

A SZENNYVÍZTELEPEK ENERGETIKAI ÖNELLÁTÁSÁNAK MEGTEREMTÉSE A SZENNYVÍZISZAPOK SZUPERKRITIKUS VIZES ELGÁZOSÍTÁSÁVAL; A SCWG-HU TECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSÁBAN REJLŐ LEHETŐSÉGEK

HUJBER OTTÓ, okl. villamosmérnök,
otto.hujber@coopinter.hu , +36 20 944 8912

Kivonat

Korunk legnagyobb kihívásai közé tartozik a lerakott hulladékok- és a széndioxid-kibocsátás mennyiségének csökkentése, a körkörös gazdaság és a hidrogéngazdaság megteremtése, a megújuló energiaforrások hasznosítása, valamint az energiahordozók importjától való részleges függetlenedés. A szennyvíziszapok szuperkritikus vizes elgázosítása (SCWG-HU), mint a nedves biomasszák energiahatékony, környezetbarát feldolgozási technológiája, egyszerre felel meg mindezen célkitűzéseknek. A több mint 1,2 millió tonna/év víztelenített szennyvíziszap Magyarországon 5,1 millió GJ/év megújuló energiaforrást jelent, amelynek SCWG feldolgozása 316.110 MWh/év villamosenergia termelését-, és 8.450 t/év karbonszegény hidrogén előállítását teheti lehetővé, 95.000 t/év széndioxid-kibocsátás megakadályozása mellett.

A SCWG-HU technológia alkalmas a biogáz üzemekből kikerülő rothasztott iszapok feldolgozására is, közel megduplázva a szennyvíztelepek energiatermelését, egyben megakadályozza a lerakott rothasztott iszap emissziója által okozott környezetszennyezést.

A SCWG-HU technológia szennyvíztelepi alkalmazása lehetővé teheti több mint egymillió tonna/év szennyvíziszapokkal kapcsolatosan felmerülő szállítási igény drasztikus (90% feletti) csökkentését; a technológiai eljárás végén az inert anyagból a foszfor-vegyületek kivonását, és keletkeztethet mintegy évi kilencszázmillió liter 650 °C-on kezelt tiszta vizet ipari célra (lásd pl. elektromos vízbontók tápvize).

Mindezen túlmenően, a SCWG-HU eljárás elősegítheti a 2G cellulóz alapú bioetanol gyártás versenyképességét, jelentős megújuló villamos energia- és karbonmentes hidrogén kiegészítő termelésével, valamint lehetővé teheti a nagy (50 % körüli) nedvességtartalmú bükkábrányi és visontai lignitek környezetbarát, energiahatékony feldolgozását, jelentősen csökkentett széndioxid kibocsátás mellett.

Kulcsszavak: szennyvíziszap, biomassza, megújuló energia, szuperkritikus vizes elgázosítás, SCWG, SCWG-HU, hidrogén, hidrogéngazdaság, körkörös gazdaság, biogáz üzem, biogáz, P2G, hatásfok, CO₂, emisszió, széndioxid kibocsátás, biometán

1. BEVEZETÉS

1.1. A SCWG eljárás alkalmazásának műszaki célszerűsége

A szennyvíziszap, mint nedves biomassa, hagyományos módon, elégetés útján történő energetikai hasznosítása nem célszerű, hiszen a „víztelenített” iszap nedvességtartalma 80 % körül van és emiatt az égetés hatásfoka nagyon alacsony – az ily módon nyert energia mennyisége, még modernebb eljárások esetén is elég csekély. A hagyományos égetés energiabalansza, a szárítás-, vagy a támasztó-tüzelés energiaigénye miatt, jó esetben is, alig pozitív.

Az égetéssel történő energetikai iszap-hasznosítás környezetvédelmi szempontból sem kívánatos, elsősorban a füstgázban található káros anyagok emissziója miatt.

Modern eljárások esetén, például amikor a szennyvíziszapból biogázt állítanak elő és azt gázmotorban elégetve villamos áramot termelnek, a folyamat energiabalansza már sokkal jobb, de annak összhatásfoka még mindig elég alacsonynak mondható.

Ennek oka kettős: a rothasztás végén, a rothasztókból kikerülő maradvány (rothasztott iszap) szervesanyag tartalma még az eredeti szervesanyag tartalom mintegy 50%-a, és a keletkező biogáz jelentős mennyiségű (40% körüli) széndioxidot tartalmaz.

Magyarországon 61 db 89,9 MW összteljesítményű biogáz erőmű működik, jelentős részük a szennyvíztelepeken. A keletkező biogáz 40% körüli széndioxid tartalma többlet-légkörszennyezésként kerül a környezetbe. A helyzetet tovább rontja, hogy a biogázzal történő feldolgozás eredményeképpen keletkező, rothasztókból kikerülő fenék-maradvány (rothasztott iszap) jelentős szervesanyag

tartalma, annak mezőgazdasági hasznosítása vagy lerakása esetén, talajemisszióként jelentős széndioxid-kibocsátással jár.

A biogáz széndioxidtartalma által okozott környezeti problémát P2G technológiával orvosolni lehet (Lochbrunner, A., Schirrmester, S. 2018), de a rothasztott iszapok lerakása által okozott, többszörös nagyságú üvegház hatású gázkibocsátás még megmarad, és a biogáz üzemek mintegy 10%-os villamos hatásfoka sem éppen kedvező.

Az általunk kidolgozott megoldás, a szuperkritikus vizes elgázosítás (SCWG) alkalmazása a lakossági és az ipari (pl. húsipari, söripari, konzervipari, papíripari, cukoripari stb.) szennyvíziszapok, valamint az egyéb nedves biomasszák (pl. vágóhídi hulladékok, belsőségek, nedves toll, romlott élelmiszerek, főlős cukorgyári kipréselt répaszelet, működő biogáz üzemek fenékmaradványai, az állattartó telepek híg trágyái, a kommunális hulladék-válogató üzemek nedves szerves frakciói stb.) magas hidrogéntartalmú gázzá való feldolgozására, a leghatékonyabb energetikai és környezeti megoldás, amely térben elosztottan rendelkezésre álló, megújuló karbonszegény hidrogén forrást jelent, a potenciális felhasználókhoz közel.

A SCWG technológia csőreaktorából kikerülő generátorgáz magas hidrogéntartalma jelentős mennyiségű, folyamatos karbonszegény hidrogén forrást biztosíthat a személyautók-, és az autóbuszok számára a városokban, valamint a kamionok számára is a fő közlekedési folyosók mentén.

A nagy nedvességtartalmú biomasszák energetikai feldolgozása szuperkritikus vizes

elgázosítással (SCWG) célszerű a magas energetikai hatásfok-, és a jelentős mennyiségű hidrogén keletkezése miatt.

1.2. Mi az a szuperkritikus víz?

Az anyagok kritikus pontját, mint jelenséget, 1822-ben fedezte fel Charles Cagniard de la Tour francia fizikus.

A víz kritikus paraméterei: $T = 374\text{ °C}$, $P = 221\text{ bar}$.

Amint az 1. sz. ábra mutatja, a víz 221 bar nyomás felett már nem megy keresztül fázisváltáson, vagyis bármennyire is emeljük annak hőmérsékletét, nem válik gőzzé.

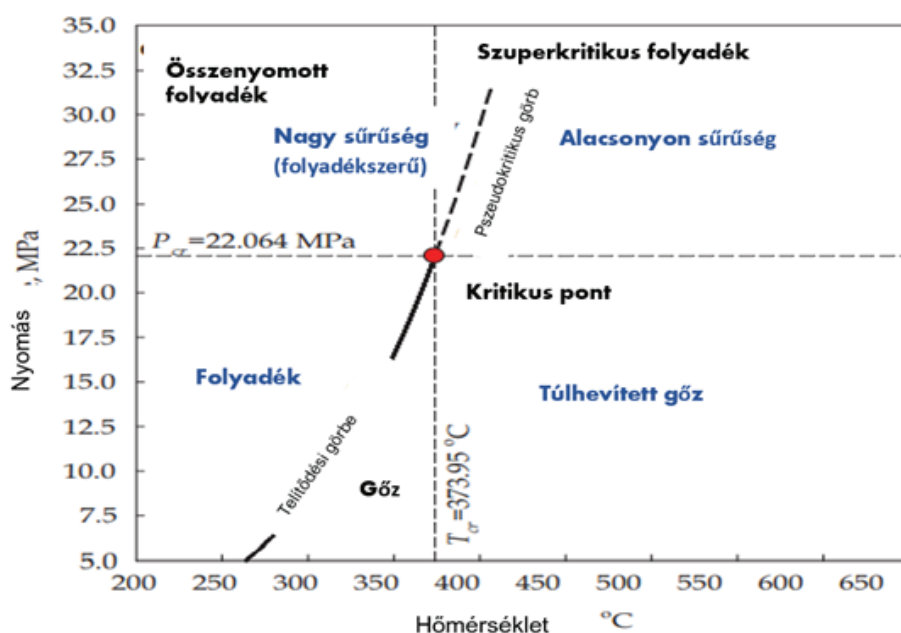
A víz sűrűsége viszont, átlépve a kritikus pontot, egyre csökken és a víz viselkedése gőz-szerűvé válik.

keresztül. Többek között jelentősen megváltozik a víz sűrűsége, viszkozitása, dielektromos állandója (relatív permittivitása), oldási képességei, entalpiája és hőátadási tényezője is (lásd 2. sz. ábra).

Átlépve a kritikus pontot, a víz kiváló oldószerre válik a szerves anyagok számára és már nem oldja a szerves anyagokat (Pioro, I., Mokry, S. 2011).

