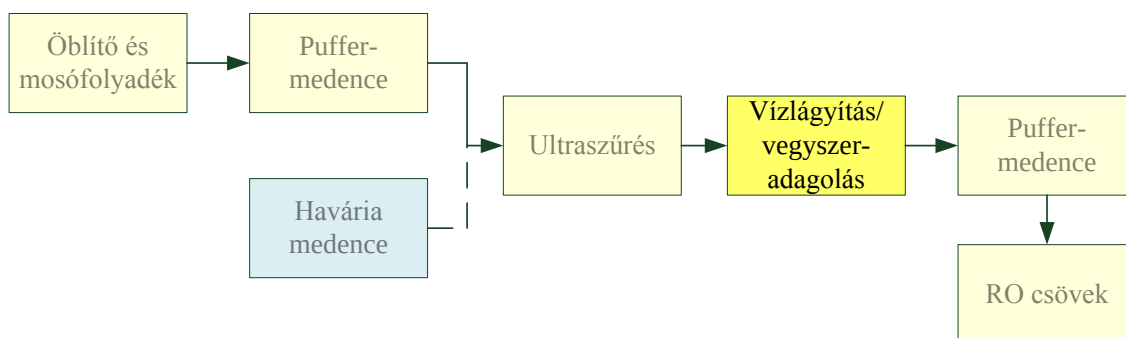
$$\pi = \frac{34\,559,2482\text{m}^3}{2\,102,764\text{mol}} \times 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \times \text{K}} \times 303,15\text{K} = 41\,422,98\text{Pa} \approx 41\,423\text{Pa}$$

A fenti számításból látszik, hogy az ozmotikus nyomás a **41 423 Pa**. A 3. táblázatból kiolvasható, hogy a durván 41,5 kPa, a kis nyomással üzemelő eljárás technológiához tartozik. Ami miatt esetleg a nanofiltrációs eljárások közé lehetne sorolni, az a kezelt víz koncentrációjának elenyészően kis értéke, $0,0128 \text{ g}/\text{dm}^3$. Az oka, amiért mégis a **kis nyomáson üzemelő technológiát** választanám ki, azzal indokolható, hogy a nyomás, ahogy a 4. táblázatban is látszik, ennek az eljárásnak a működési tartományába esik. A megfelelő üzembiztonság, és optimális működés érdekében választottam tehát ezt a szűrési eljárást.

Eljárás	Nyomástartomány (kPa)	Kezelt víz koncentrációja (g/dm^3)	Átlagos kinyerés (%)
Nagy nyomás	5 - 10000	10 - 50	15 - 55
Standard nyomás	3 - 4500	3,5 - 10	50 - 85
Kis nyomás	1 - 2000	0,5 - 3,5	50 - 85
Nanofiltráció	310 - 1000	< 0,5	75 - 90

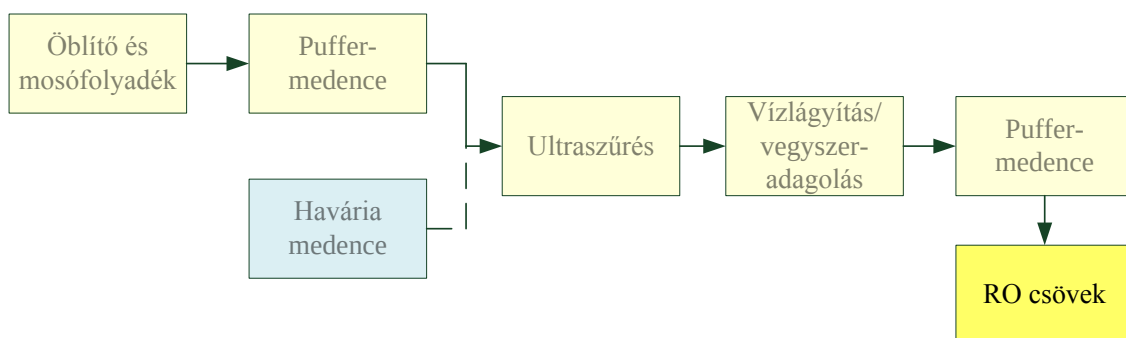
4. táblázat: Az egyes RO berendezések nyomás szerinti legfontosabb jellemzői (Forrás: muszeroldal.hu membrántechnikák 2012.02.23.-ai letöltés saját szerkesztés)

Ilyen berendezést forgalmaz például a BWT Hungaria Kft. is. Abban a választásomban, hogy ultraszűrő berendezést helyeztem el az RO csövek előtt a gyártó is megerősített, hiszen ők is ajánlják ilyen sorrendben a műtárgyak használatát. (forrás: <http://www.bwt.hu/HU/Termek> 2012.02.23.-ai letöltés).



14. ábra: A vízlagytás/vegyszeradagolás lépése a folyamatvázlatban (a 9. ábra átszerkesztett változata)

A következő lépés a vegyszeradagolás, vízlagytás. Erre a lépésre nem feltétlenül van szükség, azonban ha a víz keménységi foka meghaladja a berendezés optimális működési tartományát, akkor beavatkozást igényel a folyamat. Lágy víznek a 4-8 NK⁰¹² keménységű vizet tekinthetjük, a székesfehérvári vizek 24-27 NK⁰ keménységűek általában.



15. ábra: Az RO csövek a folyamatvázlatban (a 9. ábra átszerkesztett változata)

A rendszer utolsó műtárgya az RO berendezés. Ezt a műtárgyat az EUROWATER Vízkészítés Kft által forgalmazottak közül választottam ki. A kiválasztásban sokat segített az RO berendezéseket, azon belül is az EUROTEC 01,02,03 típusokat ismertető termékkatalógus. A katalógus alapján ¹³ az EUROTEC 02-16-os specifikációjú műtárgyat választottam ki, amely 5,6 m³/h teljesítményű, minden RO tisztító szakaszban két darab 4"-os átmérőjű membránnal. Az 1. képen egy hasonló berendezésnek a képe látható. Azért 5,6 m³/h standard teljesítményű berendezést választottam ki a gyártó katalógusából, mert az adataik 10 ° C hőmérsékletre és 500 mg/l üzemkörülményekre vannak megadva. Mivel a beérkező szennyvíz térfogatárama

¹² 1 nk° keménységű az a víz, mely 10 mg/l kalcium-oxiddal (CaO) egyenértékű kalcium- vagy magnéziumvegyületet tartalmaz. [9]

¹³ Az 5. mellékletben látható specifikációs táblázat segítségével választottam ki a megfelelő műtárgyat.

megközelítőleg 4,16 m³/h, ezért ezzel a megoldással a berendezés kb. 25%-al túl van méretezve.



1. kép: EUROWATER Vízkezelés Kft. által forgalmazott RO berendezés /EUROTEC 03-21/ (forrás: EUROWATER Vízkezelés Kft, termékkatalógus)

A műtárgy méretezett paraméterei, 5,6 m³/h névleges teljesítmény, pumpa motorteljesítménye: 5,5 kW, üzemhőmérséklet: 30 °C.

A konkrét lépések a tervezet megvalósításához a következők:

- havária és puffer medence megépítése,
- előtisztító berendezés, ultraszűrő műtárgy megépítése,
- csatornahálózat kialakítása,
- RO berendezés megépítése
- folyamatirányítási rendszer kiépítése

Azonosító	Tevékenység neve	Kezdés	Befejezés	Időtartam	márc. 2012				ápr. 2012			
					4.3				1.4	8.4		
1	Előzetes terv készítése	2012.03.01.	2012.03.02.	2n								
2	Döntéshozatal	2012.03.02.	2012.03.05.	2n								
3	Műszaki terv elkészítése	2012.03.06.	2012.03.19.	10n								
4	Kivitelezés	2012.03.20.	2012.04.13.	19n								
5	Próbautazás	2012.04.16.	2012.04.27.	10n								
6	Üzemelés megkezdése	2012.04.30.	2012.04.30.	1n								

16. ábra: Ütemezése az öblítő- és mosófolyadék újrahasznosítását megcélzó javaslatra (forrás: saját szerkesztés)

A technológia kivitelezésének időbeosztásáról készítettem egy GANTT diagramot (16. ábra), amely becsült időtartamokat tartalmaz, de jól látszik rajta, hogy milyen jellemző lépésekre van szükség, egy ilyen folyamat-módosítás kialakításához.

