

SZAKDOLGOZAT

Bene Sándor
Hulladékkezelési és -hasznosítási szakmérnök

Gödöllő
2022



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Hulladékkezelési és -hasznosítási szakmérnök Szak

Söripari iszapvíztelenítési technológia kidolgozása

Belső konzulens: **Dr Aleksza László**
Egyetemi Docens

Készítette: **Bene Sándor**
Neptun kód UGJ9ZJ
tagozat levelező

Intézet/Tanszék: Környezettudományi Intézet

Gödöllő

Tartalom

1. Bevezetés.....	4
2. A hulladék eredete és tulajdonságai	5
2.1 Sörfőzés alapjai.....	5
2.2 Szűrés	7
2.2.1 Kovaföld, mint szűrési segédanyag.....	7
2.2.2 A szűrés folyamata	9
2.3 Fikai – kémia tulajdonságok, mennyiségi alakulások.	12
3. A végtermék lehetséges felhasználási lehetőségei	15
4. Víztelenítési technológia kiválasztása.....	18
4.1 Víztelenítés szűrőpréssel	19
4.2 Víztelenítés centrifugával	19
4.3 Centrifuga méretezése	20
5. Gazdasági számítások	22
6. Összegzés	23
7. Irodalomjegyzék.....	25
8. Mellékletek.....	26
9. Nyilatkozat	33

1. Bevezetés

A mai világban egyre fontosabb szerepet kap a fenntarthatóság és a környezeti értékeink megóvása. Bárhová nézünk, az embereket foglalkoztatja a szűkebb vagy tágabb környezetük védelme, az erre való lehetőségek megismerése. Ez jelentheti a talajvédelmet, a hulladék kezelést vagy akár azt a fajta fejlődést, melynek során tudatosan fókuszálunk nem csak a jelenlegi probléma megoldására, hanem számba vesszük a új folyamat által generált pozitív és negatív hatásokat.

A fenntarthatóság jegyében kezdődött meg a Heineken anyavállalatánál, majd ennek következményeként a jelenlegi munkahelyemen, a Soproni sörgyárban, több folyamat illetve beruházás előkészítése, amelyek a hulladékkezelés újraszervezését, a jelenlegi rendszer javítását foglalják magukba.

A sörgyári hulladékok nagy részét főzés közben keletkezett alapanyag vagy csomagoláskor jelentkező hulladék teszi ki. Ezek közül kettőt, valójában nem is sorolunk a hulladékok közé, a törkölyt (árpamaláta mint főzési maradék) illetve elhasznált élesztőt (erjesztési maradék), melyek melléktermékként hagyják el a sörgyárat. Így tehát a hulladéknak minősített anyagok közül, a három legnagyobb mennyiségben jelenlévő, az üveg csomagolási-, a műanyag csomagolási hulladék és a kovaföld iszap. Mivel a sörgyár termelési volumene az elmúlt 4 évben 30%-al nőtt, így ez magával hozta azt, hogy a szűrési hulladék mennyisége is növekedett, közel 20%-al.

A kovaföld iszap kezelése, majd a további ártalmatlanítása, sok erőforrást igénylő folyamat és sajnos nem elhanyagolható az a tény, hogy mindez rengeteg szállítványozással lehetséges. A cégvezetés látja ennek súlyosságát és ezért kiemelten kezeli ezt a kérdést. Olyan megoldást szeretne találni, amely illeszkedik a helyi szabályozási környezetbe illetve összeegyeztethető a Heineken belső elvárásaival is.

Jelen tanulmányban bemutatnám a következőket:

- A söripair technológia megismerése amelynek egyik végtermékeként a hulladék keletkezik.
- A kovaföld mind szűrési segédanyag felhasználásának vizsgálata.
- A keletkezett hulladék tulajdonságainak, mennyiségi alakulásainak elemzése.
- A víztelenített iszap új felhasználási lehetőségeinek a vizsgálata.
- Iszapvíztelenítéshez szükséges berendezés kiválasztása, gazdasági vonatkozásainak elemzése.

2. A hulladék eredete és tulajdonságai

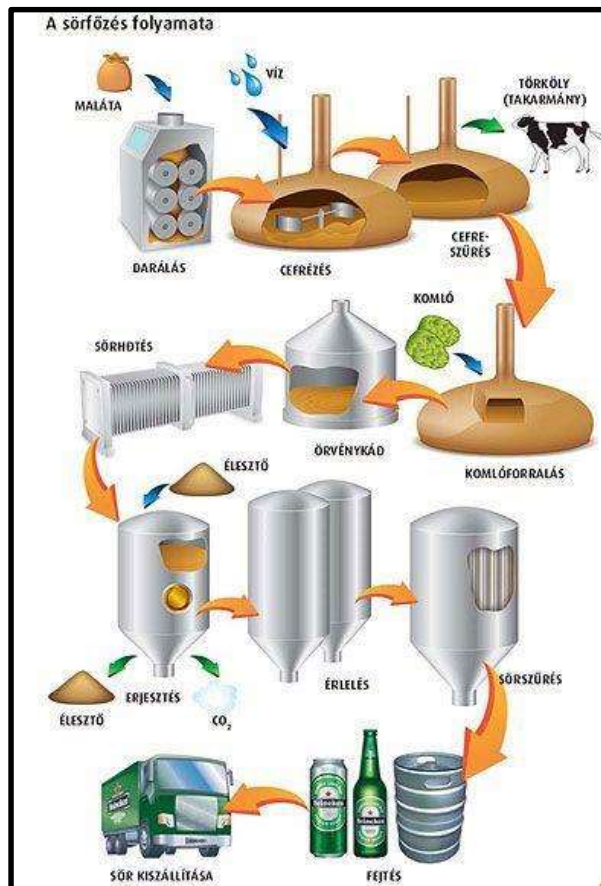
2.1 Sörfőzés alapjai

A sörfőzési folyamatok során az alapvető célunk az , hogy az alapanyagban található beltartalmani értéket kinyerjük, majd ezt követően az élesztő segítségével leerjesszük a sörlevet. Az élesztő élete során alkoholt állít elő, emellett számos olyan vegyületet amely a sör aromáját, karakterisztikáját adja.

Az árpamaláta esetében, amely keményítőt tartalmaz roppantással hozzáférünk a szükséges magbelsőhöz, míg a kukorica vagy a rizs pótanyag esetében egyszerűen apróbb részekre törjük az egész szemet. A cefrézés célja az, hogy a malátából és a pótanyagokból megfelelő minőségű extraktot nyerjünk. Ez azt jelenti, hogy a hőmérséklet, az idő és pH változtatásával, (foszforsav és/vagy tejsav adagolásával) optimális feltételeket kell teremteni, azokhoz az enzimes folyamatokhoz, amelyek az alapanyag oldhatatlan komponenseit vízben oldható, erjeszthető cukrokká alakítják át. Ebben a folyamatban a malátázás alatt megjelenő amiláz enzimek fognak segíteni minket. A fehérjék bontása a 45-52 °C-on a legintenzívebb. A legtöbb erjeszthető cukor a 60-65 °C -os hőmérséklettartományban keletkezik, a dextrinek képződésének a 70-75 °C a legkedvezőbb.

Ezt követően elválasztjuk egymástól a sörlevet és a héjréteget, az úgynevezett törkölyt, a sörlésszűrés folyamán. Okkal említettünk a fentiekben roppantást a darálás helyett, hiszen a maláta esetében a magbelső aprózódik, ugyan akkor a héj szerkezete megmarad közel ép formájában, felhasadva. Ez a héj fogja képezni azt az iszapleményt, ami a szűrést elvégzi. Miután a színle lefolyása megtörtént megmérjük a cukorfokát és elkezdjük a másolás folyamatát, megfelelő mennyiségű és hőmérsékletű víz hozzáadásával. A másolás célja, hogy a kötött extraktmennyiséget, ami a koncentrációkülönség miatt már nem tud kioldani a színsörlé azt másológéppel kimossuk a törkölyből.

A leszűrt sörlevet forraljuk, ezalatt komló és egyéb fűszerek segítségével ízesítjük. A komlóforralás a sör ízét, illatát, színét, habtartósságát befolyásolja. Célja a sörlé töményítése, sterilizése, enzimek inaktiválása, íz és színanyagok képzése, komló hatóanyagainak feloldása, valamint koagulálható fehérjék kicsapása. A kész sörlé kialakításában, ezáltal tudjuk a komlóban lévő alfasavat oldatba vinni, később ez adja a sör jellegzetes keserű ízét. Mindezek mellett az elpárolgás segítségével tudjuk redukálni a DMS (dimetil szulfát) mennyiségét, mely erős káposztás ízt eredményez a késztermékben amennyiben nem kerül eltávolításra.



1. ábra Sörgyártás technológiája (Forrás Heineken Hungária Zrt.)