A kritikus paramétereken túli tulajdonságai a vizet kiválóan alkalmassá teszik „zöld” vegyipari technológiák megvalósítására (Hujber, O. 2021).

A szuperkritikus víz (fluidum) környezetipari és egyéb technológiai alkalmazását, nagy



1. sz. ábra

A szuperkritikus víz (SCW) tulajdonságai szerint gőzszerű víz vagy vízszzerű gőz. Ezért „szuperkritikus folyadék” helyett helyesebb a „szuperkritikus fluidum” kifejezést használni. A víz fizikai és kémiai tulajdonságai a kritikus pontot átlépve gyors változáson mennek

teljesítményű, folyamatos üzemű csőreaktorok megvalósítását, sokáig gátolta a magas hőmérsékletet és nagy nyomást egyidejűleg jól viselő szerkezeti anyagok hiánya. Az utóbbi 10 évben, már a gépipar számára is elérhető áron, megjelentek olyan CrNi ötvözetű

csövek pl. Inconel 740 H, Sanicro 25 stb., amelyek lehetővé tesznek 650-700 °C hőmérsékletet 260-320 bar nyomás mellett.

Az elmúlt évtizedekben számos laboratóriumi kísérletet végeztek a nedves biomasszák szuperkritikus vizes elgázosításával kapcsolatosan. Ezek eredményeképpen megállapítást nyert, hogy a nedves biomasszák tekintetében a SCWG technológia jó hatásfokú, fizibilis eljárás, amelynek ipari méretű megvalósítása érdekében még számos kihívást kell kezelni, több műszaki problémát meg kell oldani.

A legfontosabb azonban az, hogy a SCWG technológia több helyen is, pilot projektek keretében, hosszú időn keresztül bizonyította az életképességét – perspektivikus technológiának bizonyult a nedves biomasszák energiahatékony feldolgozásához.

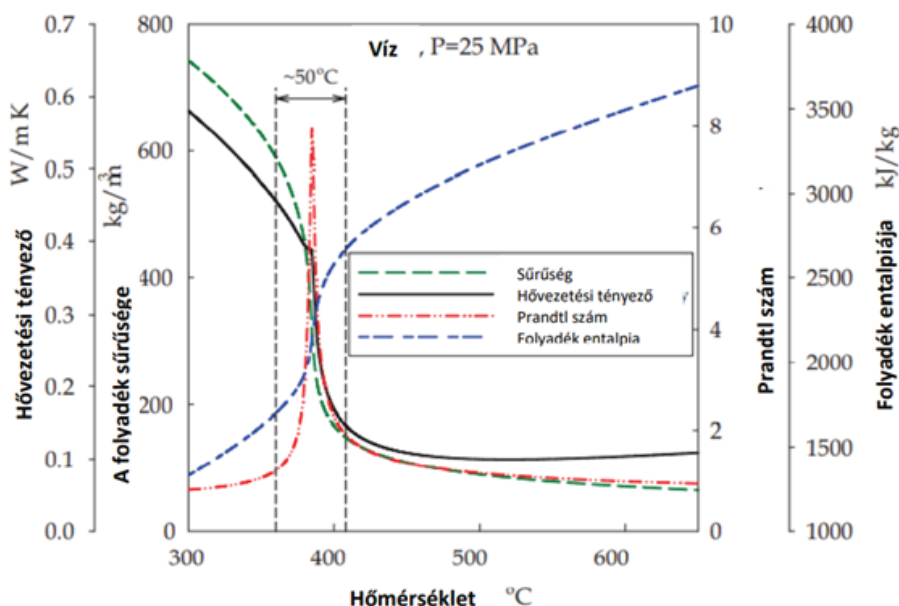
A SCWO-t elsősorban veszélyes hulladékok megsemmisítésénél alkalmazzák (Hujber O., Poós T. 2021).

A SCWO, ha azzal nedves biomasszát dolgozunk fel energetikai hasznosítási céllal, akkor annak termikus és villamos hatásfoka jelentősen meghaladja az égetés hatásfokát, és energetikai mutatói a biogáz üzemek hasonló adatainál is jobbak, azonban jelentősen elmaradnak a SCWG üzemek kiváló energetikai hatásfok-mutatóitól.

A SCWO beruházási költsége (CAPEX) alacsonyabb, üzemeltetési költsége (OPEX) azonban jóval magasabb a SCWG üzemek ezen paramétereinél, azonos teljesítmény esetén.

2.1. A szuperkritikus vizes oxidáció (SCWO)

A szuperkritikus vizes oxidáció exoterm folyamat, ahol az oxigénnel dúsított szuperkritikus



2. sz. ábra

2. A SZUPERKRITIKUS VIZES TECHNOLOGIÁK ISMERTETÉSE

A szuperkritikus vizes technológiák két fő típusát különböztetjük meg úgy, mint a szuperkritikus vizes oxidációt (SCWO) és a szuperkritikus vizes elgázosítást (SCWG).

vízben a szervesanyag energiatartalma hővé alakul a reaktorban.

Az így fejlődő hő elvezetésén és hasznosításán alapul a SCWO technológia.

Jelenleg hét cég foglalkozik kereskedelmi-célú SCWO technológia értékesítésével,

amelyek közül a General Atomics (GA) a legrégebbi. A GA 1996 -ban megvásárolta az első SCWO vállalatot (MODAR) és annak tudásvagyonyát. Nagy tapasztalattal és számos kialakítási móddal (például mechanikai tisztítás, adalékanyagok hozzáadása) rendelkezik a korrózió és a szervesanyagok kicsapódásának területén, ezért szélsőséges veszélyes hulladékok ártalmatlanítását is végzik. Jelenleg neurotoxikus anyagok, vegyi reagentseket, robbanóanyagok, haditengerészeti fedélzeti hulladékok, rakétahajtóanyagok és egyéb hulladékok ártalmatlanításával foglalkozik az Amerikai Egyesült Államok területén két üzemben (egy 11,4 l/min és egy 4,5 l/min kapacitású).

A Hanwha, amely főleg vegyiparban keletkező veszélyes hulladékokat ártalmatlanító - csőreaktor és tartályreaktor típusú SCWO technológiával is rendelkezik.

Az SRI International az SCWO technológiát a japán vállalatok számára értékesíti PCB -k (poliklórozott bifenilek) kezelésére. Az Aquarden Technologies gyógyszeripari hulladékok, hormonok és endokrin rendszert károsító anyagok ártalmatlanítását, valamint az Odense-i hulladéklerakók csurgalékvízének kezelését végzi (Pincés, Zs. 2021).

A SuperWater Solutions 2009-ben 5 t/nap száraz iszap kezelésére alkalmas SCWO bemutatkozóüzemet épített Orlando-ban, és egy 300 t/nap kommunális iszap (80% -os nedvességtartalom) kezelésére szolgáló SCWO üzemet tervez megépíteni. A SuperWater Solutions csőreaktort alkalmaz, valamint nagy áramlási sebességet és mechanikus keféket használ a sók/szilárd anyagok felhalmozódásának szabályozására.

A SuperCritical Fluids International (SCFI) csőreaktorait alapvetően szennyvíziszap kezeléshez fejlesztette ki, és a nevéhez köthető

2008 óta Írországból egy 6 t/nap kapacitású demonstrációs üzem; 2015-ben Spanyolországban egy 6 t/nap kapacitású nedves iszap kezelő SCWO üzem; egy 60 t/nap kapacitású nedves iszap kezelő üzem San Franciscóban; egy 20 t/nap kapacitású petrokémiai szennyvíz kezelő a San Franciscó-i öböl térségében; egy 60 t/nap kapacitású szennyvíz kezelő Los Angelesben; és egy 24 t/nap kapacitású alkáli hulladék kezelő Szaúd-Arábiában.

Az Innoveox a Francia Nemzeti Tudományos Akadémiával együttműködve kidolgozta a multioxidáns befecskendező reaktorokat, és 2011 júniusában a dél-franciaországi Arthez-de-béarn-ben építette fel a 1 t/h kapacitású SCWO ipari hulladékkezelőt Ennek a lényege, hogy az oxidálószer több ponton adagolják be a csőreaktorba, ezzel növelve a reakció határfokát. Az ENN Envirotech 240 t/nap kapacitású SCWO üzemmel rendelkezik veszélyes és nukleáris hulladékok kezelésére.

2.2 A szuperkritikus vizes elgázosítás (SCWG)

A szuperkritikus vizes elgázosítás endoterm folyamat, melynek során hőt kell bevinni a technológia reaktorába ahhoz, hogy a nedves biomassa szilárd szervesanyag tartalma szintézis gázzá alakuljon.

A szintézis gáz elsősorban metánt, hidrogént, szénmonoxidot és széndioxidot tartalmaz. A leválasztott és megtisztított hidrogén magasnyomású tartályokba tölthető és elszállítható, vagy a helyszínen felhasználható (Amrullah, A., Matsumura Y. 2018).

A szintézisgáz fennmaradó CH₄, CO tartalma kisebb részben a reaktor energiaellátását szolgálhatja, nagyobb részben pedig CHP gázmotorban vagy kombinált ciklusú gázturbinás erőműben hasznosítható (Antal M., Allen S. G., Schulman, D., Xu, X., Divilio R.J. 2000).

Ez mutatja, hogy a SCWG technológia villamos hatásfoka jelentősen meghaladhatja a gőzturbinás SCWO technológia villamos hatásfokát.

Az elmúlt évtizedekben a számtalan laboratóriumi kísérleten túlmenően több pilot üzem is megépült, amelyek közül az alábbi projekt a legfontosabb.