6. A fejlesztések hatásai a DENSO Kft. jelenlegi szennyvízkezelésére, vízgazdálkodására

Egy környezetvédelmi szempontú fejlesztés, amely valamely környezeti tényező teljesítményének javítását célozza meg, egy komplex rendszer részét képezi. Nem elég azt vizsgálni, hogy milyen hatást fejt ki az intézkedés a közvetlen környezetében, hanem a közvetlenül kapcsolódó elemeket, környezetet is vizsgálni kell.

Esetemben az intézkedés 10 000 m³ és 35 000 m³ közötti vízmennyiséget „von” ki a jelenleg működő rendszerből. Ezt a vizet re-cirkuláltatja, újrafelhasználja valamely technológiájában a szervezet. Ezáltal a mostani szennyvíz előkezelő¹⁴ technológiájára jelentős hatással van. Ezen túlmenően, pedig a membránszűrésből visszamaradó koncentrátumot, rá lehet engedni a szennyvíztisztítóra, vagy mint veszélyes hulladék a 11 01 15* EWC kód¹⁵ membrán- és ioncserélő rendszerek veszélyes anyagokat tartalmazó eluátumai és iszapjai megnevezéssel elszállíthatja, valamely hulladékos partnerével a szervezet.[10]

Az előző fejezetekben felvázolt kettő opció közül a második megoldás, az öblítővíz és mosófolyadékok teljes újrafelhasználására az, ami jelentős mértékben kihat a jelenlegi szennyvíztisztítására, mivel nagy mennyiségű kis koncentrációban szennyezett vizet vesz ki rendszerből. Míg a második megoldás a szennyvíztisztítóba kerülő víz mennyiségét csak kisebb mennyiségben változtatja.

6.1 Az öblítő folyadék re-cirkuláltatásának hatása a DENSO szennyvíztisztítójára („A” megoldás)

Ez a fejezetszakasz az 5. fejezetben ismertetett „A” megoldás hatásait mutatja be, illetve számolja ki a DENSO jelenlegi szennyvíz előkezelőjére vonatkozóan. Ez a megoldás kisebb hatással van rá mint a „B” megoldás, lévén, csak kisebb mennyiségű vizet re-cirkuláltat a feketítő tevékenység folyamatában, a számítások alapján **9 786,9 m³-t**.

A szennyvízkezelésre ennek a „vízkivételnek” abban rejlik, hogy a kezelőbe érkező szennyvíz töményebb lesz. Az 5. táblázatban a gyártó adatai alapján az ipari szennyvíz

¹⁴ A szervezet szennyvíz előkezelését sematikus ismertető ábrát az 5. melléklet tartalmazza.

¹⁵ European Waste Catalogue and Hazardous Waste List, Európai hulladék katalógus és veszélyes hulladék lista. [16]

előkezelő rendszerükre érkező 336 m³/nap mennyiségű szennyvíz minőségi paraméterei láthatók.

Keletkező szennyvíz		Az „A” megoldás után keletkező szennyvíz	
KOI	<60 000 g/m ³	KOI	65 515 g/m ³
SZOE	<6 000 g/m ³	SZOE	6 551 g/m ³
pH	9 - 11	pH	9 - 11
Zn	<20 g/m ³	Zn	21,84 g/m ³
Ülepedő anyag	<300 g/m ³	Ülepedő anyag	327,6 g/m ³

5. táblázat: A keletkező szennyvíz, illetve az „A” megoldás után a keletkező szennyvíz minőségi paraméterei
(Forrás: DENSO belső anyag, saját szerkesztés alapján)

Ezek az adatok a kivett víz függvényében a következő képen módosulnak. Ezen számítások eredményeit a 6. táblázat jobb oldali számértékei ismertetik.

$$\text{KOI: } 116\,256\, \text{m}^3 \times 60\,000\, \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = 6\,975\,360\,000\, \text{g}$$

$$\frac{6\,975\,360\,000\, \text{g}}{106\,469,1\, \text{m}^3} = 65\,515\, \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

$$\text{SZOE: } 116\,256\, \text{m}^3 \times 6\,000\, \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = 697\,536\,000\, \text{g}$$

$$\frac{697\,536\,000\, \text{g}}{106\,469,1\, \text{m}^3} = 6\,551\, \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Zn: } 116\,256\, \text{m}^3 \times 20\, \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = 2\,325\,120\, \text{g}$$

$$\frac{2\,325\,120\, \text{g}}{106\,469,1\, \text{m}^3} = 21,84\, \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Ülepedő anyag: } 116\,256\, \text{m}^3 \times 300\, \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = 34\,876\,800\, \text{g}$$

$$\frac{34\,876\,800\, \text{g}}{106\,469,1\, \text{m}^3} = 327,6\, \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

A vegyszeres előkezelés során felhasznált vegyi anyagok dózisát, a megnövekedett szennyező anyag koncentráció miatt célszerű növelni. Ebben a témában olvasott szakirodalmak, és disszertációk alapján azt tudom mondani, hogy nincsenek bevett stratégiák, a vegyszer dózisának növelésére, ha a nyers szennyvízben a megnövekszik a szennyezőanyag koncentrációja. [8]

Ennek a kérdésnek a tisztázására a gazdasági számítások pontosítása végett van szükség. A szennyező anyag koncentrációja, és az adagolt vegyszer mennyisége között én lineáris kapcsolatot feltételezek. Azért lineáris kapcsolatot, mert ezzel egyszerűbb számolni, illetve az ellenkezőjét nem lehet máshogy, csak üzemelési adatokkal igazolni.

A vegyszerigényét a szennyvíztisztításnak 2008-as adatokról tudom közölni, illetve a megváltozott vegyszerigényt (a besűrűsödött szennyvíz okán) a következő módon számítom ki. A 2008-as vegyszerfogyasztási adatok a 7. táblázatban láthatók.

2008-as szennyvíztisztítás vegyszerköltsége			Az „A” megoldás utáni szennyvíztisztítás vegyszerköltsége		
Megnevezés	Mennyiség (kg)	Nettó ár (ezer Ft)	Megnevezés	Mennyiség (kg)	Nettó ár (ezer Ft)
Flotup 300 HK (vas)	120705	71457	Flotup 300 HK (vas)	131800	78025,2
Poliquat 40 U50 (20%)	32250	35604	Poliquat 40 U50 (20%)	35214	38876,3
Sedotec 403A	1175	5020	Sedotec 403A	1283	5481,4
Mészhidrát	525	63	Mészhidrát	573	68,8
Kénsav (37%)	29566	7569	Kénsav (37%)	32284	8264,8

7. táblázat: A DMHU szennyvíztisztítójában felhasznált vegyszerek 2008, valamint az „A” megoldás utáni szennyvíztisztítás vegyszerigénye (forrás: DENSO belső anyag, saját szerkesztés)

$$\frac{\text{Régi vegyszerigény}}{KOI_{\text{hígabb szennyvíz}}} \times KOI_{\text{sűrűbb szennyvíz}}$$

A régi vegyszerigény a 2008-as üzemi adatok alapján a gyártótól kapott adatok alkotják, mértékegységük kilogramm.

A $KOI_{\text{hígabb szennyvíz}}$ a 2008-as üzemi adatok alapján a gyártótól kapott adatok alkotják, mértékegysége mg/l.

A $KOI_{\text{sűrűbb szennyvíz}}$ a feketítő technológiájában végrehajtott változás utáni üzemállapot adatait takarja, számítások alapján, mértékegysége mg/l.