A forralás után egy intenzív visszahűtés következik az erjesztési hőmérsékletre, és átkerül a erjesztőtérbe a már hideg sörle. Az erjedéshez szükséges élesztő beadagolása előtt egy ún. belevegőztetés történik, steril hideg levegővel, ez fogja segíteni az élesztőt a felszaporodásban.

Az élesztő egysejtű élőlény és életciklusát tekintve aerob és anaerob körülmények között is képes élni. Az erjesztés során az aerob életciklust nevezzük szaporodási fázisnak, oxigén jelenlétében folyamatosan növeli saját sejtállományát a sörleiben található élesztő, majd oxigén hiányában beindulnak az anaerob folyamatok. Az anaerob fázisban a sörleiben lévő cukrok alkohollá alakulnak át ezek mellett széndioxid képződik (Narziss 1981).

Az erjesztőben két fő folyamatot különítünk el. Az első fázis maga az erjedés, amely során a fent leírtak zajálnak le, majd ezután az erjedés lelassul, majd később le is áll. Ez megközelítőleg 7-9 napot vesz igénybe élesztőtörzstől függően, a folyamat 12-17 C°-on történik. A második fázis az ászokolás, melynek során további ízanyagokat képzünk. Megkötjük a keletkező széndioxidot és érleljük a sört, viszont ez a korábbi hőfoktartomány helyett 0 C°-on végezzük. Az áthűtésnek köszönhetően az élesztősejtek összekapcsolódnak és a hengeres álló tartály alsó szegmensében, a kúpban gyűlnek össze. Ezáltal az élesztő 80%-a

kicsapódik és a kúp aljáról elvezethető. Ekkor a sör már fogyasztható úgynevezett „fickósör”, de tisztaságát tekintve még korántsem olyan tükros mint amit a pohárba kiöntve megszoktunk.

2.2 Szűrés

A leerjedt és ászokolt sört szűrni és csomagolni kell ezzel lezárva a teljes gyártási folyamatot. Az erjesztés után elért minőség, meghatározza a készterméket. Ezért széndioxid ellennyomáson kell szűrni és fejteni, így elkerülve az oxigénnel való érintkezést (oxidáció). A sör a tükrösségét, áttetsző tiszta küllemét a szűrés közben éri el, mely során az úgynevezett hidegseprő eltávolításra kerül a sörből. Ezt a Soproni Sörgyárban egy PVPP (pofifenolok eltávolítására alkalmas szűrőközeg) és egy kovaföldes szűrő kombinációjával érik el.

2.2.1 Kovaföld, mint szűrési segédanyag

A kovaföld vagy másnéven diatomaföld, a természetben előforduló fehér üledékes kőzet, amely könnyen morzsolódik finom fehér vagy törtfehér porrá. A 2. kép a feldolgozott kovaföld fizikai megjelenését mutatja.

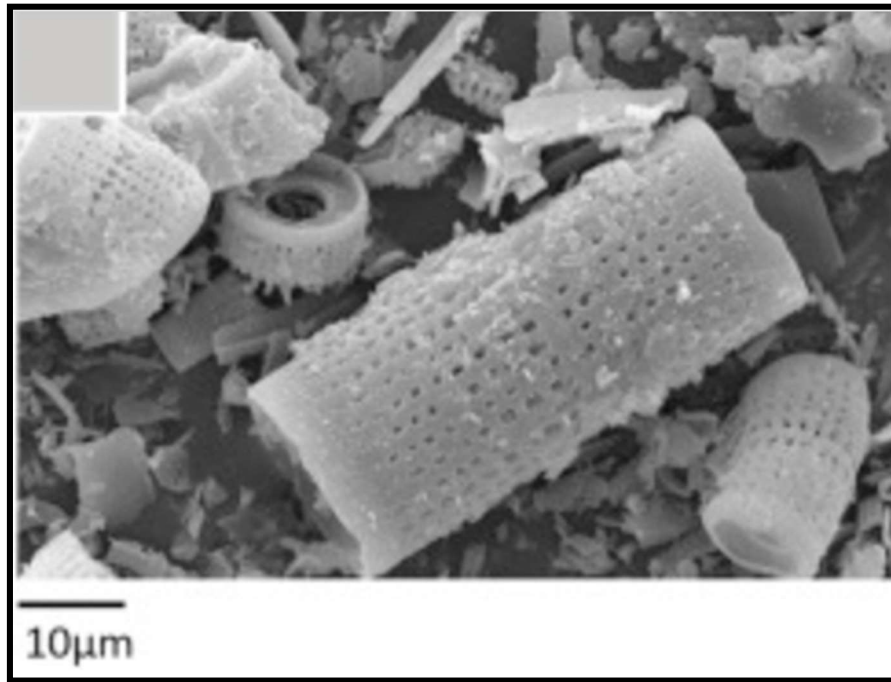


2. ábra Feldolgozott kovaföld megjelenése (forrás www.egeszsegkalauz.hu)

A napjainkban kibányászásra kerülő kovaföld 5-15 millió évvel ezelőtt ülepedett le, ezen mezők kialakulásának több oka is lehetséges, mint például az, hogy az algák élőhelyének körülményei megváltoztak és ezért tömegesen pusztultak el. Másrésztől több állatnak is fő táplálékot jelentenek ezek a parányi élőlények, ezáltal a kovapáncél, mint emészthetetlen anyag az ürülékkel az iszapba kerültek. Egyes mezőkön több 10 méter vastag üledékréteg is kialakult. A világ számos táján található diatómamező, de ezek közül csak kevés alkalmas arra, hogy élelemiszeripari szűrőanyagként is használják. Természetesen a gyengébb minőségű földet is felhasználják. Számos iparágban mint a kőolajfinomítás vagy éppen a ipariszennyvizek

kezelésénél széles körben alkalmazzák, szűrő és felitatóanyagként (forrás: www.novenykondi.hu).

A kibányászott föld önmagában még nem alkalmas szűrésre, égetéssel és további őrléssel tudják elérni a megfelelő állapotot. Alakjukat tekintve változatos a megjelenésük, de mindegyik esetben igaz, hogy nagy fajlagos felülettel rendelkeznek. A 2. ábrán egy 3500 -szoros nagyításban készült fénykép látható egy kovaföld mintáról. A felület teszi alkalmassá a söripari szűrésben való felhasználását.



3. ábra Kovaföld szerkezete 3500x nagyításban. (forrás: www.researchgate.net)

Mikrobák vagy a napfény hatására nem bomlik le, és rovarölőszerként mindaddig hatékony marad, amíg száraz és nem nedves. Saját súlyának akár 200-szorosát is képes megtartani vízben. Nem bocsát ki gőzöket és nem oldódik vízben, csak a fluorsav képes oldani.

A kovavázak felépítésére vezethető vissza kis térfogatsúly és a nagy porozitás. Az anyag fajsúlya $2,2 \text{ g/m}^3$, olvadáspont $1610 - 1750 \text{ C}^\circ$ között változik. (forrás: www.ediafilt.hu/)

Fontos kiemelni a használatra kész diatomaföld részecskemérete $10 \mu\text{m}$ -tól $50 \mu\text{m}$ -ig terjed, így kezelésekor igen körültekintően kell eljárni. Már kis mennyiség levegőbe kerülésekor is szilikózis veszély áll fent, ezért bármely alkalmazását is választjuk az egyéni védőeszközhasználat kiemelten fontos. A leírtak csak a száraz állapotú földre igazak, nedves állapotában teljesen ártalmatlan.

Az 1. táblázat a jellemző kémiai összetételét mutatja a nyers kovaföldnek.

Összetétel	Nyers kovaföld [m/m%]
SiO ₂	62,8
Fe ₂ O ₃	11,4
Al ₂ O ₃	9,7
MnO	<0.01
Egyéb oxidok	7,1
Cl	<0,01

1. táblázat Kovaföld kémiai összetétele (Forrás www.researchgate.net)

A diatómaföld az egyik legfőbb szűrőközeg, amit a sör tisztítására használunk, magas porozitású anyag, emiatt mélységi szűrésre használunk. A legfinomabb használatos anyag képes eltávolítani a 0,1 mikronnál nagyobb átmérőjű elemeket a sörből.

2.2.2 A szűrés folyamata

A sörszűrés legfőbb célja, hogy eltávolítsa az erjesztés után nemkívánatos sör összetevőket, amik negatívan befolyásolják a sör végső minőségét. Ilyen komponensek lehetnek:

- Mikroorganizmusok
- Holtsejtek
- Fehérjék és egyéb nagyobb képződmények

Szűrés esetében kétféle porozitásról beszélünk, külső és belső porozitásról. Belső porozitáson tulajdonképpen azt értjük amikor a csatornák, amik az egyes moszatvázak belsejében találhatók. Ezek a járatok túl kis méretűek ahhoz, hogy a szűrésben résztvegyenek. A mi számunkra fontos a külső porozitás, tehát azok a csatornák, amit a moszatvázak egymáshoz képesti helyzetük által alakítanak ki. Ez az elrendeződés már alkalmas mélységi szűrésre a sörösszetevő méreteiben is.