2.2.1. A Karlsruhei Technológiai Egyetem (KIT) pilot projektje

A KIT kutató professzora Dr. Nikolaos Boukis munkatársaival több mint 20 éve foglalkozik biomasszák szuperkritikus vizes elgázosításával (Boukis, N., Herbig, S., Hauer, E. 2016).

A VERENA KIT kísérleti üzem maximális átteresztőképessége 100 kg/h. A megadott kapacitás maximum 20 tömeg% szárazanyag tartalmú biomasszára vonatkozik. Az üzem szokásos, kísérleti üzemi átteresztőképessége 50 kg/óra (Boukis., N., Stoll., K. (2021).

A maximális üzemi nyomás és hőmérséklet 350 bar, illetve 700 oC.

A szokásos reakciókörmények jellemzően 660 C és 280 bar értéket képviseltek.

Az üzem három fő részből áll:

- az adagoló rendszer,
- a reakciót lebonyolító rész,
- az elválasztó rendszer.

A lentebbi ábrán az egyszerűsített eljárási séma (folyamatábra) látható.

Adagolórendszer

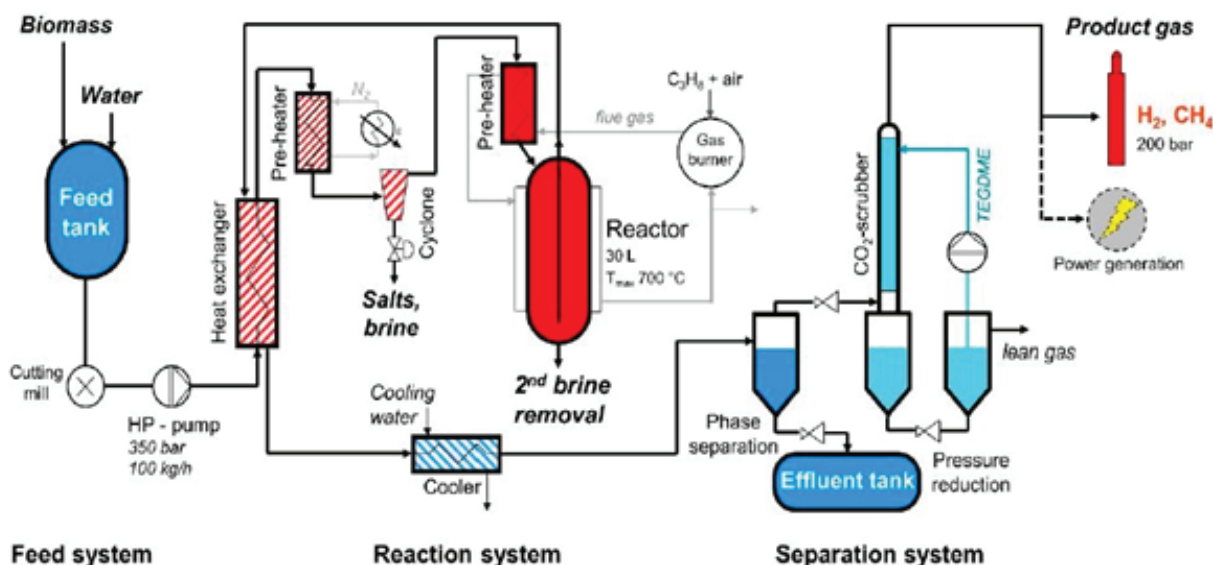
Az adagolórendszer több tartályból, macerátorból, kolloid malomból és több nagynyomású szivattyúból áll (lásd 3. sz ábra).

A folyékony szerves hulladékokat, például a nyers glicerint közvetlenül szivattyúzzák a reakciórendszerhez.

A biomasszát vagy a nagyobb részecskéket tartalmazó hulladékot előkezelik, azt aprítják és homogenizálják.

Az adagolandó anyag megfelelő szemcseméretét és homogenitását az előkezelés során nedves aprítóval, majd kolloid malom alkalmazásával érik el.

Az adagolandó anyag víztartalmát úgy állítják be, hogy az szivattyúzásra alkalmas legyen.



3. sz. ábra

A kapott szuszpenziót (zagyot) folyamatosan adagolják, áramlás-vezérelt nagynyomású adagolószivattyúval.

A feldolgozandó zagyot egy cső-a-csőben hőcserélőbe táplálják, ahol a belépő anyagot előmelegítik a reaktorból kilépő fluidummal. A betáplált áram lineáris sebessége 400 °C hőmérsékleten 2 m/s tartományba esik és eléri a 4 m/s-ot 450 °C-on. Ennek oka a szuperkritikus anyag kisebb sűrűsége a magasabb hőmérsékleten.

A feldolgozandó zagy sóit és egyéb szervetlen anyagait még a reaktor előtt ciklonnal leválasztják.

A ciklonból a szilárd anyagok ürítését nagyon rövid idejű megszakitásokkal, 280 bar-ról környezeti nyomásra való nyomásleengedéssel, ciklikusan működtetik. A leválasztott sósvíz-áram átlagos mennyisége általában körülbelül 1 kg/h.

Reakciót lebonyolító rész

A technológia következő része az osztott reakció rendszer. Ennek első része egy 60 kW teljesítményű, földgázüzemű külső fűtésű speciális hőcserélő. Csöveinek hossza 60 m, külső átmérője 14,3 mm. A hőcserélő által előállítható maximális hőmérséklet 700 °C.

Az így előmelegített szuszpenzió a reakció-rendszer második részét képviselő 30 liter űrtartalmú 10 cm belső átmérőjű hosszú tartályba, a reaktorba kerül (lásd 5. sz. ábra), ahol az megkapja az elgázosításhoz szükséges tartózkodási időt (60-180 másodpercet), a feldolgozandó szervesanyagtól függően.

Elválasztó rendszer

A technológia harmadik része a szeparációs rendszer, amelyben elválasztásra kerülnek a szilárd részecskék, a folyadék és a gázok.

Végül, a szintézis gázok közül leválasztásra és tisztításra kerül a hidrogén.

A VERENA pilot üzem már több mint 10 éve üzemel. Az elmúlt 10 év során szerzett pozitív és negatív tapasztalatokat, valamint a SCWG technológia ipari méretű megvalósításával kapcsolatos kihívásokat az 3. pont alatt ismertetjük.

3. AZ SCWG ELJÁRÁS MEGOLDANDÓ MŰSZAKI PROBLÉMÁI, TECHNOLÓGIAI KIHÍVÁSOK

A SCWG folyamatok esetében az alábbi műszaki problémák, feladatok merültek fel, amelyek energiahatékony megoldása jelentős mérnöki kihívást jelentenek.

- A biomasszák megfelelő előkészítése annak érdekében, hogy a nedves biomassa nedvességtartalmát úgy csökkentsük, hogy az előkészített szuszpenzió a víztartalmának csökkentése ellenére könnyen szivattyúzható legyen. A szivattyúzhatóságon túlmenően fontos a szuszpenzió megfelelő homogenitása, a szuszpenzióban lévő szilárd részecskék méretazonossága, a részecskék minél kisebb mérete.
- A technológia csővezetékei-, és hőcserélői-, valamint reaktorcsövei elrakódásának megakadályozása, a sók és egyéb szilárd anyagok kicsapódásának és lerakódásának megakadályozása azok megfelelő időben és helyen történő leválasztásával, szeparálásával.
- Olyan olcsó és hatékony katalizátorok alkalmazása, amelyek biztosítják a szintézisgázok megrendelők által igényelt összetételét (többségében hidrogént, vagy többségében metánt) és egyben meggyorsítják az elgázosítás folyamatát (lecsökkentve a szükséges reakció időt), valamint csökkentik az elgázosításhoz szükséges

hőmérsékletet annak érdekében, hogy a reaktor méretei kisebbek lehessenek és a reaktor olcsóbb anyagokból készülhessen.

- A korróziós sebesség lecsökkentése. Ez az egyik legnagyobb kihívás, amely megfelelő pH értékkel, reakcióhőmérséklettel és anyagválasztással kezelhető. Ez azt is jelenti, hogy ez minden egyes alapanyagra (lakossági szennyvíziszap, különféle ipari iszapok, különféle biomasszák stb.) külön-külön megoldandó kísérleti, fejlesztési feladat.

Jó hír, hogy a fenti feladatokat a SCWO technológiák esetében már többségében megoldották.

A 2.1 pont alatt ismertetett hét cég több évtizede üzemeltet ipari méretű (pl. 10 t/h kapacitású) szuperkritikus paraméterű üzemeket (Safari, F., Ataei, A., Tavasoli, A. 2016).

