



gáltatást a honlapon található „info-beküldés” funkció segítségével lehet megküldeni, és ez alapján kerül fel a honlapra és a közösségimédia-felületekre. Ismeretterjesztési céllal terveink szerint bemutatjuk a híres kémikusokat és a fiatalok gondolatait a kémiáról – videós és podcast formában. A hétköznapi kémia iránt érdeklődők számára indítottuk el a Leplezetlen kémia – Dr. Anitával videósorozatot, melyben olyan kérdéseket válaszolunk meg, mint például miért könnyezünk a hagymától, vagy miért rozsdásodnak a fémek.

A Magyar Kémikusok Egyesülete nevében hálásak vagyunk a csatlakozó és részt vevő vállalkozások, szervezetek elkötelezett-

ségeért és támogatásáért! A program nagyon költséghatékony módon, önkéntesek bevonásával működik, amit itt is szeretnénk megköszönni, és folyamatosan várjuk az önkéntes érdeklődők jelentkezését. Ugyanakkor a szervezési és a technikai (honlapfejlesztés, közösségimédia-kezelés, hirdetések, tartalomgyártás) kiadásainkkal kapcsolatban felmerülő költségek fedezésére várjuk támogatók jelentkezését.

Végül, ahogy mondani szokták, kérjük, iratkozzanak fel a honlapon a hírlevélre, legyenek a követőink a közösségimédia-oldalon és lájkolják a kémiai tartalmainkat.

Szalay Péter, Szabó János Zoltán

Hancsók Jenő – Hőke Ferenc

■ Pannon Egyetem, Bio-, Környezet- és Vegyészmérnöki Kutató-Fejlesztő Központ,

MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszék

hancsok.jeno@mk.uni-pannon.hu

Nagy kihívás a légi szállítás dekarbonizációja

Második rész. A korszerű, cseppfolyós szénhidrogén-alapú sugárhajtómű-üzemanyagok főbb előállítási lehetőségei

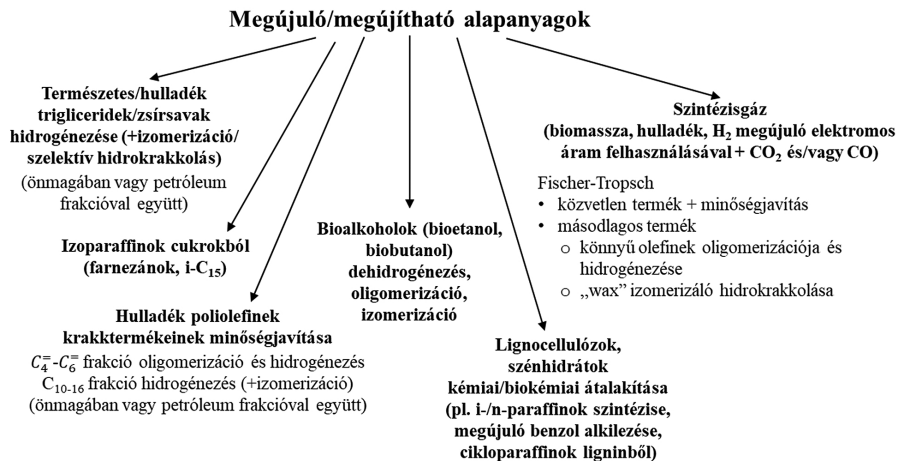
2. Megújuló források

Szeptemberben indított sorozatunk második részében a repülőgép-turbinák számításba vehető hajtóanyagai közül a cseppfolyós halmazállapotúakat, ezeken belül is a szénhidrogéneket tartalmazóak előállítási lehetőségeit tárgyaljuk. A novemberi lapszámban a fosszilis energiaforrásokról írtunk, ezúttal a megújuló forrásokat vesszük sorra.

Sugárhajtómű- (repülőgép-turbina) üzemanyagok előállítása megújuló forrásokból (szintetikus JET-ek)

A megújuló forrásokból (1. ábra) előállított, nagy izoparaffin-tartalmú szintetikus sugárhajtómű-üzemanyagok, illetve -komponensek alkalmazását az utóbbi 10–15 évben kezdték el engedélyezni, de csak keverőkomponensként (5–50 v/v%-ban), tehát önmagukban való felhasználásuk nem megengedett.

Az előzőekben egyértelműen vázoltuk, hogy a jelenlegi sugárhajtóművek minden szempontból bevált, legjobb minőségű hajtóanyagai a nagy hidrogéntartalmú paraffin-szénhidrogének (izo-, normál- és cikloparaffinok). Ebből a felismerésből, illető-



1. ábra. Sugárhajtómű-üzemanyagok (JET) főbb előállítási lehetőségei megújuló/hulladékforrásokból (példák)

(az ábra saját kibővítés és aktualizálás [1] alapján)

leg tényből kiindulva a megújuló, fenntartható üzemanyagok kutatását-fejlesztését (innovációját) főleg az ilyen összetételű hajtóanyagok tématerületén végezték és végzik jelenleg is.

A megújuló/megújítható alapanyagokból előállítható és alkalmazásra engedélyezett sugárhajtómű-üzemanyagokat fenntartható repülési hajtóanyagoknak (sustainable aviation fuel; SAF) nevezik. Ezek alap-

anyagainak, előállításának, minőségbiztosításának, alkalmazásának, társadalmi és gazdasági hatásának, alkalmasságának a következőknek kell megfelelniük (International Civil Aviation Organization/ICAO; Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet):

- alkalmasság nettó ÜHG-kibocsátás csökkentésére a teljes életciklusra vonatkoztatva;
- a biológiai sokféleség nagy jelentő-



ségű területeinek tiszteletben tartása és megőrzése, az ökoszisztémákból származó előnyök megtartása – a nemzeti és nemzetközi szabályozásokkal összhangban;

- c) hozzájárulás a helyi társadalmi és gazdasági fejlődéshez;
- d) megfelelés a versenyhelyzet kialakulásának elkerülésére az élelmiszer- és a vízellátás területén.

