



HIDROGÉNTÉCHNOLÓGIÁVAL ÖSSZEFÜGGŐ KÉPZÉSI PROGRAMOK

- az oktatási szektor képviselői körében végzett felmérés
eredményeinek összefoglalója –

Készítette:

Hidrogén Munkacsoport

Zöld Mobilitás Igazgatóság

HUMDA Green Üzletág

Budapest, 2023.09.04.

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	7
2.	Nemzetközi kitekintés	8
2.1	Trendek a vezető ipari országok hidrogénnel kapcsolatos oktatásában.....	8
2.2	Trendek az európai, hidrogénnel kapcsolatos oktatásban.....	20
3.	Trendek a magyar, hidrogénnel kapcsolatos oktatásban	23
4.	Az alkalmazott módszertan és a kutatás keretei	28
4.1	A beavatkozási pontok azonosítása	29
5.	Felsőoktatási intézmények kompetenciafelmérése a hidrogéntechnológia, illetve oktatása területén	32
6.	A kérdőív eredményeinek bemutatása.....	33
6.1	Hidrogéntechnológiához kapcsolódó tervezett és futó oktatási programok feltérképezése a felsőoktatás szereplőinek bevonásával	34
6.2	Hidrogéntechnológia oktatási vonatkozású jelenlegi vagy tervezett együttműködések.....	53
6.3	Hidrogéntechnológiához kötődő futó pályázatok, illetve KFI tevékenységek	61
7.	Középfokú oktatási intézmények kompetenciafelmérése a hidrogéntechnológia területén	67
8.	Összefoglalás	75
9.	Irodalomjegyzék	78

Ábrajegyzék

1. ábra: Magyarország nemzeti hidrogéstratégiájának támogató céljai [29]	23
2. ábra: Az oktatás szereplői által az elvégzendő feladatok tekintetében megfogalmazott sürgősség-fontosság diagram.....	29
3. ábra: A felsőoktatási kérdőívben megfogalmazott fókuszpontok	32
4. ábra: Felsőoktatási kérdőív kitöltöttségi adatok és a technológia iránti érdeklődés.....	33
5. ábra: Szakirányú továbbképzések területei.....	39
6. ábra: Bsc/Msc/szakirányú továbbképzés tervezett tárgyainak területei	46
7. ábra: Tervezett mikrotanúsítványok területei	48
8. ábra: Hidrogéntekológiával foglalkozó szervezeti egységek területei	50
9. ábra: A egyetem-iparvállalat együttműködések formái	55
10. ábra: A tervezett együttműködések formája.....	57
11. ábra: A jelenleg futó pályázatok főbb témakörei.....	64
12. ábra: A tervezett pályázatok főbb témakörei.....	66
13. ábra: Kérdőív kitöltöttségi adatok és a technológia iránti elköteleződés a középiskolákban	68
14. ábra: A tantárgyakkal érintett témakörök a középiskolai felmérésben.....	70
15. ábra: A tantárgyakkal érinteni tervezett témakörök	71
16. ábra: Középfokú intézmények oktatóinak száma területenként	73

Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: Néhány kínai egyetem hidrogénnel kapcsolatos tevékenységei	14
2. táblázat: Néhány kiemelt, hidrogénnel kapcsolatos képzési forma az EU-ból	21
3. táblázat: H-technológiával kapcsolatos jelenlegi és jövőbeni képzések megoszlása	34
4. táblázat: Tervezett jövőbeni képzések ütemezése	35
5. táblázat: A H-technológiával kapcsolatos tervezett képzések/tantárgyprogramok számának megoszlása	36
6. táblázat: A H-technológiával kapcsolatos jelenlegi és tervezett képzések, tantárgyak ...	37
7. táblázat: A H-technológiával kapcsolatos tervezett BSc képzések	40
8. táblázat: A H-technológiával kapcsolatos meghirdetett és elindított tantárgyak	41
9. táblázat: A tantárgyak kapcsolódása a hidrogénteknológiához	41
10. táblázat: A tantárgyak képzési szint szerinti eloszlása	42
11. táblázat: A tantárgyak kredit számai	42
12. táblázat: A tantárgyak típusai	43
13. táblázat: Új tantárgyak indításának időbeli alakulása.....	43
14. táblázat: Az új tantárgyak hidrogénteknológiához kötődése	43
15. táblázat: Az új tantárgyak képzési szintjei	44
16. táblázat: Az új tantárgyak kreditpontok szerinti eloszlása	44
17. táblázat: Új tantárgyak típusai	45
18. táblázat Tervezett mikrotanúsítványok időbeli megoszlása	47
19. táblázat: Tervezett mikrotanúsítványok kapcsolódási aránya	47
20. táblázat: Tervezett mikrotanúsítványok képzési szintjei	47
21. táblázat: Szervezeti egységek tevékenységei	49

22. táblázat: Hidrogéntechnológiai laborok kompetenciái	51
23. táblázat: Tervezett hidrogéntechnológiai laborok	52
24. táblázat: Tervezett hidrogéntechnológiai laborok kompetenciái	52
25. táblázat: Iparvállalatokkal létesített hidrogéntechnológiához kapcsolódó együttműködések megoszlása	54
26. táblázat: Hidrogéntechnológia területén ipari együttműködést tervező felsőoktatási intézmények száma.....	56
27. táblázat: Felsőoktatási intézmények által hidrogéntechnológia területén tervezett együttműködések száma	56
28. táblázat: Felsőoktatási intézmények által hidrogéntechnológia területén tervezett együttműködések várható indulása.....	57
29. táblázat: Hazai vagy külföldi felsőoktatási intézménnyel létesített hidrogéntechnológiához kapcsolódó együttműködések megoszlása.....	58
30. táblázat: A felsőoktatási intézmények közötti együttműködések formái	59
31. táblázat: Hazai vagy külföldi felsőoktatási intézménnyel létesített hidrogéntechnológiához kapcsolódó együttműködések megoszlása.....	60
32. táblázat: Hidrogéntechnológia területén együttműködést tervező felsőoktatási intézmények száma.....	60
33. táblázat: Felsőoktatási intézmények közötti hidrogéntechnológia területén tervezett együttműködések száma	60
34. táblázat: Felsőoktatási intézmények által hidrogéntechnológia területén tervezett együttműködések várható indulása.....	61
35. táblázat: A felsőoktatási intézmények közötti együttműködések tervezett formái	61
36. táblázat: Azon felsőoktatási intézmények száma, amelyeknek van hidrogéntechnológia területén futó pályázata.....	62

37. táblázat: A hidrogéntechnológia témájú pályázatok megoszlása a felsőoktatási intézmények között.....	62
38. táblázat: A hidrogéntechnológia témájú pályázatok indulásának éve	62
39. táblázat: A hidrogéntechnológia témájú futó pályázatok a felsőoktatásban.....	63
40. táblázat: Azon felsőoktatási intézmények száma, amelyeknek van hidrogéntechnológia területén pályázatot terveznek	65
41. táblázat: A hidrogéntechnológia témájú pályázatok megoszlása a felsőoktatási intézmények között.....	65
42. táblázat: A hidrogéntechnológia témájú pályázatok indulásának várható éve	65
43. táblázat: A pályázatokkal megcélzott támogatási összegek	66
44. táblázat: A hidrogéntechnológiát tartalmazó tantárgyak megoszlása az intézményekben	68
45. táblázat: A hidrogéntechnológia részesedése az egyes tantárgyakban.....	69
46. táblázat: A hidrogéntechnológia oktatásba vezetését tervező középfokú intézmények megoszlása.....	70
47. táblázat: A hidrogéntechnológiát tartalmazó tantárgyak megoszlása a középfokú intézményekben.....	70
48. táblázat: A hidrogéntechnológia várható részesedése az egyes tantárgyakban.....	71
49. táblázat: A képzési formák, amelyekben a hidrogéntechnológia témájú tantárgyak, illetve tananyagelemek megjelennek.....	72
50. táblázat: A hidrogéntechnológia témájú tantárgyak indulásának várható éve	72
51. táblázat: Középfokú oktatási intézmények vállalati kapcsolatai	73

1. Bevezetés

A HUMDA elkötelezett a fenntartható, tiszta mobilitás előmozdítása iránt, melyben a hidrogén ígéretes alternatívája lehet a fosszilis üzemanyagoknak, ugyanakkor az ipari dekarbonizációban is nagy szerepet vállalhat. Az oktatás-képzés kulcsfontosságú szempont a zöld mobilitást és fenntarthatóságot jól értelmező, azért hatékonyan tenni tudó szakemberek képzésében, valamint a hidrogéntechnológiában rejlő lehetőségek teljes körű kiaknázásában.

„A széndioxid kibocsátás csökkentését, valamint a hidrogén, mint karbonsemleges új energiaforrás megjelenését célzó javaslatok és programok előkészítése, valamint gazdasági, társadalmi hatásainak vizsgálata és azok modellezése” tárgyú hazai programhoz csatlakozva a HUMDA Magyar Mobilitás-fejlesztési Ügynökség Zrt. a hidrogéntechnológiához kapcsolódó képzési alprojekt vezetőjeként keresi azokat az oktatási-képzési beavatkozási pontokat, melyek a Nemzeti Hidrogénstratégia megvalósításának támogatása kapcsán jelentkeznek.

Az iparági igények, valamint a felsőoktatási, szakképzési és felnőttképzési elképzelések beazonosítására a HUMDA hidrogén munkacsoportja kérdőíves kutatás keretei között gyűjtötte össze a hidrogén értékláncban tevékenykedő iparági szereplők véleményét a technológiához kapcsolódó kompetenciákról, illetve a oktatási szereplők elképzeléseit a hidrogén képzési programokba történő illesztéséről, új programok indításáról. **Jelen tanulmány az oktatási szektor képviselőinek kérdőíves felméréséből származó kutatási eredményeket foglalja össze.** Az ipari szektorban végzett kérdőíves felmérés eredményei külön jelentésben szerepelnek.

A teljes kutatás célja, hogy kirajzolódjanak azok a hidrogéntechnológiai képzési beavatkozási pontok, melyek mentén a képzési kereslet és kínálat találkozása biztosítható és hazai szinten összehangolt, nemzetközi tapasztalatokat integráló megközelítés azonosítható. A HUMDA Zrt. további célja, kapcsolódó képzési anyagok fejlesztése [1].

2. Nemzetközi kitekintés

A hidrogénteknológia egy globális kihívásokkal teli terület így az országok közötti együttműködés és tapasztalatcserek nagy hangsúlyt kapnak az innováció és fejlődés szempontjából.

A hidrogénteknológiákhoz kapcsolódó, oktatási-képzési fókuszú nemzetközi kitekintés segít megérteni, hogy Magyarország hol helyezkedik el a hidrogénteknológia terén a világ többi részéhez képest. Ez az információ segít meghatározni az erősségeket, gyengeségeket, valamint az esetleges lehetőségeket és kihívásokat, továbbá segít azonosítani azokat a jógyakorlatokat és képzési módszereket, amelyeket más országok sikerrel alkalmaznak.

A hidrogénteknológia terén számos, jellemzően gazdaságilag fejlett ország, illetve gazdasági közösség jelentős előrelépést tett. Érdekes tehát megvizsgálni a felhalmozott tudásanyag megjelenését az oktatásban mind a képzés, mind pedig a KFI tevékenység területén. Ahogy az alábbiakban is látható, a különböző országokban eltérő stratégiák és kutatási irányok léteznek. Ezen ismereteknek megfelelő alkalmazása segíthet a hazai oktatási és KFI stratégia fejlesztésekben is.

Összefoglalva, a nemzetközi kitekintés lehetővé teszi, hogy a nemzetközi oktatási és kutatási kompetenciák értékelése valóság-hű képet adjon a nemzetközi helyzetről ezzel is segítve a hazai jövőbeni stratégiák kidolgozását és fejlesztéseket.

2.1 Trendek a vezető ipari országok hidrogénnel kapcsolatos oktatásában

2.1.1 *Amerikai Egyesült Államok*

Az Egyesült Államok kormánya és támogatási programokon keresztül annak oktatási intézményei, illetve kutatóintézetei az energiahatékonyság előmozdítására nagy figyelmet fordítanak, amelynek keretében a hidrogénteknológia is fontos szerepet játszik. Az egyetemeken a kutatási programok a hallgatóknak lehetőséget nyújtanak, hogy részletesen megismerkedjenek a különböző, ipar számára is nagy relevanciával bíró technológiákkal.

Az Egyesült Államokban a hidrogéntechnológia közvetlenül nem kap nagy hangsúlyt a graduális oktatásban, jellemzően a megújuló energiákkal foglalkozó tantárgyak között tárgyalják. Fontos azonban kiemelni, hogy a kutatási programok révén a hallgatók lehetőséget kapnak hidrogéntechnológiával kapcsolatos kutatási feladatokkal megismerkedni és így mélyebb betekintést nyerhetnek az iparág jövőbeli kilátásaiba.

Ezt a trendet tükrözik a vezető felsőoktatási intézmények képzési és kutatási portfóliói is.

Massachusetts Institute of Technology (MIT)

Az egyetemen a hidrogéntechnológiával önálló tárgy nem foglalkozik, a Sustainable Energy című tantárgy keretén belül foglalkoznak hidrogéntechnológiával. A tárgy keretén belül a hallgatók megismerik a megújuló energiatermelési technológiákat, tanulmányozzák, hogyan alkalmazzák ezeket az egész világon, és értékelik szerepüket a jövő energetikai rendszerében. A technológiák közé tartozik hidrogéntechnológia mellett a napenergia, a szélenergia, a tárolás, az atomenergia, a vízenergia és a bioenergia. [2]

A hidrogén-technológiának a kutatásban azonban komoly vetülete van. Az MIT Hidrogéntechnológiai és Energetikai Központja (HyTEC) világszínvonalú alkalmazott kutatást végez, amelynek célja az ismeretek bővítése, új technológiák fejlesztése, valamint a tudósok és mérnökök következő generációjának képzése a hidrogéntermelés, kriogenika, cseppfolyósítás, tárolás és szállítás területén. [3]

University of California at Berkeley

Az intézményben önállóan, csak hidrogéntechnológiához kapcsolódó tárgyat nem indítanak. Fontos azonban megjegyezni, hogy a tudományos munkába itt is mind a graduális, mind pedig a posztgraduális képzések keretén belül bevonják a hallgatókat, ahol az aktuálisan folyó kutatásokba bedolgozva magukat komoly tudásra tehetnek szert hidrogéntechnológia területén.

A Berkeley Egyetem gépészmérnöki szakának **Energy Science and Technology tanszékén** végzett energetikával kapcsolatos kutatómunka a tudomány és a technológia széles skáláját

öleli fel. A folyamatban lévő kutatások speciális területei a hidrogénenergetikai rendszerek. A kutatások magukban foglalják egyebek mellett a hidrogén tárolását, szállítását, átalakítását és felhasználását is. Az ezeken a területeken végzett kutatómunka átfogó: a kritikus fontosságú folyamatok és mechanizmusok megértését és modellezését célzó alapkutatástól az új energiatechnológiai koncepciókat alkalmazási szinten feltáró alkalmazott kutatásokig terjednek. [4]

Fontos kiemelni az egyetemhez szorosan kötődő Lawrence Berkeley nemzeti laboratóriumban folyó tevékenységeket is. A Clear Hydrogen projekt keretén belül tiszta hidrogén előállítás, felhasználási és tárolási módszereket vizsgálnak az alapkutatástól az alkalmazott technológiákig bezárólag. Céljuk az igény-vezérelt kutatómunkára alapozva környezetbarát zöld hidrogén előállítására.

Az érintett kutatási területek [5]:

- Hidrogén termelés
- Hidrogén szállítás és tárolás
- Hidrogén hasznosítás
- Szerkezeti és funkcionális anyagok

University of California at Los Angeles (UCLA)

Az intézményben önállóan csak hidrogéntekológiához kapcsolódó tárgyat nem indítanak, de egyéb energetikával foglalkozó tárgyak keretén belül a hidrogén is kitüntetett szerepet kap.

Az UCLA Samueli Green Energy Systems programja a megújuló energia és az energiatárolás terén jeleskedő kiváló oktatóik erősségeire építve jellemzően az alábbi területeket érintik a oktatás illetve kutatás területén [6]:

- Energiatermelés – üzemanyagcellák, napenergia és egyéb megújuló energiaforrások
- Energiatároló rendszerek – akkumulátorok, szuperkondenzátorok és nagyméretű tárolók
- Intelligens hálózati rendszerek és hálózati integráció

- Energia és a környezet

A program integrálja az anyagtudományi, a vegyészeti, a gépészeti, a villamosmérnöki és számítástechnikai tudományok szakértelmét. A program átfogó témája az energetikai és a környezetvédelmi kutatások koordinálása, különös tekintettel a megújuló energiákra.

Stanford University

A Stanford Egyetem elindította a Stanford Energy Hydrogen Initiative kutatási és oktatási programot, melyek célja, hogy dekarbonizációhoz kapcsolódóan meghatározza a hidrogén legsikeresebb felhasználási módjait, valamint finanszírozza a szükséges technológiák, politikák és pénzügyi mechanizmusok fejlesztését. Három Stanford-program

- a Precourt Institute for Energy,
- a Natural Gas Initiative
- a SUNCAT Center for Interface Science & Catalysis

szervezi meg ezt a programot. Több mint 30 oktató vesz részt a munkában, a gépészmérnököktől a közgazdászokig [7].

Az oktatás terén a program támogatja a Hidrogéngazdasági szemináriumot. Ennek a szemináriumnak a népszerűsége, valamint a diákok hidrogén iránti fokozódó általános érdeklődése a Stanford Hidrogén Klub megalakulásához vezetett, szintén a program támogatásával. Az új klub tagjai között vannak a Stanford's Graduate School of Business, School of Engineering és School of Humanities & Sciences hallgatói is.

Kaliforniai Állami Egyetem

A Los Angeles-i Kaliforniai Állami Egyetem partnerséget kötött az Energiaügyi Minisztériummal az egyre nagyobb teret hódító hidrogéntechnológiára alapozó üzemanyagcella ipar, illetve az Egyesült Államok gazdaságának munkaerőfelkészítési és közoktatási igényeinek kielégítésére egy átfogó tanterv-fejlesztési és képzési tevékenység révén. A program feladatait 5 pontban fogalmazták meg [8]:

- Kurzusok kidolgozása és lebonyolítása az üzemanyagcellás technológiák, a hidrogén és az alternatív üzemanyagok gyártása, az alternatív és megújuló energiatechnológiák, a zéró emissziós hidrogéngazdaság és a fenntartható környezet témakörében.
- Nulla emissziós PEM üzemanyagcellás és hidrogén laboratórium létrehozása, amely támogatja a tananyagot és a végzős hallgatók oktatói és kutatási tapasztalatait.
- Projektek biztosítása felsőbb éves egyetemi hallgatók multidiszciplináris csapatai számára.
- Partnerségek előmozdítása az autóiipari beszállítókkal és az energiaszolgáltatókkal.
- Szinergikus projektek és tevékenységek szervezése és azokban való részvétel.

Láthatjuk tehát, hogy a hidrogéntechnológia önmagában egyelőre nem kap nagy hangsúlyt a graduális oktatásban: önálló tárgyat, egyetemi szakot vagy szakirányt nem indítanak a témakörben, de a kutatómunkára nagy hangsúlyt fektetnek, amelynek keretén belül a bevont hallgatók megismerkedhetnek a kulcs fontosságú technológiákkal.

Ennek okai az alábbiakban keresendők:

- Gazdasági és ipari trendek:

Az oktatási intézmények gyakran igyekeznek igazodni a gazdasági és ipari trendekhez, és az energiaágazatban előtérbe kerülhetnek más megújuló energiaforrások vagy technológiák, amelyeknek nagyobb társadalmi és gazdasági hatása van a jelenlegi időszakban.