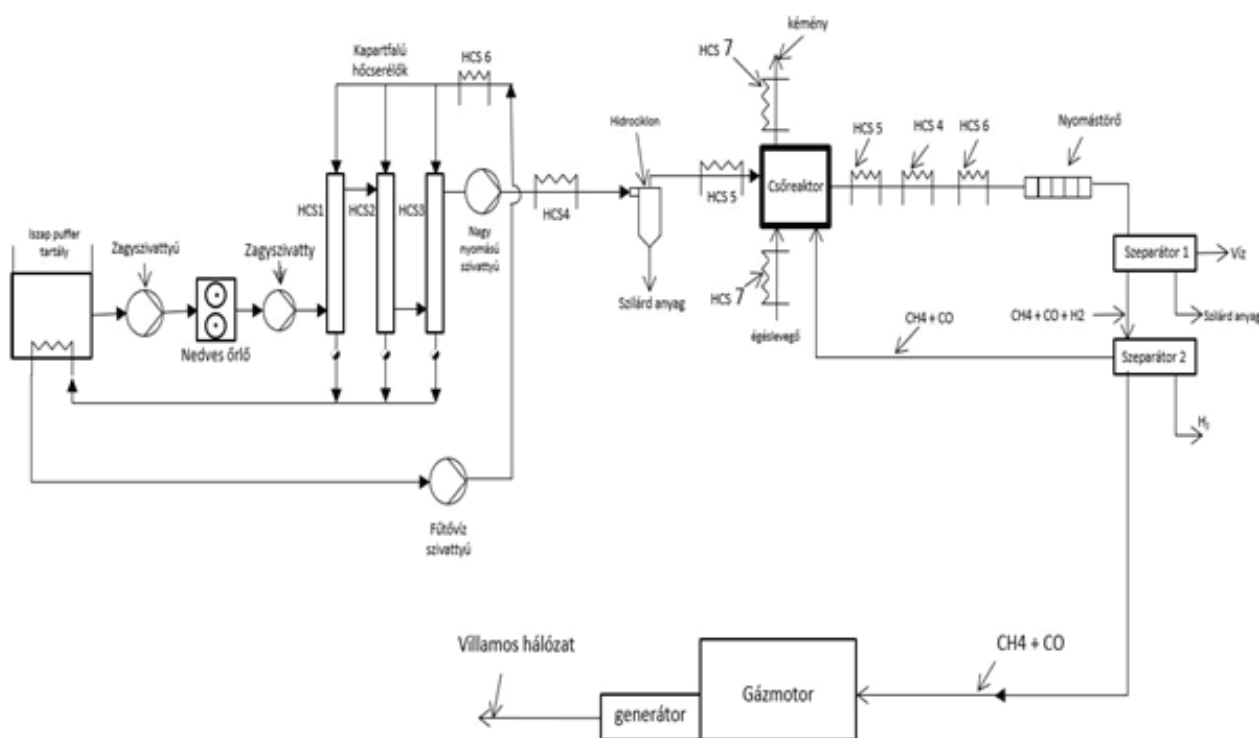
Az általunk fejlesztett SCWG-HU technológia is kezeli a felsorolt kihívásokat, lásd a 4.1 pontot. Az általunk javasolt technológia magában ötvözi a szuperkritikus vizes technológiák (SCWO és SCWG) több tíz éves üzemeltetési tapasztalatait.

4. A SCWG-HU TECHNOLÓGIA FELÉPÍTÉSE, MŰKÖDÉSE

Az általunk javasolt továbbfejlesztett szuperkritikus vizes elgázosítási eljárás (SCWG-HU) felépítésének egyszerűsített vázlata a 4. sz. ábrán látható (a részletes technológiai folyamatára a SCWG-HU minta üzem basic tervei között megtalálható).

A SCWG-HU technológia működése:

A szennyvíziszapot megfelelő módon előkészítjük: aprítjuk, homogenizáljuk, előmelegítjük, majd azt 14-16 bar nyomás mellett, 180-190 °C-os hőmérsékleten félórán keresztül főzzük, célszerűen kapartfalú hőcserélőkben.



4. sz. ábra

Ezt követően, a főzött iszapot nagynyomású szivattyúval a szuperkritikus üzemű csőreaktorba juttatjuk.

A benne keletkező generátorgázzal működtetett gázfűtésű csőreaktor reaktorcsöveinek hossza a szennyvíziszap teljes elgázosodásához szükséges reakcióidő (3,5-4 perc) alapján kerül meghatározásra.

A csőreaktorból kilépő elegyet az 1. sz. szeparátor segítségével szétválasztjuk. A vizet, amely gyakorlatilag desztillált víz, ipari célra (pl. elektromos vízbontó tápvizeként, kazán-tápvízként stb.) vagy öntözésre használhatjuk. Az inert szilárd részeket, miután kivontuk belőle a foszfor vegyületeket, az építőipar hasznosíthatja.

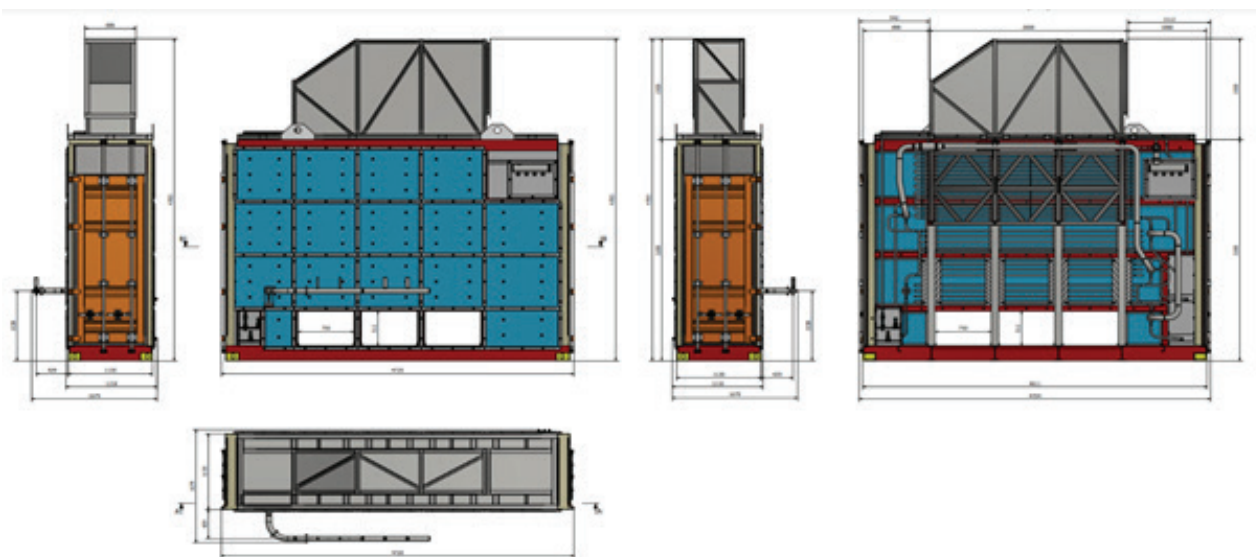
A csőreaktorból kilépő elegy gáztartalmából a hidrogént a 2. sz. szeparátor segítségével választjuk le.

A generátorgáz metán és szénmonoxid tartalma kisebb részben a csőreaktor fűtésére, nagyobb részben gázmotorban használandó fel, belőle hálózatra adható villamos áram-, és kapcsoltan hő termelhető a szennyvíztelep energiaszükségleteinek kielégítésére.

A csőreaktor szerkezete az 5. sz. ábrán látható.

A tárgyi SCWG-HU üzem csőreaktorának kiemenetén keletkező energiatartalmú anyagok (éghető gázok) lehetséges hasznosítása:

- a generátorgázból leválasztott hidrogén alkalmas a szennyvíztelepen jelenleg előállított biogáz széndioxid tartalmának jelentős csökkentésére;
- abban az esetben, ha a tárgyi technológia nem rothasztott iszap feldolgozását végzi egy olyan telephelyen, ahol már működik biogáz üzem, biogázt termelve, hanem a vegyes-iszapból közvetlenül termel generátorgázt, két lehetőség adódik:
 - Megfelelő katalizátorral megnöveljük az elszeparálható H^2 mennyiségét, amely tartályokba töltve értékesíthető vagy az előállítás helyszínén üzemanyagcellában felhasználható.
 - megfelelő katalizátorral megnöveljük a generátorgáz metán tartalmát, így csökkent hidrogéntartalmú generátorgázt kapunk, amit hidrogéntűrő gázmotorban hasznosítunk.