A fenti számításokat elvégezve a 7. táblázat jobb oldalán olvasható adatokat kaptam. Az „A” megoldás operatív költségét, a két résztáblázat 3. oszlopának megfelelő elemeinek különbsége adja. Ezeket összegezve: $6\,568\,200\,Ft + 3\,272\,300\,Ft + 461\,400\,Ft + 5\,800\,Ft + 695\,800\,Ft = 11\,003\,500\,Ft$ operatív költségnövekedést kapok éves szinten.

Mivel ebben a megoldásban nem keletkezik hulladék, mivel a használt öblítővizet recirkuláltatom a rendszerben ezért további járulékos költségekkel nem kell számolnom.

6.2 Az öblítő- és mosófolyadék újrahasznosításának hatása a DENSO szennyvíztisztítójára („B” megoldása)

A „B” megoldásban a kivont kb. 100 m^3 vizet megtisztítja a tervezett membránszűrő rendszer. Ez a mennyiség két részre válik a technológia következményeként. Az első a tápvízből keletkező tisztított víz, a permeátum, míg a második a koncentrátum, a visszamaradó anyagokkal terhelt víz. A permeátumot, az RO csövek felé táplálja a rendszer, míg a koncentrátumot a szervezet szennyvíz előkezelőjébe jut. Ezzel a naponta átlagosan keletkező kb. $336 \text{ m}^3/\text{nap}$ szennyvízből $50 - 85 \text{ m}^3/\text{nap}^{16}$ tiszta vizet vonunk ki a rendszerből. Ennek fényében belátható, hogy a szennyvíz koncentrálik. Az előző fejezet 5. táblázatában a szennyvízkezelőbe érkező szennyvíz paraméterei találhatóak, amelyeket a következő számításokban használok fel.

Mivel a szennyvíz 336 m^3 vízmennyiségről 251 m^3 -re változik, ezért jóval koncentráltabb szennyvizet kapunk. Ezt a koncentrációváltozást az alábbi egyszerű számításokkal számítom ki. Az éves keletkező szennyvíz mennyisége $336 \frac{\text{m}^3}{\text{nap}} \times 346 \text{ nap} = 116\,256 \frac{\text{m}^3}{\text{év}}$ (346 nappal szoroztam, az éves üzemórák száma alapján.) a jelenlegi rendszerben. A megkapott szennyvíz térfogatát visszaszorozom a minőségi paraméterek koncentrációival, így tömegmennyiségeket kapok. A megkapott tömegmennyiséget visszaosztom a megváltozott éves szennyvíz térfogatáramával. ($336 \text{ m}^3 - 100 \text{ m}^3 = 236 \text{ m}^3/\text{nap}^{17} \times 346 \text{ nap} = 81\,656 \text{ m}^3$) Így az éves keletkezett szennyvíz térfogata $81\,656 \text{ m}^3$ -re becsülhető, a gyártó adatai alapján. A megváltozott koncentrációkat pedig a 8. táblázatban ismertetem. Ezért öblítő- és mosófolyadék újrahasznosításával az éves keletkező szennyvízmennyiséget, $251 \text{ m}^3 \times 346 \text{ nap} = 86\,846 \text{ m}^3$ -re méretezhetem.

$$\text{KOI: } 116\,256 \text{ m}^3 \times 60\,000 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = 6\,975\,360\,000 \text{ g}$$

¹⁶ A 4. táblázat kis nyomáson üzemelő ultraszűrő berendezések hatásfokát és a naponta keletkező mosó – és öblítő-folyadékok 100 m^3 -es mennyiségét felhasználva kapott érték.

¹⁷ A napi keletkező szennyezett mosó- és öblítő folyadék kb. 100 m^3 , amelyet a technológia megtisztít 85%-os hatásfokkal. Ennek a koncentrátuma hulladékként elszállítható.

$$\frac{6\,975\,360\,000\text{ g}}{81\,656\text{ m}^3} = 85\,424 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

$$\text{SZOE: } 116\,256\text{ m}^3 \times 6\,000 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = 697\,536\,000\text{ g}$$

$$\frac{697\,536\,000\text{ g}}{81\,656\text{ m}^3} = 8\,524 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Zn: } 116\,256\text{ m}^3 \times 20 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = 2\,325\,120\text{ g}$$

$$\frac{2\,325\,120\text{ g}}{86\,846\text{ m}^3} = 28,47 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Ülepedő anyag: } 116\,256\text{ m}^3 \times 300 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = 34\,876\,800\text{ g}$$

$$\frac{34\,876\,800\text{ g}}{81\,656\text{ m}^3} = 427,12 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

A számítást minden paraméterre elvégezve megkapom az új koncentráció értékeket.

Ezeket a 8. táblázatban ismertetem.

Keletkező szennyvíz		Az „B” megoldás után keletkező szennyvíz	
KOI	<60 000 g/m ³	KOI	85 424g/m ³
SZOE	<6 000 g/m ³	SZOE	8 524 g/m ³
pH	9 - 11	pH	9- 11+
Zn	<20 g/m ³	Zn	28,47 g/m ³
Ülepedő anyag	<300 g/m ³	Ülepedő anyag	427,12 g/m ³

8. táblázat: A keletkező szennyvíz, illetve az „B” megoldás után a keletkező szennyvíz minőségi paraméterei
(Forrás: DENSO belső anyag, saját szerkesztés alapján)

$$\frac{\text{Régi vegyszerigény}}{KOI_{\text{hígabb szennyvíz}}} \times KOI_{\text{sűrűbb szennyvíz}}$$

A régi vegyszerigény a 2008-as üzemi adatok alapján a gyártótól kapott adatok alkotják, mértékegységük kilogramm.

A $KOI_{\text{hígabb szennyvíz}}$ a 2008-as üzemi adatok alapján a gyártótól kapott adatok alkotják, mértékegysége mg/l.

A $KOI_{\text{sűrűbb szennyvíz}}$ a feketítő technológiájában végrehajtott változás utáni üzemállapot adatait takarja, számítások alapján, mértékegysége mg/l.

Elvégezve a fenti számítást a 8. táblázatban közölt adatokat kaptam.

2008-as szennyvíztisztítás vegyszerköltsége			Az „B” megoldás utáni szennyvíztisztítás vegyszerköltsége		
Megnevezés	Mennyiség (kg)	Nettó ár (ezer Ft)	Megnevezés	Mennyiség (kg)	Nettó ár (ezer Ft)
Flotup 300 HK (vas)	120705	71457	Flotup 300 HK (vas)	171851,7	101735,7
Poliquat 40 U50 (20%)	32250	35604	Poliquat 40 U50 (20%)	45915,4	50690,6
Sedotec 403A	1175	5020	Sedotec 403A	1672,887	7147,1
Mészhidrát	525	63	Mészhidrát	747,46	89,7
Kénsav (37%)	29566	7569	Kénsav (37%)	42094,1	10776,2

6. táblázat: A DMHU szennyvíztisztítójában felhasznált vegyszerek 2008, valamint az „B” megoldás utáni szennyvíztisztítás vegyszerigénye (forrás: DENSO belső anyag, saját szerkesztés)

A fenti két táblázatban a 3. oszlopban a vegyszer felhasználás költsége látható. Ennek a táblázatnak az oszlopainak különbsége adja meg a vízfelhasználás csökkentésére irányuló tervezet operatív költségeinek a növekedését. Összegezve a költségek növekményét, $30\,278\,700\text{ Ft} + 15\,086\,600\text{ Ft} + 2\,127\,150\text{ Ft} + 26\,700\text{ Ft} + 3\,207\,250\text{ Ft} = 50\,726\,400\text{ Ft}$ -ot kapok. Ez az összeg az, amellyel többet költene a szervezet a „B” megoldás bevezetése után, szennyvíztisztításra.