A fentiek fényében kerül kialakításra az iszaplepeny, mint a szűrést végző réteg. A Soproni sörgyárban található technológia egy gyertyás szűrőre épül. A szűrés előkészítésének első lépése az alapiszaphoz szükséges kovaföld szuszpenzió elkészítése a bekeverő tartályokba.

Ez két rétegben kerül fel a szűrőgyertyákra. A művelet csírátlanított és oxigénmentesített víz keringetésével történik. Ezután a bekeverő tartályt elő kell készíteni a folyamatos iszapoláshoz. A 2. táblázat a szűrés során 2022-ben felhasznált kovaföld típusokat és mennyiségeket tartalmazza.

Az eltérő sörfajtákhoz eltérő típusú kovaföldeket használunk, de a fent leírt alap és finomiszap felhordás minden esetben megegyezik. Az eltérések az arányokban lehetnek.

2022	Kovaföld mix [kg]	Kovaföld (CBR) [kg]	Kovaföld (CBL) [kg]	Kovaföld (DICB) [kg]	Kovaföld (Perlite) [kg]	Kovaföld összesen [kg]
Január	162 910	9 990	60	1 575	126	11 751
Február	155 712	9 780	0	1 350	0	11 130
Március	144 977	8 640	160	1 275	27	10 102
Április	143 555	8 525	0	1 575	72	10 172
Május	168 850	10 120	0	1 500	18	11 638
Június	166 633	10 420	0	1 425	0	11 845
Július	158 181	9 940	0	1 500	0	11 440
Augusztus	164 905	10 080	0	1 350	0	11 430
Szeptember	160 513	10 100	0	1 350	0	11 450
Október	100 390	7 020	0	1 125	18	8 163
November	163 616	11 960	0	2 025	108	14 093
December	123 981	8 080	0	1 225	0	9 305
Összesen	1 814 223	114 655	220	17 275	369	132 519

2. táblázat Kovaföld felhasználás 2022 (forrás Heineken Hungária Zrt.)

Az iszap bekeverésénél az alacsony oldott-oxigén szint tartásához a tartályba alulról széndioxid gázt buborékoltnak. A 4. képen látható a gyertyás szűrő üzem közben, amire felhordásra kerül az alapiszap. A kép bal oldalán látható, ahogy az iszap elkezdett felépülni a gyertyán.

A következő lépés a sör fogadása a puffer tankba, mindezek után a víz kiszorítása következik a szűrőből. Amikor már nem található víz a rendszerben, akkor a sör cirkulációja következik a rendszerben, amíg fel nem épül a végleges iszaplepleny, és be nem áll a megfelelő extrakttartalom, szín, illetve keserűérték.

Az erjesztőtoronyból vagy a szeparátorról a szűrővezetéken keresztül a sört a puffer tartályba kell fogadni, a vezetékben lévő vizet csatornára kell engedni, az esetleges élesztős sört külön tárolótartályban kell gyűjteni.

A durva hígítás a kovaföldes szűrés előtt, oxigén-mentesített vízzel vagy elő-utófolyással történik. A finom hígítás a sörök pontos extrakttartalmának beállítása, a szűrés után, oxigén-mentesített vízzel lehetséges.

Az extrakttartalmat mérő berendezés alapján kell beállítani a kívánt értéket a sörfajtának megfelelően. A szűrt sörök paramétereit sörfajtánként a szűrői technológiai utasítás tartalmazza. A szűrés a sör cirkuláltatása után akkor kezdhető meg, ha megfelelő a zavarossági mutató, illetve amennyiben az üzem által mért beltartalmi jellemzők helytállóak. Ezután a

paraméterek tartása folyamatos feladat a teljes szűrési ciklus alatt. A CO₂ beállítás, hígítás, szín beállítás, radlerek extrakt beállítása esetében gyümölcskoncentrátum hozzáadása.



4. ábra Szűrőgyertyák (forrás Heineken Hungária Zrt.)

A szűrés egyik fázisa a PVPP stabilizáló szűrőn keresztül történő szűrés, ehhez kell a szűrési segédanyagként ismert polivinil-polipirolidint használni. A PVPP stabilizálja a sört, oly módon, hogy megköti a cseszavakat, amelyek egyébként idővel a fehérjékkel kapcsolódva zavarosságot okozó, nagy molekulákká állnának össze. A PVPP egy regenerálható szűrőközeg amit a folyamat végeztével visszanyerünk, ezért a hulladék kovaföldben nem találunk ilyen komponenseket.

A szűrés végeztével a szűrősort leürítik, oxigénmentesített vízzel kinyomják a sört a rendszerből, melynek egy része az utófolyás tartályba kerül mint még kellő extraktartalmú sörlé és felhasználják a következő sörfutamnál. A technológiai utasításban szereplő extraktartalom alatt a visszamosás megkezdődik, ezáltal az iszaplepleny leválik.

Tulajdonképpen ez képezi a hulladékot, aminek a kezelésével a dolgozatomban foglalkozom. A 5. képen azok a tartályok láthatóak, amelyekben fogadjuk a hulladék kovaföldet, innen kerülnek tankautóval elszállításra. A tankok egyenként 60 m³ térfogatúak, alul kúpos kialakításúak, mechanikus keverő nem található bennük.



5. ábra Hulladék kováföld tartályok (forrás Heineken Hungária Zrt.)

2.3 Fizikai – kémia tulajdonságok, mennyiségi alakulások.

A keletkező hulladék fizikai-kémia vizsgálatát, komplex alapjellemezését az 1.sz melléklet tartalmazza.

Az alapjellemezés annak a figyelembevételével készült el, hogy a későbbi hasznosítás során alkalmas lehet-e a termőföldekre való kijuttatásra, mezőgazdasági elhelyezésre. A vizsgálat tartalmát a dolgozat írásának idejében a szennyvizek és szennyvíziszapok mezőgazdasági kezelésének és felhasználásának szabályairól szóló 50/2001. (IV. 3.) Korm. rendelet 4. mellékletében meghatározottak szabályozzák.

A vizsgálatban meghatározott értékek alapján sem fizikai sem kémiai összetétele nem gátolja a mezőgazdasági hasznosítást. Ugyanakkor biológiai szempontból stabilizálni szükséges a hulladékot, ami esetünkben a nedvességtartalom csökkentésére fog irányulni.

A főbb paraméterek, amit a helyszínen is tudtunk mérni a sörgyár laboratóriumában a 3. táblázatban találhatóak.

Paraméter	Mért érték
Ph	5,2
Ülepedő anyag 10 perces	900ml
Ülepedő anyag 4 órás	600ml
Lebegőanyag tartalom (szűréssel eltávolítva)	18,30%
Kémiai oxigén igény (elkülönített minta)	1065

3. táblázat Helyben mért paraméterek (forrás: Heineken Hungária Zrt.)

A vizsgálatok során két elkülönített mintából dolgoztam. Az első minta teljes egészében a tárolótartályokban található folyadék, a második minta az első mintának egy elkülönített része ülepités után.

A 6. képen látható az 1000 ml térfogatú ülepitőedényben végzett vizsgálat eredménye. megállapítható, hogy nagyon magas a gyorsan ülepedő anyagok részaránya.

Nem szabványos eljárásban, 4 óráig az ülepitő edényben hagytuk a mintát. Ekkor kaptam a táblázatban látható 600 ml -es értéket, ami még mindig igen magas. Az ülepedő anyagok egyre jobban összeálltak és tömörültek. A 7. képen a mintavevő vödör alján található lerakódás látható 10 perc pihentetés után.



6. ábra Ülepítési vizsgálat (forrás: Heineken Hungária Zrt.)

A 4. órás teszt mintájának felső 1/3-ból további mintát vettem ki, feltételezve azt, hogy a tervezett víztelenítés után közel egyező paraméterű szennyvizet kapunk. Ezen a mintán további ülepedési vizsgálatot végeztünk el, illetve kémiai oxigén igény mérés is történt. Ezeknek a keletkező szennyvíz kezelése szempontjából lesz fontos szerepe.

A fentiek alapján a tervezési munka során mindenképpen gondolnunk kell a tárolótartályokban lévő keverésre, hogy a gyorsan ülepedő anyagok folyamatosan lebegésben tudjanak maradni, ezáltal a kiválasztott technológiára folyamatosan homogén anyag kerüljön bevezetésre.

A hulladék igen nagymennyiségben keletkezik a sörgyártás során. 2022-es évre tekintve az adatok alakulását a 4. táblázat taglalja. A keletkező összes éves mennyiség 2022 esetében 3223 tonna volt.