5. sz. ábra

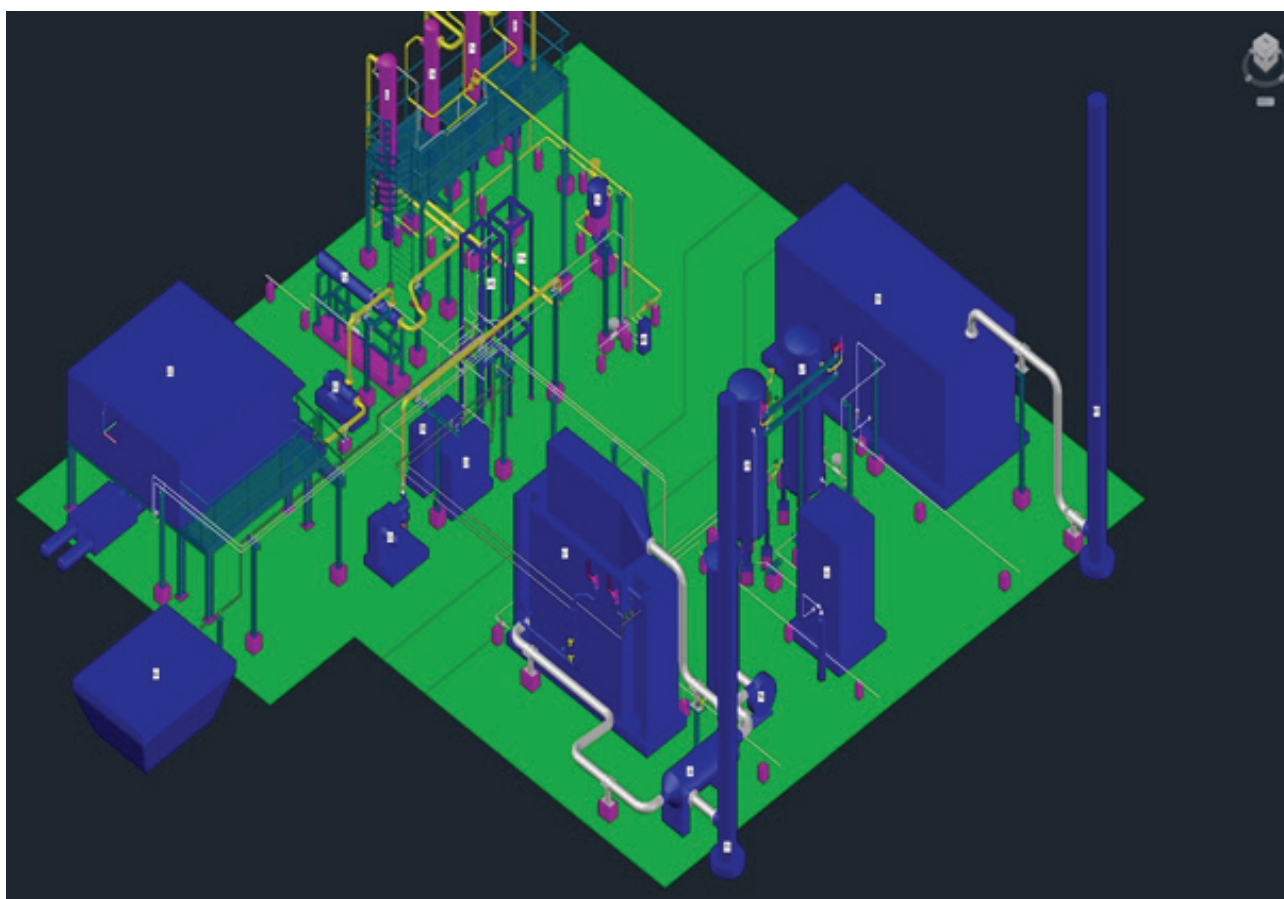
A hidrogén szintézisgázból membránszeparációval történő leválasztása és tisztítása már több nemzetközi (USA, EU, Japán) vállalat által megoldott feladat. Az általunk bekért árajánlatok mintegy 750 ezer USD/üzem nagyságúak 3.000 Nm³ szintézisgáz (mintegy 10 t/h iszapfeldolgozási kapacitás) esetére. Ezt tartják a legkisebb célszerű ipari üzemméretnek.

A leendő 1 t/h névleges kapacitású SCWG-HU technológián alapuló szennyvíziszap-feldolgozó üzem egyik feliratozott 3D képe az alábbiakban, az 6.sz. ábrán látható.

valamint az üzemi paramétereket is megjelölő folyamatábrát, a technológia vezérlésének és szabályozásának ismertetését is, a kísérletek végzéséhez szükséges mérési-, és műszer listával együtt.

4.1. Az 3. pont alatt felsorolt műszaki kihívások SCWG-HU általi kezelése

A SCWG-HU technológia számos műszaki újdonsággal rendelkezik, amelyek választ jelentenek a KIT pilot üzeme során felmerült műszaki kihívásokra, megoldják a pilot berendezések üzeme során felmerült prob-



6. sz. ábra

Az ábra alatti 1. sz. táblázat tartalmazza az egyes berendezések megnevezését.

A leendő minta-üzem basic tervének részét képező „Műszaki Leírás” tartalmazza az üzem berendezéseinek listáját, az üzem alaprajzát,

lémákat. Ezek közül az alábbiak a legfontosabbak.

- A kötött víz „kiszabadítása” nyomás alatti főzéssel. Ez a megoldás szükségtelenné teszi az iszap hígítását a csőreaktor előtt.

Sorszám	Készülék jele	Gép- és készülékjegyzék	Sorszám	Készülék jele	Gép- és készülékjegyzék
1	TK-001	Kapartfalú hőcserélő	35	GE-035	Gázmotor
2a	TK-002A		38	-	Villamos generátor
2b	TK-002B		39	-	20kV hálózatra csatlakozás
3	TK-003		40	E-040	Hőcserélő
11	NETZSCH-011	Zagyszivattyú 1.	50	-	Gázüzemű szőnyegégő
12	CM-012	Iszap örlő malom	51	-	Ultrahang rezgőfejek
15	U-015	Magas nyomású szivattyú	65	P-065	Hűtővíz szivattyú
17	U-017	Szuperkritikus csőreaktor	66	KONT-066	Szilárd anyag tároló tartály
18	CH-018	Hőcserélő	67	SP-067	Gáz puffertartály
21	TK-021	Szennyvíziszap puffer tartály	68	U-068	Szalagmérleg
23	E-023	Hőcserélő	69	CH-069	Gázmotor kémény
24	VE-024a/b	Folyadék-szilárd anyag szeparátor	70	CH-070	Reaktor kémény
28	E-028	Hőcserélő	71	TK-071	Hűtővíz puffertartály
29	SP-029	Víz-gáz szeparátor	75	NETZSCH-075	Zagyszivattyú 2.
32	HS-032	Gáz-gáz szeparátor (Hidrogén)	76	AB-076	Légfúvó

1. sz. táblázat

A szennyvíziszap-előkészítés ezen módjának köszönhetően a víztelenített-, de mégis 80% körüli nedvességtartalmú, ám „földnedves” állapotú szennyvíziszaphoz nem kell további vizet adni. Ez az módszer szükségtelenné teszi az iszap 90-92% nedvességtartalmúra való felhígítását, annak szivattyúzhatóvá tétele érdekében.

- A nedves-aprításnak, előfűtésnek, majd a nyomás alatti főzésnek és az azt követő nyomáscsökkentésnek köszönhetően, a kötött víz felszabadul és így, a szennyvíziszap kiválóan szivattyúzhatóvá válik.
- A 60-65% körüli víz/szárazanyag arány (a 90-93% körüli vízarányhoz képest) nagyban hozzájárul a technológia energiahatékonyaságához azzal, hogy ciklusonként ugyanazzal a hőenergia-mennyiséggel, illetve ugyanakkora hőveszteséggel, mintegy kétszer annyi szárazanyagot gázosít el.
- Az iszapfőzésre kapartfalú hőcserélő alkalmazása autoklávok helyett. Ez a megoldás lecsökkenti a viszkózus szennyvíziszap felfűtéséhez és nyomás alatti főzéséhez

szükséges hőcserélő-felületek nagyságát és a berendezések szükséges falvastagságát. Ez a megoldás egyben nagyobb üzemnagyságok létesítését teszi lehetővé, kisebb beruházási költséggel.

- Hidrociklon alkalmazása a csőreaktor előtt, a 410-430 °C hőmérséklet-tartományban, a szervesen sók és ásványi anyagok kiszűrésére. Mint az ismeretes, a víz kritikus hőmérsékletének elérése után, annak mintegy 35-55°C-kal való meghaladásakor, az addig oldatban lévő szervesen sók kiválnak, és képesek lerakódni a berendezés csővezetékeiben, a reaktorcsövekben, illetve a reaktorcsövek felületein.
- A hidrociklon alkalmazásával nagyrészt megakadályozható a csőreaktor csöveinek elrakódása, blokkolódása.
- A csőreaktor gázüzemű szőnyegégője égéslevegőjének 600 °C-ra való előmelegítése egy léghevítővel, amit a csőreaktor füstgázai fűtenek. A SCWG technológia önfogyasztása mértékét csökkenti, javítja a csőreaktor-, és ezzel a technológia hatásfokát.

Fontos a léghevítő megfelelő konstrukciója és anyaga, a minél jobb termikus hatásfok elérése érdekében, a lehetőleg kondenzációs üzemmódban való üzemelés miatti korrózió megakadályozása érdekében.

- Ultrahang generátor alkalmazása a csőreaktor méretének csökkentése-, és az elgázosodás mértékének javítása, növelése érdekében. A reaktorcsövekre megfelelő módon elhelyezett ultrahang rezgőfejek hatékonyan akadályozzák meg az elgázosodás során kokszt-részecskék keletkezését, illetve azok agglomerálódását.
- A rezgőfejek egyben növelik a szervesanyag részecskék fajlagos felületét, vagyis segítik jobb lebomlásukat, teljesebb elgázosodásukat.
- Az ultrahangos aprítás folyamata, meggyorsítva a szerves anyagok elgázosítását, lecsökkenti a szükséges reakció időt és ezzel lecsökkenti a szükséges csőreaktor méretet is, a reaktorcsövek szükséges hosszának csökkentésével.
- Az ultrahang rezgőfejek megakadályozzák a hidrociklon után még megmaradó kisebb mennyiségű szilárd részecskék csőfelületekre való lerakódását is, segítik tisztántartani a reakciócsöveket.
- A generátorgáz összetételének megfelelő katalizátorokkal, a megrendelő/felhasználó igényének megfelelő módon történő befolyásolása. A felhasználó érdekelt lehet a generátorgáz minél nagyobb hidrogén-tartalmában, de más felhasználó viszont abban lehet érdekelt, hogy a generátorgáz minél több metánt tartalmazzon. Megfelelő katalizátorok alkalmazásával mindkét cél elérhető. Laboratóriumi mérések alapján ilyen ipari megoldás lehetséges és üzletileg támogatni fogja a piacra lépést és a piaci expanziót.

- A katalizátorok megfelelő kiválasztása elősegíti a szükséges pH érték beállítását is, valamint segíti a megfelelő szerkezeti anyagok kiválasztását, vagyis egyben hozzájárul a korróziós sebesség megfelelő határok között való tartásához.