Ezen fenti összegen túl még egy másik operatív költség növekménnyel is kell számolni. Nevezetesen a keletkező 11 01 15* EWC kódú, a membrán- és ioncserélő rendszerek veszélyes anyagokat tartalmazó eluátumai és iszapjai megnevezésű hulladék elszállítási költségeivel. Az iszapok elszállításának költségeit 80-90 Ft/kg-ra lehet tervezni. Ha a teljes megtisztítandó vízmennyiség $34\,555,02\text{ m}^3$ éves mennyiségre tehető és a membránszűrők 85%-os hatásfokra méretezettek, akkor mintegy $29\,372\text{ m}^3$ tisztított víz és $5\,183,02\text{ m}^3$ koncentrátum keletkezik.

A koncentrátum sűrűségének meghatározásához a következő adatokat használok fel:

Tisztítandó víz térfogata: $34\,555,02\text{ m}^3 = 34\,555\,020\text{ dm}^3$

Tisztítandó víz szennyezőanyag tartalma: $0,0128\frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$

A tisztítandó vízben lévő szennyezőanyag mennyisége: $34\,555\,020\text{ dm}^3 \times 0,0128\frac{\text{g}}{\text{dm}^3} = 442\,358,8\text{ g}$

A membrán által kiszűrt szennyező anyag mennyisége a koncentrátumban: **376 005 g¹⁸**

A koncentrátum sűrűsége: $\frac{442,36 \text{ kg}}{5183,02 \text{ m}^3} = 0,085 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} + 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \mathbf{1,085 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$ Ez az ultraszűrő koncentrátumának sűrűsége.

Az ultraszűrő koncentrátumának tömege: $5\,183,02 \text{ m}^3 \times 1,085 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \mathbf{5623,6 \text{ kg}}$

Az RO szűrő koncentrátuma, a fennmaradó 15%-ot szűri ki a $29\,372 \text{ m}^3$ vízből, amely az ultraszűrő tisztított vize. A fenti számítások analógiáját felhasználva, valamint az RO csövek 99%-os hatásfokából kiindulva **$293,72 \text{ m}^3$** koncentrátumra lehet számítani évente. A vízben megmaradt szennyezőanyag tömege $442\,358,8 \text{ g} - 376\,005 \text{ g} = 66\,353,8 \text{ g} = \mathbf{66,35 \text{ kg}}$. Ennek a 99%-a **$65,69 \text{ kg}$** . A sűrűsége, durván **$4,42 \text{ kg/dm}^3$** . Így az elszállítandó iszap mennyisége **$1\,298,2 \text{ kg}$** évente.

Ez a mennyiség, illetve a fenti $5623,6 \text{ kg}$ a keletkezett szennyvíziszap, amelyet a 11 01 15* EWC kódon évente el kell szállítani. (Természetesen a két különböző sűrűségű iszap két nem keverhető össze, külön edényzetben szállíthatóak el.)

A becsület költsége 90 Ft/kg áron: $(5\,623,6 \text{ kg} + 1298,2 \text{ kg}) \times 90 \text{ Ft} = \mathbf{622\,962 \text{ Ft}}$.

¹⁸ 85%-os hatásfokú kis üzemnyomású ultraszűrő: $442\,358,8 \text{ g} \times 0,85 = \mathbf{376\,005 \text{ g}}$

7. Gazdasági számítások

A gazdasági számítások során a gyártótól kapott vízhasználati költségeket, a javaslatok beruházási költségeit fogom összevetni, és kiszámolni a megtérülési idejüket, valamint a költséghatékonyságukat.

Ehhez először a jelenlegi helyzet gazdasági vonatkozású paramétereit kell meghatározni, ismét feltüntetni.

Éves segédanyag felhasználás: **180 867 m³ víz**

Ebből az általam vizsgált technológia összesen: **34 254 m³** vizet és **305,25 m³** mosófolyadékot használ. A mosófolyadék elkészítéséhez **301,02 m³** vizet használnak, tehát összesen **34 555,02 m³** vizet használt 2011-ben a szervezet ebben a technológiában.¹⁹

A beszerzés egységára: A dolgozatban egyszer már ismertettem a vízbeszerzés költségeit a 2. táblázatban. Ezeket az adatokat fogom újra felhasználni.

Összesített vízdíj: $180\,867\,m^3 \times 774,9\,Ft/m^3 = \mathbf{140\,153\,838,3\,Ft}$

Vízdíj: $180\,867\,m^3 \times 448,9\,Ft/m^3 = \mathbf{81\,191\,196,3\,Ft}$

Csatornadíj: $180\,867\,m^3 \times 326\,Ft/m^3 = \mathbf{58\,962\,642\,Ft}$

A fenti összegek a vízdíj éves költségei.

7.1 Az öblítővíz re-cirkuláltatására tett javaslat költsége, eredményei, megtérülése („A” megoldás)

2 db 10 l/perc, vagy 0,6 m³/h vízszállítási kapacitással rendelkező szivattyú: **GRUNDFOS UPS 25-80 180 szivattyú, 230 V.** Az ára egyenként **71 652 Ft.** Két szivattyú esetén: **143 304 Ft.**²⁰

Szerelvények, szigetelések költsége: 50 000 Ft. (Becslés alapján, csővezetékek, tömítések, szigetelések ára)

Műszaki terv elkészítésének költsége (alvállalkozó által készített): **96 652 Ft**²¹

¹⁹ A gyártó adatai alapján. A mosófolyadék víztartalmát a 28. oldalon ismertettem.

²⁰ Forrás: http://www.gpsz.hu/termekek/szivattyuk/futesi_keringeto_szivattyuk/GRU_95906429

²¹ Az anyagköltség fele

Ebből megkaptam, hogy a 2010-es évben a vízfogyasztás mintegy 92%-a volt a 2011-es évinek. Ezt tovább úgy módosítottam, hogy a $180\,867\text{ m}^3 - 9\,786,9\text{ m}^3$ -t levontam, majd megszoroztam 0,92052-vel, így arányosítottam a 2010-es és 2011-es adatokat.

Így az új fajlagos mutatók a következők lettek: $\frac{157\,482\text{ m}^3}{9\,683\text{ t}} = \mathbf{16,26\text{ m}^3/\text{t}_{\text{termék}}}$

$$\frac{157\,482\text{ m}^3}{464\text{ millió euró}} = \mathbf{339,4\text{ m}^3/\text{millió euró}}$$

A gazdasági számítások, és a fajlagos mutatók kiszámítása után látható, hogy a szervezet, mintegy másfél év megtérülési idővel nagy előrelépést tudna tenni a környezetvédelem terén.

A 17. ábrán a 7. Mellékletben a célfa látszik. Ez egy levezetés, hogy milyen jövőbeni előnyökre, eredményekre tehet szert a szervezet. Jól látható rajta, hogy a versenyképesség növelésének érdekében egy ilyen kérdés, a jövőre nézve kulcsfontosságú.

A környezettudatos vállalatirányítás és a vevői igények kielégítése egyenes úton vezethet a stabil gazdasági környezet megteremtéséhez azáltal, hogy újabb és újabb megrendeléseket kap a szervezet, valamint bővíthet a vevői köre.

A technológia fejlesztése, az elérhető legjobb technológiára való törekvéssel a nyersanyagok és segédanyagok felhasználásának csökkentésével a költségek jelentősen lefaraghatóak, ami szintén egyenes úton vezet a stabil gazdasági környezet megteremtéséhez.

A segédanyagok visszavezetése a rendszerbe, csökkenti a ráfordítási költségeket, ezáltal felszabadulnak anyagi források, és ezek befektethetőek, ezáltal szintén stabilizálható a gazdasági környezet.