- Részleges lefedettség:

Az oktatási intézményeknek korlátozott erőforrásaik lehetnek, és így nem minden potenciális területre tudnak önálló szakot indítani. Az ilyen esetekben a hidrogéntechnológia lehet, hogy része más szakterületeknek, például az energetikai mérnöki vagy környezetvédelmi programoknak.

Fontos megjegyezni, hogy az oktatási prioritások és az egyetemi szakok folyamatosan változhatnak, és az energiatermelés területén a hidrogéntechnológia jelentősége is növekedhet az idő előrehaladtával. A hidrogén, mint energiaforrás és tárolási lehetőség

továbbra is fontos téma a fenntarthatóság és az energiahatékonyság szempontjából, így nem kizárt, hogy később nagyobb hangsúlyt kap az oktatásban.

Az Egyesült Államok kormánya és egyetemei a megújuló energiák és az energiahatékonyság előmozdítására összpontosítanak, és ennek keretében a felsőoktatásban a hidrogéntekológiák is fontos szerepet játszanak.

2.1.2 Kínai Népköztársaság

A Nemzeti Fejlesztési és Reformbizottság, Kína legfőbb gazdasági szabályozó hatósága a Nemzeti Energiaügyi Hatósággal együttműködve megalkották az ország első közép- és hosszú távú (2021-35) tervét a hidrogénipar minőségi fejlesztésének előmozdítására. A terv szerint Kína 2025-ig mintegy 50 000 hidrogénüzemű járművet kíván beüzemelni és ezek kiszolgálására hidrogéntöltő hálózatot létrehozni. Addigra az ország 100 - 200 ezer tonna megújuló energiaforrásokból termelt hidrogént kíván előállítani és évente 2 millió tonnával kívánja a szén-dioxid-kibocsátást csökkenteni. 2030-ra kialakul egy viszonylag teljes hidrogén technológiai innovációs rendszer, beleértve egy tiszta energia alapú hidrogéntermelő és -ellátó rendszert is, amely elősegíti a szén-dioxid kibocsátási célok elérését. 2035-re jelentősen bővül a megújuló energiaforrásokból előállított hidrogén részaránya a végfelhasználásban [9].

Az oktatást Kínában elsősorban az állami közoktatási rendszer irányítja, amely az Oktatási Minisztérium alá tartozik. A tankötelezettség hat év általános iskolai és három év középiskolai tanulmányokat foglal magában, amelyek általában 6 éves korban kezdődnek [10].

Kína építette ki a világ legnagyobb felsőoktatási rendszerét, több mint 40 millió hallgatóval és több mint 2900 felsőoktatási intézménnyel, amely között 600 egyetem van [11].

A felsőoktatás két kategóriába sorolható:

- Egyetemek, amelyek négy- vagy ötéves alapképzési diplomát kínálnak tudományos fokozatok megszerzésér
- Főiskolák, amelyek hároméves oklevelet vagy bizonyítványt nyújtanak

Posztgraduális és doktori programokat csak egyetemek kínálnak. A műszaki egyetemek jelentős része foglalkozik energetikával valamilyen szinten, a tiszta villamosenergia előállítás és energiahatékonyság kiemelt kutatási területek. A lenti táblázat tartalmaz néhány példát, mely egyetemek foglalkoznak hidrogénnel.

1. táblázat: Néhány kínai egyetem hidrogénnel kapcsolatos tevékenységei

Egyetem	Hidrogénnel kapcsolatos tevékenységek
Tsinghua Egyetem	Tiszta energia, a hidrogénenergia és a fenntartható fejlődés
Pekingi Egyetem	Fenntartható fejlődés és energetikai kutatások
Huazhong Műszaki Egyetem	A hidrogénenergia tárolási és felhasználási technológiái
Shenzhen University	Megújuló energia, zöld hidrogén előállítás [12]

2.1.3 India

India azt tűzte ki célul, hogy 2047-re energiafüggetlenné váljon, és 2070-re elérje a nettó nulla kibocsátást. Az ország energiaátállásának központi eleme a megújuló energia, köztük a zöldhidrogén felhasználásának növelése minden gazdasági szférában. Az Nemzeti Zöld Hidrogén Missziót [13] 2022. január 4-én hagyták jóvá, amelynek céljai a következők:

- Indiát a zöld hidrogén vezető gyártójává és szállítójává tenni a világon
- A zöld hidrogén exportlehetőségeinek megteremtése
- Az importált fosszilis tüzelőanyagoktól és alapanyagoktól való függés csökkentése
- Hazai gyártási képességek fejlesztése
- Foglalkoztatási és gazdasági fejlődési lehetőségek megteremtése
- K+F projektek támogatása

A Missziótól az alábbi eredményeket várják 2030-ra:

- Évente legalább 5 millió tonna zöld hidrogén termelési kapacitás fejlesztése, ehhez kapcsolódóan mintegy 125 GW megújuló energia kapacitás növelése az országban
- Több mint 6 millió munkahely létrehozása
- A fosszilis tüzelőanyagok importjának csökkenése

- Az üvegházhatású gázok éves kibocsátásának közel 50 millió tonnával történő csökkentése

Oktatási tevékenység Indiában több szinten zajlik hidrogénnel kapcsolatban. A University of Petroleum and Energy Studies (UPES) által támogatott Indian Energy Skill Development Pvt. (IESD) például 4 programot kínál felnőttképzés keretében [14].

1. „Advanced Hydrogen Program”

Ez egy átfogó, 101 napos tanúsítási program, amely szakemberek számára készült, és amelynek célja, hogy a hidrogénről, mint jövőbeli üzemanyagról haladó és funkcionális ismereteket nyújtson. Ez egy online, önálló tanulásra épülő program, amelyet tananyag, oktatóvideó, irányított és szuggesztív olvasmányok támogatnak, valamint interaktív egyéni foglalkozások. Ez a program nemzetközi jelentkezőknek 130 USD-be kerül.

2. „Mastering Blue Hydrogen”

A program olyan ipari szakemberek, vállalkozók és tanácsadók számára készült, akik érdeklődnek a kék hidrogén és a kapcsolódó CCUS (Carbon Capture, Usage and Storage) technológia fejlődésének megértésében. Ez egy 51 napos tanfolyam, amely fő témája a kék hidrogén, a dekarbonizáció, a Net Zero és a CCUS technológiák. A program 5 modulból áll és 120 USD-be kerül a nemzetközi hallgatónak.

3. „Hydrogen Storage, Transportation and Distribution”

Ez a program 60 napos, ami elegendő ahhoz, hogy a résztvevő saját tempójában sajátítsa el a tantárgyak ismereteit. A beiratkozott résztvevők a tanfolyam elvégzéséről tanúsítványt kapnak, a tanulás 8 modulra osztott irányított tananyagokon keresztül történik. A tanfolyam ára 120 USD.

4. „Introduction to Hydrogen as a Future Fuel”

Ez az alapfokú program 100%-ban online, amely a hidrogént, mint jövőbeli üzemanyagot mutatja be. Kitér a hidrogénben rejlő lehetőségekre, alkalmazásaira, a hidrogén előállítására, tárolására, szállítására és a hidrogén értékláncára. A hidrogén,

mint jövőbeli üzemanyag számos új karrierlehetőséget nyitott meg. A program iskolásoknak (12 éves kortól) és egyetemistáknak szól, 15 napos, 30 USD-ba kerül.

Számos egyetemi szintű oktatási és kutatási tevékenység is zajlik Indiában hidrogéntechológiai témakörben.

A Central University of Himachal Pradesh (CUHP) például zöldhidrogén kutatólaboratóriumot hozott létre [15], amely jelentős előrelépést jelent számukra a fenntartható energia kutatásában. Megkönnyíti az interdiszciplináris kutatást, az ipari partnerekkel való együttműködést és a jövőbeli szakemberek képzését ezen a területen. A laboratórium tevékenysége a hidrogéntermelés hatékonyságának javítására, a költséghatékony tárolási és szállítási megoldások fejlesztésére, valamint a zöld hidrogén újszerű alkalmazásaira irányul.

2.1.4 Japán

A japán kormány ambiciózus célokat tűzött ki a szén-dioxid-mentes jövő felé, miközben növeli energiabiztonságát [16]. Teljes körű nemzetközi hidrogénellátási lánc létrehozását tervezi annak érdekében, hogy 2030-ra csökkentse a hidrogénelőállítás költségeit, és ösztönözze az ammónia energiatermelésben történő felhasználását alacsony széndioxid kibocsátású tüzelőanyagként. A Japánban folyó úttörő kutatás és fejlesztés célja, beleértve a szállítási technológiákat is, hogy a hidrogén a japán energiarendszer egyik alappillére legyen. A Japán hidrogénstratégia főbb pontjai:

- A hidrogén és az ammónia (mint hidrogénszármazék) központi szerepet fog játszani a japán energiarendszer szén-dioxid kibocsátásának csökkentésében
- A japán kormány politikai kezdeményezései a következőkre összpontosítanak:
 - a hidrogén ellátási lánc fejlesztése (beleértve a tárolást is)
 - a hidrogén és az ammónia iránti belföldi kereslet bővülése
 - a hidrogén szállítási költségének lényeges csökkentése.
- Cél a hidrogén szállítási költsége 30 JPY/Nm³, 2030-ra.
- Hidrogén és ammónia az energiatermelés dekarbonizálására:

- 20%-os ammónia vegyes tüzelés a szénerőművekben 2030-ra
- 30%-os hidrogén vegyes tüzelés a gázerőművekben 2030-ra.
- A hidrogén/ammónia 2030-ra Japán teljes energiavégfelhasználásának 1%-át teszi ki.
- Jelentős, folyamatban lévő köz- és magánszféra társbefektetése K+F-be és kísérleti projektekbe, különösen a hidrogénszállítási technológiákkal kapcsolatban.
- A „Power to gas” megoldást a megújuló energiaforrások időszakos használatára, valamint a hazai hidrogéntermelés hatékony újaként képzelték el.
- A szabályozási kereteket felül kell vizsgálni a hidrogén és az ammónia szélesebb körű használatának támogatása érdekében.

2020 októberében döntött a Japán kormány 2050-re szén-dioxid semleges társadalmat kíván létrehozni, amelyben a hidrogén és az ammónia kulcsszerepet játszik. Ezzel összhangban 2020 decemberében kiadták a „Green Growth Strategy through Achieving Carbon Neutrality in 2050” [17], amelyet 2021 júniusában frissítettek. Ez a stratégia 14 növekedési irányt határoz meg a japán gazdaság számára, beleértve a hidrogént és az ammóniát is, és konkrét nemzeti jövőképet és célokat mutat be.

A „Green Growth Strategy” a következő fő célokat tűzte ki:

- az éves hidrogénfelhasználást 2030-ra évi 3 millió tonnára, 2050-re pedig évi 20 millió tonnára növelni
- a hidrogén 1000 km-re vetített szállítási költségének csökkentése 30 JPY/Nm³-re 2030-ra és 20 JPY/Nm³-re 2050-re – összhangban az alapstratégiával és a stratégiai ütemtervvel, valamint a fosszilis tüzelőanyagokkal (2050-re) versenyképes szinten
- rövidtávon (2030-ig) egyes széntüzelésű erőművekben vegyes tüzelés (20% ammónia és 80% szén) bevezetése, hosszú távon (2050-ig) pedig a technológiák fejlődésének elősegítése

A Japán felsőoktatás is kiemelten foglalkozik az utóbbi időben hidrogéntekológiákkal. Kyushu University például létrehozott egy „Hidrogén kutatási és oktatási központot” az egyetemen a hidrogénenergia és a tiszta energia alkalmazásának népszerűsítésére. Az egyetemnek az alábbi hidrogéntekológiához kapcsolódó központjai vannak [18]:

- International Research Center for Hydrogen Energy
- Research Center for Hydrogen Industrial Use and Storage
- Next-Generation Fuel Cell Research Center

A „University of Yamanashi”-n található a „Hydrogen and Fuel Cell Nanomaterials Center”, ahol több kutatás folyik ebben a témában, mint például (i) az üzemanyagcellák felhasználásának drámai bővítésének lehetővé tétele érdekében innovatív anyagtechnológiai fejlesztés, (ii) a nagy hatékonyságú energiatermelés, (iii) új polimer elektrolit membrán koncepció és kerámia hordozó technológiai koncepcióval rendelkező katalizátor, (iv) továbbá különböző hazai projektek támogatásával nem nemesfém katalizátorok és anioncserélő típusú elektrolit anyagok kutatása és fejlesztése, nagy hatékonyságú és rendkívül tartós anioncserélő típusú üzemanyagcellák és elektrolizálók megvalósítása érdekében. [19]

A „Tohoku University” keretén belül működő „Institute for Materials Research” intézet rendelkezik „Hydrogen Functional Materials Research” laborral, ahol a fő téma a nagy sűrűségű hidrogéntároló anyagok fejlesztése üzemanyagcellás alkalmazásokhoz, a lítium/nátrium gyorsionos vezetők az akkumulátorokhoz és a szupravezető anyagok. Az elsődleges cél új hidrogéntároló anyagok kifejlesztése autóiipari alkalmazásokhoz.

2.1.5 Koreai Köztársaság

Dél-Korea a gazdasági növekedés és az ipari versenyképesség érdekében törekszik a hidrogéngazdasága kiépítésére, az éghajlatváltozással kapcsolatos globális célkitűzések nem jelentenek prioritást ebben a kérdésben. Dél-Korea úgy látja, hogy a hidrogénszektor mintegy 43 milliárd dollár értékű gazdasági növekedés potenciális motorja és a technológia 420 000 új munkahelyet fog teremteni. Határozott célokat tűztek ki a hidrogén felhasználás terén, amelyeket 2040-ig szeretnének elérni. [20] A fogyasztás tekintetében a jelenlegi 130.000 tonnáról évi 5,26 millió tonnára kívánják bővíteni a piacot. A közlekedési szektorban a dél-koreai New Deal (amelyet 2020-ban jelentettek be) közel 3 millió hidrogén üzemű gépjárműre (FCEV) tűzi ki célt 2040-re, beleértve a 2,9 millió hazai gyártású személyautót, 30 000 üzemanyagcellás teherautót és 40 000 üzemanyagcellás buszt.

Dél-Korea 2040-re vonatkozó elképzelése magában foglalja a hidrogéntöltő állomások számának bővítését is. A Hidrogénenergia-hálózatot (HyNet) 2019-ben hozták létre 119 millió dolláros kezdeti beruházással, 2040-re pedig 15 gigawattnyi közüzemi méretű üzemanyagcella telepítését is tervezi.

A dél-koreai New Deal a hidrogént tette a szén-dioxid mentesítésben az egyik központi pillérre, amely a világiárvány okozta gazdasági lassulásból történő kilábalást is segíti. A kormány elképzelését a kulcsfontosságú dél-koreai ipari érdekelt felek támogatják, köztük olyan autógyártók, mint a Hyundai Motors Group, amelyek saját, 2030-ra vonatkozó FCEV-vízióját 6,7 milliárd dolláros beruházási tervek kísérik.

A Koreai Köztársaság céljai a következők:

1. Hidrogén üzemanyagcellás járművek szektor – hidrogénüzemű járművek használata 2040-re:
 - 6,2 millió hidrogén üzemanyagcellás elektromos jármű szállítása, ebből 3,3 millió export / 2,9 millió belföldi kereslet
 - 2,75 millió személygépkocsi – belföldi kereslet
 - 80 000 taxi – belföldi kereslet
 - 40.000 busz -belföldi kereslet
 - 30 000 teherautó – belföldi kereslet
 - 1200 hidrogén-töltőállomás
2. Üzemanyagcella szektor:
 - Hidrogénes üzemanyagcellák gyártása energiatermeléshez, 2040-re e kívánják érni a 15 GW összteljesítményt (ebből 7 GW exportra).
 - Kombinált ~2 GW üzemanyagcellás kapacitás otthonok és épületek számára

2022 novemberében a médiában megjelent hírek szerint, a kormány új politikákat és célokat jelentett be a hidrogénipar fejlesztésének támogatására. [21] A bejelentett intézkedések a következők:

- Fejlett technológiák biztosítása 600 hidrogénközpontú vállalat támogatásához 2030-ig
- 30 000 hidrogénüzemű haszongépjármű gyártása 2030-ig

- 70 folyékony hidrogén üzemanyagtöltő állomás építése 2030-ig
- A tiszta hidrogén 2036-ra az ország energiamixének 7,1%-át teszi ki évi 40 000 tonna termelésére képes cseppfolyósított hidrogén üzem létrehozását tervezi
- A folyékony ammónia logisztikai csomópontjainak tervei az ország nyugati részén
- Nagyvárosokat összekötő útvonalak mentén hidrogénszállító csővezetékek létesítése
- Ellátási csatornák létrehozását tervezik Délkelet-Ázsiában és a Közel-Keleten, együttműködésben állami vállalatokkal és a magánszektorral, hogy hozzáférjenek a tengerentúli hidrogéntermeléshez

2023 januárjában a Dél-Koreai kormány mintegy 193 millió USD finanszírozást jelentett be hat „hidrogénváros” támogatására országszerte, ezek: Pyeongtaek, Namyangju, Dangjin, Boryeong, Gwangyang és Pohang.

2023 májusában Dél-Korea üzleti megállapodást írt alá 14 vállalattal és 12 helyi önkormányzattal, hogy 2026-ig 2000 hidrogénüzemű buszt helyeznek forgalomba. A megállapodás értelmében a kormány gondoskodik a politikai és pénzügyi intézkedésekről, segítséget nyújt az autóbuszok beszerzéséhez és a hidrogéntöltő hálózat bővítéséhez.

2.2Trendek az európai, hidrogénnel kapcsolatos oktatásban

A hidrogénteknológia interdiszciplináris terület, amely különböző tudományágakat foglal magában, mint például mérnöki, környezeti és kémia tudományok. Az európai hidrogénteknológia oktatás az ipari szakemberigény kielégítéséhez már jelenleg is számos képzést indít, amelyek minden képzési szintet lefednek. Az európai egyetemek és intézmények egyre inkább interdiszciplináris képzéseket kínálnak, amelyek célja a hallgatók széleskörű ismeretekkel való felvértezése a hidrogénenergetika terén. Az oktatások során a hallgatók számára lehetőséget biztosítanak valós laboratóriumi munkára és gyakorlati tapasztalatok szerzésére. Ez magában foglalhatja hidrogénüzemű járművek tesztelését, üzemanyagcella-telepítéseket, hidrogéntermelő rendszerek tervezését, üzemeltetését stb.

Az ilyen gyakorlati tapasztalatok kiemelt fontosságot kapnak a hidrogénteknológia megértésében, alkalmazásában és kutatásában. Egyre inkább hangsúlyt helyeznek a hallgatók részvételére kutatási projekteken és együttműködésekre ipari partnerekkel vagy más intézményekkel. Ez lehetőséget ad a hallgatóknak, hogy valós problémák megoldásán

dolgozzanak és együttműködjenek a szakma képviselőivel. Az online oktatás és tanulás bevezetése számos európai egyetemen és intézményben ad lehetőséget a hidrogéntechnológia részben online formában történő oktatására, lehetővé téve a hallgatók számára, hogy rugalmasabban tanuljanak és részt vegyenek a hidrogéntechnológiai képzésekben, ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy a gyakorlati képzés kiemelt jelentőségű a hidrogéntechnológiák terén.

Néhány hidrogéntechnológiával foglalkozó képzést gyűjtöttünk össze az 1. táblázatban.