5. A SCWG-HU TECHNOLÓGIA JELENLEGI STÁTUSA

Az SCWO és a SCWG technológiánk beadott találmánnyal, az SCW kazánunk megadott szabadalommal rendelkezik.

Egy SCW kazánunk kiviteli tervdokumentációval és TÜV Rheinland gyártási engedélyével rendelkezik, lásd a 7. sz. ábrát.

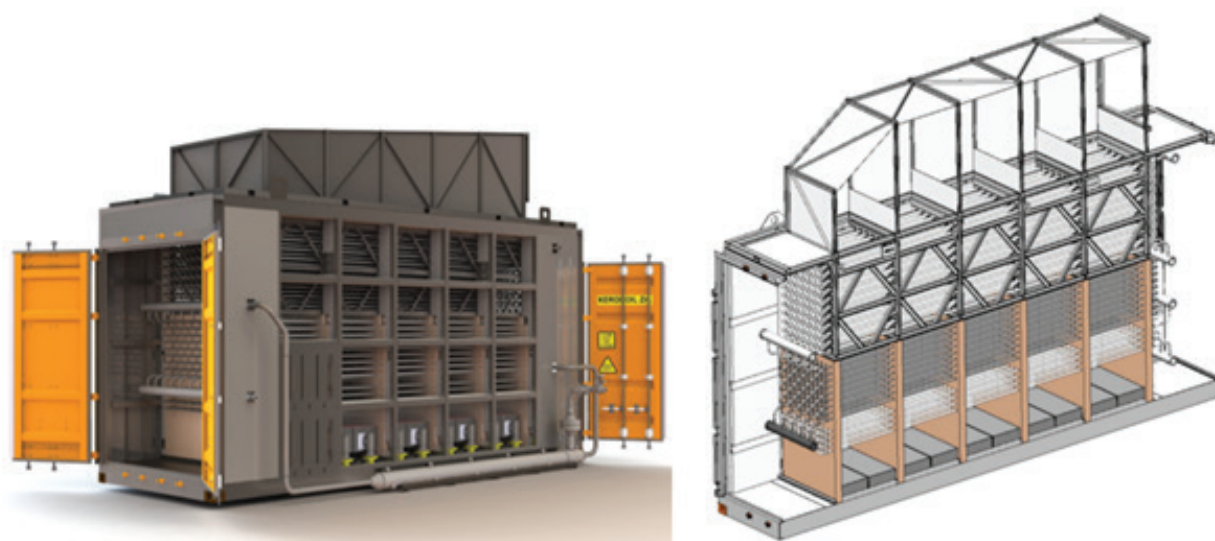
Az engedélyes kazánunk paraméterei: 10 t/h; 610 °C; 400 bar, az Ománi Nemzeti olajtársaság számára készül, a Kerogoil Zrt nevű cégünk szállításában.

Elkészült a Zalavíz Zrt területére tervezett SCWG-HU Pilot Üzem (mintaprojekt) basic terve, azon belül a részletes technológiai folyamatára, a berendezések (hőcserélők, léghevítő, csőreaktor stb.) méretezései, eszköz és gép specifikációk, mérőhely-, mérőműszer lista, a leendő üzem elrendezési terve, 3D modellje, anyagjegyzéke, megközelítő költségvetése.

Várjuk a megfelelő kormányzati támogatást a megvalósításhoz.

6. A SZÜKSÉGES IPARI KUTATÁS ÉS KÍSÉRLETI FEJLESZTÉSEK ISMERTETÉSE

Az ipari kutatási és kísérleti fejlesztési tevékenység a SCWG technológia berendezései-, és szerkezeti elemei méreteinek (felületek, falvastagságok stb.) optimalizálását és szerkezeti anyagaik megválasztását, valamint a technológia és berendezései üzemi paramétereinek (mennyiségek, nyomás, hőmérséklet,



7. sz. ábra

elegysebességek stb.) az optimalizálását tűzi ki célul.

A rendelkezésre álló laboratóriumi adatok alapján megtervezett, legyártott berendezésekből felépített technológia kellő számú mérőhellyel lesz ellátva (lásd a basic tervben a részletes technológiai folyamatábrát és a mérőműszer-, mérőhely listát), amely mérőműszerek lehetővé teszik a különféle üzemi paraméterek (mennyiség, hőmérséklet, nyomás, elegysebesség) változtatása által okozott változások folyamatos mérését, valamint a mérési eredmények rögzítését és gyűjtését, más üzemi paraméterek (az elgázosodás mértéke, az elgázosodás energiaszükséglete illetve a képződéshő nagysága, reakció-idők, a csőreaktor szükséges mérete, termikus és villamos hatásfokok, gázösszetétel stb.) vonatkozásában is.

Az ipari kutatás módszere és annak kiemelt céljai:

- Meghatározni a kapartfalú hőcserélők, csőreaktor, cső-a-csőben hőcserélők, hidrociklon, nyomáscsökkentő szelep pontos

méretezéséhez szükséges, erősen hőmérsékletfüggő fajhők és viszkozitások, valamint az elegysebességtől és a hőmérséklettől függő hőátadási, illetve hőátbocsátási tényezők pontos értékét a magas hőmérsékleti tartományokra is. Cél: pontos és megbízható tervezési adatok szerzése, amelyek alapján pontosan méretezhetővé válnak a technológia berendezései nagyobb ipari méretekben is.

- Meghatározni a technológia termikus és villamos hatásfokának függését az egyes berendezések kapacitásától és a nominális teljesítménytől való eltérés (részteljesítményekkel való üzemelés) függvényében. Cél: egy optimális üzemméretű berendezés-család kialakítása.
- Meghatározni a technológia termikus és villamos hatásfokának függését az iszap-elegy szilárd anyag tartalmától 15% és 35% között, több lépcsőben; Cél: a gazdaságilag optimális szilárd anyag/víz arány meghatározása.
- A termikus és villamos hatásfokok változásának meghatározása a különféle csőreaktor üzemállapotok (hőmérséklet, nyomás,

reakció idő), iszap szárazanyag tartalom-, iszap szerves és szervetlen anyag arányok-, és az iszapelőkészítési paraméterek (szemcsenagyság, főzési idő és hőmérsékletek) függvényében. Cél: egy gazdaságilag optimális üzemi paraméterekkel rendelkező csőreaktor kifejlesztése.

- A generátor-gáz összetétele és fűtőértéke változásának meghatározása a különféle csőreaktor üzemállapotok (hőmérséklet, nyomás, elegysebesség, reakció idő) és különféle katalizátorok alkalmazásának függvényében. Cél: a generátorgázok összetételének optimalizálása, energiatartalmuk és/vagy hidrogéntartalmuk maximalizálása.
 - Az elgázosítás fajlagos energiaszükségletének-, és az elgázosodás mértékének meghatározása a különféle előkészítési (apritási és főzési) paraméterek-, valamint többféle csőreaktor reakció-paraméter (nyomás, hőmérséklet, szilárd/szerves anyag-víz arány, reakció idő) függvényében. Cél: az elgázosítás mértékének, energiaszükségletének és hatásfokának optimalizálása.
 - A technológia mechanikai energiaszükségletének (a villamos motorok fogyasztásának) változása az iszap-előkészítés (apritás, főzés stb.) paraméterei változtatásának függvényében. Cél: az iszap-előkészítés gazdasági optimalizálása a technológia mechanikai energia igénye szempontjából is.
 - A mérések végső célja: megbízható tervezési adatok nyerése egy gazdaságilag optimális technológia-, és berendezés család kialakításához, többféle nedves biomassza SCWG-HU feldolgozását illetően (a fenti kísérlet-sorozatokat minden érintett anyagra külön-külön el kell végezni).
- További cél a jövőbeni tervezési feladatok automatizálásához szükséges adatok ki-nyerése, rendszerezése, aggregálása.

A mérések és az adatgyűjtés, valamint az adatokból való következtések levonása az ipari kutatás tárgykörébe tartoznak, az azok alapján hozott döntések szerkezeti méret-módosításokat, üzemi paraméter-változtatásokat és technológiai módosításokat-, vagyis kiegészítő gyártásokat eredményezhetnek.

A kísérleti fejlesztés és az ipari kutatás ebben az esetben is szervesen egymásra épülő, egymást támogató, egymástól elválaszthatatlan folyamatok.

7. AZ SCWG-HU ELJÁRÁS SZENNYVÍZTELEPI BEVEZETÉSÉNEK CÉLJAI

A legfontosabb célok az alábbiak:

- A szennyvíztelepek önellátóvá tétele energetikai szempontból;
- A szennyvíztelepeknél keletkező rothasztott iszapok szállítási költségének radikális csökkentése;
- A szennyvíztelepek CO₂ kibocsátásának nagymértékű csökkentése;
- A szennyvíztelepek szennyvíziszapjából értékesíthető hő és villamos energia-, valamint karbonszegény hidrogén termelése;
- A kifejlesztett SCWG-HU technológiából a nemzetközi piacokon is versenyképes termékcsalád kialakítása; a jelen technológia és berendezései értékesítéséből folyamatos, évről-évre növekvő nagyságú hazai-és export-árbevétel generálása.

További gazdasági célok:

- A megvalósított pilot üzem energetikai célú lakossági szennyvíziszap feldolgozó SCWG-HU technológia adaptálása az ipari (pl. húsipari, söripari, konzervipari, papíripari, cukoripari stb.) szennyvíziszapok, valamint az egyéb nedves biomasszáknak (pl. vágóhídi hulladékok, belsőségek, nedves

toll, romlott élelmiszerek, cukorgyári kiperéselt fölös répaszelet, működő biogáz üzemek fenékmaradványai, állattartó telepek hígtrágyái, a kommunális hulladékválogató üzemek nedves szerves frakciói stb.) megújuló energia-termelő potenciáljának megteremtése céljából.