Összevetve az 1. táblázatban található kovaföld felhasználással, és a több mintából mért átlagos ~35%-os szárazanyagtartalommal kiszámolható a hulladékban található kovaföld, élesztő és sörkomponens és a folyadék tömegaránya.

Fontos megjegyeznünk, hogy a szárazanyagtartalom az összes oldott és szuszpendált anyagtartalomra vonatkozik, a víztelenítéssel az oldatba vitt komponenseket nem tudjuk eltávolítani.



7. ábra Üledék a mintavevő vödör alján. (forrás: Heineken Hungária Zrt.)

A megadott adatokból látható, hogy a hulladék kovaföldtartalma megközelítőleg 6%. A számítás eredményét az 5. táblázat tartalmazza. A hulladék, mint ahogyan az előzőekben láthattuk tömegében és térfogatában is jelentős mennyiséget képvisel, ezért a Soproni sörgyár komoly erőforrásokat fordít ezek csökkentésére, illetve a további kezelésre. Jelenleg talajjavítóként alkalmazzák.

2022	Kovaföld felhasználás [kg]	Elszállított hulladék kovaföld [kg]	Szárazanyag tartalom [kg]	Ebből élesztő és egyéb sörkomponens [kg]
Január	11 751	194 830	52 604	40 853
Február	11 130	227 650	61 466	50 336
Március	10 102	243 380	65 713	55 611
Április	10 172	295 020	79 655	69 483
Május	11 638	230 870	62 335	50 697
Június	11 845	294 290	79 458	67 613
Július	11 440	298 140	80 498	69 058
Augusztus	11 430	265 760	71 755	60 325
Szeptember	11 450	255 670	69 031	57 581
Október	8 163	260 010	70 203	62 040
November	14 093	334 420	90 293	76 200
December	9 305	323 510	87 348	78 043

4. táblázat Hulladék összetétele (forrás: Heineken Hungária Zrt.)

A cél az, hogy egy olyan új folyamatot hozzunk létre, amelyben a hulladéknak új felhasználási célt találunk és az ehhez igazodó hatékony technológiát is ki tudjuk választani mindezekhez.

3. A végtermék lehetséges felhasználási lehetőségei

Ebben a fejeztben a kitűzött célok alapján keresem a megoldást a hulladék ártalmatlanítására vagy újrafelhasználására.

A hulladékok területére tekintve két fontos fogalommal találkozhatunk ami segíteni fog a munkánkban a hulladék piramissal és a körforgásos gazdasági modellel. Ez a két fogalom az amit szem előtt tartva új útvonalat keresünk és ezáltal új végállomást is a kovaföld hulladéknak.



8. ábra Körforgásos gazdasági modell (forrás: www.europarl.europa.eu)

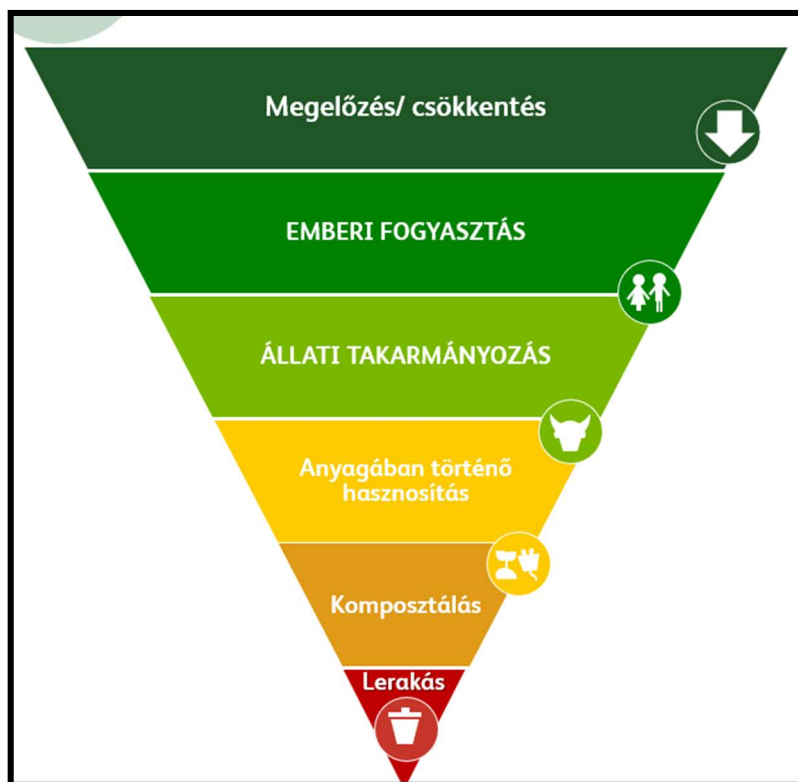
A körforgásos gazdasági modell lényege, hogy az anyagok életciklusuk végén javíthatóak, újra felhasználhatóak legyenek, ezzel visszakerülnek a gyártási folyamatokba, egy körforgást alkotva. Ebben a körforgásban természetesen vannak újonnan belépő anyagok, hiszen nem mindent tudunk visszaforgatni, így a folyamat elejére visszakerülő anyagáramból hiányként jelentkeznek. Ebben a modellben nem csak az újra felhasználáson van a hangsúly, de a fenntarthatóságon is. Mindez által törekednek az adott anyag élettartamának meghosszabbítására, és már a tervezési fázisban fenntartható folyamatok megalkotására.

A 9. ábrán a Heineken Hungária hulladék piramisát láthatjuk, amelyet a körforgásos gazdasági modellbe illeszkedően építettünk fel. A piramis szintjei lényegében teljesen megegyeznek a szakma által használt hulladék piramissal, a piramist eszközként használva keressük a lehetséges felhasználási módokat a hulladék kovaföld elhelyezésére.

Piramis szintjeire tekintve a következő megállapításokat tudom tenni:

- A lerakással történő ártalmatlanítást 2007-óta megszüntettük.
- Komposztálásra és talajjavításra használjuk jelenleg is a hulladékot, de ezt nagyon gazdaságtalan módon tesszük.

- Anyagában történő felhasználás eddig nem került szóba. Potenciális adalék anyag lehet cement vagy hőszigetelő gyapot gyártásakor.
- Állati takarmányozásra önmagában nem alkalmas, több szállító keveri a sörgyári törkölyrel és ezt a keveréket használja takarmányozásra. A jelenlegi szállítóinkkal ez nem kivitelezhető.
- Emberi fogyasztásra alkalmatlan.
- A keletkező hulladékmennyiség redukálása a következő lépésekben már megtörténtek:
 - Maximalizáltuk a szűrői futamokat.
 - Lépéseket tettünk a sörveszteségek csökkentésére.
 - Csökkentettük a felhasznált kovaföld mennyiségét.
 - Bevezettünk más regenerálható szűrőközeget azoknál a söröknél, ahol lehetséges.



9. ábra Hulladék piramis sörgyári értelmezése (forrás: Heineken Hungária Zrt.)

A piramis szintjeit tekintve az új hulladék útvonal tervezésénél az anyagában történő hasznosítást és a talajjavítóként történő felhasználást értékeltem a két legalkalmasabb lehetőségnek. Kutatómunkám során több jó gyakorlattal is találkoztam, melyek anyagában történő hasznosítást tettek lehetővé:

- Cementgyártás alapanyagaként való felhasználás
- Hőszigetelő gyapot előállításánál, mint adalékanyag

- BioBrick azaz téglagyártásnál is lehetséges adalékanyag, bár ez gyártónként nagyon eltérő felhasználást mutat.
- Hulladéklerakók záró rétegéként is alkalmazható, ebben az esetben keverni szükséges egyéb más zárásra alkalmas anyaggal.

Talajjavítóként felhasználása megegyezik a jelenleg is érvényben lévő eljárással, ez esetben csak a gazdasági szempontok mentén kell megoldást találnunk. Amennyiben tudjuk a térfogatát/tömegét csökkenteni a keletkező hulladéknak, esetleg a víztelenítést házon belül elvégezni, úgy a jelenlegi szállító továbbra is átveszi a kisebb mennyiségben keletkezett hulladékot a jelenlegi áron, és továbbra is alkalmazná talajjavítóként. Ebben a megoldásban a sörgyár a keletkező szennyvizet saját maga kezelné - ebből némi biogáz többletet is előállítva – az elszállított hulladék mennyisége megközelítőleg a negyedére esne vissza, így a szállítási és ártalmatlanítási díj is. A szállító mentesül minden előkezelési eljárástól, ezáltal a jelenlegi árat tudja tartani a kisebb elszállított mennyiség esetén is.

A felsorolt megoldások közös jellemzője az, hogy a nedvességtartalmat le kell szorítanunk a 30%-os határ alá, erre az értékre készül a méretezés.