A következőkben röviden ismertetjük a fenntartható szintetikus sugárhajtómű-üzemanyagok megújuló forrásokból történő fontosabb előállítási lehetőségeit.

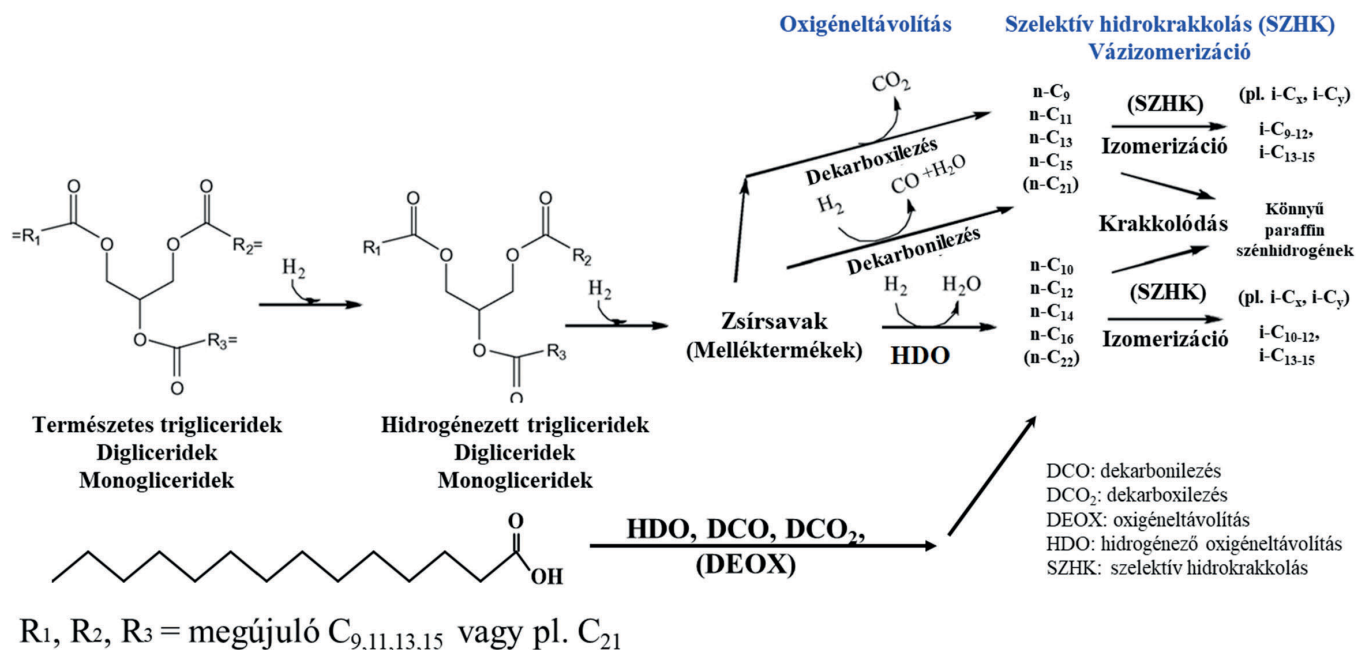
Szénhidrogénelemek előállítása önmagukban (csak megújuló alapanyagokból)

Az alábbiakban bemutatott nagy izoparafin-tartalmú megújuló sugárhajtómű-üzemanyag-keverőkomponensek tulajdonságainak – olykor egy-két kivételtől eltekintve – meg kell felelniük az érvényes sugárhajtómű-üzemanyag szabvány(ok) valamennyi előírásának. A nem megfelelő minőségi jellemzők értékeinek azonban a késztermékben már ki kell elégíteniük a szabvány követelményeit. Ezt a végtermék keveréskor más komponensekkel való ele-

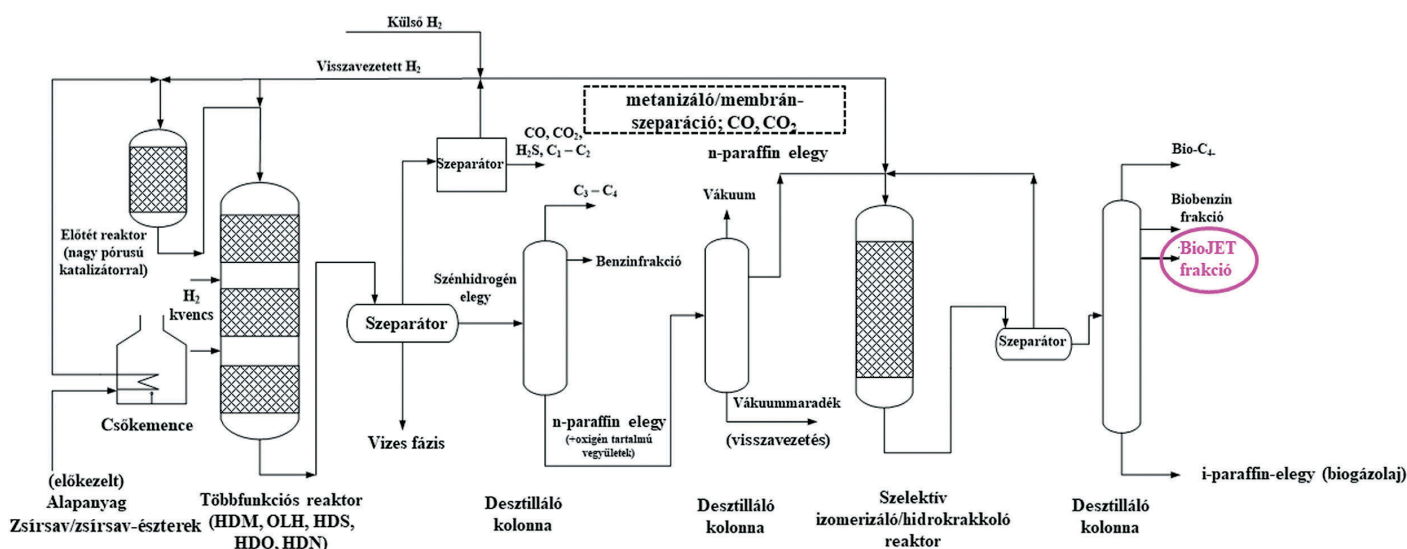
gyítéssel és/vagy adalékolással érik el. A jelenleg felhasználásra engedélyezett termékeket és előállítási eljárásaikat – nagyon röviden – a következőkben foglaljuk össze.