2. táblázat: Néhány kiemelt, hidrogénnel kapcsolatos képzési forma az EU-ból

Ország	Egyetem	Képzés témakörei	Képzési forma
Hollandia	University of Groningen	- üzemanyagcellák - elektrolizálók - energetikai modellezés	MSc 2 év
Hollandia	TU Delft	- hidrogén előállítás - nagyvolumenű hidrogén tárolás - hidrogén a légi- és víziközlekedésben	BSc, MSc, részképzés
Anglia	University of Birmingham	- üzemanyagcellák - elektrolizálók - hidrogénbiztonság	1 éves képzés
Anglia	Newcastle University	- üzemanyagcellák - elektrolizálók - elektromos hálózat optimalizáció	1 éves képzés
Anglia	University of Nottingham	- üzemanyagcellák - elektrolizálók - hidrogénbiztonság	PhD program
Németország	Technische Hochschule Ingolstadt	- hidrogéntárolás - elektrolizálók - hidrogéngazdaság	MSc 3 félév
Norvégia	University of Oslo	- hidrogéntárolás - elektrolizálók - hidrogénrendszerek termodinamikája	1 féléves részképzés
Dánia	Aalborg University	- üzemanyagcellák - elektrolizálók - hidrogén járműhajtás	2 éves képzés
Ország	Egyetem	Képzés témakörei	Képzési forma
Spanyolország	Universitat Rovira I Virgili Fundació Urv	- hidrogén végfelhasználás - hidrogén tárolás - hidrogén előállítás	18 hónapos képzés

Olaszország	Politecnico di Torino	- hidrogéntárolás - elektrolizálók - hidrogénnel kapcsolatos kémia	4 féléves specializáció
Ausztria	TU Graz	- Center of Hydrogen Research	PhD
Szlovénia	Maribor	- Hydrogen Center	PhD

E néhány példából is jól látható, hogy a hidrogéntechnológia a felsőoktatásban is növekvő szerepet kap.

A téma iránti érdeklődés alapvetően négy fő területre fókuszál:

- az elektrolizálók, tüzelőanyagcellák
- a hidrogéntárolás
- a közlekedés célú felhasználás
- a hidrogénbiztonság

A fókuszpontok egybevágnak a nemzetközi iparági igényekkel és tendenciákkal, ami a felsőoktatás alapvetően jó reakcióját igazolja.

3. Trendek a magyar, hidrogénnel kapcsolatos oktatásban

A hidrogénstratégia és a felsőoktatás kapcsolata Magyarországon a hidrogénenergia területén megvalósuló fejlesztések és kutatások között erős kölcsönhatásban áll.

Az európai kihívásokra reagálva a többi tagállamhoz hasonlóan Magyarország Kormánya megalkotta és elfogadta 2021-ben Magyarország Nemzeti Hidrogénstratégiáját¹ amelyben célul tűzte ki a fenntartható hidrogéngazdaság kialakítását és a hidrogén alapú technológiák terjesztését az energiaellátásban, a közlekedésben és az iparban.

Az ipar mellett a felsőoktatásnak kiemelt szerepe van a hidrogénstratégia végrehajtásában és a hidrogénteknológia fejlesztésében. A hazai Hidrogénstratégia a horizontális jellegű, „támogató célok” közt explicit módon említi a hidrogénnel kapcsolatos oktatást is, amelyet a következő ábra szemléltet.

TÁMOGATÓ CÉLOK		
Ipar- és gazdaságfejlesztési lehetőségek kihasználása Az iparági trendek és a hazai erősségek közös metszetében található tevékenységek megerősítése a versenyképesség növelése és a hazai penetráció elősegítése céljából.	Horizontális feltételrendszer: ösztönző működési környezet kialakítása • Átfogó szabályozási és működési keretek kialakítása, • partnerség és nemzetközi együttműködés erősítése.	KFI és oktatás, ami támogatja a hidrogén sikerét az átmenetben • A stratégiai célok megvalósításához nélkülözhetetlen az olyan tudományos, technológiai és horizontális kompetenciaegyüttes kiépítése, amely megalapozza az új technológiák hazai alkalmazását és fejlesztését, valamint demonstrálja azok hazai létjogosultságát.

1. ábra: Magyarország nemzeti hidrogénstratégiájának támogató céljai [29]

A hidrogénnel és a hidrogénteknológiával kapcsolatos ismeretek bővítése tekintetében két kiemelt beavatkozási irányt azonosít Magyarország nemzeti hidrogénstratégiája:

1. Oktatás és szakemberképzés, illetve továbbképzés.
2. Megfelelő tájékoztatás a társadalom széles körében.

Ennek keretében az alábbi kiemelt intézkedéseket fogalmazza meg:

¹ 1372/2021. (VI. 10.) Korm. határozat a Nemzeti Hidrogén Stratégia 2030 elfogadásáról

- Oktatási programok kidolgozása, tananyagok fejlesztése és / vagy EU-s tananyagok adaptálása: Javasolt a hidrogéntechológiai oktatás és képzés duális formában történő fejlesztése, a szükséges laborháttér biztosítása, valamint fókuszált fókuszált oktatási központok létrehozása és ezek hálózatosodásának elősegítése.
- Disszemináció a társadalom széles körében a hidrogénnel kapcsolatos alapvető ismeretek átadása, ill. a hidrogén társadalmi elfogadottságának erősítése céljából.

A stratégiai céloknak megfelelően a magyarországi egyetemek és kutatóintézetek aktívan részt vesznek a hidrogéntechológia kutatásában, fejlesztésében, illetve a témakör az oktatásban is növekvő szerepet kap.

A nagyobb egyetemek nemzetközi mintára igyekeznek háttérintézményeikre támaszkodva keresztül felmérni az ipari igényeket, és összekötni az ipart a felsőoktatással. E célból alapult meg például a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen a Zéró Karbon Központ is. A Központ abból a felismerésből született, hogy a „zöld átmenet” során azok az üzleti és technológiai innovációk kapják majd a főszerepet, amelyek nemcsak a kutatási és innovációs szféra számára kínálnak lehetőséget, hanem a hazai gazdaság erősítésével a gazdaságfejlesztés fontos eszközeivé is válhatnak. A dekarbonizáció és a gazdaságfejlesztés szempontjainak párhuzamos megvalósítása azonban szoros együttműködést igényel a műszaki és társadalomtudományok között. Ennek az együttműködésnek ad platformot a ZKK azzal a céllal, hogy Magyarország - a hazai innovációs és tudásbázisra építve, de a nemzetközi együttműködés lehetőségeit is kihasználva - a jövő kulcsfontosságú technológiáit és piacszerzési megoldásait minél hamarabb a gyakorlatban is alkalmazni tudja.

A Pécsi Tudományegyetem már 2020-ban felismerte, hogy a nemzetközi és a hazai tervekben megfogalmazott célok megvalósítása csak nagyszámú felkészült szakemberekkel lehetséges, hiszen a hidrogéntechológiák elterjedése elképzelhetetlen hozzáértő fejlesztő, illetve üzemeltető mérnökök és szakemberek nélkül. Ennek megfelelően iparági partnerek bevonásával tüzelőanyag-cella és hidrogéntechológiai területeken jártas szakemberek, illetve szakmérnökök képzését eredményesen végzi. A PTE elsőként indított, kifejezetten

hidrogénfókuszú (posztgraduális) képzést² az országban. Az első végzett évfolyam 2023 elejére végezte el a 2x1 féléves képzést.

A járműipar érdeklődése is folyamatosan erősödik ezen a területen: egyes járműgyártók már egyre növekvő szériában gyártanak hidrogéntechnológiai alapon működő járműveket, de hazai vállalkozások is tervezik tüzelőanyag-cellás haszongépjárművek kifejlesztését és piaci bevezetését, így ez a szektor rendkívül perspektivikus jövő előtt áll. Ezt ismerte fel a Széchenyi István egyetem is, aki kapcsolódva a Megújuló Energiák Nemzeti Laboratóriumhoz jelentős erőfeszítéseket tesz a hidrogéntechnológiák hazai honosításához és elterjesztéséhez egyaránt. Tervei között szerepel például a Hidrogéntechnológiai rendszerüzemeltető szakmérnök képzés indítása is.

A Neumann János Egyetemen megalapították a Hidrogéntechnológiai Tudásközpontot, amire alapozva csatlakozni kíván az intézmény trendekhez a megfelelő szakmai és társadalmi szerepvállalással. Az egyetemen 2019 óta foglalkoznak hidrogén alapú energetikával. Szoros kapcsolatot építettek ki hazai és nemzetközi partnerekkel, és tagjai lettek a fontosabb hazai hidrogén technológiai szervezeteknek is. Munkájukban kiemelt szerepet fektetnek a **kézzel fogható eredmények** létrehozására. A tudásközpont tevékenységét három fő szakterületre koncentrálják: **hidrogén alapú energiamenedzsment, hidrogén tárolás, hidrogén égetés.**

A Szegedi Tudományegyetem is nagy hangsúlyt fektet a hidrogén alapú technológiákra. Kutatói és ipari partnerei energiahatékony, vizet és szén-dioxidot felhasználó elektrolizáló technológiát dolgoztak ki, amellyel a világon elsőként sikerült átlépniük az 1 amper/négyzetcentiméter áramsűrűségi átlomhatárt a szén-monoxid előállítás során. [22]

Az intézmény másik nagy tudományos innovációja a Bükkábrányi Fotovoltaikus Erőmű fejlesztésében és létesítésében való aktív részvétel.

A pilot projekt további újdonsága, hogy egy dinamikus és intelligens irányítástechnikai rendszer vezérli majd a technológiát, aminek optimalizálását a Szegedi Tudományegyetem vállalta.

² <https://mik.pte.hu/tuzeloanyag-cella-es-hidrogentechnologia-szakmernok--szakember>

A projekt Magyarországon először állít elő zöldhidrogént. Jellemzője, hogy egy energiamanedszment rendszeren keresztül csúcsidőszakon kívül túltermelés esetén.

Az egyik megoldás, hogy a “felesleges” árammal hidrogént termelnek. A naperőmű által termelt áramot felhasználva az elektrolizáló hidrogénre és oxigénre bontja a vizet. [23]

Láthatjuk, hogy az intézmény bár aktív szerepet vállal a H-technológiai fejlesztésekben, de az oktatásban a technológia önálló tárgyak formájában nem jelenik meg.

A trendeknek megfelelően a BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszéke egy szabadon választható tárgyat indított „Hidrogén energetika” címmel, amelynek célja, hogy megismertesse a hallgatókat a hidrogén-technológia kihívásaival és lehetőségeivel. A tantárgy kísérleti jelleggel indult 2023. tavaszán. A tantárgy kidolgozásával párhuzamosan több kutatás is folyik a Tanszéken hidrogén-technológiák területén.

Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán is van a hidrogénteknológia tréner előrelépés. Felismerve a hidrogénteknológiák oktatásában rejlő szakmai igényeket, 2021. szeptemberétől megújított tantervvel várja az olaj- és gázmérnöki mesterképzési szak gázmérnöki specializációjára beiratkozott hallgatókat. A hazai gázipari szektor jogosan megjelenő igényét kielégítve, a gázmérnöki mintatantervben jelentősebb súllyal jelenik meg a hidrogén földgázvezetési betáplálásához kapcsolódó technológiák oktatása, mind a földgázszállítás, az -elosztás és a -felhasználás területén. A ME Gépészmérnöki és Informatikai Karral együttműködve új tantárgy is megjelenik a képzésben, mint például a hidrogén anyagismeret.

Láthatjuk tehát, hogy a hidrogénstratégia végrehajtásához szükséges kutatások és fejlesztések megvalósítása során a felsőoktatásban részt vevő intézmények hozzájárulnak a hidrogén alapú technológiák és infrastruktúra fejlesztéséhez. Ezen keresztül növelik a tudásbázist és a szakértelemet a hidrogénteknológia terén.

A felsőoktatás is haszonélvezője a hidrogénstratégiának, mivel az új kutatási és oktatási lehetőségeket kínál a diákok és a kutatók számára. A hidrogénteknológia területén végzett kutatások és fejlesztések lehetőséget nyújtanak a diákoknak az innovációra, a gyakorlati tapasztalatok megszerzésére és a fenntartható energia terén való szakértelmük fejlesztésére. Emellett a hidrogénstratégiához kapcsolódóan új oktatási programok és képzések is

kialakulhatnak, amelyek lehetővé teszik a hallgatók számára a hidrogénenergia terén való szakértelmük és kompetenciáik fejlesztését.

A hidrogénstratégia és a felsőoktatás közötti szoros kapcsolat hozzájárulhat Magyarország hidrogénalapú gazdaságának fejlesztéséhez és a fenntartható energiafelhasználás előmozdításához. A hidrogénenergia terén folytatott kutatások, fejlesztések és oktatás a jövőbeni innováció és gazdasági növekedés hajtóereje lehet.

4. Az alkalmazott módszertan és a kutatás keretei

A kérdőív összeállítása nemzetközi gyakorlatot alapul véve az EU-szintű „FCH Observatory” nevű projekt „Education & Training” nevű moduljában bemutatott módszertan szerint történt meg. Ez tekinthető ugyanis a jelenleg a leginkább fókuszált és átfogó jellegű felmérésnek hidrogéntechológia szempontjából EU-szinten. [24]

Az adatgyűjtés 2023 2. negyedévében történt online formában az SDA Informatikai Zrt. Unipoll rendszerét felhasználva.

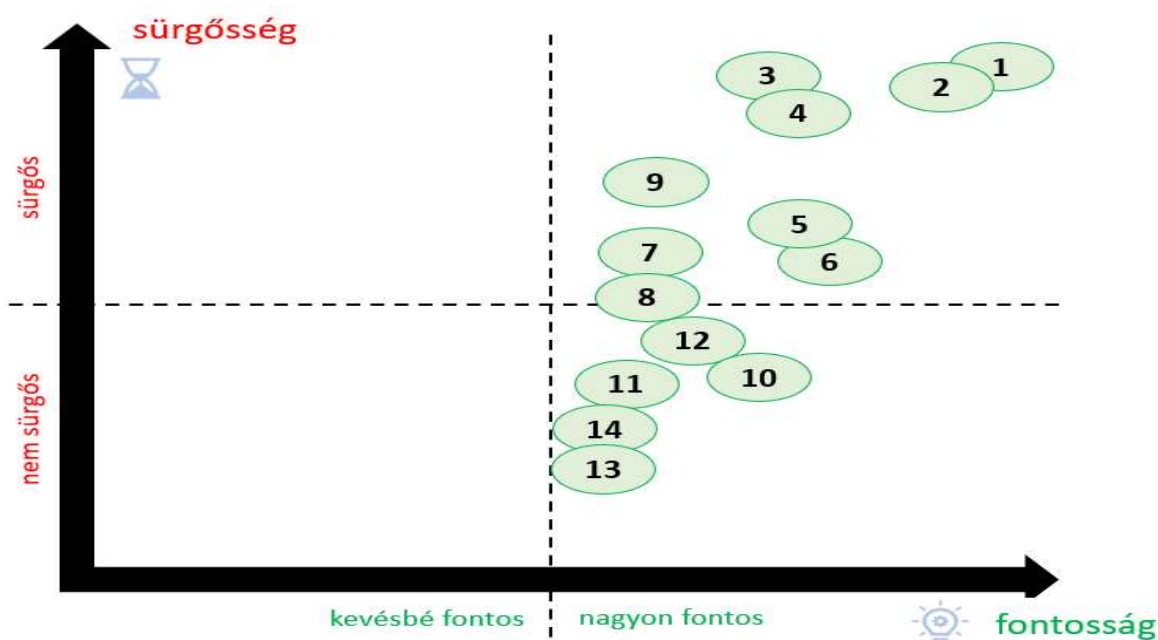
Módszertani szempontból fontos, hogy az oktatás különböző szintjei számára releváns információk közlése a vonatkozó nemzetközi szabvány, azaz az ISCED szerint (*International Standard Classification of Education* - Oktatási Osztályozási Rendszer) szerint történik. Ezzel lehetőségünk nyílik arra, hogy egyrészt megismerjük az alkalmazott EU-s módszertant, másrészt, ha Magyarországot is bevonják az FCH Observatory képzési moduljának felmérésébe (ami egyébként a magyarországi képző intézményeknek is érdeke), akkor az Observatory módszertana alapján már képesek leszünk adatot szolgáltatni.

A magyarországi helyzet feltérképezéséhez elvégeztük a szereplők azonosítását, akik várhatóan részt vesznek a Nemzeti Hidrogénstratégia megvalósításában. A populáció meghatározása után a mintavételt hólabda módszerrel végeztük, amelynek lényege, hogy kezdetben a célpopulációnak csak néhány tagját keressük fel, ezt követően pedig a már megkérdezett résztvevőkön keresztül találunk újabb és újabb résztvevőket. Úgy gondoltuk, hogy ebben a vizsgálatban a szokásos elérési módok nem elég hatékonyak, a célpopuláció tagjai nehezen azonosíthatók, így a hólabda módszer eljárásai hatékonynak bizonyultak. Pontos lekérdezetti mintanagyság? (db oktatási intézmény? Esetleg területi eloszlásuk az országon belül?)

A célcsoport tagjai számára tartott workshopon egyeztettünk arról, kinek milyen elképzelése van a hidrogéntechológiai képzésekről, illetve felmértük az iparági igényeket. Meghatároztuk fontosság és sürgősség tekintetében oktatás szempontjából releváns súlypontokat, amelyek az elkövetkező időszakban a H-technológia oktatásba integrálása során nagy szerepet kapnak.

4.1 A beavatkozási pontok azonosítása

A beavatkozási pontok azonosítása és a rangsorolás sürgősség-fontosság tekintetében a 2023.04.18-i – az oktatási szektor képviselőivel lezajlott - workshop alapján történt meg. A releváns szakmai kompetenciákkal rendelkező oktatási partnerek által javasolt sürgősségi-fontossági feladatokat az alábbi, 2. ábrán foglaltuk össze.



2. ábra: Az oktatás szereplői által az elvégzendő feladatok tekintetében megfogalmazott sürgősség-fontosság diagram

1 – Kooperáció, integrátor szerep; 2 - Ipari igények definiálása (kompetenciák és mélységük, következő 10 évre számon kérhető létszámgigény); 3 - Ipari igények felmérése és szintetizálása; 4 - Ipari igényekhez igazodó felnőttképzések kidolgozása; 5 - Szemléletformáló képzések kialakítása; 6 - Szemléletformáló programok; 7 - Alapismeretek: gyártás, felhasználás, biztonság; 8 - Rövid idejű képzések + választható tárgyak, projektek; 9 - Alternatív energiaforrások » szemléletformálás (diákok, oktatók); 10 - Tananyag összeállítása; 11 – Szakképzés, tanárok képzése, akár tanfolyamon való részvétel biztosításával; 12 - Tananyagtartalmak meghatározása; 13 – Szakképzés, tananyag fejlesztése (a nem szükségesek elhagyása, az újak beépítése), akár az alternatív járműhajtási technikus képzés esetében; 14 - Tananyagtartalom fejlesztése, beillesztése egyes szakmák tananyagába a közép és felsőoktatásban

Láthatjuk, hogy a hidrogéntekológia fejlesztése és elterjesztése szempontjából az oktatásnak fontos szerepe van, a legnagyobb szerepet a **kooperatív és integrátor** szerepkör kapja.

Az oktatásnak segítenie kell a társadalmat és a döntéshozókat megérteni és elfogadni a hidrogéntechológiával kapcsolatos előnyöket és kihívásokat. A hidrogéngazdaságba való átmenet radikális változásokat jelent az energia- és közlekedési szektorban, valamint más iparágakban is. Az oktatásnak elő kell segítenie, hogy az emberek számára érthetővé váljon, hogy a hidrogéntechológia milyen módon járulhat hozzá a zöld átmenethez és a fenntartható energiaellátáshoz.