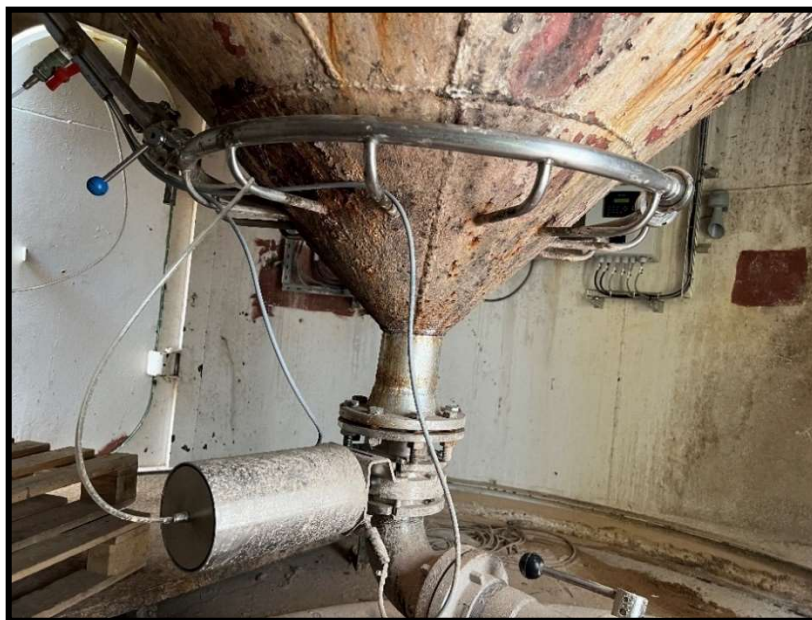
Megvizsgálva régióban elérhető lehetőségeket, amelyeket az előbb tárgyaltunk egyértelműen kijelenthető, hogy a kovaföld hulladék esetén elérhető a hulladékpiramis alapján magasabb értékű ártalmatlanítási technológia. A dolgozatom elején tett célkitűzések közül az új felhasználási lehetőségek keresése tekintetében pozitív eredményre jutottam, így ezek alapján végzem a további munkámat.

4. Víztelenítési technológia kiválasztása

A tervezési munka célja, hogy az előző fejezetekben taglalt hulladékot olyan módon kezeljük, hogy azt a végén gazdaságosan szállítani és tárolni tudjuk, továbbá rendelkezzen minden olyan paraméterrel, ami az újfajta felhasználást technológiailag megköveteli. Esetünkben az összetétel adott, és megfelelő a további felhasználásra. Víztelenítenünk kell az iszapot ahhoz, hogy térfogatában és tömegében redukálni tudjuk. A keletkező szennyvizet a sörgyár saját szennyvíztisztítójában kezeli, így ezzel további teendők nincsenek, az üzem mind hidraulikusan mind biológiai szempontból jelentős tartalékkal rendelkezik.

A 2 db 60 m³ térfogatú fogadó tartály jelenleg nem tartalmaz keverőt, ez problémát jelent a tartályok ürítésénél is, amennyiben 1 napnál tovább tartózkodik az iszap a tartályban, úgy az önmagától nem lesz képes eltávozni a kúpos fenék ellenére sem. Megvizsgáltam több alkalmazáspéldát az iparban, és arra a megállapításra jutottam, hogy a folyamatosan változó szint, a hektikus elszállítási gyakoriság és a kúpos fenék miatt a sűrített levegős keverő számunkra alkalmasabb az iszap homogenizálására, mint egy mechanikus keverő. A döntést elősegítette a keverő magas ára és az a tény, hogy a beruházás egyéb erőforrásigénye is jóval alacsonyabb volt a pneumatikus megoldás esetében.

A 10. ábrán látható a kiépített pneumatikus körvezetés és a róla leágazó befűvási pontok.



10. ábra Pneumatikus keverő a tartálykúpba építve (forrás: Heineken Hungária Zrt.)

Víztelenítési technológiaként két megoldást vizsgáltam:

- Műanyagkamrás szűrőprés
- Csigás dekanter

4.1 Víztelenítés szűrőpréssel

Az élesztős-kovaföldes mosóvizet 2 db $V_h = 10 \text{ m}^3$ hasznos térfogatú tartályba szivattyúzzuk. Mindkét tartály lassú fordulatszámmal, keverővel szerelt. Ez megakadályozza a kovaföld kiülepedését. A tartályokba adagoljuk a koagulációs (vas-só oldat és stabil mésztej) és a flokkulációs (polielektrolit-oldat) vegyszereket. A két tartály felváltva üzemel. Amikor az egyikben megtörtént a vegyszerek bekeverése, megindul annak víztelenítése.

A műanyagkamrás szűrőpréssben a szűrés a kamrákra „öltöztetett” szűrővászonon keresztül történik. A berendezés kapacitása a kamrák mérete, kialakítása és darabszáma alapján állítható be. Az iszap a két kamra közötti térben rakódik ki, a víz átszűrődik a szűrővászonon. Ha valamennyi kamra megtelik, felmegy a berendezésben a nyomásérték, amelyet a vezérlés érzékel, és leállítja az iszaptöltő szivattyút. Ekkor a berendezés szétnyitható, a kamrák kiüríthetők. Az új szűrési ciklus a kamrák összezárása után indulhat. A műanyagkamrás szűrőpréss üzemeltetése egyszerű, a berendezés nem tartalmaz forgó/kopó alkatrészt, így a fajlagos energiafelhasználása is kedvező.

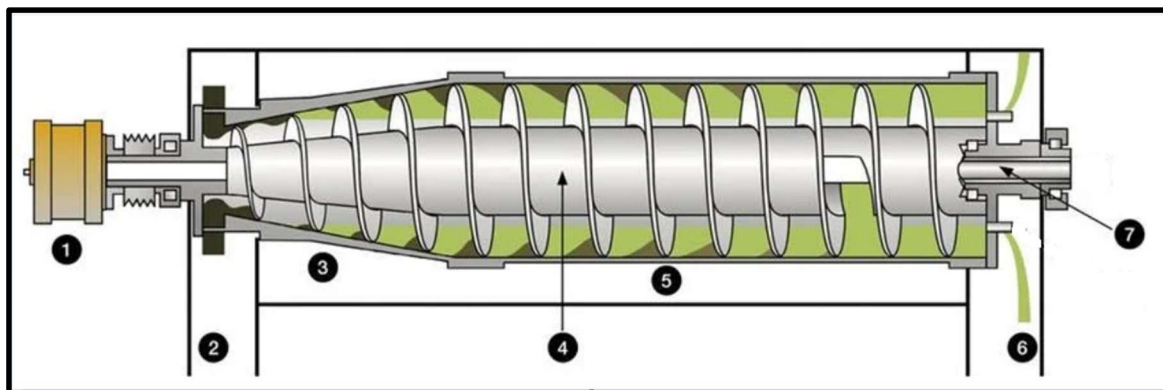
A szűrőpréss esetében több lehetőség van az alapvetően szakaszos üzemű víztelenítési folyamat automatizálására. Ilyenek a szűrőlapok, a csepptálca zárása, kamranyitást segítő automatika használata stb. Ezekről a jellemzőktől függően változik természetesen a beruházási költség. Az általunk vizsgált esetekben a $V_h = 770 \text{ l}$ kamratérfogatú berendezés – a kiszolgáló perifériákkal együtt – megközelítőleg nettó 70-86 millió forint között változik.

4.2 Víztelenítés centrifugával

A centrifuga szállítójával (Alfa Laval) történt egyeztetések szerint a víztelenítéshez nem szükséges kondicionáló vegyszer. Ez jelentősen leegyszerűsíti a technológiai folyamatot. Amit biztosítani kell – a szűrőprésses művelethez hasonlóan – a szűrendő mosófolyadék homogenizálása. Ehhez ugyanazokat a keverővel ellátott tartályokat tervezzük, mint a szűrőpréssnél.

A decanter (vízszintes tengelyű) kapacitás az adott feladat ismeretében választható a gyártói méretsorból. A berendezésbe szivattyúval betáplált iszaptól a szilárd rész a centrifugális erő hatására a forgó dob belső palástján válik ki. Onnan egy kihordócsiga távolítja el azt, a két forgó egység (dob-csiga) fordulatszámának különbsége miatt. A fordulatszámok 2.000-3.000 /1/perc között választhatóak, ezt két külön motor biztosítja, megközelítőleg 35-40 kW teljesítménnyel. Ezek a jellemzők a szűrőprésssel ellentétben magas fajlagos

energiafogyasztást eredményeznek. Emellett a kopásveszély is megnő a magas fordulatszám miatt.