a) Kerozin forráspont-tartományú izo- és normálpaffinok elegyei

Ezeket természetes és/vagy hulladékszírsavakból/zsírsavszármazékokból speciális hidrogénezéssel [átmeneti fém(ek)/hordozós katalizátor], majd ezt követő izomerizálással és/vagy szelektív hidrokraakkolással állítják elő (2. és 3. ábra)



2. ábra. A bio-JET (biokerozin; bioparaffin-elegy) előállításának elvi reakciói zsírsavakból/zsírsav-észterekből (az ábra saját továbbfejlesztés és szerkesztés [1] alapján)



Magyar iparjogvédelem, szabadalmak: EP 2 305 778/2016 (bio-izobenzin), HU 231 091/2020 (termék és eljárás), EP 2 639 286 A2/2023 (termék és eljárás); találmányi bejelentések: HU P2200354/2022 és PCT/HU2023/050052

3. ábra. BioJET (paraffinelegy) előállítása önmagában speciális hidrogénezéssel

(az ábra saját továbbfejlesztés és szerkesztés [1] alapján)



[1]. [A magyar kutatóhelyek (PE-MOL NyRt.-MTA) szabadalmait lásd a **3. ábránál**.] Ez a szintetikus paraffinos ke-rozin- (SPK) keverőkomponens a meg-
újulók közül a legelterjedtebben alkal-
mazott, de részaránya még csak < kb.
0,5% a teljes JET-felhasználásra vonat-
koztatva.

b) *Megújuló szintézisgázból Fischer–Tropsch-
(FT) szintézissel előállított kerozin for-
ráspont-tartományú izo- és normálpara-
raffinok elegyei* [pl. 2]

A szintetikus sugárhajtómű-üzem-
anyagok (STF) másik fő és nagy jövő
előtt álló keverőkomponens-csoportja a
különböző nyers-/alapanyagból előállít-
ható szintézisgáz-alapú Fischer–Tropsch-
szintézis kerozin/petroléum forráspont-
tartományba eső izo- és normálparaffin
termékelegyei, általában további minő-
ségjavítás után.

Az izo- és normálparaffin-elegyeket
megújuló forrásból (pl. biomasszából,
biogázból vagy megújuló elektromos
árammal végzett vízbontás hidrogénjé-
ből és levegőből leválasztott vagy pont-
forrásból eredő CO₂-ből) nyert szinté-
zisgáz-alapú Fischer–Tropsch- (FT) szin-
tézissel állítják elő. Ezek lehetnek *elsőd-
leges termékek* (közvetlen kerozinfrak-
ció-minőségjavítás után és/vagy a Fischer–
Tropsch-folyamat másodlagos termé-
kei, mint például a könnyű olefinek oli-
gomerizációjával és ezt követő hidrogé-
nezésével kapott kerozinfrakciók) vagy az
FT-„wax” – nagy szénatomszámú para-
ffinok – izomerizáló hidrokrakkolásának
úgynevezett *másodlagos kerozintermé-
kei* (novemberi szám, **4. ábra**).

Egyelőre – mint erre utaltunk is – talán
ebbe a csoportba lehet sorolni az utóbbi
években egyre jobban támogatott és ku-
tatott, a megújuló elektromos árammal
végzett vízbontás hidrogénjéből és leve-
gőből leválasztott vagy pontforrásból
származó CO₂-ből (például Fischer–
Tropsch-szintézissel vagy más kataliti-
kus eljárással) előállított sugárhajtómű-
üzemanyag forráspont-tartományú szén-
hidrogén- (főleg izo- és normálparaffin)
elegyeket is.

c) *Szintetikus izoparaffinelegyet cukrokból*
[pl. 3]

Az izoparaffinelegyet cukrok fermentá-
lásával, majd ezt követő hidrogénezésé-
vel állítják elő. A termékelegyen a far-
nezán (összegképlet: C₁₅H₃₂; szerkezeti
képlet: 2,6,10-trimetil-dodekán) részará-
nya legalább 97%, és csak nagyon kevés

más izomert [(6E)-7,11-dimetil-3-meti-
lén-1,6,10-dodekatrién, (E,E)-3,7,11-trime-
til-1,3,6,10-dodekatetraén] és n-alkil-al-
koholt (3,7,11-trimetil-1-dodekanol) tar-
talmaz.

d) *Izoparaffinok elegyei alkoholokból* [pl.
4]

Az izoparaffinelegyeket alkoholokból
(bio-izobutanol vagy bioetanol) dehid-
ratálással, oligomerizációval, hidrogéne-
zéssel és frakcionálással nyerik.