Az oktatási intézményeknek kiemelt szerepet kell játszaniuk a hidrogéntechológia a tantervekbe és a kutatási projektekbe integrálásába. Az oktatásnak meg kell adnia a megfelelő tudást és készségeket azoknak a fiataloknak és szakembereknek, akik a jövőben a hidrogéntechológia kutatásában, fejlesztésében és alkalmazásában dolgoznak. Ezzel a szereppel az oktatás hozzájárulhat a hidrogéniparban dolgozók számának növeléséhez, valamint az innováció és a technológiai fejlődés elősegítéséhez.

Az oktatásnak tehát a hidrogéntechológia elterjedésében és fejlesztésében fontos szerepe van, hiszen befolyásolhatja a közvéleményt, felkészítheti a jövő szakembereit és elősegítheti az integrációt a gazdaságban és a társadalomban. Ezen keresztül segíthet a hidrogén alapú energiaellátás és fenntartható gazdaság megvalósításában.

Ipari igények felmérése és szisztematizálása: az oktatás szempontjából rendkívül fontos az ipari igények felmérése és szintetizálása. Az oktatási intézményeknek és programoknak a valós és jövőbeli munkaerőpiaci igényekre kell választ adniuk, hogy a diákok olyan készségeket és tudást szerezzenek, amelyekre az iparágakban és vállalkozásokban ténylegesen szükség van.

Összességében az ipari igények felmérése és szintetizálása a következő generációk oktatásának minőségét és relevanciáját biztosítja. Az olyan képzési programok kidolgozása, amelyek megfelelnek az iparágak igényeinek, elősegíti a diákok sikeres elhelyezkedését és a gazdaság fejlődését. Ezen kívül az iparral való partnerség segíti az oktatási intézményeket az innováció és a szakmai fejlődés előmozdításában.

Szemléletformáló képzések kialakítása: A hidrogéntechológia korszerű és fenntartható energetikai rendszereket hoz magával, de annak elfogadása és sikeres bevezetése számos

kihívást rejteget. Az ilyen típusú képzések kialakítása segít megérteni a hidrogén szerepét és előnyeit, valamint megoldást nyújtani az ezzel járó környezeti és gazdasági kihívásokra.

Összességében a szemléletformáló képzések nagyon fontosak a hidrogénteknológia elterjedéséhez, mivel megfelelő tájékoztatást és tudást nyújtanak a hidrogén energiáról. Ezek a képzések hozzájárulhatnak a társadalmi elfogadáshoz, a műszaki és üzleti kompetenciák fejlesztéséhez, valamint a fenntarthatóságra és klímaváltozásra való tudatos figyelemre.

Szakképzés, tanárok képzése, akár tanfolyamon való részvétel biztosításával: A hidrogénteknológia elterjedéséhez és a szemléletformáláshoz elengedhetetlen, hogy az oktatási rendszer megfelelően felkészítse a tanárokat és oktatókat ezen új technológiai terület tanítására és megértésére. Az oktatási intézményeknek fontos szerepe van abban, hogy a tanároknak lehetőséget adjanak az átképzésre és tanfolyamokon való részvételre. Ennek biztosítása lehetővé teszi, hogy az oktatási rendszer felkészült legyen a hidrogénteknológiai témakör oktatására, és hozzájáruljon a hidrogén energia felhasználásának és elfogadásának szélesebb körű elterjedéséhez. Ez kulcsfontosságú ahhoz, hogy a következő generációk jól informált és tudatos döntéseket hozzanak a fenntartható energiahasználat terén.

Tananyagtartalom fejlesztése, beillesztése egyes szakmák tananyagába: A hidrogénteknológia elterjedésének kulcsfontosságú eleme a közép- és felsőoktatásban a tananyagtartalom fejlesztése és beillesztése a különböző szakmák tananyagába, hogy a diákok és a jövőbeli szakemberek megismerjék és megértessék a hidrogénteknológia előnyeit és alkalmazási lehetőségeit. Ez elengedhetetlen ahhoz, hogy a jövőbeli szakemberek felkészültek legyenek az energiaszektor kihívásaira és lehetőségeire.

5. Felsőoktatási intézmények kompetenciafelmérése a hidrogéntechnológia, illetve oktatása területén

Ez a fejezet a kérdőívben megfogalmazott fókuszpontokat tartalmazza. A hidrogéntechnológiával kapcsolatos oktatási programok, a tervezett és a jelenleg futó KFI projektek, valamint a technológiával foglalkozó HR állomány feltérképezése céljából kérdőívet készítettünk a felsőoktatási intézmények szereplőivel, amelynek kiemelt céljait az alábbi ábra foglalja össze.



3. ábra: A felsőoktatási kérdőívben megfogalmazott fókuszpontok

A fókuszpontok az alábbiak:

1. Hidrogénhez, annak biztonságos kezeléséhez, szállításához, hidrogéntechnológiák üzemeltetéséhez, karbantartásához kapcsolódó futó és tervezett oktatási programok feltérképezése a felsőoktatás szereplőinek bevonásával.
2. Hidrogéntechnológiával foglalkozó meglévő vagy tervezett önálló szervezeti egységek meghatározása
3. Hidrogéntechnológia vonatkozású jelenlegi vagy tervezett együttműködések iparvállalatokkal, egyéb felsőoktatási intézményekkel, kutatóhelyekkel esetleg közép fokú oktatási intézményekkel.
4. Tervezett, illetve futó hidrogéntechnológia vonatkozású KFI projektek azonosítása, témaköreinek meghatározása.

A továbbiakban a kérdőív eredményeit ismertetjük a négy fenti szempont figyelembevételével.

6. A kérdőív eredményeinek bemutatása



4. ábra: Felsőoktatási kérdőív kitöltöttségi adatok és a technológia iránti érdeklődés

A 10 megkérdezett felsőoktatási intézmény közül 8 intézmény töltötte ki a kérdőívet, ami 80%-os kitöltöttségnek felel meg (4. ábra).

Az eredményekből láthatjuk, hogy a felsőoktatási intézmények nagy része már foglalkozik a hidrogéntechnológiához kapcsolódó képzésekkel, ugyanis a kérdőívet kitöltő intézmények mintegy 88%-a rendelkezik hidrogéntechnológiához kapcsolódó tantárggyal vagy képzéssel.

Fontos megjegyezni, hogy a válaszadó intézmények 63%-ának van hidrogéntechnológiához kapcsolódó kutatási-fejlesztési és innovációs (KFI) projekttevékenysége is. Ez arra utal, hogy a hidrogéntechnológia nem csak a tananyag részét képezi, hanem az intézmények a kutatás és fejlesztés területén is aktívan foglalkoznak ezzel a témával.

Ezek az adatok ígéretesek, mivel azt mutatják, hogy a felsőoktatási intézmények felismerték a hidrogéntechnológia fontosságát és potenciálját a fenntartható energiaellátás és a zöld technológiák terén. Az eredmények alapján valószínűsíthető, hogy a hidrogéntechnológiával kapcsolatos oktatás és kutatás tovább fog bővülni és fejlődni a felsőoktatási intézményekben. Ez elősegítheti a hidrogén energia szélesebb körű elfogadását és alkalmazását a jövőben, valamint felkészítheti a következő generációt a megfelelő szerepvállalásra.

6.1 Hidrogéntechnológiához kapcsolódó tervezett és futó oktatási programok feltérképezése a felsőoktatás szereplőinek bevonásával

A kérdőívben felmértük a hidrogéntechnológiához kapcsolódó tervezett és futó oktatási programokat a felsőoktatásban. A felmérés eredményeit a 3. és 4. táblázatokban foglaltuk össze. Az adatok alapján látható, hogy a hidrogéntechnológia iránti érdeklődés és elkötelezettség növekszik a felsőoktatási intézmények körében.

3. táblázat: H-technológiával kapcsolatos jelenlegi és jövőbeni képzések megoszlása

Kérdés	Intézmények száma	Megoszlás
hidrogéntechnológiával kapcsolatos szakirányú továbbképzése jelenleg	1	13%
hidrogéntechnológiával kapcsolatos szakirányú továbbképzést tervez	4	50%
hidrogéntechnológiával kapcsolatos BSc képzés jelenleg	0	0%
hidrogéntechnológiával kapcsolatos BSc képzést tervez	1	13%
hidrogéntechnológiával kapcsolatos MSc képzés /specializáció jelenleg	0	0%
hidrogéntechnológiával kapcsolatos MSc képzést/specializációt tervez	0	0%
hidrogéntechnológiával kapcsolatos Felsőoktatási Szakképzés (FOSZK) jelenleg	0	0%
hidrogéntechnológiával kapcsolatos FOSZK képzést tervez	0	0%
hidrogéntechnológiával kapcsolatos tantárgy jelenleg	7	88%
hidrogéntechnológiával kapcsolatos tantárgyat tervez	7	88%
hidrogéntechnológiával kapcsolatos mikrotanúsítványt tervez	4	50%

Azt tapasztaltuk, hogy jelenleg a válaszadók 13%-nak van szakirányú továbbképzése, míg a jövőben a válaszadók 50%-a tervez hidrogéntechnológiához kötődő szakirányú továbbképzést indítani, jellemzően a felmérés időpontjához képest már egy éven belül.

Figyelemreméltó, hogy a hidrogéntechnológiához kötődő önálló tantárgyprogramok iránti érdeklődés nagy.

4. táblázat: Tervezett jövőbeni képzések ütemezése

Szakirányú továbbképzés tervez	Hidrogéntechnológiával kapcsolatos BSc képzést tervez	Hidrogéntechnológiával kapcsolatos tantárgyat tervez	Hidrogéntechnológiával kapcsolatos mikrotanúsítványt tervez
1 éven belül (4 képzés)	-	1 éven belül (5 képzés)	1 éven belül (2 képzés)
2 éven belül (1 képzés)	2 éven túl (1 képzés)	2 éven belül (4 képzés)	2 éven belül (1 képzés)

Jelenleg a válaszadók mintegy 88%-nak van önálló hidrogéntechnológiához kötődő tantárgyprogramja, és ugyanilyen arányban tervezik tovább bővíteni jellemzően már egy éven belül a képzési portfóliójukat. Ebből látszik, hogy az intézmények felismerték, érzékelik ennek fontosságát, és elkötelezettek az oktatásban a hidrogéntechnológiával kapcsolatos témakörök feldolgozására.

A mikrotanúsítványok iránti érdeklődés is jelentős; a válaszadók 50%-a tervezi a hidrogéntechnológiával kapcsolatos mikrotanúsítvány kiállítását. Figyelemreméltó, hogy 25%-uk egy, 25%-uk pedig két éven belül tervezi ezt.

Ez a rövid, specializált oktatási program lehetőséget nyújt a diákoknak és szakembereknek, hogy hidrogénhez, annak biztonságos kezeléséhez, szállításához, hidrogéntechnológiák üzemeltetéséhez, karbantartásához kapcsolódó szakértelemmel rendelkezzenek, ami segítheti a hidrogéntechnológia elterjedését és alkalmazását a gyakorlatban.

Hidrogéntechnológiához köthető BSc képzés jelenleg Magyarországon nem létezik, és a válaszadók által adott információk szerint 2 éven belül ilyen képzés indítását az intézmények nem is tervezik. Két éven túli időskálán is mindössze egy intézmény tervezi BSc szak indítását.

Ami az MSC képzés indítását illeti, az adatok azt mutatják, hogy jelenleg egy felsőoktatási intézmény sem tervezi ezt a szintű képzést. Ez azt jelentheti, hogy a hidrogéntechnológia terén mélyebb szakértői képzésre vonatkozó igény még nem érte el az intézményeket. Az MSC képzések általában magasabb szintű szakértelmet és kutatási képességet igényelnek, és ezeket a terveket későbbi időszakokban megfontolhatják az intézmények.

5. táblázat: A H-technológiával kapcsolatos tervezett képzések/tantárgyprogramok számának megoszlása

Tervezett képzések megoszlása a kitöltők számához viszonyítva	1 képzés tárgyaként	2 képzés tárgyaként	3 képzés tárgyaként
szakirányú továbbképzése jelenleg	0%	13%	0%
szakirányú továbbképzést tervez	38%	13%	0%
hidrogéntechnológiával kapcsolatos BSc képzést tervez	13%	0%	0%
hidrogéntechnológiával kapcsolatos tantárgy jelenleg	25%	25%	38%
hidrogéntechnológiával kapcsolatos tantárgyat tervez	50%	25%	13%
hidrogéntechnológiával kapcsolatos tanúsítványt tervez	38%	13%	0%

Ezen adatok alapján pozitív tendenciák láthatók a hidrogéntechnológia oktatása terén a felsőoktatási intézményekben. Az ilyen oktatási programok és kezdeményezések lehetővé teszik, hogy a diákok megfelelő tudással és szakértelemmel rendelkezzenek, ami elősegítheti a technológia hatékonyabb bevezetését és fejlődését a jövőben.

6. táblázat: A H-technológiával kapcsolatos jelenlegi és tervezett képzések, tantárgyak

Szakirányú továbbképzés jelenleg	Szakirányú továbbképzés tervez	H-technológiával kapcsolatos tantárgy jelenleg	H-technológiával kapcsolatos tantárgyat tervez
Gépjármű motorok egyetemi tantárgy (Bsc)	Hidrogén-ellátási szakmérnöki szakirányú továbbképzési szak	Hidrogén anyagismeret	Még nem pontosítottuk
Elektro-mobilitás	Alternatív hajtásrendszerek és hajtóanyagok a gépjárműtechnikában	Elektrokémia	Hidrogén a földgáztároló rendszerekben
	Hidrogén-rendszerek szakmérnök/szakember szakirányú továbbképzési szak	Gépjármű motorok	Energiatárolás
	Hidrogén-mobilitás szakmérnök	Belsőégésű motorok alapjai	Alternatív tüzelőanyagok
	Hidrogénipari szakmérnök	Környezeti kémia II	Az előző pontban megjelölt két tárgy tematikájába történő mélyebb integráció
		Hidrogénhajtás	Hidrogénteknológia
		Energetika informatika	Hidrogénteknológiák
		Motortervezés	Hidrogén a csővezetékes földgáz-infrastruktúrában
		Fejezetek hő- és áramlástan témaköréből	Feltörekvő energetikai technológiák
		Kötelezően választható	
		Megújuló energiák	Energiatárolás gyakorlat

Szakirányú továbbképzés jelenleg	Szakirányú továbbképzés tervez	H-technológiával kapcsolatos tantárgy jelenleg	H-technológiával kapcsolatos tantárgyat tervez
		Korrózió és Elektrokémiai Eljárások	Feltörekvő energetikai technológiák
		Energiagazdálkodás	
		Gáztárolás	

A 6. táblázatban látható, a megkérdezettek milyen szakirányú továbbképzéssel és hidrogéntechnológiával kapcsolat tantárggyal rendelkeznek, illetve mit kívánnak indítani a közeljövőben.

A jelenleg futó képzések a gépjármű motorok, illetve elektromobilitás témakörébe tartoznak, ezen belül hidrogén anyagismeret, elektrokémia, motortervezés, hidrogénhajtás, korrózió témájú tantárgyakkal találkozhatnak a hallgatók. Érdekes megfigyelni, hogy a kémia, gépészet, elektromosság tudományterületeken is történik ismeretanyag átadás, sőt, gazdasági területen is foglalkoznak külön a hidrogénnel.

A válaszokból kiderült, hogy számos tantárgy, illetve továbbképzési program indítását tervezik ebben a témakörben az egyetemek. Szakirányú továbbképzések a hidrogéntechnológia több területén is indulni fognak, beleértve a gázipart és a mobilitási szektort is, például a „Hidrogén-ellátási szakmérnöki szakirányú továbbképzési szak”, vagy a „Hidrogén-mobilitás szakmérnök”. A szakmérnök képzések közös jellemzői, hogy az adott terület szakmai gyakorlatára és az alkalmazható tudásra épülnek. A szakmérnök képzések célja az adott szakterület elméleti és gyakorlati tudásának és képességeinek fejlesztése. A hallgatók olyan szakmai ismereteket sajátítanak el, amelyek az ipari gyakorlatban további képzések nélkül alkalmazhatóak. A képzések gyakran magukban foglalnak projektalapú tanulási lehetőségeket, ahol a hallgatók valós ipari problémákat kell megoldjanak. Ez segít a kreatív gondolkodás és csapatmunka képességek fejlesztését. Habár a szakmérnök képzések gyakorlatias tudást adnak, mégis fontos, hogy az alapvető mérnöki alapelveket is megtanulják a hallgatók.

A képzések és tárgyak mellett a felmérések érdekes eredménye, hogy hidrogéntechnológiához kapcsolódó mikrotanúsítványok kiadását is tervezik egyes intézmények, mint például a „Hidrogén-ellátási” mikrotanúsítvány.



5. ábra: Szakirányú továbbképzések területei

A mikrotanúsítványok rugalmas, inkluzív tanulási lehetőséget biztosítanak, az egész életen át tartó tanulást segítő európai kezdeményezés. Az egész életen át tartó tanulás ténylegesen érvényesülő kultúrája kulcsfontosságú ahhoz, hogy mindenki rendelkezzen azokkal az ismeretekkel, készségekkel és kompetenciákkal, amelyekre szüksége van ahhoz, hogy boldoguljon a társadalomban, a munkaerőpiacon és a magánéletben. A mikrotanúsítványok a rövid távú tanulási tapasztalat (pl. rövid tanfolyam vagy képzés) keretében elsajátított tanulási eredményeket igazolják. Rugalmas és célzott módon segítik az embereket abban,

hogy fejlesszék azokat az ismereteket, készségeket és kompetenciákat, amelyekre személyes és szakmai fejlődésükhöz szükségük van. [25]

7. táblázat: A H-technológiával kapcsolatos tervezett BSc képzések

Hidrogéntechnológiával kapcsolatos BSc képzést tervez	Darabszám
Elektrokémiai alapok	1
Hidrogén-előállítás	1
Hidrogéntárolás	1
Hidrogén végfelhasználás a közlekedésben	0
Hidrogén végfelhasználás az iparban	1
Hidrogén végfelhasználás az épületekben/épületenergetikában	0
Hidrogén végfelhasználás az energetikában	1
Tüzelőanyag-cellák	1
Hidrogénnel kapcsolatos jogszabályok, szabványok, eljárások	1
Hidrogénbiztonság	1
Életciklus-elemzés alapú szemlélet, a hidrogén társadalmi vonatkozásai	1
Techno-ökonómiai értékelések	1
Általános jellegű hidrogén ismeretek	0

A válaszok kiértékelésével látható, hidrogéntárolás és hidrogén előállítás a leginkább gyakori témája szakirányú továbbképzéseknek (5. ábra). Szintén elég gyakori témakörök a hidrogénbiztonság, tüzelőanyag cellák és az elektrokémiai alapok. Ezen témakörök a biztonságos és hatékony tárolási módokkal foglalkoznak, beleértve a sűrített (gáz halmazállapotú) hidrogént és folyékony hidrogént is. A hidrogén magas gyúlékonysága miatt megfelelő biztonsági intézkedések és rendszerek kidolgozását és üzemeltetését igényli, a szivárgások vagy balesetek elkerülése érdekében. A hidrogénüzemű járművek biztonsági aspektusait is tárgyalni kell, beleértve az üzemanyagcellás járműveket és hidrogénnel működő belső égésű motorokat.

Az elektrokémiai alapok például a víz elektrolízise és az elektrokatalizátorok működési mechanizmusával foglalkozik, amelyek felgyorsítják az elektrokémiai reakciókat. További lehetséges téma az elektrokémiai folyamatok szerepe az energiahordozók előállításában.

A felmérések szerint ennél kevesebben kívánnak foglalkozni szakirányú továbbképzés keretén belül a végfelhasználással, valamint az általános jellegű hidrogén ismeretekkel, jogszabályokkal és életciklus elemzéssel.