11. ábra Alfa Laval Foodtec dekanter elvi felépítése (Forrás: www.alfalaval.us)

1.meghajtás 2. iszapkivezetés 3. kúpos házrész 4.csiga 5. hengeres ház 6. folyadék kivezetés 7.kezeletlen anyag bevezetése

A sörgyári egyeztetés eredményeképpen a vezetés, a magas energiafogyasztás és karbantartásigény ellenére az automata megoldást választotta, így a későbbiekben ezt a megoldást méreteztük.

4.3 Centrifuga méretezése

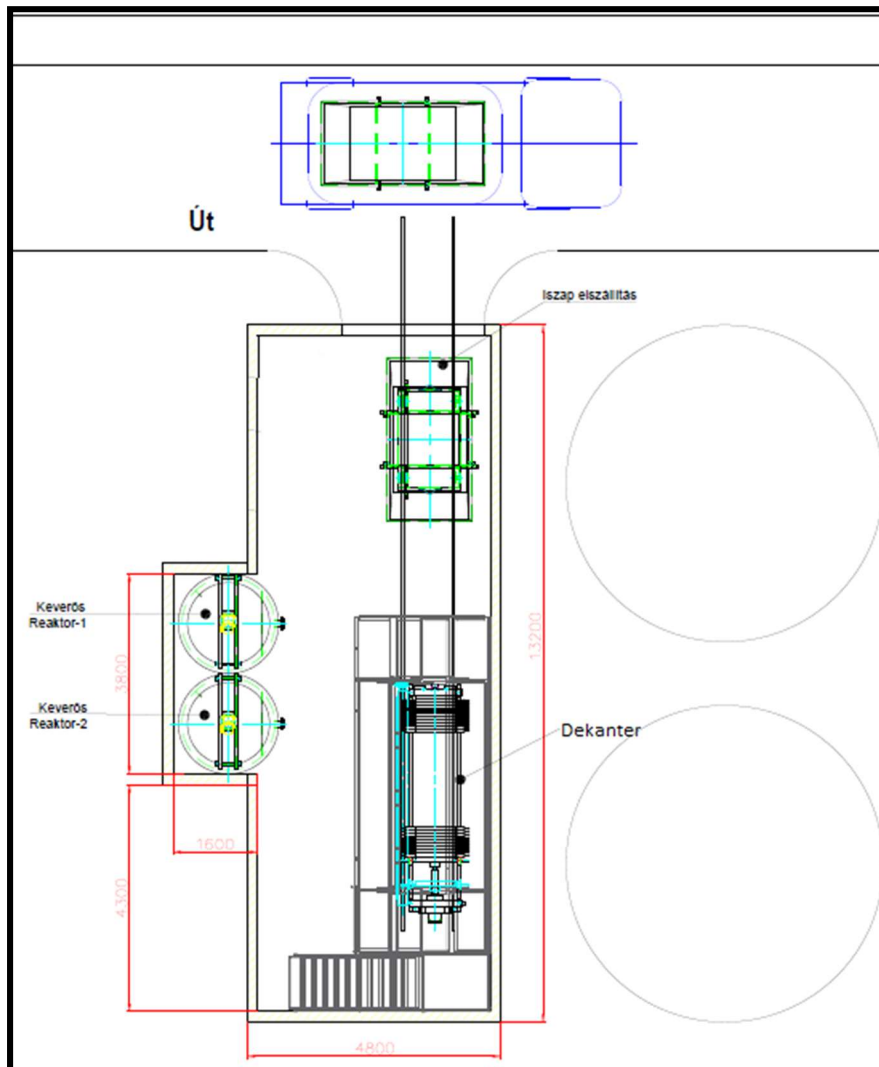
A berendezés tekintetében vizsgálunk egy kisebb – $Q_1 = 0,6-0,7 \text{ m}^3/\text{h}$ – és egy nagyobb $Q_2 = 2-3 \text{ m}^3/\text{h}$ – kapacitású berendezést. A kiválasztáshoz a gyártó által javasolt mérési sorozatot végeztük el laborcentrifuga segítségével. Minden esetben ugyan abból a mintából dolgoztunk, melyet a további mintavétel előtt homogenizáltunk. Az egyes mintákat eltérő ideig centrifugáltuk először 1000 1/perc fordulatszámmal, majd további mintaeltérő után 3000 1/perc fordulatszámmal.

A számunkra kívánatos eredmény az 1% alatti lebegőanyag tartalom 3000 1/perc fordulat szám mellett. A 2. számú melléklet az Alfa laval FOODTEC dekantercsalád adatlapját mutatja. Az általunk megnevezett két berendezés a foodtec 100 és a foodtec 209. A gépek által előállított erőter alapján mindkét gép alkalmas lenne a feladat elvégzésére. A döntő paraméter az az áteresztőképesség volt, ugyanis az jelenlegi üzem mellett $1,3 \text{ m}^3/\text{h}$ térfogatáram a minimum követelmény, ennek pedig a 209-es berendezés felel meg.

Az előbb ismertetett folyamat alapján a végleges technológiai elrendezést a 12. ábra mutatja. Homogenizáló tartályokat a pneumatikus keverés ellenére is beépítettünk, itt amennyiben az iszap paraméterei megváltoznának lehetőségünk van további beavatkozásra. A dekantálás után a várható szárazanyagtartalom megközelítőleg 28%, a gyártó tájékoztatása

alapján. Ez azt jelenti, hogy a kilépő anyagáramok éves viszonylatban ~ 200 tonna víztelenített iszap, illetve ~ 3000 köbméter szennyvíz.

A víztelenítés után távozó maradék iszap nyitott láncos konténerbe érkezik, amit egy sinen kitolva a szabadba jutunk. Innen a szokásos módon kerül láncoskocsival elszállításra.



12. ábra Víztelenítő technológia alaprajza. (Forrás: Körte Kft.)

A tervezői munka ellenőrzése érdekében a gyártó felajánlotta, hogy végezzünk többnapos próbát egy használt Foodtec 100-as géppel. Ezalatt egy kisebb mennyiségű iszapot víztelenítettünk, párhuzamosan a normál elszállítással. A 3. számú melléklet mutatja az első tesztek utáni maradék iszapot. Az tesztek utáni maradék iszaptól 5 alkalommal vettünk pontmintát, melyek kiértékelése során átlagosan 29,4% -os nedvességtartalmat mértünk.

Az első tesztek után kijelenthető, hogy a kiválasztott technológia alkalmas az iszap víztelenítésére, a megkívánt technológiai paraméterek mellett. A méretezés megfelelő volt és a teszten a kívánt eredményt kaptuk, ezért nagy biztonsággal megkezdhető a beruházás, a építészeti és infrastruktúrális munka, hogy az új berendezés megkapja a végleges helyét.

5. Gazdasági számítások

Az új célállomás és az ahhoz tartozó út kiválasztása után ellenőriznünk kell a kiválasztott technológia fentarthatóságát és gazdaságosságát.

2022.-es évre vetítve a hulladék kovaföld ártalmatlanítási költsége 48 millió forintba rúgott, tetéztve a problémát 2023. januárjában további áremelést követően a várható éves ártalmatlanítási díj meghaladja a 53 millió forintot évente.

Projektként kezelve az új berendezés bekerülési költsége 72,6 millió forint, mely tartalmazza az engedélyeztetési eljárás támogatását, komponensek beszerzését és telepítését, beüzemelését illetve a használatbavételi eljárás támogatását.

Az építész tervek jelen pillanatban is készülnek, az előzetes kalkulációk alapján a sort körbevevő könnyűszerkezetes épület kulcsrakészen közművekkel együtt 12 millió forintot tesz ki. Fontos számba vennünk a folyamatos üzemelési költségeket is, melyek tekintetében az 1 db 35kW- os és 1 db 25kW-os motor együttes üzemével számolunk napi 4 óra folyamatos üzemmel. Jelenleg a sörgyár esetében 137 forint/kWh villamos energiaárral számolhatunk, így a havi költség 986.400,- forint míg a teljes éves költség 11.836.800,- forint.

A kezelés után keletkező száraz iszap felvásárlására vonatkozóan folynak a tárgyalások az ár megállapítására. Mivel ezekkel kalkulálni még nem tudok, ezért a legrosszabb esetet veszem, és úgy tekintem, hogy továbbra is a jelenlegivel megegyező ártalmatlanítási és szállítási díjat kell fizetnünk a kisebb mennyiségben keletkező iszapra. Ez további 6,3 millió forint éves szinten.

A mérleg egyik oldalán tehát a jelenleg is érvényes éves 53 millió forint van míg a másik oldalán az előbb taglalt tevékenységek együttes összege, tehát 102,9 millió forint. Ez azt jelenti, hogy a beruházásunk 1,94 év alatt térül meg. Cégünknel technológiai beruházás tekintetében a minimum elvárt megtérülési idő 2, míg az építészeti jellegű beruházások esetében 5 év, így ez a projekt igen magas eséllyel kerül jóváhagyásra a tulajdonosi kör által.