Izobutanolból 8, 12, 16 szénatomszá-
mú izoparaffinokat kapnak. Ezek több-
szörös elágazottságúak, ezért kisebb a
gyulladás hajlamuk, mint például a Fi-
scher–Tropsch-szintézissel előállított izo-
paraffinelegyeké. Etanolból kiindulva a
szénatomszám-tartomány kiszélesedik,
és kevesebb lesz az izoparaffinok elága-
zása. Ennek következtében a gyulladási
hajlam hasonló lesz például az FT-szin-
tézissel nyert izoparaffinelegyekéhez.

A további 2–5 szénatomszámú alko-
holok felhasználhatóságát még vizsgál-
ják.

*Aromásokat is tartalmazó izoparaffine-
legy előállítása alkoholokból.*

Az előállítás két részfolyamatból áll:

- dehidratálás, *oligomerizálás*, hidro-
génezés, frakcionálás és
- dehidratálás, *aromatizálás*, hidro-
génezés, frakcionálás.

e) *Aromás szénhidrogéneket tartalmazó
izo-, normál- és cikloparaffin-elegyek*
[pl. 5]

A katalitikus hidrotermolízissel előállí-
tott JET- (Catalytic Hydrothermolysis Jet)
izo-, normál- és cikloparaffinokat, vala-
mint aromás szénhidrogéneket (8–20
v/v%) tartalmaz. A technológiai folya-
matban a természetes/hulladék zsírsa-
vak/zsírsavszármazékok (például észte-

rek) átalakítását szuperkritikus vízgőz
jelenlétében végzik. A kapott termé-
elegy minőségjavítása hidrogénezéssel,
hidroizomerizálással, hidrokrakkolással
lehetséges.

f) *Izoparaffinelegyek főleg algákból* [pl. 6]

Biológiai eredetű, szénhidrogénekből,
zsírsavakból, zsírsav-észterekből álló
alapanyagelegy (előnyben részesített bi-
ológiai forrás: *Botryococcus braunii al-
gák lipidjei*) bioparaffinokká való hid-
rogénező átalakításának (olefines ket-
tős kötések telítése, oxigéneltávolítás),
majd további folyamatokkal (hidroizo-
merizáció, hidrokrakkolás vagy ezek
kombinációja) végzett minőségjavításá-
nak terméke.

Az a)–f) pontokban ismertetett termé-
kek – mint már említettük – önmagukban
való felhasználása sugárhajtómű-üzem-
anyagként nem megengedett. Ezek kőolaj-
eredetű JET-üzemanyagba való bekeverhe-
tőségi részarányát és ennek engedélyezési
időpontját az **1. táblázat** tartalmazza.

Az előzőekben már tárgyaltuk, hogy a
sugárhajtómű-üzemanyagok a különböző
tömítések duzzadásának biztosítására év-
tizedek óta aromás szénhidrogéneket is tar-
talmaznak. Az újabb szabványok termé-
szetesen már előírják az ilyen komponen-
sek megújuló forrásokból történő előállít-
hatóságának lehetőségeit is, mint például
alkil-aromás elegy (például alkil-benzolok)
szintézisét nem kőolaj-eredetű könnyű aro-
mások (pl. benzol) olefinekkel (pl. előnyö-
sen Fischer–Tropsch-olefinekkel) történő
alkilezésével.

A sugárhajtómű-üzemanyagok fentiek-
ben bemutatott szénhidrogén-keverőkom-
ponenseinek részletes *minőségi követelmé-
nyeit külön-külön táblázatokban az ASTM
D7566-23b* tartalmazza.

Az előzőekben felsoroltakon kívül sugár-

**1. táblázat. Megújuló JET-komponensek engedélyezett bekeverési határértékei
és az alkalmazási lehetőség kezdeti időpontja**

Termék szövegközi jele	Bekeverhetőségi részarány, legfeljebb v/v%	Alkalmazásba vétel kezdet
a)	50	2011. július
b)	50	2009. június
c)	10	2014. június
d) i-butanolból	30	2016. április
etanolból	50	2018. április
e)	50	2020. január
f)	10	2020. május



hajtóműüzemanyag-keverőkomponensek előállítására önmagukban további széleskörű kutató-fejlesztő tevékenység folyik még – többek között – a következő részterületeken [7]:

- biomassza/hulladékok pirolíziséből és/vagy elgázosításából származó vegyületek célirányos átalakítása,
- nem alkoholból származó etilén oligomerizációja és hidrogénezése,
- megújuló olefinek (például hulladék poliolefinok krakktermékeinek) hidrogénezése és izomerizációja stb.,
- a különböző forrásokból (földgáz, szén, szénhidrogén-kondenzátumok, olajos pala és homok, biomassza, hulladékpoliolefinok, gumiabroncsok stb.) nyert szintézisgázból kiinduló előállítások (pl. Fischer–Tropsch-szintézis, metanolszintézis),
- metanol átalakítása etilénné át (krakkolás, oligomerizálás, hidrogénezés) cseppfolyós szénhidrogénekké,
- biometán „kapcsolása”,
- biomassza lepárlásának, pirolízisének különböző változataival nyert JET-forrásponttartományú szénhidrogénelemek előállítása megfelelő minőségjavítás után,
- alkánok C5–C6 cukrokból (ezek származhatnak lignocellulózokból is stb.; pl. savas hidrolízis, vizes fázisú reformálás, savas dehidratálás, aldolkondenzáció, 4 fázisú dehidratálás/hidrogénezés),
- szénhidrogének előállítása különböző forrásokból származó szén-dioxidból és különböző módokon nyert hidrogénből [pl. fotokémiai úton SPARC (Solar Photothermochemical Alkane Reverse Combustion) reaktorban].

