



HIDROGÉNTÉCHNOLÓGIÁVAL ÖSSZEFÜGGŐ KÉPZÉSI BEAVATKOZÁSI PONTOK

- az ipari és oktatási szektor képviselői körében végzett felmérés
eredményeinek összefoglalója a nemzetközi jógyakorlatok
integrálásával -

Készítette:

Hidrogén munkacsoport/hidrogéntéchnológiai iroda

Budapest, 2023.11.29.

Tartalomjegyzék

Ábrajegyzék	3
Táblázatok jegyzéke.....	4
1. Bevezetés.....	5
2. Hidrogéngazdaság fejlesztésével kapcsolatos helyzetkép az oktatásban Magyarországon.....	8
2.1 Meglévő egyetemi képzések és szakirányú továbbképzések tartalmi felmérése.....	8
2.2 Szakképzéshez kötött futó képzési tevékenységek áttekintése	16
2.3 A Nemzeti Hidrogénstratégiára alapozott kutatási és ipari együttműködési potenciál a magyar felsőoktatásban	19
2.4 Labor és eszközellátottság felmérése az oktatásban.....	24
2.5 Hazai hidrogén kapcsolódású oktatói állomány felmérése	27
2.6 A közép- és felsőoktatás szereplői által azonosított beavatkozási pontok a H-technológia oktatásában	28
3. Jó gyakorlatok feltérképezése, oktatás és kutatás az Európai Unióban	30
3.1 Az EU hidrogén stratégiája	30
3.2 Az Európai Unió RePowerEU projektje.....	31
3.3 Jelentősebb projektek az Európai Unióban	33
3.4 Európai hidrogéntechológiai oktatás, helyzetkép	34
4. Hidrogén specialista és mérnöki jogosultságok szükségességének felmérése a piaci szereplőknél	37
4.1 H-technológiához kapcsolódó jelenlegi és tervezett projekttevékenységek	37
4.2 Az ipari szereplők által azonosított prioritások – a 2022.12.13-i workshop alapján.....	40
4.3 Képzettségi igények és szintek felmérése a piaci szereplőknél	40
5. Az iparban használt és tervezett hidrogén témájú képzések, tananyagok azonosítása	52
6. Összefoglalás.....	58
7. Irodalomjegyzék.....	60

Ábrajegyzék

1. ábra: Szakirányú továbbképzések területei.....	12
2. ábra: Bsc/Msc/szakirányú továbbképzés tervezett tárgyainak területei.....	15
3. ábra: A tantárgyakkal érintett témakörök a középiskolai felmérésben	18
4. ábra: Magyarország nemzeti hidrogénstratégiájának támogató céljai [29].....	20
5. ábra: Hidrogéntechológiával foglalkozó szervezeti egységek területei.....	25
6. ábra: Középfokú intézmények oktatóinak száma területenként.....	27
7. ábra: Az oktatás szereplői által az elvégzendő feladatok tekintetében megfogalmazott sürgősség-fontosság diagram.....	28
8. ábra: Hidrogéntechológiához kapcsolódó jelenlegi és tervezett projekttevékenységek területei	39
9. ábra: Hidrogéntechológiához köthető legkiemelkedőbb jelenlegi projektek és jövőbeni projekttervek ...	39
10. ábra: Az iparági szereplők által megfogalmazott sürgősség-fontosság diagram	40
11. ábra: A jelenleg folyó, vagy tervezett hidrogéntechológiával kapcsolatos projektjéhez/tevékenységéhez szükséges kompetenciák kialakítása.....	41
12. ábra: Hidrogéntechológiához kapcsolódó képzési formák és azok időszerűsége	43
13. ábra: Előnyben részesített elméleti és gyakorlati képzési arányok	44
14. ábra: Milyen középfokú végzettségűek beiskolázását tervezik	49
15. ábra: Felsőfokú végzettségűek beiskolázásának terve.....	50
16. ábra: Az iparban használt, illetve tervezett hidrogén témájú képzések	52
17. ábra: Jelenleg futó képzések témakörei a végzettségi szintekkel	53
18. ábra: 1 éven belül tervezett képzések témakörei a végzettségi szintekkel.....	54
19. ábra: 2-3 év távlatában tervezett képzések témakörei a végzettségi szintekkel.....	55
20. ábra: Hidrogéntechológiához kapcsolódó képzési igények 2-3 év távlatában, tervezett létszámokkal ...	56
21. ábra: Hidrogéntechológiához kapcsolódó képzési igények (becsült létszám)	57

Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: H-technológiával kapcsolatos jelenlegi képzések megoszlása.....	9
2. táblázat: A H-technológiával kapcsolatos képzések/tantárgyprogramok számának megoszlása	10
3. táblázat: A H-technológiával kapcsolatos jelenlegi képzések, tantárgyak.....	11
4. táblázat: A H-technológiával kapcsolatos meghirdetett és elindított tantárgyak	13
5. táblázat: A tantárgyak kapcsolódása a hidrogéntechnológiához.....	13
6. táblázat: A tantárgyak képzési szint szerinti eloszlása	14
7. táblázat: A tantárgyak kreditszámai	14
8. táblázat: A tantárgyak típusai	14
9. táblázat: A hidrogéntechnológiát tartalmazó tantárgyak megoszlása az intézményekben.....	16
10. táblázat: A hidrogéntechnológia részesedése az egyes tantárgyakban	17
11. táblázat: A képzési formák, amelyekben a hidrogéntechnológia témájú tantárgyak, illetve tananyagelemek megjelennek	18
12. táblázat: Középfokú oktatási intézmények vállalati kapcsolatai.....	19
13. táblázat: Szervezeti egységek tevékenységei.....	25
14. táblázat: Hidrogéntechnológiai laborok kompetenciái	26
15. táblázat: Néhány kiemelt, már meglévő képzési forma hidrogéntechnológiák terén egyes európai országokban.....	36
16. táblázat: A Hidrogéntechnológiához kapcsolódó képzések időszerűsége	42
17. táblázat: A képzési formák iránti igény megoszlása.....	44
18. táblázat: Jelenleg futó duális képzések a vállalkozások és oktatási intézmények között.....	46
19. táblázat: Tervezett duális képzések a vállalkozások és oktatási intézmények között	46
20. táblázat: Jelenleg futó kooperatív képzések a vállalkozások és oktatási intézmények között	47
21. táblázat: Tervezett kooperatív képzések a vállalkozások és oktatási intézmények között.....	48

1. Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben a fenntartható energiaforrások keresése, a környezetvédelem és a klímaváltozás kihívásainak kezelése egyre inkább a globális közösség figyelmének középpontjába került. Ennek a folyamatnak egyik meghatározó eleme a hidrogéntechnológia, amely ígéretes alternatívát nyújt a hagyományos energiahordozókkal szemben.

A hidrogén jelentőségét nem csupán a zöld energiaforrások kiterjesztésének lehetőségeiben látjuk, hanem abban is, hogy képes hatékonyan támogatni a szén-dioxid kibocsátás csökkentését, valamint az energetikai szektor modernizációját. Ezáltal a hidrogén alapú technológiák hozzájárulhatnak a fenntartható fejlődés globális céljainak eléréséhez.

A hidrogéntechnológiák széleskörű alkalmazása azonban jelentős kihívásokat is felvet a szakemberek, a képzési intézmények és az ipar számára. A szükséges szakértelem és a megfelelő képzési struktúrák kiépítése elengedhetetlen az innováció és a fenntartható fejlődés terén.

Ebben a tanulmányban azokat a kritikus pontokat vizsgáljuk, amelyek meghatározóak a hidrogéntechnológiával összefüggő képzési beavatkozások tervezése és végrehajtása során. Kiemelt figyelmet szentelünk a következő területeknek:

-Hidrogéngazdaság fejlesztésével kapcsolatos helyzetkép az oktatásban Magyarországon és az EU-ban

Az Európai Unióban és Magyarországon is fokozott figyelem irányul a fenntartható energiatermelés és az alternatív üzemanyagok fejlesztése felé. A hidrogéntechnológia ebben a kontextusban kiemelt területként szerepel.