Tekintve a folyamatosan emelkedő ártalmatlanítási díjakra, illetve a továbbra is bizonytalan energiahelyetre egyértelműen az alacsony kockázatú beruházások közé tartozik.

6. Összegzés

A söriparban a hulladék kovaföld kezelése sok fázison ment keresztül az elmúlt 20 évben. Kezdetben veszélyeshulladékként kezelték, a sok szerves alkotóelem miatt biológiai stabilizálást igényel a szántóföldre való kijuttatás előtt, illetve a hulladék, illetve teljes száradás után a kovaföld szálló por formájában szilikózist okozhat. Később földfelszíni gödrökben szikkasztották majd innen kerültek kijuttatásra a termőföldekre amikor a víztartalmuk minimálisra csökkent, mindeközben a szervesanyagtartalom is nagymértékben csökkent a bomlási folyamatok következtében. Napjainkban a mindenki által elfogadott eljárás az iszap víztelenítése majd ezután segédanyagokkal való keverés és tárolás a felhasználásig, ezzel elkerülve a kiporzást és a szilikózis veszélyt. Más felhasználások esetében a technológia során alkalmazott magas hőmérséklet lesz a válasz a biológiai stabilizálásra és a víztartalom drasztikus csökkentésére egyaránt.

Dolgozatomban több cél is megfogalmaztam, amelyek az új hulladék hasznosítási útvonal megtalálására, és az ehhez szükséges technológia kiválasztására és a gazdaságos üzemeltetésre vonatkoztak. Elemezve a régiós és technológiai lehetőségeinket több céggel is kezdeményeztem egyeztetéseket melyek jellemzően mezőgazdasági, illetve építőipari szereplők voltak. Számos lehetséges alkalmazás is felvetődött, mint a hőszigetelő és cementgyártás vagy éppen a talajjavítóként történő felhasználás. Az alkalmazási lehetőségek szinte kivétel nélkül azonos bementi paraméterekkel rendelkeztek, a cél 30% alatti nedvességtartalom elérése, így mindkét iparágban direkt módon tudják fogadni az anyagot, mivel az előkezelés megtörténik a sörgyárban. Az, hogy a két terület azonos bementi feltételekkel rendelkezik igen szerencsés helyzet a technológia választásával kapcsolatban, hiszen így egy berendezéssel tudunk olyan végterméket előállítani, amit később mindkét szegmensben tudunk értékesíteni, akár egyidejűleg is. Ez lehetővé teszi azt, hogy a jelenlegi rendszer helyet több céggel szerzdjünk, mely növeli az üzembiztonságunkat is.

Munkám során két technológia jött szóba, a keretes szűrőprés és a csigás dekanter. A keretes szűrőprés nehezen vagy egyes műveleteiben egyáltalán nem automatizálható ezáltal magas az élőmunka igénye, ezért a választás a csigás dekanterre esett. Mivel a Heineken Hollandiai anyavállalatának globális szerződése van az Alfa Laval cégcsoporttal ezért ebbe az irányba indultam a berendezés kiválasztása során.

Ugyan a végleges berendezés és a hozzá tartozó épület telepítése még nem valósult meg, ugyanakkor a méretezést követő próbák során az általam elvárt értékek születtek, ezért nagy

biztonsággal kijelenthető, hogy az elvégzett munka elérte célját. Azt gondolom, hogy a munka ezzel nem ért véget, tovább kell dolgoznunk azon, hogy a hulladék kovaföld esetében a negatív környezeti hatásokat redukáljuk és ezt fenntartható módon tegyünk.

7. Irodalomjegyzék

Szakirodalom (szövegközi hivatkozás)

Ludwig Narziss (1981): A sörgyártás. Mezőgazdasági kiadó, Budapest, 345 p.

Jogszabályok

50/2001. (IV. 3.) Korm. rendelet a szennyvizek és szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználásának és kezelésének szabályairól

Internetes forrás

http 1: <https://novenykondi.hu/projects/kovafold/> (2023 január)

http 2 : <https://www.egeszsegkalauz.hu/eletmod/taplalkozas/ez-meg-a-perui-indianok-titkos-szerenel-is-jobb-meregtelenito/d9jfnx8> (2023 április)

http 3 : https://www.researchgate.net/figure/SEM-image-of-diatomaceous-earth-DE-Meja-de-Gutierrez-Montes-2016_fig22_323616085 (2023 április)

http 4: <https://www.ediafilt.hu> (2023 Május)

http 5: https://www.researchgate.net/publication/267990679_Removal_of_Heavy_Metals_from_Aqueous_Solution_by_Natural_and_Modified_Diatomite (2023. április)

http 6: https://www.europarl.europa.eu/resources/library/images/20230222PHT76212/20230222PHT76212_original.jpg (2023 április)

http 7: <https://www.alfalaval.us/products/separation/centrifugal-separators/decanter/foodec/> (2023 április)

8. Mellékletek

1. Melléklet: Hulladék alapjellemzés.



Győr-Moson-Sopron Megyei Kormányhivatal,
Környezetvédelmi, Természetvédelmi és
Hulladékgazdálkodási Főosztály
Környezetvédelmi Mérőközpont
A NAH által NAH-1-1275/2019 számon akkreditált
vizsgálólaboratórium.

9028 Győr, Török Ignác utca 68.
Telefon : (96) 896-160
Fax : (96) 795-605

MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV

HEINEKEN HUNGÁRIA ZRt. Sopron, Vándor Sándor u. 1. számú
telephelyen képződött kovaföld hulladék vizsgálatáról

Mérési jegyzőkönyv jele:	MK 413-H/2022
Iktatószám:	GY/19/00279-7/2022.
A mérési jegyzőkönyv:	5 számozott oldalt tartalmaz, 1 példányban készült, példány sorszáma: 1 mellékletek száma: 1

Győr, 2022. november 08.

Ez a jegyzőkönyv a Mérőközpont írásbeli engedélye nélkül csak teljes terjedelmében
másolható le, illetve használható fel.

MK 413-H/2022

Mérési jegyzőkönyv tárgya:

A HEINEKEN HUNGÁRIA Zrt. 9400 Sopron, Vándor Sándor u. 1. szám alatti telephelyén keletkezett kovaföld hulladék vizsgálata.

Minta nyilvántartási száma:

hulladék minta: 2565 átlag

Megbízó:

HEINEKEN HUNGÁRIA Zrt.

Megbízó témafelelőse:

Bene Sándor vállalati fenntarthatósági mérnök

A mérési jegyzőkönyvet készítette:

Kelemenné Szalóky Tímea analízáló mérnök

A vizsgálatokat végezte:

Varga Judit	élelmiszer-mérnök
Kelemenné Szalóky Tímea	vegyész üzem-mérnök
Schalkház Lipót	környezet-mérnök
Papp Dávid	technikus
Juhász Miklós	technikus

A mintavételt végezte:

Visi László technikus

Előzmények:

A HEINEKEN HUNGÁRIA ZRT. megbízta a Győr-Moson-Sopron Megyei Kormányhivatal Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Hulladékgazdálkodási Főosztály Környezetvédelmi Mérőközpontját, hogy soproni telephelyén keletkezett kovaföld hulladékból mintát vegyen és vizsgálja meg.

A vizsgálat célja a mezőgazdasági elhelyezés vizsgálata a szennyvizek és szennyvíziszapok mezőgazdasági kezelésének és felhasználásának szabályairól szóló 50/2001. (IV. 3.) Korm. rendelet 4. mellékletében meghatározottak figyelembevételével.

A mintavételt a Mérőközpont munkatársa 2022. 09. 30-án végezte el. A mintavétel során az ismeretlen eredetű hulladékból 3 db pontminta vételére került sor. A laboratóriumban szemrevételezéssel a hulladék homogenitása került megállapításra, így a 3 db pontmintából 1 db átlagminta képzése történt, mely vizsgálatra került.

A mintavétel a Nemzeti Akkreditációs Hatóság által akkreditált.

Győr-Moson-Sopron Megyei Kormányhivatal,
Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Hulladékgazdálkodási Főosztály
Környezetvédelmi Mérőközpont
A NAH által NAH-I-1275/2019 számon akkreditált vizsgálólaboratórium,
9028 Győr, Török Ignác utca 68.
Telefon: 96 896-160. Fax: 96 795-605

Ez a jegyzőkönyv a Mérőközpont engedélye nélkül csak teljes terjedelmében másolható le, illetve használható!