Alapképzések tekintetében (7. táblázat) a válaszadók csak a közlekedési és épületenergetikai végfelhasználást, illetve általános jellegű hidrogénismereteket nem terveznek bevezetni képzésükbe. Az utóbbi azzal magyarázható, hogy egyrészt jelentős az átfedés a többi területtel, másrészt az általános jellegű alapismereteket a középiskolák kémia és fizika óráin elsajátítják a hallgatók.

8. táblázat: A H-technológiával kapcsolatos meghirdetett és elindított tantárgyak

Tantárgy állapota	Darabszám	Megoszlás
Meghirdetve	8	53%
Elindítva	7	47%
Összesen	15	100%

9. táblázat: A tantárgyak kapcsolódása a hidrogéntechnológiához

Milyen arányban kapcsolódik hidrogéntechnológiához?	Darabszám	Megoszlás
10% alatt	8	53%
11 - 60%	6	40%
61% felett	1	7%

A felmérésünk szerint jelenleg 7 felsőoktatási intézményben 15 tantárgy foglalkozik hidrogénnel. Ebből 8 tantárgy először kerül meghirdetésre 2023 szeptemberben, míg 7 tantárgy már korábbi félévekben is elindult.

A válaszokból kiderül, hogy a fentiek közül a tantárgyak közel fele 10% alatt tartalmaz hidrogéntechnológiai ismereteket, míg a másik felének döntő része 60% alatti arányt mutathat fel. Mindössze egyetlen tárgy van a 15 közül, amely 60% feletti arányban foglalkozik hidrogéntechnológiai ismeretekkel.

A tantárgyak 47%-át alapképzésben indítják, 40%-át mester képzésben, míg 1-1 db tárgy szerepel szakirányú továbbképzésben és doktori képzésben.

10. táblázat: A tantárgyak képzési szint szerinti eloszlása

Kapcsolódó képzés	Darabszám	Megoszlás
BSc	7	47%
MSc	6	40%
Szakirányú továbbképzés	1	7%
doktori (Phd)	1	7%

11. táblázat: A tantárgyak kredit számjai

Kreditszám	Darabszám	Megoszlás
2	3	30%
3	3	30%
4	2	20%
5	2	20%

A tantárgyak képzésbeli súlyát tekintve rákérdeztünk, hogy hány kreditet ölelnek fel a szóban forgó tantárgyak. Eszerint 3-3 tantárgy rendelkezik 2 illetve 3 kredittel, és 2-2 tantárgy 4 és 5 kredittel. Látható, hogy ez a megoszlás viszonylag kiegyenlített, a hidrogéntechnológia a képzésekben többféle súllyal szerepel.

A kreditpont mellett az óraszám is fontos információt közöl a hidrogéntechnológiai képzések mélységéről. A válaszok azt mutatják, hogy legtöbbször 2 és 3 előadást tartanak ezekben a tantárgyakban hetente, illetve 1-1 gyakorlati órát és laborfoglalkozást.

12. táblázat: A tantárgyak típusai

Tárgytípus	Darabszám	Megoszlás
Kötelező	10	67%
Kötelezően választható	5	33%

A 15 jelenleg futó tantárgy körül 10 kötelező tárgy, 5 pedig kötelezően választható. A kötelezően választható tantárgyak közül a képzés mintatantervében meghatározott mennyiségű tantárgyat vagy kreditet kell teljesíteniük a hallgatóknak. Ez általában egy tantárgy csoport, például 5 db 2 kreditet tárgyból áll, amelyből bármelyik 2 tárgyat (4 kredit) kell teljesíteni.

A tervezett képzések tekintetében a megoszlás némiképp különbözik. A megkérdezett intézmények 1 éven belül 6 tantárgy, 2 éves távlatban 5 új tantárgy indítását tervezik hidrogéntechnológiában, ahogy a lenti táblázatban is látható.

13. táblázat: Új tantárgyak indításának időbeli alakulása

Indítás	Darabszám	Megoszlás
1 éven belül	6	55%
2 éven belül	5	45%

A felmérés szerint az új tantárgyak lényegesen nagyobb arányban tartalmaznak hidrogéntechnológiai ismereteket, ahogy az a lenti táblázatban is látható.

14. táblázat: Az új tantárgyak hidrogéntechnológiához kötődése

Milyen arányban kapcsolódik hidrogéntechnológiához?	Darabszám	Megoszlás
---	-----------	-----------

11 - 40%	1	9%
41 - 60%	7	64%
61% felett	3	27%

Az új tantárgyak mintegy 64%-a alapképzéshez kapcsolódik (BSc), 2-2 új tárgy szerepel csak mester (MSc) és szakirányú továbbképzés szinteken.

15. táblázat: Az új tantárgyak képzési szintjei

Kapcsolódó képzés	Darabszám	Megoszlás
BSc	7	64%
MSc	2	18%
Szakirányú továbbképzés	2	18%

A kreditpontok szerint jellemzően 3 kredites tárgyak indítását tervezik a válaszadók, 3 tantárgy 4 kredittel, míg 1 tantárgy 5 kredittel terveznek, ahogy az a lenti táblázatban látható. A heti óraszámok tekintetében jellemzően heti 2 óra előadással és 1-1 gyakorlat és laborfoglalkozással terveznek a megkérdezett intézmények.

16. táblázat: Az új tantárgyak kreditpontok szerinti eloszlása

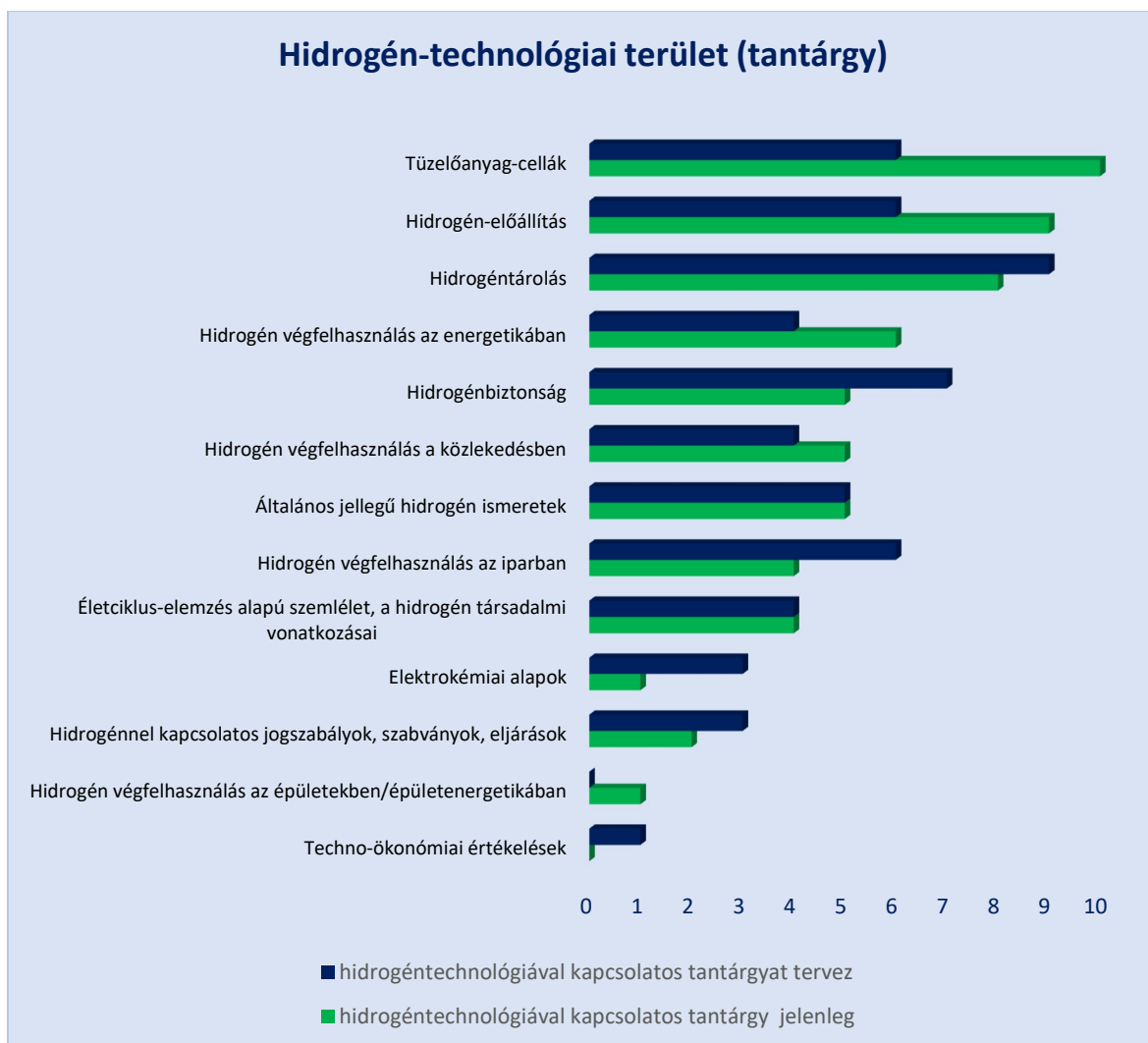
Kreditszám	Darabszám	Megoszlás
3	5	50%
4	3	30%
5	1	10%

A tantárgyakat kötelező, vagy kötelezően választhatóként tervezik indítani az intézmények, ami azt jelzi, hogy fontosnak tartják a hidrogéntechnológiai ismeretek átadását már az alapképzésben is.

17. táblázat: Új tantárgyak típusai

Tárgytípus	Darabszám	Megoszlás
Kötelező	5	45%
Kötelezően választható	4	36%
Szabadon választható	2	18%

A felmérés újabb érdekes eredménye, hogy a megkérdezett intézmények 82%-ban saját, főállású munkavállalóval tervezik megoldani a hidrogéntechnológiához kapcsolódó oktatási feladatokat, ami azt jelenti, hogy az intézményekben már most jelen van a szükséges tudás és tapasztalat.



6. ábra: Bsc/Msc/szakirányú továbbképzés tervezett tárgyainak területei

A felmérésből az látszik, hogy a jelenleg futó és tervezett tantárgyak szakterületenkénti eloszlása nem egyenletes. Míg a jelenlegi képzések tárgyai főként a tüzelőanyag cellákra és a hidrogéntárolásra koncentrálnak, addig a tervezett tantárgyak fő iránya a hidrogéntárolás mellett a biztonság és az általános jellegű hidrogén ismeretek (6. ábra). Érdekes, hogy jogszabályi és életciklus elemzési témakörök is felmerülnek a tervezett tárgyak keretén belül, ami eddig kevésbé volt jellemző. A hidrogéntárolás a jelenlegi és a tervezett tárgyak között is kiemelt témakör, ami valószínűleg a tárolás egyedi megoldásai miatt alakul így. Amíg a hidrogén előállítása és felhasználása inkább kész megoldásokat alkalmaz, a tárolókapacitás minden alkalmazásban egyedi méretű és egyedi megoldásokat kíván, így a tervezési, gyártási és üzemeltetési ismeretek kiemelten fontos területek. A tárolás és szállítás

egyéb iránt szorosan kapcsolódó témakörök, ami további indok amellet, hogy miért érdemes a hidrogéntárolásra nagyobb hangsúlyt fektetni a képzésekben.

18. táblázat Tervezett mikrotanúsítványok időbeli megoszlása

Indítás	Darabszám	Megoszlás
1 éven belül	3	75%
2 éven belül	1	25%

A megkérdezett intézmények összesen 4 mikrotanúsítvány létrehozását tervezik a hidrogéntechnológiához kapcsolódóan, amiből 3-at egy éven belül kialakítanak.

19. táblázat: Tervezett mikrotanúsítványok kapcsolódási aránya

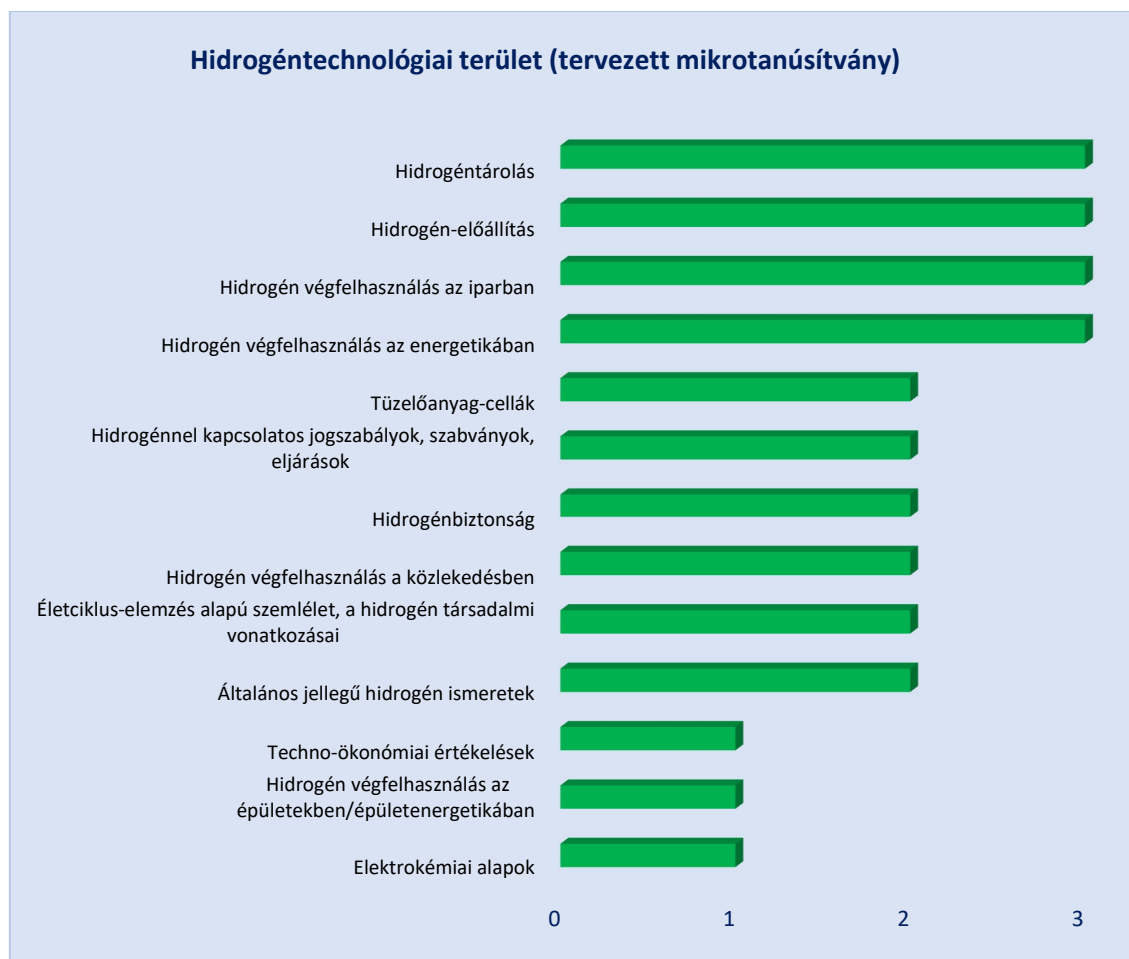
Hány %-ban kapcsolódik hidrogéntechnológiához?	Darabszám	Megoszlás
41 - 60%	1	25%
61% felett	3	75%

A tervezett mikrotanúsítványok 75%-a 60% feletti hidrogéntechnológiai tartalommal indul. A képzési szintek tekintetében egy mikrotanúsítványt az MSc képzésben hoznak létre, 3-at pedig szakirányú továbbképzésben.

20. táblázat: Tervezett mikrotanúsítványok képzési szintjei

Kapcsolódó képzés	Darabszám	Megoszlás
MSc	1	25%
Szakirányú továbbképzés	3	75%

A mikrotanúsítványok témakörei nagyrészt követi a tervezett tantárgyakét, ahogy az a 7. ábrán is látható.



7. ábra: Tervezett mikrotanúsítványok területei

A mikrotanúsítványok fő témakörei szintén a hidrogéntárolással, végfelhasználással kapcsolatosak, de a tüzelőanyag-cellák a biztonsági kérdések és az élelciklus elemzések is kiemelt helyet kapnak.

A kérdőív következő kérdésében a jelenlegi és a tervezett szervezeti egységekre voltunk kíváncsiak, vagyis milyen szervezeti struktúrában tervezik megoldani a hidrogéntechnológiával kapcsolatos képzési és kutatási feladatokat. A válaszadók közül 3-an már rendelkeznek ilyen szervezeti egységgel, 3-an nem rendelkeznek és nem is terveznek létrehozni külön szervezeti egységet ebben a témában, egy intézmény pedig tervezi a létrehozását. Egyik ilyen működő szervezeti egység a Szegedi Tudományegyetemen a Greenovation Center, amely jelenleg kutatócsoportként működünk az Alkalmazott

Fenntarthatóság Tanszék és a Járműhajtás Technológia Tanszék oktatóinak és kutatóinak bekapcsolódásával. A Centerben 7 kutatócsoportot hoztak létre [26]:

- Elektrokatalízis Kutatócsoport
- Elektrokémiai Technológiák Kutatócsoport
- Fotoelektrokémia Kutatócsoport
- Környezeti Katalízis Kutatócsoport
- Pórusos Nanokompozitok Kutatócsoport
- Reakciókinetikai és Felületkémi Kutatócsoport
- Zöld Technológia Társadalomtudományi Kutatócsoport

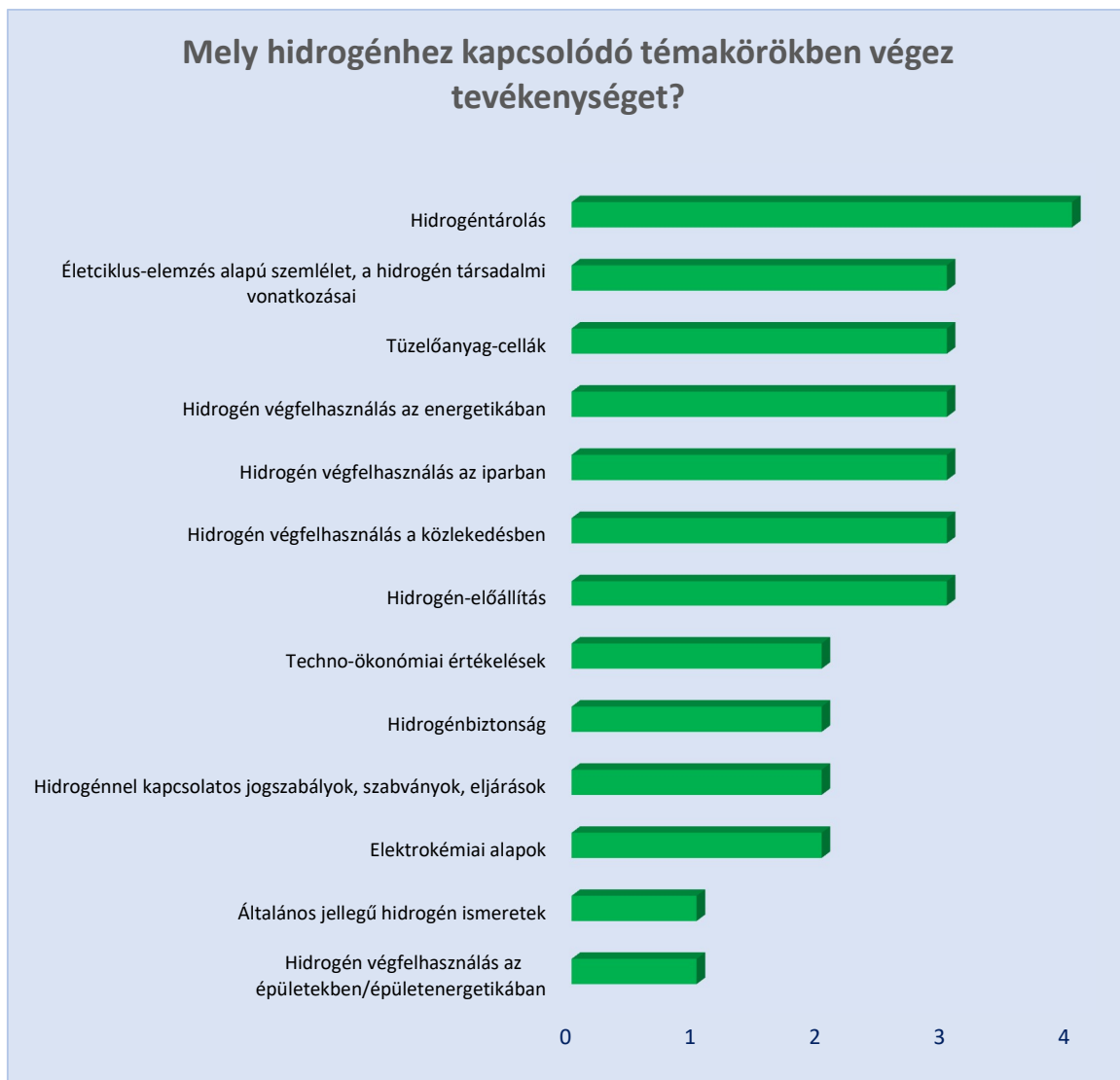
Az Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karán is létrehozták az Elektrofizika Intézetben a Hidrogéntechnológiák és Ipari IoT Tanszéket. A tanszéken holnapja szerint 6 fő dolgozik. [27]

A kecskeméti Neumann János Egyetem létrehozta a Hidrogéntechnológiai Tudásközpont, amely tevékenységét három fő szakterületre koncentrálja: hidrogén alapú energiamenedzsment, hidrogén tárolás, hidrogén égetés. A központ célkitűzése, hogy az egyetemi karok szakmai segítségével és tudásbázisán egy jövőbemutató tudásközpontot hozzon létre, világszínvonalú fejlesztési eredményeket szolgáltatasson globálisan, növelje a hazai hidrogénes kísérleti fejlesztések számát, előremozdítsa az alacsony széndioxid-kibocsátású gazdaságra történő áttérést, és erősítse a lakosság klímatudatosságát. [28]

21. táblázat: Szervezeti egységek tevékenységei

Milyen típusú tevékenységet végez?	Darabszám
Oktatás	2
Kutatás-Fejlesztés, pályázatok (KFI)	4
Ipari megbízások teljesítése	4
Népszerűsítés	4

A szervezeti egységek jellemzően az egyetem mindhárom tevékenységi körével foglalkoznak, az oktatásba, a kutatás-fejlesztésbe és a harmadik missziós tevékenységbe is bevonják őket.