Az Európai Unió számos stratégiai tervet és kezdeményezést indított el a zöld energiára való áttérés érdekében. Az EU hidrogénstratégiája, amelyet 2020-ban jelentettek be, szintén foglalkozik az oktatás szerepével ezen a területen. Ezzel párhuzamosan Magyarországon is történtek lépések a hidrogéntechnológia oktatási szempontból történő előtérbe helyezése érdekében, amit igazol, hogy az egyetemek és kutatóintézetek is egyre hangsúlyosabban részt vesznek olyan projektjelekben, amelyek a hidrogéntechnológia fejlesztését és alkalmazását célozták.

-Hidrogén specialista és mérnöki jogosultságok szükségességének felmérése a piaci szereplőknél

A hidrogénteknológia fejlődése az energiatárolástól a közlekedésig és az ipari folyamatokig terjed, ezzel új lehetőségeket kínálva az üzleti szférának. Ezen a dinamikusan változó piacon részt vevő vállalatoknak kiemelten fontos felmérniük a hidrogén specialisták és mérnöki jogosultságok iránti igényt, hogy hatékonyan alkalmazkodhassanak az iparág fejlődéséhez és a fenntarthatósági célokhoz.

Ebben a kontextusban célunk egy átfogó felmérés készítése a hidrogénipari szereplők körében, azon készségek és jogosultságok azonosítására, amelyek elengedhetetlenek az iparágban való sikeres részvételhez. Ezen felmérés során kívánjuk feltárni a szakértői és mérnöki kompetenciák terén szerzett tapasztalatok szükségességét, hogy a vállalatok hatékonyan tudjanak válaszolni a hidrogénipar kihívásaira és lehetőségeire.

A felmérés eredményei nemcsak a hidrogénipar aktuális szükségleteit tükrözik majd, hanem segíthetnek az érintett vállalatoknak abban is, hogy tervezéseiket és szakmai fejlesztéseiket a jövőbeli igényekhez igazítsák. Ezen kutatás hozzájárulhat ahhoz, hogy a hidrogéniparban résztvevő szereplők a megfelelő szakértői és mérnöki háttérrel rendelkezzenek, és sikeresen járuljanak hozzá a fenntartható energiatermelés és felhasználás előmozdításához.

-Az iparban használt hidrogén témájú képzések, tananyagok azonosítása

Ezen kutatás során tervezzük azonosítani a legfrissebb és relevánsabb tananyagokat, amelyek lefedik a hidrogénteknológiák teljes skáláját az ipari alkalmazások területén. A kutatás eredményei segítenek az ipari vállalatoknak és szakembereknek azokat a tanfolyamokat és képzéseket kiválasztani, amelyek a leginkább illeszkednek az ő szükségleteikhez, és lehetővé teszik számukra, hogy naprakészen és hatékonyan alkalmazzák az iparban használt hidrogénteknológiákat.

A kutatás további célja az ipari szereplőkkel való együttműködés és párbeszéd kialakítása, hogy az ipar igényeire szabott és releváns képzéseket és tananyagokat lehessen kifejleszteni és kínálni. Ezen keresztül a vállalatok és szakemberek képesek lesznek folyamatosan fejleszteni szaktudásukat, és előmozdítani az iparban használt hidrogénteknológiák széleskörű elfogadását és alkalmazását.

Ezen területek áttekintése és a megfelelő beavatkozási pontok meghatározása segíthet a hidrogéntechológiával összefüggő képzési rendszerek hatékonyabbá tételében, elősegítve ezzel az innováció és a fenntartható fejlődés elérését ezen a fontos területen.

2. Hidrogéngazdaság fejlesztésével kapcsolatos helyzetkép az oktatásban Magyarországon

A hidrogéngazdaság fejlesztése az energiaipar és a fenntartható fejlődés egyik legígéretesebb területe, amely kulcsfontosságú lehet a globális szén-dioxid-kibocsátás csökkentése és a zöld energiaforrások térnyerése szempontjából. Azonban ennek a fejlődésnek és a hidrogéntechológiák széleskörű alkalmazásának meghatározó eleme mind az iparban mind pedig a képzési intézményekben jelen lévő szakértők és szakemberek megfelelő felkészítése.

Ebben a dinamikusan változó környezetben kiemelkedő fontossággal bír a megfelelő képzések elérhetősége és azok hatékonysága. A hidrogéntechológia terjedésének és fejlesztésének támogatása érdekében elengedhetetlenül fontos, hogy a szakemberek naprakész tudással rendelkezzenek.