Az előzőekben ismertetett, megújuló alapanyagból kiinduló, sugárhajtóműüzemanyagként felhasználható izoparaffinelemek engedélyezett előállítási lehetőségei közül eddig elsősorban a természetes/hulladék zsírsavakból és azok származékaiból kiinduló hidrogénező eljárások termékeinek sikeres kísérleti felhasználásáról számoltak be. Természetesen a nagyon nagy költségigényű alkalmazási vizsgálatokat folyamatosan végzik a többi engedélyezett úton előállított izoparaffineleggyel is. A folyamatos kereskedelmi felhasználás azonban még nem terjedt el. Ennek fő oka a nagyszámú új üzem építésének és az erre alkalmas meglévő üzemek jelentős mértékű átalakításának időigénye és ezek nagyon jelentős beruházási költségfedezetének biztosítása. Ezenkívül a

megújuló izoparaffinelemek előállításának költsége is nagyon jelentős, többszöröse (kb. 2,5-szeres és 5-szörös értékek közötti) a kőolajeredetű sugárhajtóműüzemanyagának [8].

Sugárhajtómű-üzemanyagok előállítása fosszilis és megújuló energiahordozókból álló alapanyag-elegekből együttes átalakítással („co-processing”)

A fosszilis és megújuló komponenseket tartalmazó alapanyag-elegekből repülőgépturbina-hajtóanyagok együttes előállítását („co-processing”) eddig a következő módokon engedélyezték (ASTM D 1655-23):

- Legfeljebb 5 v/v%, természetes/hulladékeredetű zsírsavak/zsírsav-észterek (pl. mono-, di-, tri-gliceridek) és legalább 95 v/v% hagyományos (fosszilis) forrásból származó szénhidrogének (pl. kőolaj-, olajospala-, olajoshomok-eredetűek) elegyeinek *együttes hidrogénezésével vagy hidrokrakkolásával* és ezt követő desztillációjával (co-processing). Ez a termékelegy legfeljebb 5 v/v% szintetikus szénhidrogént tartalmazhat.
- Legfeljebb 5 v/v% vas- vagy kobaltkatalizátoron Fischer–Tropsch-szintézissel előállított szintetikus petróleum/kerozintermék és legalább 95 v/v% hagyományos (fosszilis) forrásból származó szénhidrogének (pl. kőolaj-, olajospala-, olajoshomok-eredetűek) elegyeinek *együttes hidrokrakkolásával* és ezt követő frakcionálásával (esetleg más kőolaj-finomítói eljárások is megengedettek). Az így nyert termék szintetikus szénhidrogén-tartalma legfeljebb 5 v/v% lehet.

A természetes/hulladék zsírsavak/zsírsav-észterek, trigliceridek és fosszilis petróleum/kerozin *együttes átalakítása (minőségjavítása) oxidációgátló adalékanyagok jelenlétében is lehetséges* [9]. (A megengedett adalékok típusait és koncentrációit szabványban – ASTM 1655-23 – is előírták.)

Az előzőekben ismertetett kőolaj- és biológiai eredetű alapanyagok egy reaktorrendszerben történő feldolgozásakor/átalakításakor/minőségjavításakor (*együttes átalakítás; „co-processing”*) nagy előnyt jelent a kőolaj-finomítóknál már meglévő üzem(ek) és/vagy készülékek, berendezések, tartályok, csővezetékrendszerek, stb. felhasználhatósága, továbbá a mindenre kiterjedő biztonságtechnika mellett a jelen-

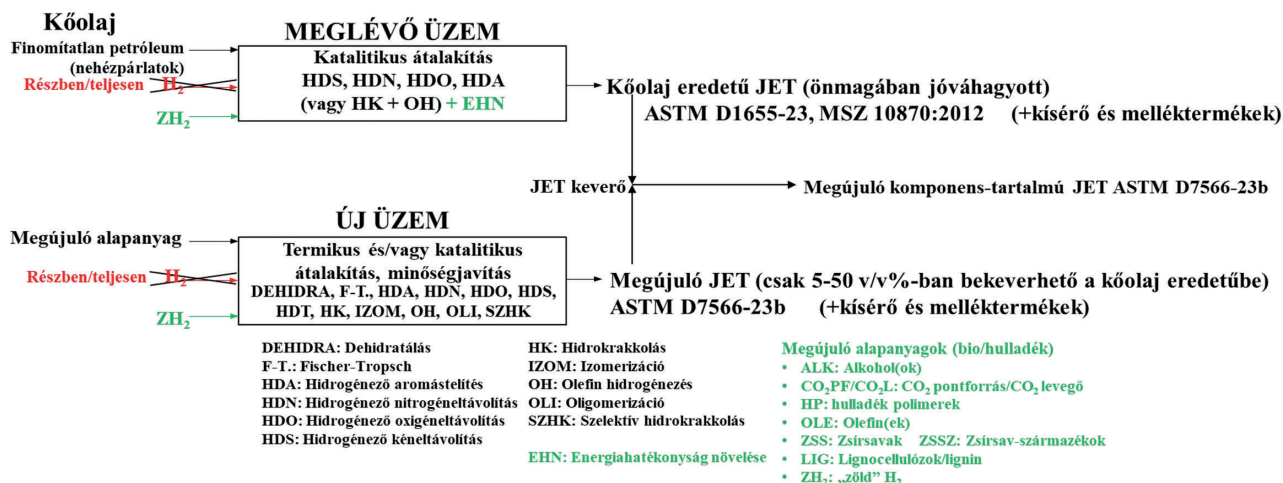
tős beruházási költségmegtakarítás, infrastruktúra részbeni vagy teljes megléte, szakértelm, tapasztalat (logisztika), minőségellenőrzés, termékeverő rendszer rendelkezésre állása, szinergiák kihasználási lehetősége, környezetvédelmi előnyök, nyereségnövelés lehetősége, stb.