8. ábra: Hidrogéntekológiával foglalkozó szervezeti egységek területei

A hidrogéntekológiai területek szerint nincs nagy kontraszt az eddigiekhez képest, a hidrogéntárolás, tüzelőanyag-cellák, előállítás és az ipari felhasználás a legjellemzőbb témakörök, amikkel a szervezeti egységek foglalkoznak.

A laborinfrastruktúra tekintetében a 7 válaszadóból 3 intézmény rendelkezik olyan laborral, ahol hidrogéntekológiával foglalkoznak. Ezek a laborok:

- SZTE Greennovation Center:
 - Elektrolizáló laboratóriumok
 - Energetikai Innovációs Tesztállomás
- Neumann János Egyetem:
 - Hidrogén labor
- Óbudai Egyetem:
 - Hidrogénenergetika labor

A laborok kompetenciái tekintetében a legtöbbben üzemanyag-cellákkal és előállítási technológiákkal, illetve hidrogénbiztonsággal foglalkoznak, egy labor van felkészülve a hidrogéntárolással kapcsolatos kutatásokra. A laborokban jellemzően néhány fő dolgozik.

22. táblázat: Hidrogéntechnológiai laborok kompetenciái

Labor kompetenciák	Darabszám	Megoszlás
Tüzelőanyag-cellák	2	67%
Hidrogén előállítási technológiák	2	67%
Hidrogén tárolás	1	33%
Hidrogénbiztonság	2	67%

A kérdőívben tettünk fel kérdést arra vonatkozóan is, hogy terveznek-e a válaszadók ilyen labort létrehozni. Az eredmény szerint 7 intézményből 4 intézmény tervez hidrogéntechnológiai labort létrehozni. Ezek a lenti táblázatban láthatók.

23. táblázat: Tervezett hidrogéntechnológiai laborok

Labor megnevezése	Szervezeti egység
Hidrogénes közetvizsgáló labor	Miskolci Egyetem Bányászat és Energia Intézet
Hallgatói laboratórium az Energiatárolás Gyakorlat kurzus kiszolgálására	SZTE TTIK Kémia Intézet
Belsőégésű motor fékpadjaink hidrogénüzemre történő bővítésének és/vagy tüzelőanyagcella tesztpad kiépítésének lehetősége több alkalommal felvetődött már, de biztonságtechnikai kérdések és forrás hiányában eddig ezek még nem történtek meg.	Járműhajtás Technológia Tanszék
Hidrogén labor	Hidrogéntechnológiai Tudásközpont

A tervezett laborok kompetenciái szorosan kapcsolódnak az eddigi válaszokhoz, a legtöbben a hidrogéntárolást és a tüzelőanyag-cellákat jelölték meg. A hidrogénbiztonsággal szintén a megkérdezettek fele tervez foglalkozni. A hidrogén felhasználása belsőégésű motorokban szintén egy olyan terület, amelyre a válaszadók labort kívánnak létrehozni.

24. táblázat: Tervezett hidrogéntechnológiai laborok kompetenciái

Labor kompetenciák	Darabszám	Megoszlás
Tüzelőanyag-cellák	3	75%
Hidrogén előállítási technológiák	1	25%
Hidrogén tárolás	3	75%
Hidrogénbiztonság	2	50%
Hidrogén gázhálózatok	1	25%
Egyéb	1	25%

6.2 Hidrogéntechnológia oktatási vonatkozású jelenlegi vagy tervezett együttműködések

A kérdőív megvizsgálta a magyarországi felsőoktatási intézmények hidrogéntechnológia területén folytatott együttműködéseit különböző szereplőkkel. Az együttműködésekre vonatkozó információk begyűjtésével a célunk az volt, hogy feltérképezzük a hidrogéntechnológia kutatás és fejlesztésének jelenlegi helyzetét és az együttműködések szintjét Magyarországon.

A vizsgálatunk három fő együttműködési területre összpontosított:

- ***Iparvállalatokkal való együttműködések:*** Ezen elemzés arra irányult, hogy milyen mértékben és formában működnek együtt a magyarországi felsőoktatási intézmények az iparvállalatokkal a hidrogéntechnológia terén. Ez az együttműködés lehet közvetlen kutatási projektekben, közös fejlesztésekben, technológiai átadásban vagy gyakornoki programokban.
- ***Felső- illetve középfokú oktatási intézményekkel való együttműködések:*** Megvizsgáltuk, hogy a magyarországi oktatási intézmények hogyan működnek együtt a hidrogéntechnológia terén. Ez a kooperáció lehet tudástranszfer, közös kutatási projektek, vagy akár egyéb oktatási kezdeményezések, amelyek segíthetik a tudás és az innováció terjedését az érintett intézmények között.
- ***Kutatóhelyekkel való együttműködések:*** Feltérképeztük, hogy a magyarországi felsőoktatási intézmények milyen mértékben dolgoznak együtt kutatóhelyekkel (pl. kutatóintézetek, laboratóriumok stb.) a hidrogéntechnológia terén. Ez lehetőséget nyújthat az egyetemeknek és főiskoláknak, hogy bevonják a kutatóközösséget és a hallgatókat is a kutatásba és fejlesztésbe, valamint segítheti a hidrogéntechnológia iránti érdeklődés és tudatosság növelését a hallgatók körében.

A kérdőív eredményei és az összegyűjtött adatok segítenek feltérképezni a magyarországi felsőoktatási intézmények hidrogéntechnológia terén folytatott együttműködéseinek erősségeit és gyengeségeit és az eredményeket felhasználhatják a jövőbeli stratégiai döntések meghozatalához. Például az eredmények alapján lehetőség nyílna a kooperációk

erősítésére, a szükséges kapcsolatok kialakítására vagy a kutatási területek kiemelésére a további fejlődés érdekében.

6.2.1 Iparvállalatokkal létesített hidrogéntechnológiához kapcsolódó jelenlegi, illetve tervezett együttműködések

A kérdőívben vizsgáltuk, hogy a felsőoktatási intézményeknek hidrogéntechnológiához kötődően hány, illetve milyen jellegű együttműködések vannak iparvállalatokkal.

A válaszadó felsőoktatási intézmények 43%-ának (3 intézmény) van iparvállalattal együttműködése a hidrogéntechnológia terén, ezek közül két intézmény kifejezetten nagy hangsúlyt fektet a témában az együttműködésre, ugyanis több iparvállalattal több vonalon is fenntart kapcsolatot.

Ezen vállalatok, mint a Bükkábrányi Fotovoltaikus Erőmű Kft, a HUMDA ZRt, a ThalesNano Zrt, a GanzAir Kft, a Petrolterv Kft, MVM/MFGT Zrt, illetve a MOL Nyrt Magyarországon mind meghatározó szerepet töltenek be a hidrogéntechnológiában.

25. táblázat: Iparvállalatokkal létesített hidrogéntechnológiához kapcsolódó együttműködések megoszlása

Válasz	Darabszám	Megoszlás
van	3	43%
nincs	4	57%
Hány vállalattal van együttműködése?	Darabszám	Megoszlás
5	2	67%
1	1	33%

Ez a jelentős százalék azt sugallja, hogy az intézmények nyitottak az ipar szereplőivel való partnerségekre, és valószínűleg igyekeznek olyan kutatási és fejlesztési projekteket létrehozni, amelyek valós igényekre válaszolnak.

A kérdőív eredményei alapján az együttműködések jellemzően KFI együttműködések, illetve pályázati együttműködések, de egyetemi szolgáltatás igénybevétele is nagy hangsúlyt kap.



9. ábra: A egyetem-iparvállalat együttműködések formái

Figyelemreméltók a szakmai gyakorlat keretén belüli együttműködések is, ahogy a 9. ábra is szemlélteti.

A KFI együttműködések (Kutatás-Fejlesztési-Innovációs együttműködések) és a pályázati együttműködések szintén fontosak, mivel ezek lehetővé teszik, hogy a felsőoktatási intézmények kapcsolatokat építsenek ki iparvállalatokkal, és a piaci igényeket kielégítő valós ipari problémák megoldására törekedjenek. Ez segítheti az egyetemeket és főiskolákat abban, hogy nagyobb volumenű projektekbe fogjanak, amelyeknek eredményei hozzájárulhatnak a hidrogentechnológia területén történő fejlődéshez.

Az egyetemi szolgáltatások igénybevétele is jelentős. Ez az együttműködési forma az iparvállalatok számára lehetővé teszi, hogy a felsőoktatási intézmények kutatói és szakértői segítséget nyújtsanak konkrét problémák megoldásához vagy speciális tudás és technológia eléréséhez. Ez a típusú együttműködés kölcsönösen előnyös lehet mind az intézményeknek, mind a vállalatoknak egyaránt.

A szakmai gyakorlat keretén belüli együttműködések kiemelkedő jelentőséggel bírnak, mert ezek a diákok és hallgatók bevonását jelentik a valós ipari feladatok megoldásába. Ez a tapasztalat lehetővé teszi a hallgatók számára, hogy valós projekteken dolgozzanak és kapcsolatot teremtsenek az ipari partnerekkel. A diákok számára a szakmai gyakorlat egyedülálló lehetőséget nyújthat a szakmai fejlődésre és az iparági kapcsolatok kiépítésére, miközben az ipar számára ez a lehetőség a munkaerőpiaci igények kielégítését segíti elő.

Összességében ezek az eredmények mutatják, hogy a magyarországi felsőoktatási intézmények aktívan részt vesznek a hidrogéntechnológia területén történő kutatásban és fejlesztésben, valamint nyitottak a partnerségekre és az ipárral való együttműködésre. Ezek az együttműködések hozzájárulhatnak az innováció előmozdításához, a gazdasági növekedéshez és az ipar fejlődéséhez Magyarországon.

26. táblázat: Hidrogéntechnológia területén ipari együttműködést tervező felsőoktatási intézmények száma

Ipari együttműködést tervez	Intézmények száma	Megoszlás
igen	5	71%
nem	2	29%

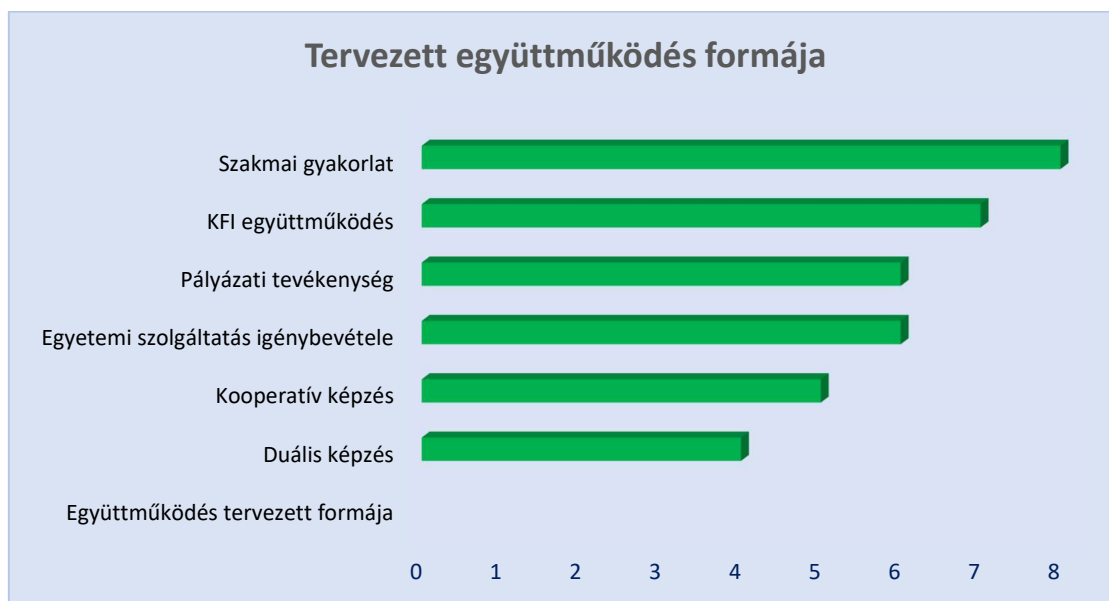
27. táblázat: Felsőoktatási intézmények által hidrogéntechnológia területén tervezett együttműködések száma

Tervezett együttműködések száma	Intézmények száma	Megoszlás
1	3	60%
2	1	20%
5	1	20%

28. táblázat: Felsőoktatási intézmények által hidrogéntechnológia területén tervezett együttműködések várható indulása

Együttműködés várható indulása	Tervezett együttműködések száma	Megoszlás
1 éven belül	8	80%
2 éven belül	2	20%

A jövőbeni együttműködésekkel szemben a kérdőív eredményei alapján azt tapasztaltuk, hogy a válaszadó felsőoktatási intézmények jelentős együttműködést terveznek iparvállalatokkal. A 7 válaszadó intézmény közül 5 tervez a jövőben hidrogéntechnológiával kapcsolatban együttműködést kialakítani; három intézmény legalább egy, egy intézmény legalább kettő, és további egy intézmény legalább öt együttműködést tervez létesíteni. Az együttműködések 80%-át egy éven belül tervezik indítani, de a több együttműködés is két éven belül elindulhat. (26-28. táblázatok).



10. ábra: A tervezett együttműködések formája

Az együttműködési formák között előtérbe kerül a szakmai gyakorlat, de a KFI együttműködések, illetve pályázati együttműködések is nagy hangsúlyt kapnak (10. ábra). Az egyetemi szolgáltatás igénybevétele is fontos szerepet kap, illetve az együttműködések között megjelennek a duális képzések és a kooperatív képzések is.

6.2.2 Hazai vagy külföldi felsőoktatási intézménnyel hidrogéntechnológiához kapcsolódó jelenlegi, illetve tervezett együttműködések

A kérdőívben vizsgáltuk, hogy a felsőoktatási intézményeknek hidrogéntechnológiához kötődően hány, illetve milyen jellegű együttműködések vannak egyéb hazai vagy külföldi felsőoktatási intézménnyel.

A válaszadó felsőoktatási intézmények mindössze 29%-ának (2 intézmény) van másik felsőoktatási intézménnyel együttműködése a hidrogéntechnológia terén. Ezek közül az egyik intézmény a Megújuló Energiák Nemzeti Laboratórium keretein belül további két intézménnyel tart fent kapcsolatot, míg a másik intézménynek egy élő kapcsolata van.

Az együttműködések jellemzően nem csak az oktatás területére szorítkoznak: Fontos együttműködések vannak a pályázati tevékenységekben és a KFI munkákban is. Figyelemreméltó, hogy az intézmények közös infrastruktúrát is fenntartanak, ami hatékonyabb erőforrás gazdálkodást tesz lehetővé.

29. táblázat: Hazai vagy külföldi felsőoktatási intézménnyel létesített hidrogéntechnológiához kapcsolódó együttműködések megoszlása

Felsőoktatási intézménnyel együttműködése van	Élő együttműködések száma	Megoszlás
Van	2	29%
nincs	5	71%

Együttműködések száma	Felsőoktatási intézmények száma	Együttműködés kezdete	Megoszlás
1	1	2021	50%
2	1	2022	50%

A pályázati tevékenységek és a KFI munkák terén való együttműködés fontos terület, mivel ezek a tevékenységek hozzájárulhatnak az innovációhoz és az új hidrogéntechnológiai

megoldások kifejlesztéséhez. Az ilyen típusú együttműködés lehetőséget teremt az intézmények számára, hogy közös erőfeszítéssel nagyobb hatást érjenek el, mint az egyedüli erőfeszítésekkel.

30. táblázat: A felsőoktatási intézmények közötti együttműködések formái

Együttműködés formája	Darabszám	Megoszlás
Közös képzés	2	67%
Pályázati tevékenység	2	67%
KFI együttműködés	2	67%
Egyetemi szolgáltatás igénybevétele	2	67%
Közös infrastruktúra	2	67%

A közös infrastruktúra fenntartása az együttműködő intézmények között további előnyöket biztosíthat az erőforrások hatékonyabb kihasználása és a költségek csökkentése révén. Ez lehetővé teszi, hogy nagyobb projekteket valósítsanak meg, amelyek egyik intézmény egyedül nem lenne lehetséges.

Összességében, az együttműködéseknek és az infrastruktúra megosztásnak köszönhetően ezek az intézmények hatékonyabban és eredményesebben dolgozhatnak együtt a hidrogéntechnológia terén, ami elősegítheti az innovációt és hozzájárulhat a technológia fejlődéséhez.

Az együttműködő felsőoktatási intézmények a jelenlegi kapcsolataikat fent kívánják tartani, illetve a jövőben a témában a kapcsolataikat bővíteni szeretnék. (31. táblázat)

A jövőbeni együttműködésekkel illetően a kérdőív eredményei alapján azt tapasztaltuk, hogy a válaszadó felsőoktatási intézmények nem terveznek további intézményekkel együttműködést.

31. táblázat: Hazai vagy külföldi felsőoktatási intézménnyel létesített hidrogéntechnológiához kapcsolódó együttműködések megoszlása

Jövőbeni célok	Együttműködések száma
Jelenlegi együttműködés fenntartása	3
Új együttműködési formák beindítása	2

A 7 válaszadó intézmény közül továbbra is 2 intézmény tervez a jövőben hidrogéntechnológiával kapcsolatban együttműködést kialakítani; 5 intézmény nem tartja a téma tekintetében ezen együttműködési formát előre mutatónak.