7.2 Az öblítővíz és mosófolyadék teljes újrafelhasználására tett javaslat költsége, eredményei, megtérülése („B” megoldás)

Ennek a megoldásnak a költségeit csak becsülni tudom. Egy szakirodalomban talákoztam egy hasonló megoldással. Ott a puffer medencék $4\,000\text{ m}^3$ -esek voltak és a membránszűrő $6000\text{ m}^3/\text{nap}$ teljesítményű volt. Ennek a beruházásnak a teljes költsége 2 millió euró volt. [12]

A dolgozatban ismertetett eljárás durván 88 m³ puffer tartályokat alkalmaz, illetve kb. 10 m³/h teljesítményű membránszűrőket. Az arányosítást úgy végeztem el, hogy a medencék és a membránszűrők méretbeli különbségét összeadtam, majd elosztottam a teljes költséget ezzel az aránnyal. Ebből megközelítőleg **74 000 euró**, azaz **22 200 000 Ft** végösszeg jön ki.

Eredményei, azaz a víz költségeinek lefaragása az adott technológiában:

A teljes éves vízfogyasztási költsége a fém felületkezelő technológiának:
 $34\,555,02\,m^3 \times 774,9 \frac{Ft}{m^3} = \mathbf{26\,776\,685\,Ft}$

Ezt a vízmennyiséget a technológiai folyamatban teljes mértékben újrahasznosítanám tisztítás után. Ez **26 776 685 Ft** megtakarítást és **34 555,02 m³** vízfogyasztás csökkenést eredményezne.

A szennyvíz előkezelésében történő költségnövekedés: **50 726 400 Ft**

A keletkező hulladék elszállítási költsége: **622 962 Ft**.

A működés során felhasznált villamos áram költsége: 5,5 kW/h az RO berendezés névleges teljesítménye. A villamos áram költsége 111,84 Ft/kW/h²⁴. Az éves üzemórák száma 346 nap × 24 óra = 8 304 óra. Ezekből az adatokból az éves működési költség a két szivattyú esetében: **5 107 957 Ft**.

Az ultraszűrő berendezés névleges teljesítménye durván 4,125 kW/h. A villamos áram költsége és az üzemórák száma megegyezik az RO berendezésnél ismertetett adatokkal. Ezekből kiszámítva az éves működtetési költség: **3 830 967 Ft**.

Megtérülés: $\frac{22\,200\,000\,Ft + 50\,726\,400\,Ft + 622\,962\,Ft + 8\,938\,924\,Ft}{26\,776\,685\,Ft} \times 365\,nap \cong \mathbf{1\,124\,nap}$ a

megtérülési ideje a beruházásnak, azaz kb. három év

Környezetvédelmi előnyök:

A régi fajlagos mutatók: **17,19 m³/t_{termék}**

358,81 m³/millió euró

Fajlagos mutatókban elért változások:

²⁴ Forrás (E-ON szolgáltató hivatalos oldala)

http://www.eon-energiaszolgáltato.com/index_eiroda.php?menu=2120202010105

A fentiekben ismertetett régi fajlagos mutatók és az arányosítási módszer tekintetében

az új fajlagos mutatók a következők lettek: $\frac{134\,682,55\,m^3}{9\,683\,t} = \mathbf{13,93\,m^3/t_{termék}}$

$$\frac{134\,682,55\,m^3}{464\,millió\,euró} = \mathbf{290,26\,m^3/millió\,euró}$$

A gazdasági számítások, és a fajlagos mutatók megadása után látható, hogy a szervezet kevesebb kb. 3 év megtérülési idővel jelentősen nagy előrelépést tudna tenni a környezetvédelem terén. Megközelítőleg $3,2\,m^3/t_{termék}$ javulás érhető el, az 1 tonna termék előállításához szükséges víz felhasználása terén. Ez környezetvédelmi szempontból jellemzi a technológia fejlesztés eredményét. Ami pedig gazdasági okokat figyelembe véve szól a beruházás mellett, az a közel $70\,m^3/millió\,euró$ javulás. Ez azt jelenti, hogy a szervezet 1 millió euró bevétel megteremtéséhez majdnem $70\,m^3$ -rel kevesebb vizet vesz fel a hálózatról.

A 18. ábrán, a 7. mellékletben látható célfán ugyanúgy végigkövethető a stabil gazdasági környezethez vezető út a probléma megoldásával, mint a másik célfán. Az eltérés a 17. ábrától csak abban rejlik, hogy ebben az esetben a segédanyagok teljes újrahasznosítására törekedek.

8. Összegzés

A dolgozat elején a szakirodalmi áttekintés kiterjed a vízügyi ismeretekre. Ezen belül kitértem az ipari vízkezelés feladataira, valamint az ipari vízfelhasználás csökkentésére irányuló feladatok ismertetésére. A következő fejezetekben a DENSO Gyártó Magyarország Kft.-ről, a dolgozat gyakorlati példáját szolgáltató szervezetről adtam egy kisebb áttekintést. A gyártási folyamatok ismertetése után a feketítésre, azaz a korrózióvédelmi eljárásra tértem át. Ez a tevékenység az, amelynek a vízfelhasználása csökkentésére teszek majd a későbbi fejezetekben javaslatokat. Az 5. fejezetben kezdtem el ismertetni a korrózióvédelmi eljárás vízigényének csökkentésére tett két javaslatomat. Ehhez előzetesen szükséges volt ismertetni a gyártási folyamatot, a víz felhasználásának adatait, a fajlagos vízfogyasztási mutatókat. Ezeket az alfejezeteket követő szakaszokban a javaslataimat ismertettem. Az első javaslat, amelyet a dolgozatban én „A” megoldásnak nevezek az öblítővíz re-cirkuláltatása, egy kisebb volumenű beruházás, amelyet a gyártó szakemberei is megpróbáltak már bevezetni. A második ilyen eljárás, a dolgozatban „B” megoldás, a szennyvízként kezelt öblítő- és mosófolyadékok ipari újrahasznosítását takarja. A 6. fejezetben ennek a két megoldás hatását ismertetem a szervezet jelenlegi szennyvízkezelő technológiájára. Mindkét eljárás „koncentrálja” a szennyvizet, ezzel növelve a vegyszerfogyasztást, ezzel pedig a működtetési költségét a szennyvízkezelő rendszernek. A 7. fejezet tartalmazza a gazdasági számításokat, sorban az „A” és a „B” megoldásokra. A számítások tartalmazták a beruházási költségeket, a működtetési költségeket, valamint a szennyvízeszelésre gyakorolt hatásuk költségvonzatát. Kiszámoltam ezekből az adatokból a beruházások megtérülési idejét. A fajlagos mutatókra gyakorolt hatásait is kiemelttem mindkettő esetben, hiszen egy fenntarthatósági jelentésben, vagy egy esetleges EMAS III. tanúsítvány megszerzésekor ezek a mutatók fontos információt képezhetnek.

Jól látszik a fajlagos mutatókon, hogy ezek a befektetések jelentős környezeti terhelés csökkenéssel járnak. Mindkét eljárás bevezetése esetén elérhető a környezeti teljesítmény növekedése. Ezek az adatok pedig a laikusoknak is jól prezentálja egy ilyen beruházás fontosságát.

Az elvégzett számításokból látszik, hogy az öblítővíz re-cirkuláltatással, az „A” megoldással, 563 nap megtérülési idővel, már $17,19 \text{ m}^3/\text{t}_{\text{termék}}$ értékről $16,26 \text{ m}^3/\text{t}_{\text{termék}}$ -re

csökkenthető a szervezet „friss” vízigénye 1 tonna termékre vetítve. Azonban egy nagyobb horderejű fejlesztéssel, a „B” megoldással, a szervezet kb. 1 124 napos megtérülési ráta mellett $13,93 \text{ m}^3/\text{t}_{\text{termék}}$ értékre csökkentheti az 1 tonna termék előállítására fordított, a kommunális hálózatról vett, ipari víz mennyiségét. Ezt persze nem úgy kell elképzelni, hogy ezután kevesebb vizet fog felhasználni a szervezet, hanem, hogy a vízhálózatról kevesebb vizet fog vételezni, mivel a segédanyagát többször felhasználja megfelelő tisztítás után.