A korszerű sugárhajtómű-üzemanyagokkal kapcsolatban eddig bemutatottak alapján a megújulókomponens-tartalmú JET-ek előállítási lehetőségei részben új katalitikus üzemekben, részben meglévő üzemek célirányos átalakításával/bővítésével valósítható meg. Ezt jól érzékelteti a **4. ábra** is, amelyen az eddigiekben említett valamennyi előállítási lehetőség általános és összefoglaló vázlatai láthatóak.

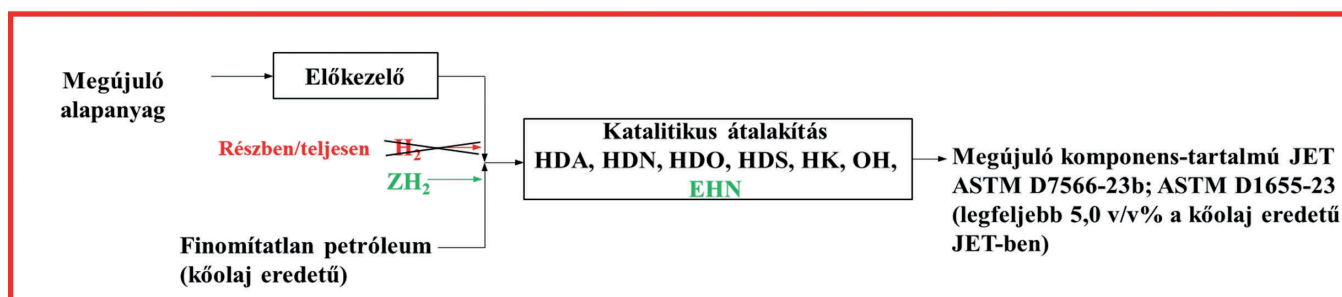
A csak kőolajeredetű vagy a megújuló/szintetikus komponenseket is tartalmazó sugárhajtómű-üzemanyagok végleges minőségének beállítása céljából azokhoz különböző hatású adalékokat kevernek. Ezen teljesítményfokozó adalékok csoportjait (hatás szerint) és a csoportok alkalmazható vegyületeit, valamint felhasználási koncentrációjuk megengedett értékeit a JET-termékszabványokban szigorúan előírják. [Megjegyzés: a motorbenzinekben és a dízelgázolajokban is több (kb. 8–20) adalékot alkalmaznak, de ezekre molekulaszervezeti előírás nincs, csak általános példák vannak; az egyes vegyületek konkrét szerkezetét nem kell megadni.] Tehát a sugárhajtómű-üzemanyagok előállításának folyamatában az adalékolási lépést is sokkal szigorúbban ellenőrzik, mint más motorhajtóanyag-termékeket.

A sugárhajtómű-üzemanyagok fontosabb adalékcsoportjainak (azok jellemző vegyületeinek és azok legfeljebb megengedett alkalmazási koncentrációjának) néhány példáját – hatásuk szerint – a következőkben soroljuk fel:

- oxidációgátlók (pl. 2,6-ditercier-butil-4-metil-fenol; legf. 24,0 mg/l),
- fémdeaktivátor (pl. N,N-disalicilidén-1,2-propán-diamin; első keverés: legf. 2,0 mg/l, a továbbiak legf. 5,7 mg/l),
- hajtóanyagrendszer-jegesedésgátló (di-etilén-glikol-monometil-éter; 0,07–0,15 v/v%)
- elektromosvezetőképesség-javító („Statdis 450”; első keveréskor: legf. 3 mg/l, a továbbiak legf. 5 mg/l),
- szivárgásjelző adalék („Tracer A”; legf. 1 mg/kg),
- biocidadalék („Biobor JF”; koncentráció: alkalmazási feltételektől függ),
- korróziós inhibitor/kenőképesség-javító („Innospec DCI-4A”; legf. 23 mg/l),



MEGLÉVŐ ÜZEM ÁTALAKÍTÁS UTÁN/ ÚJ ÜZEM



HDS: Hidrogénező kéneltávolítás
HDN: Hidrogénező nitrogéneltávolítás
HDO: Hidrogénező oxigéneltávolítás
HDA: Hidrogénező aromástelítés
SZHK: Szelektív hidrokrakolás
HK: Hidrokrakolás
OH: Olefin hidrogénezés
ZH₂: Zöld H₂
EHN: Energiahatékonyság növelése

Megújuló alapanyagok

- E.F.-T. JET: Elsődleges F-T. JET (megújuló)
- ZSS/ZSSZ-SZA: Zsírsvak/zsírsvak-származékok