32. táblázat: Hidrogéntechnológia területén együttműködést tervező felsőoktatási intézmények száma

Felsőoktatási intézménnyel együttműködést tervez	Darabszám	Megoszlás
Igen	2	29%
Nem	5	71%

Figyelemreméltó azonban, hogy az együttműködő intézmények további együttműködések indítását tervezik: 2 együttműködést 1 éven, 1 együttműködést 2 éven belül indítanak. (32-34. táblázatok).

33. táblázat: Felsőoktatási intézmények közötti hidrogéntechnológia területén tervezett együttműködések száma

Tervezett együttműködések száma	Felsőoktatási intézmény száma	Megoszlás
1	1	50%
2	1	50%

34. táblázat: Felsőoktatási intézmények által hidrogéntechnológia területén tervezett együttműködések várható indulása

Együttműködés várható indulása	Tervezett együttműködések száma
1 éven belül	2
2 éven belül	1

35. táblázat: A felsőoktatási intézmények közötti együttműködések tervezett formái

Együttműködés tervezett formája	Tervezett együttműködések száma
Közös képzés	1
Pályázati tevékenység	2
KFI együttműködés	2

A tervezett együttműködések	Tervezett együttműködések száma
Szakirányú továbbképzési szakok	1
Hidrogéntárolás (kutatás)	2

Az együttműködési formák között előtérbe kerülnek a KFI együttműködések és a pályázati együttműködések, de a közös képzés indítása is szerepet kap. Az együttműködések képzés terén a szakirányú továbbképzési szakok indítására szorítkoznak, míg a KFI, illetve pályázati tevékenységek tekintetében a hidrogéntárolás kapja a főszerepet. (35. táblázat)

6.3 Hidrogéntechnológiához kötődő futó pályázatok, illetve KFI tevékenységek

Tervezett, illetve futó hidrogéntechnológia vonatkozású KFI projektek azonosítása, témaköreinek meghatározása.

A kérdőívben vizsgáltuk, hogy a felsőoktatási intézményeknek hidrogéntechnológiához kötődően hány, illetve milyen jellegű pályázati tevékenységei, illetve KFI együttműködései vannak.

A válaszadó felsőoktatási intézmények mintegy 71%-ának (5 intézmény) van hidrogéntechnológia témakörben összesen tíz darab pályázata, illetve KFI tevékenysége.

A válaszadók közül két intézménynek intézményenként három darab, egy intézménynek két darab és további két intézménynek egy-egy darab pályázata van. Figyelemreméltó a Megújuló Energiák Nemzeti Laboratórium, amelynek keretén belül négy hidrogéntechnológia témájú pályázat is fut.

36. táblázat: Azon felsőoktatási intézmények száma, amelyeknek van hidrogéntechnológia területén futó pályázata

Hidrogéntechnológia témájú pályázata van/nincs	Intézmények száma	Megoszlás
Van	5	71%
Nincs	2	29%

37. táblázat: A hidrogéntechnológia témájú pályázatok megoszlása a felsőoktatási intézmények között

Futó pályázatok száma	Intézmények száma	Összes pályázat
1	2	2
2	1	2
3	2	6

38. táblázat: A hidrogéntechnológia témájú pályázatok indulásának éve

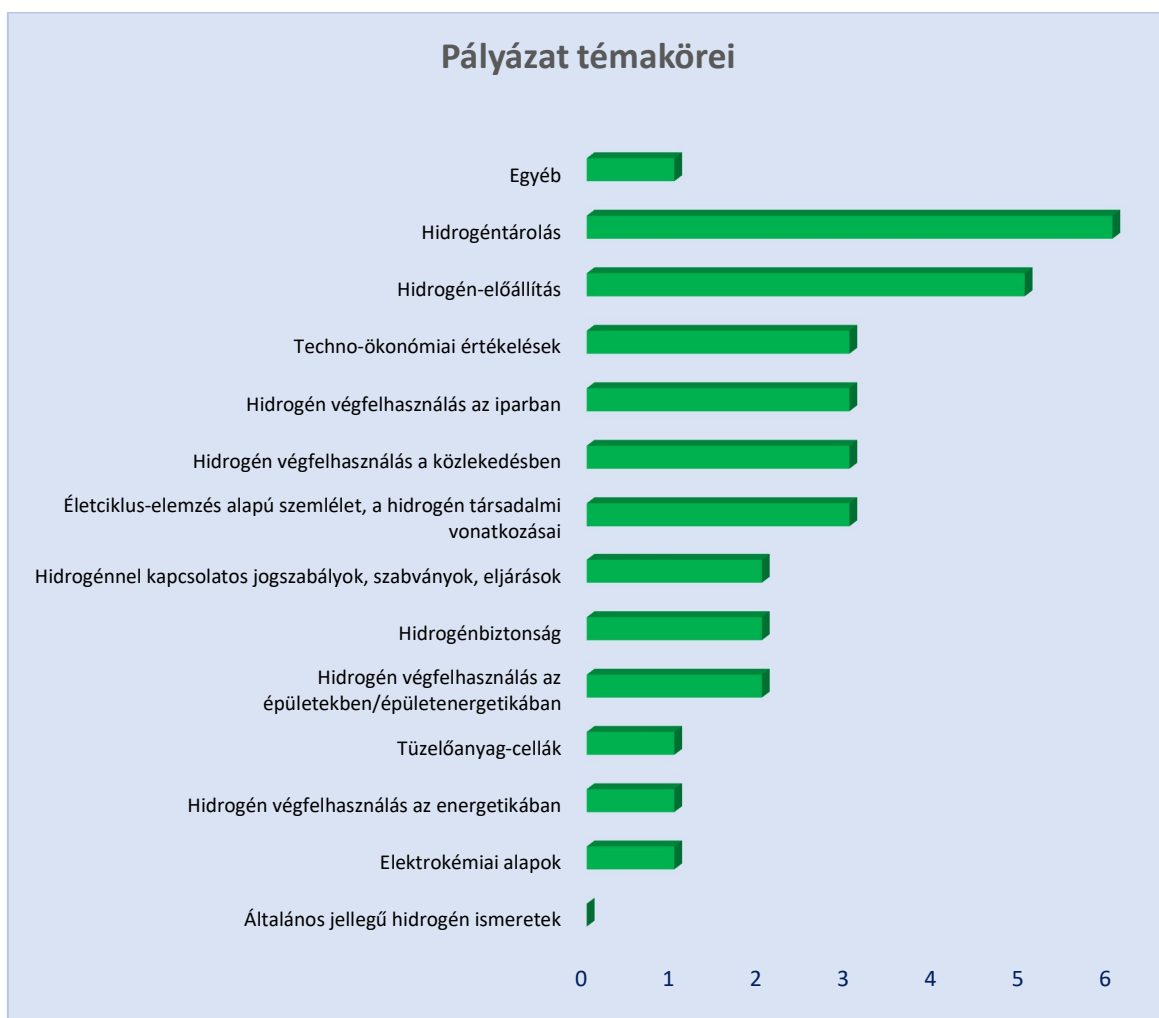
Indulás éve	Darabszám	Megoszlás
2023	2	20%
2022	6	60%

2020	2	20%
------	---	-----

A hidrogéntechnológia témájú futó pályázatok jellemzően újak: 2020-ban kettő, 2022-ben hat, míg 2023-ban szintén két pályázat indult a témakörben. A pályázatok témaköreit a 39-es táblázat és a 11-es ábra foglalja össze.

39. táblázat: A hidrogéntechnológia témájú futó pályázatok a felsőoktatásban

Pályázat címe	Pályázatok száma
Megújuló Energiák Nemzeti Laboratórium	4
Nincs adat	1
Hidrogén energiaforrásként történő alkalmazása és széndioxid megkötésének kísérleti alkalmazása	1
FLUMEN projekt - A hidrogén bekeverését lehetővé tevő fejlesztések a földgázszállító rendszeren	1
Szintetikus Üzemanyagok Előállítása és Validálása Nagyvállalati-Egyetemi együttműködésben	1
Innovatív módszerek a természeti erőforrások fenntartható hasznosításában Felszín alatti hidrogéntárolás rezervoármechanikai vizsgálata	1
A bükkábrányi naperőmű megújuló áramtermelését hasznosító innovatív energiatároló technológia fejlesztése	1



11. ábra: A jelenleg futó pályázatok főbb témakörei

Láthatjuk, hogy egy-egy pályázat több témakört is érint: A témakörök közül a hidrogéntárolás kapja legnagyobb figyelmet, de a tárolás mellett a hidrogén előállítása is nagy figyelmet kap. Hangsúlyosak még a közlekedési, ipari végfelhasználási, illetve techno-ökonómiai fókuszpontok. Láthatjuk továbbá, hogy a tüzelőanyagcellák, illetve az energetikai végfelhasználás kissé háttérbe szorul. Megjelenik még a hidrogén földgázhálózatba keverésének lehetőségei és következményei is, mint fontos kutatási terület.

A jövőbeni elképzeléseket illetően a kérdőív eredményei alapján azt tapasztaltuk, hogy a válaszadó felsőoktatási intézmények a továbbiakban is erősíteni kívánják hidrogentechnológia területén a kompetenciáikat. A 7 válaszadó intézmény közül továbbra

is 5 intézmény tervez a jövőben hidrogéntechnológia témakörben összesen nyolc darab pályázatot benyújtani, illetve KFI tevékenységet indítani. A válaszadók közül egy intézmény összesen három darab, további egy intézmény összesen két darab és további három intézmény egy-egy pályázat benyújtását tervezi az elkövetkező két éven belül. Fontos kiemelni, hogy a válaszadók 38%-a egy éven belül tervezi a pályázatok indítását.

40. táblázat: Azon felsőoktatási intézmények száma, amelyeknek van hidrogéntechnológia területén pályázatot terveznek

Hidrogéntechnológia témájú pályázatot tervez	Intézmények száma	Megoszlás
Igen	5	71%
Nem	2	29%

41. táblázat: A hidrogéntechnológia témájú pályázatok megoszlása a felsőoktatási intézmények között

Tervezett pályázatok száma	Intézmények száma	Összes darabszám
1	3	3
2	1	2
3	1	3

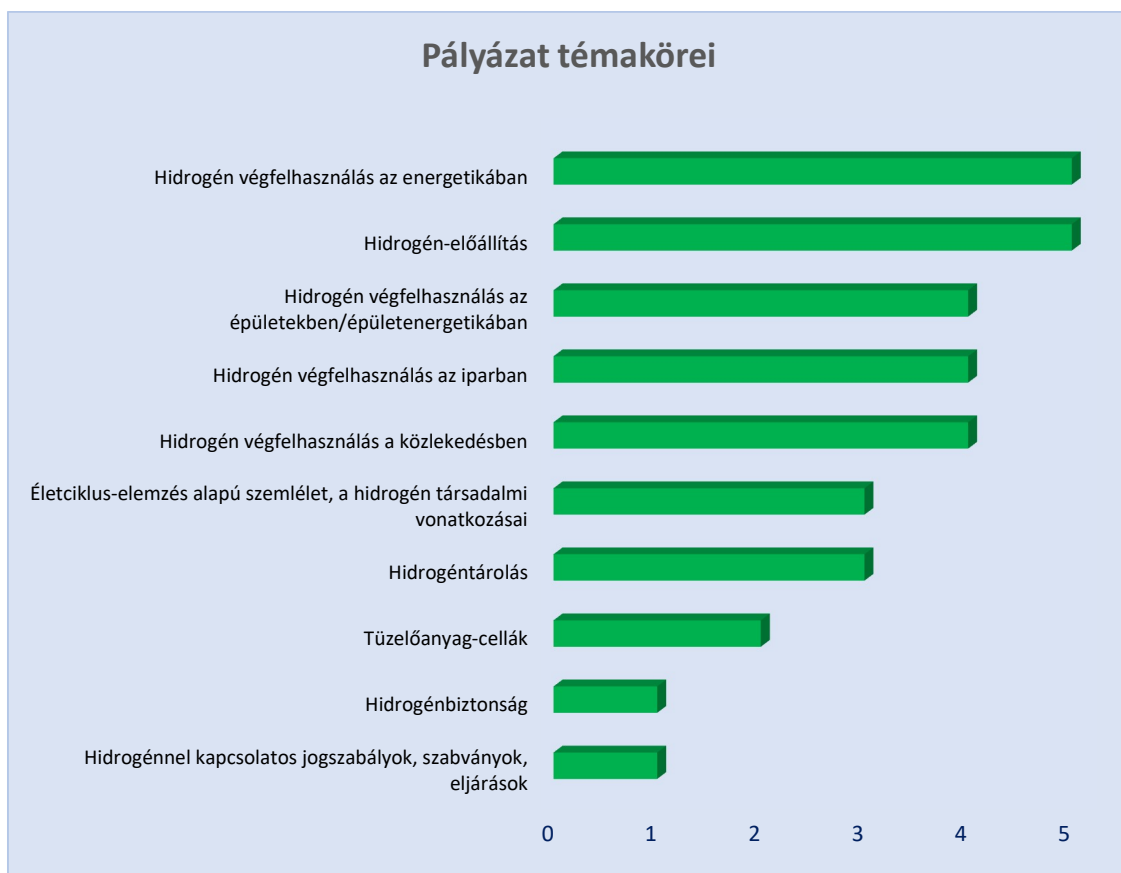
42. táblázat: A hidrogéntechnológia témájú pályázatok indulásának várható éve

Tervezett indulás	Pályázatok száma	Megoszlás
1 éven belül	3	38%
2 éven belül	5	63%

Láthatjuk, hogy a tervezett pályázat több témakört is érintenek: A tervezett témakörök közül a hidrogén energetikai célú felhasználása, illetve a hidrogén előállítása kapja a legnagyobb figyelmet. Hangsúlyosak még a közlekedési és ipari végfelhasználási fókuszpontok is.

Láthatjuk továbbá, hogy a tüzelőanyagcellák, illetve az energetikai végfelhasználás kissé háttérbe szorul. A hidrogénbiztonság és a hidrogénnel kapcsolatos jogszabályok témakörök a jövőben kissé háttérbe szorulnak.

Ami a válaszokból kitűnik, hogy a jövőben jellemzően nagyobb összegű pályázati források igénybevételét tervezik az intézmények. A tervezett nyolc pályázatból hét pályázat 100-500M Ft összeget kíván igénybe venni, míg egy pályázat tervezett költségvetése 100M Ft alatti.



12. ábra: A tervezett pályázatok főbb témakörei

43. táblázat: A pályázatokkal megcélzott támogatási összegek

Megcélzott támogatási összeg	Darabszám	Megoszlás
100 mFt alatt	1	13%

100 – 500 mFt között	7	88%
----------------------	---	-----

A kérdőívben vizsgáltuk, hogy a felsőoktatási intézményeknek melyek azok a tématerületei, amelyekben piacképes szakmai tudásra tettek szert. Az elsősorban a pályázati, illetve KFI (Kutatási, Fejlesztési és Innovációs) tevékenységeken keresztül szerzett szakmai tapasztalatok széleskörűek lehetnek. Ezek a kompetenciák a tanulmányi programok és projektek során megszerzett tudásokon, képességeken és tapasztalatokon alapulnak.

Fontos megjegyezni, hogy a konkrét kompetenciák és a felsőoktatási intézményekben folyó projektek függhetnek az adott intézmény profiljától és specializációjától. A kérdőív segítségével pontosabb képet kaptunk arról, hogy milyen mértékben és mely területeken szereztek a kutatók és ez által az intézmények piacképes szakmai gyakorlatot.

Ezen kompetenciákat az alábbiakban foglaltuk össze:

- Hidrogén és a földgázrendszer kapcsolata
- Hidrogén tárolás föld alatti közegben
- Hidrogénes közegben történő anyagvizsgálatok
- Földgáz és hidrogén kereskedelem
- Hidrogénes földgázok tüzeléstechnikai vizsgálata
- Elektrokémia, H₂ előállítás, rendszerintegráció
- Hidrogéntárolás, hidrogén a mobilitásban
- Labor és oktatási tapasztalat, járműelektronika, IoT, beágyazott rendszerek, PLC, energetika

7. Középfokú oktatási intézmények kompetenciafelmérése a hidrogéntechnológia területén

A 7 megkérdezett közép fokú oktatási intézmény közül 5 intézmény töltötte ki a kérdőívet, ami 71%-os kitöltöttségnek felel meg.



13. ábra: Kérdőív kitöltöttségi adatok és a technológia iránti elköteleződések a középiskolákban

Az eredményekből láthatjuk, hogy a középiskolák több, mint fele már foglalkozik a hidrogéntechnológiával, ugyanis a kérdőívet kitöltő intézmények mintegy 60%-a rendelkezik hidrogéntechnológiához kapcsolódó tantárggyal vagy képzéssel. A válaszadó intézményekből egy intézmény összesen egy darab tantárggyal, illetve tananyagelemmel rendelkezik, míg két intézmény esetén két-két tantárgy tartalmaz hidrogéntechnológiához kapcsolódó témaköröket (44. táblázat).

44. táblázat: A hidrogéntechnológiát tartalmazó tantárgyak megoszlása az intézményekben

Hány darab tananyagelemmel rendelkezik az intézmény?	Középiskolák száma darabszám	Összesen
1	1	1
2	2	4

A tantárgyak hidrogéntechnológiában részesedése azonban nem túl jelentős: mindössze egy tárgy esetén mutat 60% feletti részesedési arányt, két tantárgy esetén ez a részesedési arány 11-40% közötti, míg két tárgy esetén 10% alatti (45. táblázat).

Mindennek ellenére ezek az eredmények ígéretesnek bizonyulnak, mivel azt mutatják, hogy a felsőoktatási intézmények mellett már a közoktatásban is felismerték a hidrogéntechnológia fontosságát és potenciálját a fenntartható energiaellátás és a zöld technológiák terén. Ez elősegítheti a hidrogén energia szélesebb körű elfogadását és alkalmazását a jövőben, valamint felkészítheti a következő generációt a megfelelő szerepvállalásra.

45. táblázat: A hidrogéntechnológia részesedése az egyes tantárgyakban

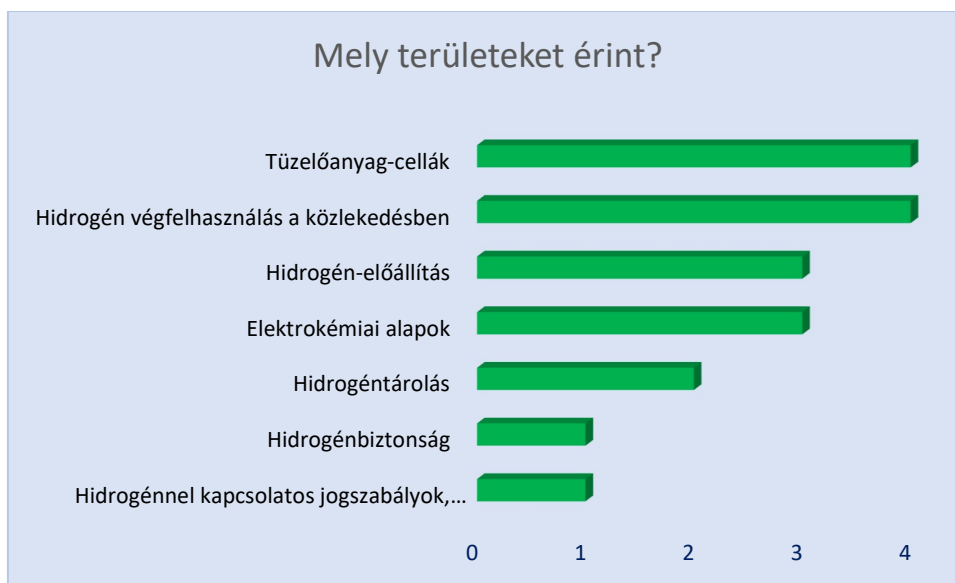
Milyen mértékben kapcsolódik a hidrogén-technológiához?	Darabszám	Megoszlás
10% alatt	2	40%
11 - 40%	2	40%
61% felett	1	20%

Meg kell azonban említeni, hogy a témakörök jellemzően közlekedést érintik, ami a technológiában rejlő lehetőségeket lekorlátozzák. A kitöltő intézmények az alábbi tantárgyakat nevesítették:

- Alternatív gépjárműhajtások
- Tüzelőanyag cellás modell autó
- Hajtóanyagok és energiatárolók (2 darab)
- Hibrid és elektromos járműhajtás

Ezekben a tantárgyakban a legnagyobb hangsúlyt a tüzelőanyagcellák és a közlekedési célú végfelhasználás kapják, de fontos szerepet kap a hidrogénelőállítás és az elektrokémiai alapok is. Ahogy az 14. ábrán is láthatjuk, a hidrogénbiztonság és a vonatkozó jogi ismeretek egyelőre háttérbe szorulnak.