A dolgozat eredményeit leginkább egy próbaüzemmel lehetne igazolni, azonban, ez a dolgozatban szereplő költségek ismeretében nem kivitelezhető. Abban az esetben, ha a gyártó megfontolja a fejlesztési javaslatot, és bevezeti valamelyik megoldást, amelyet a dolgozatban ismertettem a számítási eredmények mérési eredménnyel igazolhatóvá válnának. Ennek ismertetése azonban már egy külön dolgozat tárgyát képezné.

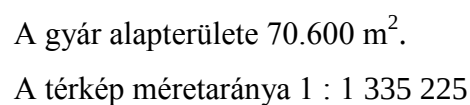
Összességében elmondható, hogy egy ilyen tervezet bevezetése minden olyan gyártónak fontos prioritású lehet, aki meg szeretné őrizni hosszú távon a piaci előnyét, vevőinek a bizalmát. Ezen túlmenően, az ilyen és hasonló tervek végrehajtásával elérhetővé válik, hogy a nagy vízigényű gyártók a vízfelhasználásukat teljesen zárt rendszerre alakítsák. Ez alatt azt értem, hogy az egyszer megvett vízmennyiséget, megfelelő tisztítási folyamatokkal a saját gyártási folyamatain belül többször újrahasznosíthatóvá teszik.

A vevők és a társadalmi csoportok felé pedig prezentálható egy-egy ilyen intézkedés után, hogy a szervezet elkötelezett a környezete védelmében és a fenntartható fejlődés fogalmával azonosulni tudott.

Felhasznált szakirodalom

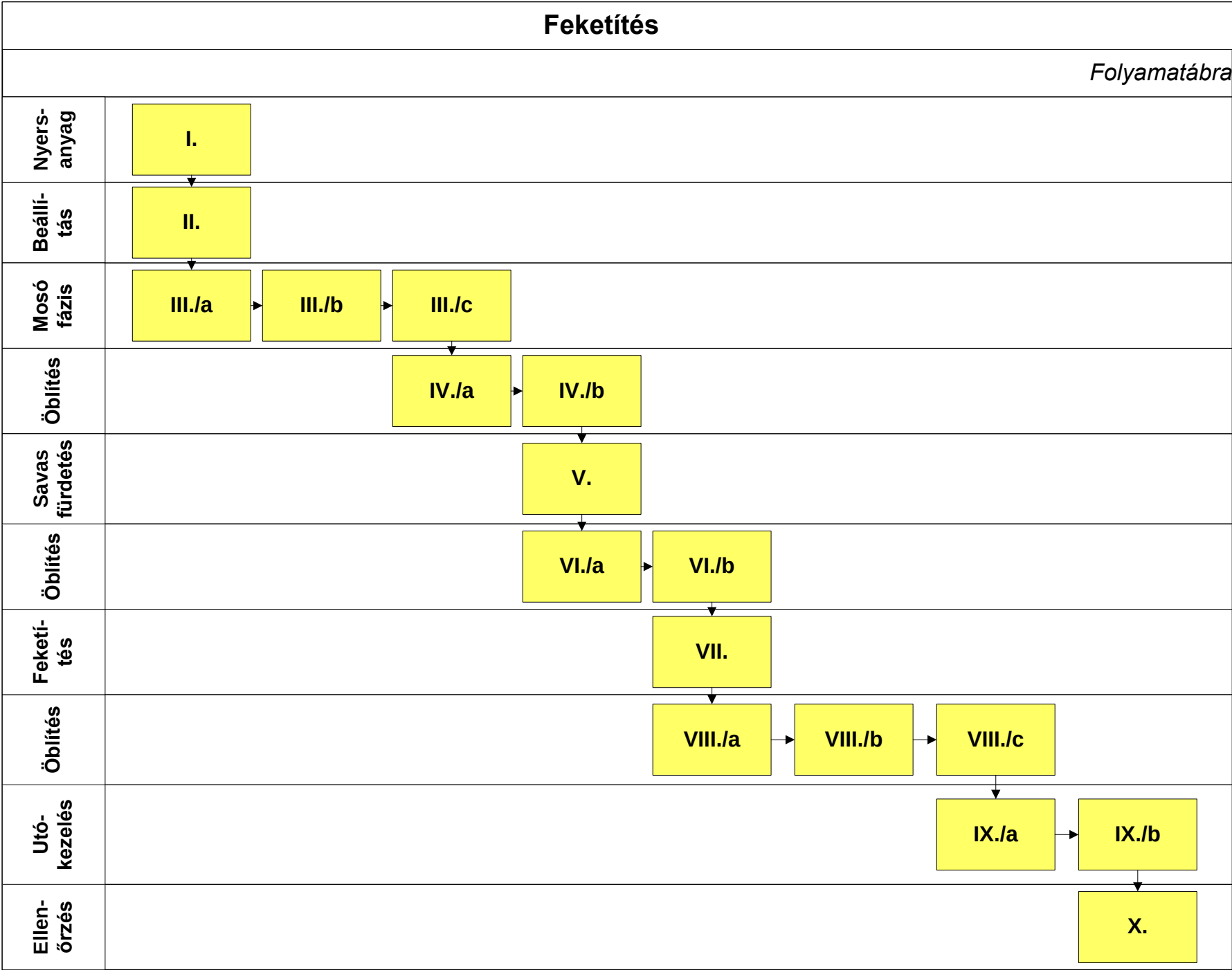
- [1]: Varga Lajos: ISO 14001 Környezet Irányítási Rendszer, Oktatási Anyag, PHILIPS, Székesfehérvár, 1998.
- [2]: Energiagazdálkodási kézikönyv Vízgazdálkodás az Iparban; szerkesztette a Magyar-EU Energia Központ munkaközössége; A Magyar-EU Energia Központ, 1995.
- [3]: Németh József: Környezetközpontú irányítási rendszer bemutatása egy autóipari beszállító cégnél; Szakdolgozat, Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar; Minőségirányítási rendszermenedzser szak, Székesfehérvár, 2011.
- [4]: Bajnóczy Gábor – Szebényi Imre: Műszaki kémia gépészmérnök hallgatóknak, Műegyetemi kiadó, 2001
- [5]: <http://www.bwt.hu/HU/Termek/Epulet-Ipari-Vizkezo-Technologia/Termek/Membrantechnika/>, letöltés dátuma: 2012-02-13
- [6]: Fritzné Tószeczki Mária: Környezetvédelem 2010. 8. szám, ELGOSCAR-2000 Környezettechnológiai és Vízgazdálkodási Kft., Budapest, 2010
- [7]: Ramadan Yahya: Phd értekezés, Különböző töltésszámú ionok elválasztása nanoszűrő membránokon, PhD értekezés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar, Kémia és Környezeti folyamatmérnök Tanszék, Budapest, 2010
- [8]: Kucsera Gyula: Környezetvédelmi műszaki műveletek II. JPTE PMMFK oktatási segédlete, Pécs, 1995.
- [9]: Környezetvédelem, akadémiai lexikonok, Akadémiai kiadó, Budapest, 2007
- [10]: 16/2001. (VII. 18.) KöM rendelet, A hulladékok jegyzékéről, 1. számú melléklet a 16/2001. (VII. 18.) KöM rendelethez
- [11]: Szabó Anita: Foszfór eltávolítása és a biológiai szennyvíztisztítás intenzifikálása kémiai előkezeléssel, doktori (PhD) értekezés, Budapesti Műszaki és gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar, Víz- és környezetmérnöki alprogram, 2006
- [12]: Fritzné Tószeczki Mária: Környezetvédelem 2009. 11. szám, ELGOSCAR-2000 Környezettechnológiai és Vízgazdálkodási Kft., Budapest, 2009
- [13]: <http://www.rewox.hu/index.php/hu/tevekenysegor/mech-berendezesek.html>, letöltés dátuma: 2012.02.23.
- [14]: <http://www.muszeroldal.hu/measurenotes/membrantechnologiak.pdf>, letöltés dátuma 2012.02.23.
- [15]: EUROWATER termékkatalógus, EUROTEC 01, 02, 03 típusú FORDÍTOTT OZMÓZIS EGYSÉGEK
- [16]: Dr. Fekete Jenő György: Vízgazdálkodás, vízhasznosítás, Egyetemi jegyzet, Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki Kar, Pécs, 2011.
- [17]: Szalai György: Ember és Víz, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1987