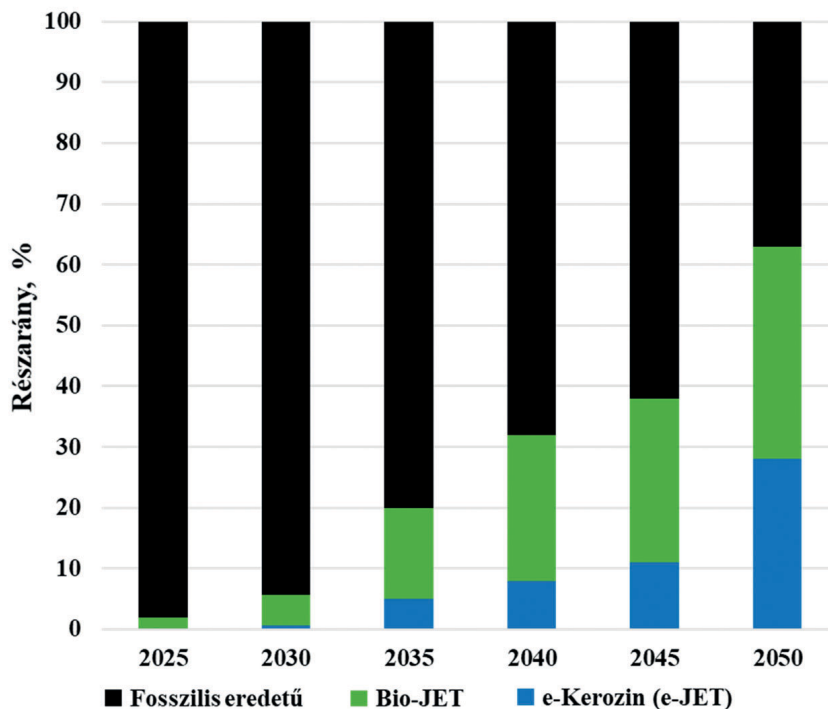
4. ábra. Megújulókomponens-tartalmú sugárhajtómű-üzemanyagok engedélyezett előállítási lehetőségei

– a repülőgép üzemanyagrendszerében kiváló víz hatásainak (pl. jégképződés, korrózió) megakadályozására, megszüntetésére („Kerojet Aquarius PRD 30568468”).

Az előzőekben bemutatott ismeretanyag egyértelműen és hűen tükrözi, hogy a légiközlekedés/szállítás üzemanyagainak legjobb minőségű és alternatív/megújuló forrásokból is egyre javuló gazdaságossággal előállítható hajtóanyagai a nagy hidrogéntartalmú, cseppfolyós paraffin-szénhidrogénelegyek (különösen az izo- és bizonyos vonatkozásban a cikloparaffinok).

Rövid és középtávon, de várhatóan 2050/2060-ig, természetesen az ismertett technológiák kisebb-nagyobb mértékű folyamatos továbbfejlesztésére van szükség.

Fontosnak tartjuk tájékoztató jelleggel bemutatni, hogy az Európai Unió milyen időrendben tervezi a megújuló sugárhajtómű-üzemanyagok alkalmazásba vételét (5. ábra). Jól látható, hogy még 2045-ben is a kőolajalapú JET-hajtóanyag részaránya lesz a meghatározó (kb. 60–65%) [10].



5. ábra. A sugárhajtómű-üzemanyagok megújuló-részarányának várható alakulása az EU-ban

(az ábra saját módosítás és szerkesztés [10] alapján)



Ugyanakkor a tervezet megvalósításához további nagyon jelentős K+F tevékenységre, és folyamatosan megvalósuló, nagymértékű és erősen költséges ipari beruházásokra van szükség. Az 5. ábra azt is jól tükrözi, hogy a bio-JET részaránya még 2050-ben is meg fogja haladni az e-kerozinét (e-JET: megújuló elektromos árammal végzett vízelektrolízis hidrogénjéből és levegőből vagy pontforrásból ki nyert CO₂-ból előállított sugárhajtóműüzemanyag).

Összefoglalás

A fenntartható mobilitás biztosításának egyik nagy kihívása a légiközlekedés/szállítás teljes életciklusú károsanyag-kibocsátásának csökkentése. A többrészes közle-ményben a tématerület jelentőségének rövid áttekintése után ismertettük a sugárhajtómű-üzemanyagok felhasznált mennyiségének alakulását, és ezekkel szemben támasztott általános és speciális követel-ményeket. Fontos összefüggéseket közöl-tünk a főbb minőségi jellemzők és a haj-tóanyagot alkotó szénhidrogéncsoportok közötti kapcsolatrendszerben. Ennek alap-ján kiemeltük az izoparaffin-szénhidrogé-nek meghatározó jelentőségét. Alátámasz-tottuk a kőolajokból előállított JET-ek nap-jainkig terjedő, gyakorlatilag kizárólagos alkalmazásának okait. A nagy teljesítmé-nyű kőolajalapú sugárhajtómű-üzemanya-gok lehetséges fontosabb előállítási módjai-nak rövid összefoglalása után ismertettük a megújuló JET-keverőkomponensek (döntő részarányban az izoparaffinok) főbb en-

gedélyezett, illetve javasolt alapanyagait és előállítási eljárásait, továbbá a végtermé-kek minőségének beállítására/finomhan-golására szolgáló adalékokat. A fosszilis és a megújuló JET-ek előállításának arányai (1:2,5–5), a szükséges nagy mennyiségű (több százmillió tonna) üzemanyag, a nagyon költséges beruházási igények, valamint a meg-újuló komponensek várható elterjedésének előrejelzései alapján arra következtetünk, hogy az EU-ban még 2045-ben is legalább 60–65% lehet a kőolajalapú JET-ek rész-aránya; a megújuló sugárhajtómű-üzem-anyagok esetében az e-JET (megújuló hid-rogénből és hulladék CO₂-ból előállítva) részaránya 2050-ben is csak várhatóan 25–30% lesz. Világátlatot tekintve azonban en-nél lényegesen nagyobb is lehet a kőolaj-alapú JET-ek részaránya még 2050-ben is.