A jövőt illetően a kérdőívet kitöltők közül újabb intézmény nem tervezi a hidrogéntechnológia bevezetését a közoktatásba.



14. ábra: A tantárgyakkal érintett témakörök a középiskolai felmérésben

A válaszadó intézményekből egy intézmény összesen két darab tantárgy, illetve tananyagelem, míg két intézmény esetén egy-egy hidrogéntechnológia témájú tantárgy vagy tananyagelem bevezetését tervezik. (47. táblázat).

46. táblázat: A hidrogéntechnológia oktatásba vezetését tervező közép fokú intézmények megoszlása

Hidrogéntechnológia oktatásba integrálását tervezi	Középiskolák száma	Megoszlás
Igen	3	60%
Nem	2	40%

A tantárgyak hidrogéntechnológiában részesedése a jelenlegihez képest sokkal jelentősebb: Egy új tárgy esetén 60% feletti részesedési arányt mutat, míg három tantárgy esetén ez a részesedési arány 11-40% közötti lesz. (48. táblázat).

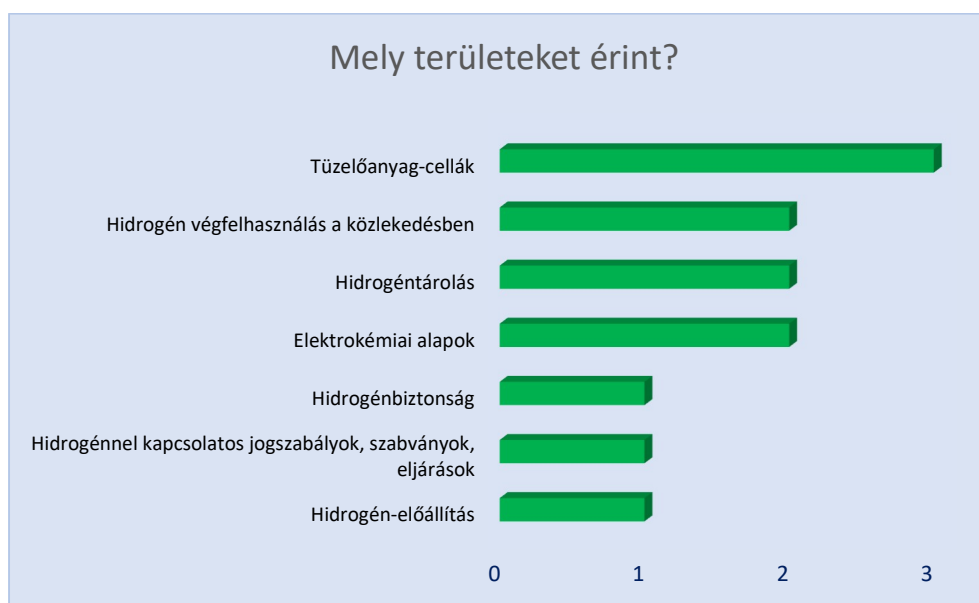
47. táblázat: A hidrogéntechnológiát tartalmazó tantárgyak megoszlása a közép fokú intézményekben

Hány ilyen tárgyat tervez?	Középiskolák száma	Összesen
----------------------------	--------------------	----------

1	2	2
2	1	2

48. táblázat: A hidrogéntechnológia várható részesedése az egyes tantárgyakban

Milyen mértékben kapcsolódik a hidrogén-technológiához?	Darabszám	Megoszlás
11 - 40%	3	75%
61% felett	1	25%



15. ábra: A tantárgyakkal érinteni tervezett témakörök

A tantárgyak viszont jellemzően továbbra is csak a közlekedést érintik, amivel a technológiában rejlő lehetőségeket továbbra is lekorlátozzák.

A kitöltő intézmények az alábbi tantárgyakat nevesítették:

- Hidrogénhajtás a járműtechnikában
- Hidrogénüzemű gépjárművek

Ezekben a tantárgyakban a legnagyobb hangsúlyt a tüzelőanyagcellák és a közlekedési célú végfelhasználás kapják, de fontos szerepet kap a hidrogéntárolás mellett az elektrokémiai alapok is. Ahogy az 15. ábrán is láthatjuk, a hidrogénbiztonság és a vonatkozó jogi ismeretek egyelőre háttérbe szorulnak. *A jövőt illetően fontosnak találjuk az ismeretanyagok kibővítését és egyéb szakmákba ültetését is.*

Figyelemreméltó adat, hogy az intézmények a tantárgyakat az ipar várható igényeihez gyorsan igazodva már 2 éven belül (75%) indítani tervezik.

49. táblázat: A képzési formák, amelyekben a hidrogéntechnológia témájú tantárgyak, illetve tananyagelemek megjelennek

Milyen képzési formában tervezi a képzést?	Középiskolák száma	Megoszlás
Technikus képzés	2	50%
Okleveles technikus képzés	1	25%
Felnőttképzés	2	50%

A tantárgyak jellemzően a technikusképzésben jelennek meg, de az okleveles technikus képzésben és a felnőttképzésben is helyet kapnak (49. és 50. táblázatok).

50. táblázat: A hidrogéntechnológia témájú tantárgyak indulásának várható éve

Indítás tervezett dátuma	Tantárgy száma	Megoszlás
2 éven belül	3	75%
2 éven túl	1	25%

A kérdőívben arra is kíváncsiak voltunk, milyen ipari együttműködéssel rendelkeznek a középfokú oktatási intézmények. Eszerint a megkérdezett középiskolák közül mindössze 1 intézmény rendelkezik ilyen vállalati, élő kapcsolattal, ők a Toyota Central Europe céggel tartják fenn az együttműködést.

51. táblázat: Középfokú oktatási intézmények vállalati kapcsolatai

Van-e vállalattal hidrogéntechnológiával kapcsolatos együttműködése?	Darabszám	Megoszlás
Van	1	20%
Nincs	4	80%

Érdekes eredmény, hogy a válaszadók egyike sem rendelkezik együttműködéssel felsőoktatási intézménnyel, azonban 40% tervezi a jövőben ezt. Két intézménynek két éven belüli, 1 intézménynek két éven túli terveiben szerepel az együttműködések beindítása. Az együttműködés formája 1 esetben okleveles technikus képzés, 3 esetben népszerűsítő és pályaaorientációs programok közös szervezése.



16. ábra: Középfokú intézmények oktatóinak száma területenként

Az oktatók számát tekintve több intézmény 2-3 fős állománnyal rendelkezik a hidrogéntechnológia több területén, mint például tüzelőanyag-cellák, elektrokémiai alapok, hidrogéntárolás, általános jellegű hidrogén ismeretek és végfelhasználás a közlekedésben.

A legkevésbé hidrogénbiztonsággal és jogszabályi ismeretekkel rendelkező oktatók vannak az intézmények állományában.

8. Összefoglalás

A hidrogén, illetve hidrogéntechnológia egyre növekvő népszerűségnek örvend és a kutatás, fejlesztés, valamint a gyakorlati alkalmazás területén is komoly előre lépéseket tapasztalhatunk. Ezt bizonyítják az alábbi eredmények is, amelyeket a hidrogéntechnológia témájában végzett felmérések eredményeivel szemléltetünk.

A felsőoktatási intézmények körében végzett felmérések eredményei azt mutatják, hogy a válaszadók közel 63%-ának van valamilyen hidrogéntechnológiához kapcsolódó oktatási vagy kutatási projektje. Ezek az adatok ígéretesek, mivel azt mutatják, hogy a felsőoktatási intézmények felismerték a hidrogéntechnológia fontosságát és potenciálját a fenntartható energiaellátás és a zöld technológiák terén.

Az eredmények továbbá azt mutatják, hogy a felsőoktatási válaszadók 50%-a tervezi a közeljövőben hidrogéntechnológiához kapcsolódó képzést indítani, 88% pedig ehhez kötődő tantárgyat tervez indítani. Ebből egyértelműen kiolvasható, hogy a hidrogéntechnológia iránt érdeklődők száma tovább növekszik és várhatóan egyre több felsőoktatási szereplő fog bekapcsolódni a hidrogénalapú projektekbe.

A mikrotanúsítványok iránti érdeklődés is jelentős; a válaszadók 50%-a tervezi a hidrogéntechnológiával kapcsolatos mikrotanúsítvány kiállítását. Figyelemreméltó, hogy 25%-uk egy, 25%-uk két éven belül tervezi ezt.

Ami az MSC képzés indítását illeti, az adatok azt mutatják, hogy jelenleg egy felsőoktatási intézmény sem tervezi ezt a szintű képzést. Szakirányú továbbképzések a hidrogéntechnológia több területén is indulni fognak, beleértve a gázipart és a mobilitási szektort is. A válaszokból látható, hidrogéntárolás és hidrogén előállítás a leginkább gyakori témája szakirányú továbbképzéseknek. Szintén elég gyakori témakörök a hidrogénbiztonság, tüzelőanyag cellák és az elektrokémiai alapok.

A felmérésünk szerint jelenleg 7 felsőoktatási intézményben 15 tantárgy foglalkozik hidrogénnel, a tantárgyak közel fele 10% alatt tartalmaz hidrogéntechnológiai ismereteket, míg a másik felének döntő része 60% alatti arányt mutathat fel. A tantárgyak 47%-át alapképzésben indítják, 40%-át mester képzésben, míg 1-1 db tárgy szerepel szakirányú

továbbképzésben és doktori képzésben. A 15 jelenleg futó tantárgy körül 10 kötelező tárgy, 5 pedig kötelezően választható.

A tervezett képzések tekintetében a megoszlás némiképp különbözik. A megkérdezett intézmények 1 éven belül 6 tantárgy, 2 éves távlatban 5 új tantárgy indítását tervezik hidrogéntekológiában. A felmérés szerint az új tantárgyak lényegesen nagyobb arányban tartalmaznak hidrogéntekológiai ismereteket, 27%-uk 60% feletti tartalommal.

Az új tantárgyak mintegy 64%-a alapképzéshez kapcsolódik (BSc), 2-2 új tárgy szerepel csak mester (MSc) és szakirányú továbbképzés szinteken. Míg a jelenlegi képzések tárgyai főként a tüzelőanyag cellákra és a hidrogéntárolásra koncentrálnak, addig a tervezett tantárgyak fő iránya a hidrogéntárolás mellett a biztonság és az általános jellegű hidrogén ismeretek.

A mikrotanúsítványok fő témakörei szintén a hidrogéntárolással, végfelhasználással kapcsolatosak, de a tüzelőanyag-cellák a biztonsági kérdések és az életciklus elemzések is kiemelt helyet kapnak.

A felsőoktatási válaszadók közül 3-an rendelkeznek dedikáltan hidrogéntekológiával foglalkozó szervezeti egységgel, 3-an nem rendelkeznek és nem is terveznek létrehozni külön szervezeti egységet, egy intézmény pedig tervezi a létrehozását. A laborinfrastruktúra tekintetében a 7 válaszadóból 3 intézmény rendelkezik olyan laborral, ahol hidrogéntekológiával foglalkoznak, a 7-ből 4 szervezeti egység pedig tervez ilyen labort létrehozni.

A válaszadó felsőoktatási intézmények 43%-ának (3 intézmény) van iparvállalattal együttműködése a hidrogéntekológia terén. A 7 válaszadó intézmény közül 5 tervez a jövőben hidrogéntekológiával kapcsolatban együttműködést kialakítani. Az együttműködési formák között előtérbe kerül a szakmai gyakorlat, de a KFI együttműködések, illetve pályázati együttműködések is nagy hangsúlyt kapnak.

A válaszadó felsőoktatási intézmények mindössze 29%-ának (2 intézmény) van másik felsőoktatási intézménnyel együttműködése a hidrogéntekológia terén. A jövőbeni együttműködésekkel illetően a kérdőív eredményei alapján azt tapasztaltuk, hogy a válaszadó felsőoktatási intézmények nem terveznek további intézményekkel együttműködést.

A válaszadó felsőoktatási intézmények mintegy 71%-ának (5 intézmény) van hidrogéntechológia témakörben összesen tíz darab pályázata, illetve KFI tevékenysége.

A megkérdezett középiskolák több, mint fele már foglalkozik a hidrogéntechológiával, ugyanis a kérdőívet kitöltő intézmények mintegy 60%-a rendelkezik hidrogéntechológiához kapcsolódó tantárggyal vagy képzéssel. A válaszadó intézményekből egy intézmény összesen két darab tantárgy, illetve tananyagelem, míg két intézmény esetén egy-egy hidrogéntechológia témájú tantárgy vagy tananyagelem bevezetését tervezik. Az intézmények a tantárgyakat az ipar várható igényeihez gyorsan igazodva már 2 éven belül (75%) indítani tervezik. Érdekes eredmény, hogy a válaszadók egyike sem rendelkezik együttműködéssel felsőoktatási intézménnyel, azonban 40% tervezi a jövőben ezt.

Az elemzés eredményei alapján kidolgozhatók stratégiai intézkedések és javaslatok a felsőoktatás szerepének megerősítésére a hidrogénstratégia támogatására. Ezek új oktatási programok kidolgozásából, szakmai képzések és workshopok szervezéséből, kutatási projektek támogatásából, infrastrukturális fejlesztések és együttműködési hálózatok létrehozásából is állhatnak.

9. Irodalomjegyzék

- [1] Mayer Z, Mészáros V., Nagy A.: Európai Hidrogén Akadémia és egyéb hidrogénoktatási projektek, H2 - hidrogén hírlevél, Magyar Hidrogén és Tüzelőanyag-cella Egyesület, 2023/2. – június, https://www.hfc-hungary.org/H2_Hirlevel_2023_2_junius.pdf
- [2] Massachusetts Institute of Technology: Sustainable Energy honlap: <https://www.edx.org/learn/energy/massachusetts-institute-of-technology-sustainable-energy>
- [3] The Hydrogen Technology and Energy Center at MIT honlap: <https://www.hytec.mit.edu/>
- [4] Berkeley Mechanical Engineering, Energy Science and Technology honlap: <https://me.berkeley.edu/research-areas-and-major-fields/energy-science-and-technology/>
- [5] Berkeley Clean Hydrogen Laboratory honlap: <https://www.lbl.gov/research/hydrogen/>
- [6] University of California, Los Angeles, Samueli's Green Energy Systems program honlap: <https://www.meng.ucla.edu/green-energy-systems/>
- [7] Stanford news: Stanford University launches research initiative on hydrogen as a climate solution, 2022, május: <https://news.stanford.edu/2022/05/06/research-initiative-hydrogen-decarbonization/>
- [8] Hydrogen and Fuel Cell Education at California State University, Los Angeles honlap: <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc833510/m1/>
- [9] Guo Lili: Hydrogen as clean fuel gets massive fillip, <https://www.tsinghua.edu.cn/en/info/1320/11116.htm>
- [10] A brief introduction to the Chinese education system, <https://www.open.edu/openlearn/education-development/a-brief-introduction-the-chinese-education-system>
- [11] Zou Shuo: China's higher education system is world's largest, officials say, <https://www.chinadaily.com.cn/a/202012/03/WS5fc86ab2a31024ad0ba9999e.html>

-
- [12] Yu Jiahui: The World's First Direct Seawater Electrolysis for Hydrogen Production Driven by Offshore Wind Power Successfully Tested in Fujian, <https://ce.szu.edu.cn/info/1355/5893.htm>
 - [13] Government of India, Ministry of New and Renewable Energy: National Green Hydrogen Mission, https://mnre.gov.in/img/documents/uploads/file_f-1673581748609.pdf
 - [14] Indian Energy Skill Development Pvt. Ltd. (IESD) honlap: <https://iesd.in/>
 - [15] Anela Dokso: Central University of Himachal Pradesh Sets Up Green Hydrogen Research Laboratory, <https://energynews.biz/central-university-of-himachal-pradesh-sets-up-green-hydrogen-research-laboratory/>
 - [16] Summary of Japan's Hydrogen Strategy, https://www.env.go.jp/seisaku/list/ondanka_saisei/lowcarbon-h2-sc/PDF/Summary_of_Japan's_Hydrogen_Strategy.pdf
 - [17] Green Growth Strategy Through Achieving Carbon Neutrality in 2050: https://climate-laws.org/document/green-growth-strategy-through-achieving-carbon-neutrality-in-2050_1345
 - [18] Kyushu University, Department of Hydrogen Energy Systems honlap: https://www.eng.kyushu-u.ac.jp/e/g_hydrogen.html
 - [19] University of Yamanashi, Hydrogen and Fuel Cell Nanomaterials Center honlap: <https://fc-nano.yamanashi.ac.jp/english/>
 - [20] Government of Korea: Hydrogen Economy Roadmap of Korea, 2019, https://docs.wixstatic.com/ugd/45185a_551e67dca75340569e68e37eea18f28e.pdf
 - [21] Republic of Korea: Outlook on Hydrogen Economy & Roadmap, 2022, <https://icdk.dk/-/media/websites/icdk/locations-reports/seoul/outlook-on-korean-hydrogen-economy-and-roadmap.ashx>
 - [22] Az SZTE kutatói is segítik a hidrogén felhasználását a zöld gazdaságban, SZTE Heuréka Magazin: <https://u-szeged.hu/sztehirek/2020-szeptember/szte-kutato-i-is-segitik?folderID=53156&objectParentFolderId=50256>
 - [23] Szegedi Nap: Készül az ország első zöldhidrogén-termelő rendszere, benne van a Szegedi Tudományegyetem is,

- <https://www.szegedinap.hu/helyi/2023/04/21/keszul-az-orszag-elso-zoldhidrogen-termelo-rendszere-benne-van-a-szegedi-egyetem-is/>
- [24] Clean Hydrogen Joint Undertaking (2022): Fuel Cell and Hydrogen Observatory (Chapter 6) - 2022 Education & Training,
<https://www.fchobservatory.eu/sites/default/files/reports/Chapter%206%20-%20Education%20and%20Training%20-%202022%20Final.pdf>
- [25] EU A mikrotanúsítványokra vonatkozó európai megközelítés:
<https://education.ec.europa.eu/hu/education-levels/higher-education/micro-credentials>
- [26] Greennovation Center honlapja, <https://greennovation.hu/>
- [27] Hidrogéntechnológiák és Ipari IoT Tanszék honlapja: <https://kvk.uni-obuda.hu/munkatarsak/KVK-EFI-HIIT/>
- [28] Neumann János Egyetem, Hidrogéntechnológiai Tudásközpont honlapja:
<https://nje.hu/tudomany/tudaskozpontok/hidrogen-technologiai-tudaskozpont>
- [29] Magyarország Nemzeti Hidrogénstratégiája:
<https://kormany.hu/dokumentumtar/magyarorszag-nemzeti-hidrogenstrategiaja>