1. Melléklet: A gyár térképe



- 46 -

2. Melléklet: A feketítés folyamata



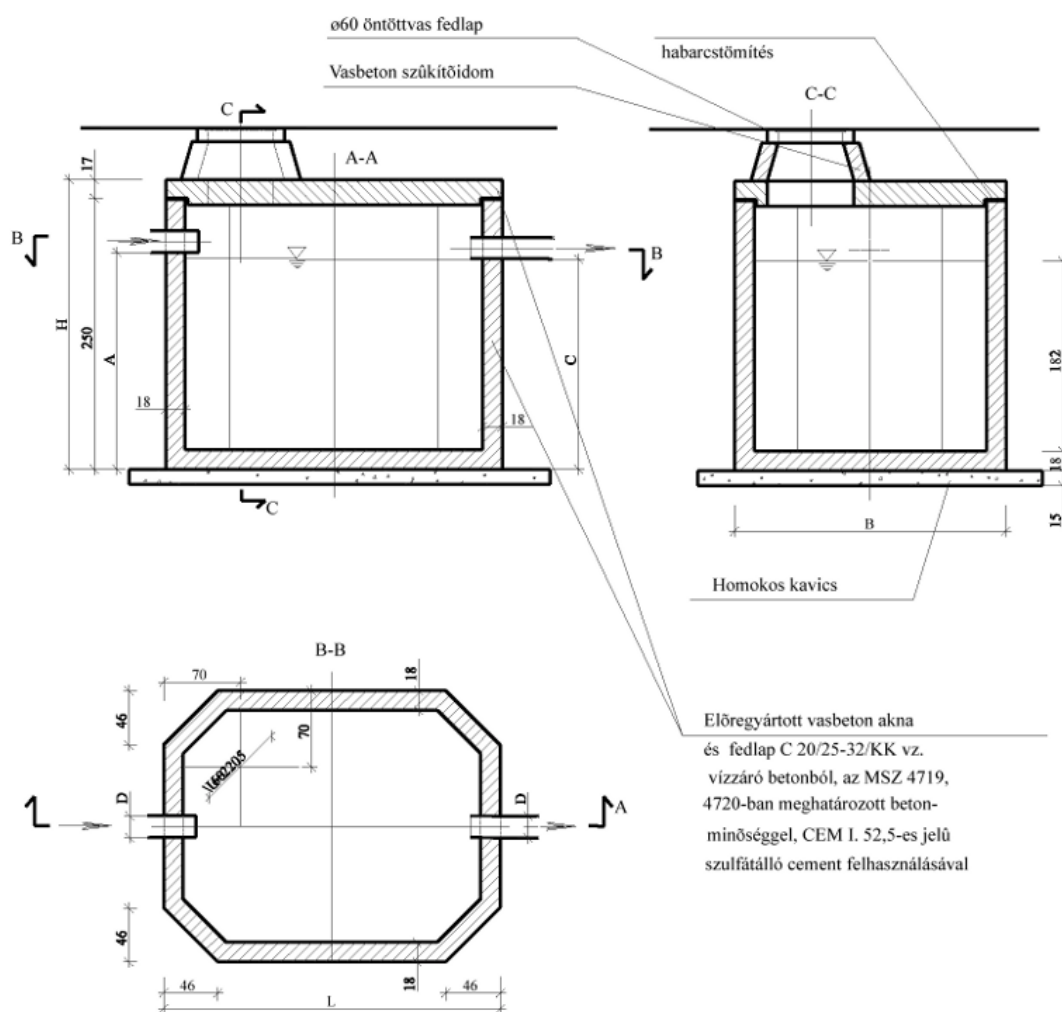
2. Melléklet: A feketítést ismertető folyamat

3. mellékelt: A fémek tisztasági foka

A fokozatok	
jellemzések	jelölése
A felületen reve, vagy rozsda hatszoros nagyítással sem észlelhető (fém tiszta)	K0
A felületen csak hatszoros optikai nagyítással észlelhető reve, vagy rozsda (gyakorlatilag fém tiszta)	K1
a) A fémszínű felületen kezdődő visszarozdásodástól származó elszíneződés látható (még nem futó rozsda)	K2
b) A fémszínű felületen az érdességi egyenetlenségek mélyedéseiben szabad szemmel látható maximum 1 mm átmérőjű reve, vagy rozsdapontok.	
c) futtatási szín	
d) az a), b) és c) együttes előfordulása	
a) A felületen visszarozdásodástól származó lemezesen le nem választható rozsdafoltok és csíkok (futó rozsda)	K3
b) A felületen visszamaradt, lemezesen le nem választható rozsdafoltok és csíkok (esetleg bemaródások)	
c) az a) és B) együttes előfordulása	
A felületen visszamaradt, jól tapadó revefoltok, csíkok. Az ilyen és nagyobb mértékben oxidálódott felületre bevonat csak további tisztítás után vihető fel.	K4

3. Melléklet: A fémek tisztasági foka

4. Melléklet: REWOX SR puffer medencék műszaki rajza



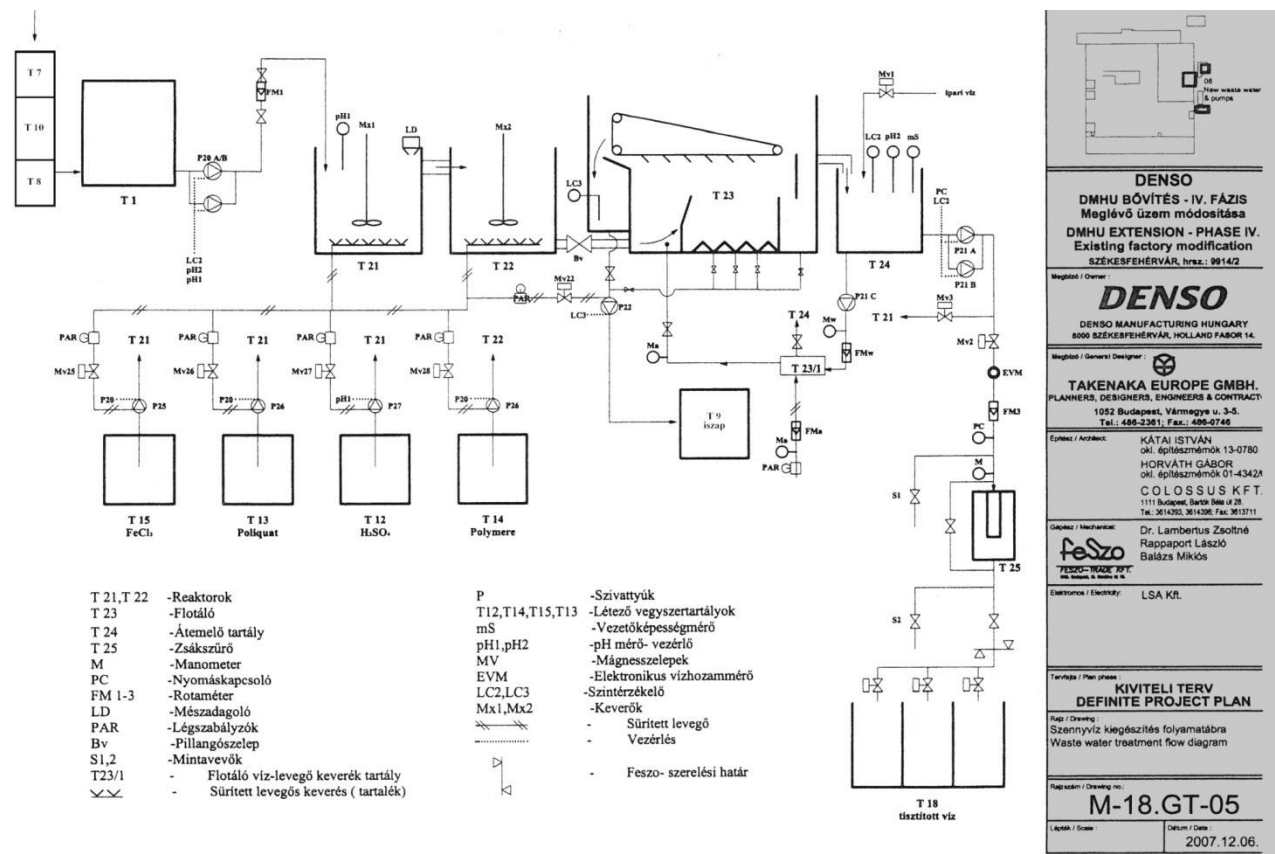
4. Melléklet: REWOX SR puffer medencék műszaki rajza (forrás: <http://www.rewox.hu/index.php/hu/tevekenysegek/mech-berendezesek/srmutargy.html> 2012.02.23.-ai letöltés)