A bemutatott tudományos-műszaki elem-zés alapján egyértelmű, hogy a motorhaj-tóanyagok közül kiemelt és megkülönböz-tetett jelentőségű a légiszállítás cseppfoly-ós hajtóanyagainak előállítási, minőség-biztosítási, biztonságtechnikai és logisztika-i rendszere.

Köszönetnyilvánítás. A közlemény az Euró-pai Regionális Fejlesztési Alap által támogatott GINOP-2.3.2-152016-00053 projekt, „Stratégiai Műhelyek Kiválósága” [„Molekulaszerkezeté-ben nagy hidrogéntartalmú, cseppfolyós üzem-anyagok kifejlesztése (hozzájárulás a fenntart-ható mobilitáshoz)"] és a TKP2021-NKTA-21 számú projekt keretében a Kulturális és Inno-vációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesz-tési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásá-val, a 2021. évi Tématerületi Kiválóság Program finanszírozásában készült.

IRODALOM

- [1] Eller, Z., Varga, Z., Hancsók, J.: „Advanced production process of jet fuel components from technical grade coconut oil with special hydrocracking”, Fuel (2016) 182, 713–720.
<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2016.06.055>
- [2] Eyberg, V., Dieterich, V., Bastek, S., Dossow, M., Splithoff, H., Fendt, S.: „Techno-economic assessment and comparison of Fischer–Tropsch and Methanol-to-Jet processes to produce sustainable aviation fuel via Power-to-Liquid”, Energy Conversion and Management (2024) 315, 118728.
<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.118728>
- [3] Walls, L. E., Rios-Solis, L.: „Sustainable Production of Microbial Isoprenoid Derived Advanced Biojet Fuels Using Different Generation Feedstocks: A Review”, Frontiers in Bioengineering and Biotechnology (2020) 8, kötet, Article 599560. doi: 10.3389/fbioe.2020.599560
- [4] Romero-Izquierdo, A. G., Gomez-Castro, F. I., Gutierrez-Antonio, C., Hernandez, S., Errico, M.: „Intensification of the alcohol-to-jet process to produce renewable aviation fuel”, Chemical Engineering & Processing: Process Intensification (2021) 160, 108270.
<https://doi.org/10.1016/j.cep.2020.108270>
- [5] Chen, P. H., Lee, U., Liu, X., Cai, H., Wang, M.: „Life-cycle analysis of sustainable aviation fuel production through catalytic hydrothermolysis”, Chemistry and John Wiley & Sons Ltd., Biofuels, Bioprod. Bioref. (2024) 18, 42–54. doi: 10.1002/bbb.2574
- [6] Ashokkumar, V., Rengasamy, R.: „Mass culture of Botryococcus braunii Kutz. under open raceway pond for biofuel production”, Bioresource Technology (2012) 104, 394–399.
- [7] Hancsók, J., Visnyei O.: „Korszerű motor- és sugárhajtómű-üzemanyagok: III/A. Alternatív motorhajtóanyagok”, második, bővített, és teljesen átdolgozott kiadás, OOK-PRESS Kft., Veszprém, 2022, 676 oldal. ISBN 978-963-396-250-3
- [8] Sustainable Aviation, <https://www.sustainable-aviation.net/saf-facts-figures/>, 2022.07.
- [9] Hancsók, J., Visnyei, O., Holló, A., Leveles, L., Thernesz, A., Varga, G., Valyon, J.: „Alternative Diesel Fuels with High Hydrogen Content in their Molecular Structures”, Renewable Energy (2019) 142, 239–248.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.04.105>
- [10] Nelson, R.: „RefuelEU regulation will drive demand for SAF in Europe”, Decarbonisation Technology, 2022. november 22.

Szénhidrogén-kutatásra vonatkozó stratégiai partnerséget kötött a MOL-csoport és a Turkish Petroleum

Szándéknyilatkozatot írt alá a MOL-csoport és a Turkish Petroleum Corporation (TPAO) Isztambulban arról, hogy stratégiai partnerként működnek együtt a szénhidrogén-kutatás és -termelés területén.

A szándéknyilatkozattal a MOL-csoport és a Turkish Petroleum kifejezték törekvésüket az együttműködésre, amelyhez tapasztalatuk, technikai és kereskedelmi ismereteik, fejlett technikájuk és anyagi forrásaik révén kívánnak közösen hozzájárulni. Emellett a nyilatkozat további lehetséges közös részvételre is vonatkozik kutatási, mezőfejlesztési és termelési projektekben a Kaszpi-tenger térségében, Törökországban, Észak-Afrikában és a Közel-Keleten, valamint Kelet-Közép-Európában.

A szándéknyilatkozatot Isztambulban írta alá Hernádi Zsolt, a MOL-csoport elnök-vezérigazgatója és Ahmet Türkoğlu, a Turkish Petroleum Corporation elnök-vezérigazgatója.

A MOL-csoport és a Turkish Petroleum vegyesvállalati partnerekként működnek együtt szénhidrogén-kutatási és termelési projektekben Azerbajdzsánban az Azeri-Chirag-Deepwater Gunashli (ACG) mezőben, valamint az oroszországi Baitugan-mezőben.



Az új stratégiai együttműködés összhangban van a MOL-csoport frissített SHAPE TOMORROW stratégiájával. Annak érdekében, hogy a következő öt évben legalább napi 90 ezer hordó olaj-egyenértéknek megfelelő mennyiséget termeljen ki, a vállalat Kutatás-Termelés divíziója tovább kívánja erősíteni nemzetközi portfólióját és stratégiai partnerkapcsolatok kialakítására törekszik.