- A SCWG-HU technológia adaptálása az 50% körüli nedvességtartalmú lignitek energetikai feldolgozásához, elsősorban karbonszegény villamosenergia termelése céljából.

A magyarországi 10 millió tonna/év, az Európai Unió országaiban lévő több száz millió tonna/év lignit-potenciál meghatározza ennek a célnak a fontosságát.

A SCWG-HU csőreaktorából 72% körüli hidrogén-tartalmú szintézisgáz kerül ki, és a lignitek esetében a SCWG-HU eljárás „tisztaszén technológiát” jelent.

- A 2G cellulóz alapú bioetanol technológiák 90 % körüli nedvességtartalmú melléktermékeit (lignin, szeszmoslék) jelenleg rossz hatásfokkal feldolgozó technológiák (szárítás majd égetés) kiváltása és ezáltal a cellulóz alapú etanol technológia piacképessé, illetve versenyképessé tétele a keményítő alapú bioetanol gyártási technológiákkal.

Közösségi célok:

- Körkörös gazdaság kialakítása a szennyvíztelepeken, a szennyvíziszapokban lévő foszforvegyületek kivonhatóvá tételével és a szennyvíziszapokból való desztillált víz termelésével. Közösségi cél ezen technológiák széles körű elterjesztése.
- Oktatási funkció betöltése. A szennyvíztelepeken felépülő és működő projekt modern oktatási segédeszköz, laboratóriumi foglalkozásokat lehetővé objektum lehet,

amely magas fokon tudja támogatni a magyar egyetemek mérnökképzését.

- Mintaprojekt funkció betöltése. A szennyvíztelepek területén felépített és működte-tett projektek, mint a nedves biomasszából történő karbonszegény hidrogén előállítás mintaprojektjei, alapjai lehetnek szakmai turizmusnak is, az adott város területére szervezhető üzemlátogatások, szakmai konferenciák és technológiai bemutatók.

8. A SCWG-HU TECHNOLÓGIÁBAN REJLŐ ENERGETIKAI ÉS GAZDASÁGI POTENCIÁL

8.1. A szennyvíziszapok energiatartalma

A különféle szennyvíziszapok energia tartalma:

- friss iszap esetén: 25,5 GJ/t száraz anyag = 5,1 GJ/t iszap, 80% nedvességtartalmú iszapnál
- vegyes iszap esetén: 20,9 GJ/t száraz anyag = 4,18 GJ/t iszap, 80% nedvességtartalmú iszapnál
- rothasztott iszap esetén: 11,6 GJ/t száraz anyag = 2,32 GJ/t iszap, 80% nedvességtartalmú iszapnál

A víztelenített lakossági szennyvíziszapok megújuló mennyisége: 1.230.000 tonna/év
Vegyes iszappal számolva ez: $1.230.000 \cdot 4,18 = 5.141.400$ GJ/év hasznosítható energiatartalmat jelent.

A SCWG-HU technológia ezen évente megújuló energiamennyiség jó hatásfokú, környezetbarát hasznosítását teszi lehetővé.

8.2. A szennyvíztelepek mint megújuló-hidrogén források

Az energetikai önellátáson túlmenően a szennyvíztelepek nagy lehetősége a megújuló hidrogén termelés a CO₂ kibocsátás mértékének párhuzamos csökkentésével:

- friss iszapnál (5,1 GJ/t) = (5.100:120) *0,263*075 = 8,38 kg H₂/tonna iszap, 80% nedvességtartalmú friss iszap esetén, a hidrogéntermelő potenciál;
- vegyes iszapnál (4,18 GJ/t) = (4.180:120) *0,263*075 = 6,87 kg H₂/tonna iszap, 80% nedvességtartalmú vegyes iszap esetén, a hidrogéntermelő potenciál;
- rothasztott iszapnál (2,32 GJ/t) = (2.320:120) *0,263*075 = 3,81 kg H₂/tonna iszap, 80% nedvességtartalmú rothasztott iszap esetén, a hidrogéntermelő potenciál.
- A Magyarországi lakossági szennyvíziszapok hidrogén előállítás potenciálja: 1.230.000 tonna iszap/év *6,87 kg H₂/tonna iszap = 8.450.100 kg H₂/év, azaz 8.450 tonna megújuló karbonszegény hidrogén évente.

A hidrogén termelés segítségével országosan évente 95.151,2 tonna széndioxid légkörbe jutását tudjuk megakadályozni.

8.3. A SCWG alapú megújulóenergia-termelési potenciál Magyarországon

Lakossági szennyvíziszapok:

Éves feldolgozható mennyiség: 1.230.000 t/év

Hidrogéntermelő potenciál: 8.450 t/év (lásd 9.2 pont)

A szintézisgáz fennmaradó energiatartalma a hidrogén leválasztása után: 4,18 GJ/t*(1-0,263)

A termelhető fajlagos villamosenergia mennyisége: 4,18 GJ/t*(1-0,263)*0,75*0,4 : 3,6 = 0,257 MWh/tonna iszap.

A lakossági szennyvíziszap mennyiség éves villamosenergia potenciálja: 1.230.000 t/év *0,257 MWh/t = 316.110 MWh/év.

A beépíthető villamos teljesítmény: 316.110 : 8.000 = 40 MW

A lakossági hulladékok szervesanyag tartalmú részének nedves frakciója:

Éves feldolgozható mennyiség: 1.350.000 t/év

A fajlagos energiatartalmat azonosnak véve, csak a mennyiségek különbségével számolunk. Ennek eredményeképpen a szorzószám: 1.350 : 1.230 = 1,098

Hidrogén termelő potenciál: 8.450*1,098 = 9.278 t/év

Villamosenergia termelő potenciál: 316.110*1,098 = 347.089 MWh/év (a beépíthető villamos teljesítmény: 44 MW)

Kukoricaszár:

Éves feldolgozható mennyiség: 3.850.000 t/év

Cellulóz alapú etanol termelő potenciál: 522.720 tonna/év (663 millió liter)

Hidrogén termelő potenciál: 27.328 t/év

Villamosenergia termelő potenciál: 1.696.000 MWh/év (a beépíthető villamos teljesítmény: 212 MW)

Gabonaszalma:

Éves feldolgozható mennyiség: 1.500.000 t/év

Cellulóz alapú etanol termelő potenciál: 203.861 tonna/év (259 millió liter)

Hidrogén termelő potenciál: 10.658 t/év

Villamosenergia termelő potenciál: 661.440 MWh/év (a beépíthető villamos teljesítmény: 83 MW)

Összesen:

– Hidrogén: 55.714 tonna/év

– Villamos energia: 3.020.639 MWh (379 MW beépíthető villamos teljesítmény)

– Etanol: 726.581 tonna/év (921 millió liter/év)

A fentebb vázolt magyar biomassza potenciál környezetbarát és energiahatékony hasznosításán túlmenően, az SCWG-HU technológia alkalmas a mintegy évi tízmillió tonna, 50% körüli nedvességtartalmú Bükkábrányi és Visontai lignit karbonszegény villamosenergiává történő feldolgozására is. A lignitek esetében a SCWG-HU eljárás tisztaszén technológiát jelent.

8.4. A SCWG-HU technológia bevezetésének várható pozitív hatásai

A SCWG-HU technológia lakossági és ipari szennyvíztelepekbe történő integrálása, jelentős széndioxid kibocsátás-csökkentés mellett, megduplázhathatja azok energiatermelését, energetikailag önellátóvá teheti a szennyvíztelepeket.

Azokon a szennyvíztelepeken, ahol már biogáz üzem működik, a rothasztott iszapok SCWG-HU feldolgozásának köszönhetően jelentősen megnő az energiatermelés; a szennyvíztelep ebben az esetben is energetikailag önellátóvá válhat.

A SCWG-HU szennyvíztelepi bevezetése radikális szállítási igény csökkenést eredményez a rothasztott iszap megszűnése miatt, ami jelentős kiadáscsökkentést jelent.

Karbonszegény hidrogén formájában, térben elosztott módon keletkező megújuló energia jelentős mennyisége hozzájárulhat a közösségi közlekedés és az áruszállítás nagymérvű zöldítéséhez.

A SCWG-HU technológia széleskörű bevezetése egyben komoly lépést jelenthet a dekarbonizáció és a körkörös gazdaság

megvalósítása felé is, lásd: foszforvegyületek kinyerése, nagy tisztaságú ipari víz termelése.

A SCWG-HU technológia hozzájárulhat Magyarország energia-importtól való részleges függetlenedéshez és a rezsicsökkentés eredményeinek megtartásához is azzal, hogy lehetővé teszi a rendelkezésünkre álló biomassza-potenciál jó hatásfokú, környezetbarát energetikai hasznosítását.

Egy mintaprojekt sikeres üzeme és azt követően a SCWG-HU eljárás széles körben történő magyarországi bevezetése egyben lehetőséget teremt a SCWG-HU technológia exportjára is, részben gépipari berendezések (működő üzemek) formájában, részben pedig technológia transzfer formájában.

9. A SCWG-HU TECHNOLÓGIA SZAKTERÜLETI, IPARÁGI JELENTŐSÉGE, REGIONÁLIS HATÁSA

A pályázat tárgyát képező SCWG technológia jelentős hatással lehet a szennyvízipar és a gépipar, valamint a külkereskedelem területeire is. Pozitív regionális hatása nem csak Magyarországon várható, de megmutatkozhat az Európai Unió teljes területén is, az alábbiak szerint.