5. Melléklet: EUROWATER Kft. RO berendezéseinek specifikációs adatai

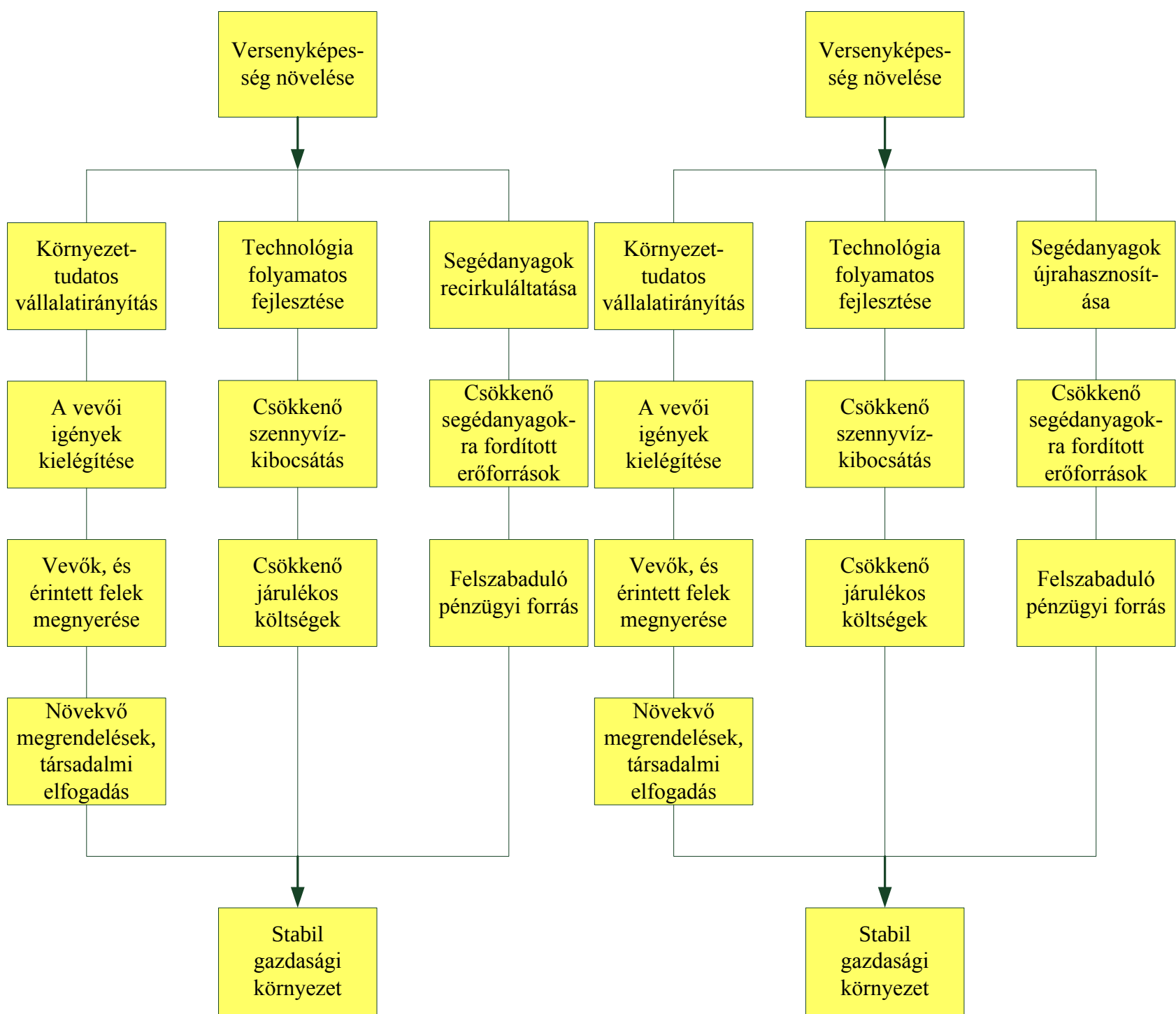
Típus	Standard teljesítmény	Pumpa motorja	Csatlakozás			
			Belépés	Kilépés	Lefolyó	Öblítés
01-1	0,35	2,2	Rp 3/4	20/25	20/25	25/32
01-2	0,70	2,2	Rp 3/4	20/25	20/25	25/32
01-3	1,05	2,2	Rp 3/4	20/25	20/25	25/32
01-4	1,40	2,2	Rp 3/4	20/25	20/25	25/32
01-5	1,75	2,2	Rp 3/4	20/25	20/25	25/32
02-6	2,1	4,0	DN 32/40	25/32	25/32	40/50
02-8	2,8	4,0	DN 32/40	25/32	25/32	40/50
02-10	3,5	4,0	DN 32/40	25/32	25/32	40/50
02-12	4,2	4,0	DN 40/50	25/32	25/32	40/50
02-16	5,6	5,5	DN 40/50	40/50	25/32	40/50
02-20	7,0	5,5	DN 40/50	40/50	25/32	40/50
02-24	8,4	7,5	DN 40/50	40/50	25/32	40/50
03-6	8,4	11,0	DN 40/50	40/50	25/32	40/50
03-9	12,6	11,0	DN 40/50	40/50	25/32	40/50
03-12	16,8	15,0	DN 50/63	50/63	25/32	50/63
03-15	21,0	15,0	DN 50/63	50/63	25/32	50/63
03-18	25,2	18,5	DN 50/63	50/63	40/50	50/63
03-15	29,4	22,0	DN 50/63	50/63	40/50	50/63
03-18	33,6	22,0	DN 50/63	50/63	40/50	50/63

5. Melléklet: Specifikációkat tartalmazó táblázat, az EUROWATER Kft. RO berendezéseihez. (Forrás: Termékkatalógus, EUROWATER Kft. 2012.02. letöltés)

6. Melléklet: A DMHU szennyvíztisztítójának szerkezeti felépítése²⁵



7. Melléklet: Célfák Az „A” és a „B” megoldások ok-okozati összefüggéseinek ismertetéséhez



17. ábra: Célfá, az „A” megoldás, az öblítővíz re-cirkuláltatásából elérhető célok levezetéséhez (forrás: saját szerkesztés)

18. ábra: Célfá, a „B” megoldás, a feketítési technológiában használt öblítő- és mosóanyagok teljes újrahasznosításából elérhető célok levezetéséhez (forrás: saját szerkesztés)

²⁵ Forrás: DENSO Gyártó Magyarország Kft. belső anyag.
- 50 -