A vizsgált minta azonosítási adatai:

Minta neve:
ismeretlen eredetű folyékony hulladék

Laboratóriumi sorszáma:
2565 átlag

Vizsgálati módszerek:

MSZE 21420-21:2005	Hulladékok jellemzése . pH érték meghatározása
MSZE 21420-18:2005	Hulladékok jellemzése A nedvesség- és a szárazanyag-tartalom meghatározás
MSZE 21420-14:2005	Hulladékok jellemzése A klorid tartalom meghatározása
MSZ 1484-3:2006 5. fejezet	A oldott, a lebegőanyaghoz kötött és az összes fémtartalom meghatározása AAS- és ICP-OES módszerrel (A nehézfémeket ICP-OES készülékkel mértük meg.)
MSZ EN ISO 11885:2009	Vízminőség. Egyes kiválasztott elemek meghatározása induktív csatolású plazma ionforrású optikai emissziós spektrometriával (Antimon meghatározása ICP-OES módszerrel)
EPA 6010C:2007	Inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (Hg mérése ICP-OES módszerrel)
MSZ 1484-12:2002	Vízvizsgálat 12. rész Hexánnal extrahálható anyagok gravimetriás meghatározása

Gázkromatográfiás módszerrel mért szerves mikroszennyező komponensek:

MSZ 21470-105:2009	105. rész: A szénhidrogén-tartalom meghatározása 36-220 °C forrásponttartományban gázkromatográfiás módszerrel
MSZ 21470-94:2009	Extrahálható szénhidrogén- tartalom meghatározása a 160-250 °C forráspont-tartományban.

Vizsgálati eredmények:

A vizsgálati eredményeket a 1-2. táblázat tartalmazza.

A vizsgálatok kezdete: 2022. 09. 30.
A vizsgálatok vége: 2022. 11.07.

A vizsgálati eredmények a mintavétel időszakában vett hulladék minta által reprezentált mennyiségre vonatkoznak.

Győr-Ménfőcsanak-Ménfőcsanak Megyei Kormányhivatal,
Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Hulladékgazdálkodási Főosztály
Környezetvédelmi Mérőközpont
A NAH által NAH-I-1275/2019 számon akkreditált vizsgálólaboratórium.

9028 Győr, Török Ignác utca 68.
Telefon: 96 896-160, Fax: 96 795-605

Ez a jegyzőkönyv a Mérőközpont engedélye nélkül csak teljes terjedelmében másolható le, illetve használható!

1. táblázat: Szervetlen eredetű szennyezők vizsgálati eredményei

Komponens/ Minta	HEINEKEN HUNGÁRIA ZRt. kovaföld hulladék
Lab.nyilv. száma	2565 átlag
pH eredeti vizes kivonatban	5,43
fajlagos elektr. vezetőképesség $\mu\text{S}/\text{cm}$	281
szárazanyag tartalom %	35,3
Mértékegység	mg/kg szárazanyag
összes alumínium	0,542
összes arzén	1,11
összes bór	37,6
összes bárium	<0,4
összes kadmium	0,186
összes kobalt	8,26
összes króm	42,1
összes réz	1,42
összes higany	<0,4
összes mangán	111
összes molibdén	2,38
összes níkel	14,2
összes ólom	9,88
összes szelén	<0,4
összes cink	<0,4
klorid ion mg/l	56,6
Anionos felületaktív anyag (ANA detergens) mg/l	0,052
állati és növényi eredetű zsíradék (szerves oldószer extrakt) mg/l	<2

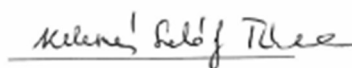
Győr-Moson-Sopron Megyei Kormányhivatal,
Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Hulladékgazdálkodási Főosztály
Környezetvédelmi Mérőközpont
A NAH által NAH-1-1275/2019 számon akkreditált vizsgálólaboratórium.
9028 Győr, Török Ignác utca 68.
Telefon: 96 896-160. Fax :96 795-605

Ez a jegyzőkönyv a Mérőközpont engedélye nélkül csak teljes terjedelmében másolható le, illetve használható!

2. táblázat Szerves mikroszennyezők

Minta neve	Mértékegység	HEINEKEN HUNGÁRIA ZRT. kovaföld hulladék
Minta sorszáma a laboratóriumban		2565 átlag
EPH	mg/kg szárazanyag	<10
VPH	mg/kg szárazanyag	<10
TPH	mg/kg szárazanyag	<20
Benzol	mg/kg szárazanyag	<5
Toluol	mg/kg szárazanyag	<5
Etilbenzol	mg/kg szárazanyag	<5
Xilol	mg/kg szárazanyag	<5

A jegyzőkönyvet készítette:


Kelemenné Szalóky Tímea
analizáló mérnök

Ellenőrizte:


Pócsa János
felelős szakmai ellenőr

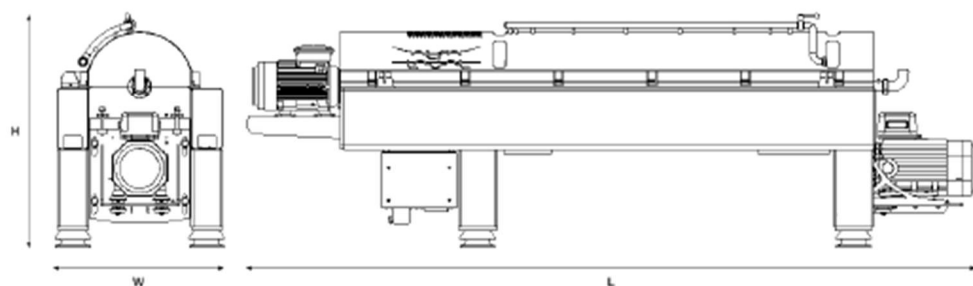
dr. Buday Zsolt
főosztályvezető

- VÉGE -

Győr-Ménfőcsanak Megyei Kormányhivatal,
Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Hulladékgazdálkodási Főosztály
Környezetvédelmi Mérőközpont
A NAH által NAH-1-1275/2019 számon akkreditált vizsgálólaboratórium.
9028 Győr, Török Ignác utca 68.
Telefon: 96 896-160, Fax: 96 795-605

Ez a jegyzőkönyv a Mérőközpont engedélye nélkül csak teljes terjedelmében másolható le, illetve használható!

2. Melléklet: Alfa Laval Foodtec katalóguslap.



Technical data

Designation	Foodtec 100	Foodtec 209	Foodtec 300T	Foodtec 400T
Bowl diameter	200 mm / 7.9 inches	280 mm / 11 inches	360 mm / 14.2 inches	440 mm / 17.3 inches
Bowl speed (Maximum)	5300 rpm	4400 rpm	4200 rpm	3800 rpm
G-force (Maximum)	3140 G	3030 G	3540 G	3551 G
Gross weight	375 kg / 830 lbs	1200 kg / 2660 lbs	2300 kg / 5071 lbs	3200 kg / 7050 lbs
Length (L)	2150 mm / 85 inches	3216 mm / 127 inches	3098 mm / 168 inches	4740 mm / 195 inches
Width (W)	580 mm / 23 inches	780 mm / 31 inches	900 mm / 39 inches	1060 mm / 42 inches
Height (H)	752 mm / 30 inches	830 mm / 33 inches	1304 mm / 51 inches	1376 mm / 54 inches

Designation	Foodtec 505T	Foodtec 600T	Foodtec 700	Foodtec 800T
Bowl diameter	500 mm / 19.7 inches	550 mm / 21.7 inches	650 mm / 25.6 inches	720 mm / 28.3 inches
Bowl speed (Maximum)	3600 rpm	3400 rpm	3100 rpm	2900 rpm
G-force (Maximum)	3622 G	3554 G	3491 G	3384 G
Gross weight	4900 kg / 10,800 lbs	5000 kg / 11,023 lbs	6500 kg / 14,300 lbs	9600 kg / 21,069 lbs
Length (L)	5076 mm / 200 inches	5842 mm / 230 inches	6502 mm / 256 inches	6901 mm / 264 inches
Width (W)	1100 mm / 47 inches	1300 mm / 51 inches	1450 mm / 57 inches	1510 mm / 60 inches
Height (H)	1534 mm / 61 inches	1696 mm / 67 inches	1791 mm / 71 inches	1852 mm / 73 inches

This document and its contents are subject to copyrights and other intellectual property rights owned by Alfa Laval Corporate AB. No part of this document may be copied, re-produced or transmitted in any form or by any means, or for any purpose, without Alfa Laval Corporate AB's prior express written permission. Information and services provided in this document are made as a benefit and service to the user, and no representations or warranties are made about the accuracy or suitability of this information and these services for any purpose. All rights are reserved.

200002402-2-EN-GB

© Alfa Laval Corporate AB

How to contact Alfa Laval

Up-to-date Alfa Laval contact details for all countries are always available on our website at www.alfalaval.com

3. **Melléklet:** Víztelenített iszap az első próbák alkalmával.



9. Nyilatkozat

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Bene Sándor
A Hallgató Neptun kódja: UGJ9ZJ
A dolgozat címe: Söripari iszapvíztelenítési technológia kidolgozása
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: MATE, Szent István campus, Környezettudományi intézet.

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: 2023. év május hó 8. nap



Hallgató aláírása