Szakterületi, iparági jelentőség:

- A víziközművek, főleg azok szennyvíztelep üzemegységei, jelentős energiafogyasztók. A szennyvíztelepek költségeinek mintegy 60%-a az energiaköltség. A SCWG-hu technológia a szennyvíztelepeket energetikailag önellátóvá teheti és lehetőséget ad nekik arra is, hogy a megtermelt fölös energiából (villamos energia és/vagy karbonszegény hidrogén formájában) többlet-árbevételek szert.

- A biogáz üzemmel rendelkező szennyvíztelepek által termelt biogáz 40% körüli CO₂ tartalmú, ami a biogáz elégetésekor jelentős többlet-környezetterhelést jelent.

A fermentorokból kikerülő rothasztott iszapok környezetterhelése még ennél is sokkal nagyobb, belőlük metán keletkezik, ami szintén a légkörbe jut.

A rothasztott iszapok SCWG technológiával történő feldolgozása nem csak energetikailag teheti önellátóvá a szennyvíztelepeket, de jelentősen csökkentheti azok CO₂ kibocsátását, környezetterhelését is.

- A SCWG minden elemében modern technológia, amely pozitív hatással lehet az oktatás és a gépipar technológiai szintjére, termelési volumenére, valamint annak bevételeire és export-teljesítményére.

Regionális hatás:

- A SCWG technológia minden Magyarországon, az EU-ban, vagy bárhol máshol működő szennyvíztelepen alkalmazható.
- Az SCWG technológia bázisán létrehozhatók körzeti szennyvíziszap feldolgozó üzemek is olyan kis szennyvíztelepek számára, ahol ma nem működik biogáz üzem, azok kis mérete miatt.

Ebben az esetben nem keletkezik rothasztott iszap, a friss-, és vegyesiszap feldolgozása közvetlenül a SCWG-HU technológiával történik.

A jövőben, a jelenleg működő biogáz üzemeket, azok teljes fizikai amortizációját követően, az SCWG-HU eljárás kiválthatja, csökkentve az szennyvíztelepek jelenlegi költségeit.

10. A SCWG-HU TECHNOLÓGIA ILLESZKEDÉSE A MAGYAR HIDROGÉNSTRATÉGIA CÉLJAIHOZ

A SCWG-HU technológia széleskörű bevezetése hatékonyan támogathatja a Magyar Hidrogénstratégia (MHS) által kitűzött célokat. Az évi mintegy 55 ezer tonna karbonszegény hidrogén előállítása (lásd 8.3 pont) komoly lépést jelenthet a hidrogéngazdaság megteremtése felé.

11. A PROJEKT S3-HOZ VALÓ ILLESZKEDÉSÉNEK BEMUTATÁSA

A SCWG-HU technológia szorosan illeszkedik az S3 több nemzetgazdasági prioritásához, úgy mint:

- élvonalbeli technológia;

Az SCWG-HU minden elemében (berendezéseinek működési elve, konstrukciós anyagai, üzemi paraméterei, hatékonysága és hatásossága stb.) a legmodernebb, élvonalbeli technológia.

- erőforrás-hatékony technológia;

A SCWG-HU technológia termikus és villamos hatásfoka mintegy kétszerese a biogáz üzemek hatásfokának. Lehetővé teszi a szennyvíziszapban lévő foszforvegyületek kivonását, majd azok mezőgazdasági hasznosítását; Az SCWG-HU technológia bevezetése komoly lépés lehet a körkörös gazdaság megteremtése felé is.

- energia és klíma-célokat szolgáló technológia;

A SCWG technológia hulladékokból (szennyvíziszapokból) állít elő energiát. Annak magas termikus és villamos hatásfoka egyben alacsony kibocsátást is jelent.

Az SCWG technológia csőreaktorából hidrogénben gazdag (mintegy 50% H₂ tartalmú) generátorgáz keletkezik, amelynek

H₂ tartalma támogatja a hidrogéngazdaság kiépítését.

A horizontális prioritások közül pedig illeszkedik a:

- közszféra és egyetemek innovációja ponthoz. A SCWG technológia bevezetésével kapcsolatos ipari kutatás és kísérleti fejlesztés hozzájárul a Pannon Egyetem további fejlődéséhez. Az egyetemi kutatók, tudósok és szakemberek tollából, angol nyelven, neves és rangos nemzetközi folyóiratokban, a nedves biomasszák SCWG elgázosításával, karbonszegény hidrogén termelésével kapcsolatos publikációk jelenhetnek meg, tovább öregbítve a magyar tudomány és ipar jó hírét.

12. EGY MINTAPROJEKT MEGVALÓSÍTÁSÁNAK KÖLTSÉGEI, FINANSZÍROZÁSI IGÉNYE

A tárgyi 1 t/h kapacitású mintaüzem felépítése, és a 6. pont alatt ismertetett ipari kutatási és kísérleti fejlesztési feladatok elvégzése, valamint a SCWG-HU technológia független piaci szereplők (SGS, TÜV) általi minősítése, 3 éves programot jelent.

A projekt összköltsége 1,5 milliárd Ft-ra tehető, az alábbiak szerint:

Anyag költség: 477,5 millió Ft

Gépipari beszállítók: 223,6 millió Ft

Műszerek és adatrögzítő, adatfeldolgozó eszközök: 77,8 millió Ft

Költségátalány (tervezés, projekt management, SGS és TÜV minősítések): 114 millió Ft

Béreköltség: 606,9 millió Ft

13. A TECHNOLÓGIA BEVEZETÉSÉNEK IDŐSZERŰSÉGE, AKTUALITÁSA

- Mintegy 20 éves laboratóriumi kísérleti időszakon-, és több mint tíz éves pilot üzemi

tapasztalatszerzésen vannak túl több nemzet kutatói (lásd a mellékelt szakirodalom jegyzékét).

A SCWG technológia kellően előkészítettnek és érettnek tekinthető ahhoz, hogy egy ipari méretű, 1 t/h kapacitású mintaüzem épüljön, amelynek üzemi tapasztalatai alapján megtörténhet a SCWG-HU technológia szélesebb körű ipari bevezetése.

- Az ipar számára is elérhető áron megjelennek a magasan ötvöztött Ni, Cr szerkezeti anyagok (Sanicro 25 és 35, Inconel 740H, Alloy 625, 602 stb.), amelyek lehetővé teszik hosszú életű hatékony folyamatos üzemű csőreaktorok gyártását.
- Az energiahordozók importjának csökkentésére egyre nagyobb az igény, és azok drasztikus ár növekedése miatt egyre sürgetőbb ez a feladat. Ezért is fokozott igény van a nagy nedves-ségtartalmú fosszilis energiahordozók (lásd lignit), és a nedves hulladékok, valamint más nedves biomasszák energiahatékony, környezetbarát energetikai célú feldolgozására is.
- Az energiafüggetlenedési törekvésekkel párhuzamosan, a dekarbonizáció és a hidrogéngazdaság megteremtése nagy feladat, amelynek megoldásában a biomassza alapú hidrogén- és villamosenergia előállítás egy jelentős portfólió lehet.
- A biomassza alapú üzemanyag technológiák (lásd pl. 2G cellulóz alapú etanol-előállítás) termelési hatékonyságának és energetikai hatásfokának javítása, azok térnyerése érdekében, szükségszerű, valamint

az élelmiszerek (búza, kukorica) árának ug-rásszerű növekedése miatt időszerű is – ezt szolgálhatja majd a SCWG-HU eljárás 2G etanol-technológiákba való integrálása, mi-vel azok jelentős mennyiségű 90% körüli nedvességtartalmú mellékterméket (lásd: lignin és szeszmoslék) termelnek, amit ma rossz hatásokkal dolgoznak fel.

Magyarország jelentős kukoricaszár és ga-bonaszalma potenciállal rendelkezik, ami lehetőséget ad a mai mintegy 900 millió liter keményítő alapú bioetanol gyártás megduplázására, bioetanol exportunk to-vábbi jelentős növelésére, amennyiben a jelenlegi 2G etanol-technológiák haté-konyossága és energetikai hatásfoka a jövő-ben jelentősen javul, a SCWG-HU techno-lógia integrálásának köszönhetően.

14. ZÁRSZÓ

A jelen rövid műszaki-gazdasági ismertető tu-datosítani szeretné, hogy a SCWG-HU tech-nológia bevezetése a kormány energetikai stratégiájának célkitűzéseivel teljes összhang-ban van, annak megvalósítását hatékonyan képes támogatni.

Fontos az is, hogy a SCWG technológia mintaprojektjének megvalósításával kapcso-latos kockázatok, a technológia érettsége-, és nemzetközi szintű előkészítettsége okán, a kutatási-fejlesztési kockázatok szokásos mértékén belül vannak.

Remélhető, hogy ez a rövid ismertető anyag meggyőzi a döntéshozókat arról, hogy a ter-vezett mintaprojekt érdemes a kiemelt kor-mányzati figyelemre és az annak megvaló-sítását lehetővé tevő pénzügyi támogatásra.

SZERZŐ:



Hujber Ottó okl. villamos mérnök (Moszkvai Energetikai Egyetem, 1979, Summa Cum Laude), a Coopinter Kft. műszaki igazgatójaként a nedves biomasszák hasznosítási lehetőségeivel foglalkozik. Fő ku-tatási és fejlesztési területe a szuperkritikus vizek ipari hasznosítása, kiemelt tekintettel a szuperkritikus vizes oxidációs-, (SCWO) és a szu-perkritikus vizes elgázosítási (SCWG) technológiákra.

► IRODALOMJEGYZÉK