A hidrogéngazdaság területén kínált képzések felmérése és értékelése segíthet abban, hogy a szakemberek megfelelő szintű tájékozottsággal rendelkezzenek a hidrogéntechológia terjedésének és fejlesztésének támogatásához, ezáltal hozzájárulhatnak a fenntartható és környezetbarát energiaforrások szélesebb körű elterjedéséhez és alkalmazásához világszerte.

A hidrogéntechológiával kapcsolatos oktatási programok feltérképezése céljából készült felmérés eredményeit, illetve az eredmények alapján megfogalmazott fejlesztési javaslatokat az alábbi fejezet tárgyalja.

2.1 Meglévő egyetemi képzések és szakirányú továbbképzések tartalmi felmérése

A hidrogéntechológiához kapcsolódó futó oktatási programok számát a felsőoktatásban az 1. és 2. táblázatokban foglaltuk össze. Az adatok alapján látható, hogy a hidrogéntechológia iránti érdeklődés és elkötelezettség bár lassan, de megjelenik a felsőoktatási intézmények körében.

1. táblázat: H-technológiával kapcsolatos jelenlegi képzések megoszlása

Kérdés	Intézmények száma	Megoszlás
hidrogéntechnológiával kapcsolatos szakirányú továbbképzése jelenleg	1	13%
hidrogéntechnológiával kapcsolatos BSc képzés jelenleg	0	0%
hidrogéntechnológiával kapcsolatos MSc képzés /specializáció jelenleg	0	0%
hidrogéntechnológiával kapcsolatos Felsőoktatási Szakképzés (FOSZK) jelenleg	0	0%
hidrogéntechnológiával kapcsolatos tantárgy jelenleg	7	88%

Az eredmények mutatják, hogy jelenleg a válaszadók 13%-nak van szakirányú továbbképzése, de az önálló BSc és MSc képzések a felsőoktatásban egyelőre még nem jelentek meg. Figyelemreméltó, hogy a hidrogéntechnológiához kötődő önálló tantárgyprogramok iránti érdeklődés nagy, a válaszadók 88 %-ának már van önálló, H-technológiával kapcsolatos tárgyprogramja. Látható tehát, hogy az intézmények felismerték ennek fontosságát, és elkötelezettek az oktatásban a hidrogéntechnológiával kapcsolatos témakörök feldolgozására.

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.

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.

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

Tervezett képzések megoszlása a kitöltők számához viszonyítva	1 képzés/tantárgy	2 képzés/tantárgy	3 képzés/tantárgy
szakirányú továbbképzése jelenleg	0%	13%	0%
hidrogéntechnológiával kapcsolatos tantárgy jelenleg	25%	25%	38%

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.

A 3. táblázatban bemutatjuk, hogy a megkérdezettek milyen szakirányú továbbképzéssel és hidrogéntechnológiával kapcsolatos tantárggyal rendelkeznek.

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 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.

3. táblázat: A H-technológiával kapcsolatos jelenlegi képzések, tantárgyak

Szakirányú továbbképzés jelenleg	H-technológiával kapcsolatos tantárgy jelenleg
Gépjármű motorok egyetemi tantárgy (Bsc)	Hidrogén anyagismeret
Elektromobilitás	Elektrokémia
	Gépjármű motorok
	Belsőégésű motorok alapjai
	Környezeti kémia II
	Hidrogénhajtás
	Energetika informatika
	Motortervezés
	Fejezetek hő- és áramlástan témaköréből
	Kötelezően választható
	Megújuló energiák
	Korrózió és Elektrokémiai Eljárások
	Energiagazdálkodás
	Gáztárolás

A szakirányú továbbképzéseknek tekintetében a jövőt illetően a hidrogéntárolás és hidrogén előállítás a legnépszerűbb témakör (1. 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 is.

Az elektrokémiai alapok témakör jellemzően a víz elektrolízise és az elektrokatalizátorok működési mechanizmusával foglalkozik, amelyekkel lehetőség nyílik az elektrokémiai reakciók felgyorsítására és a hatásokának növelése.



1. ábra: Szakirányú továbbképzések területei

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

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

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

5. 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 került meghirdetésre 2023 szeptemberében, 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 (6. táblázat).

6. 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%

7. táblázat: A tantárgyak kreditszámai

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

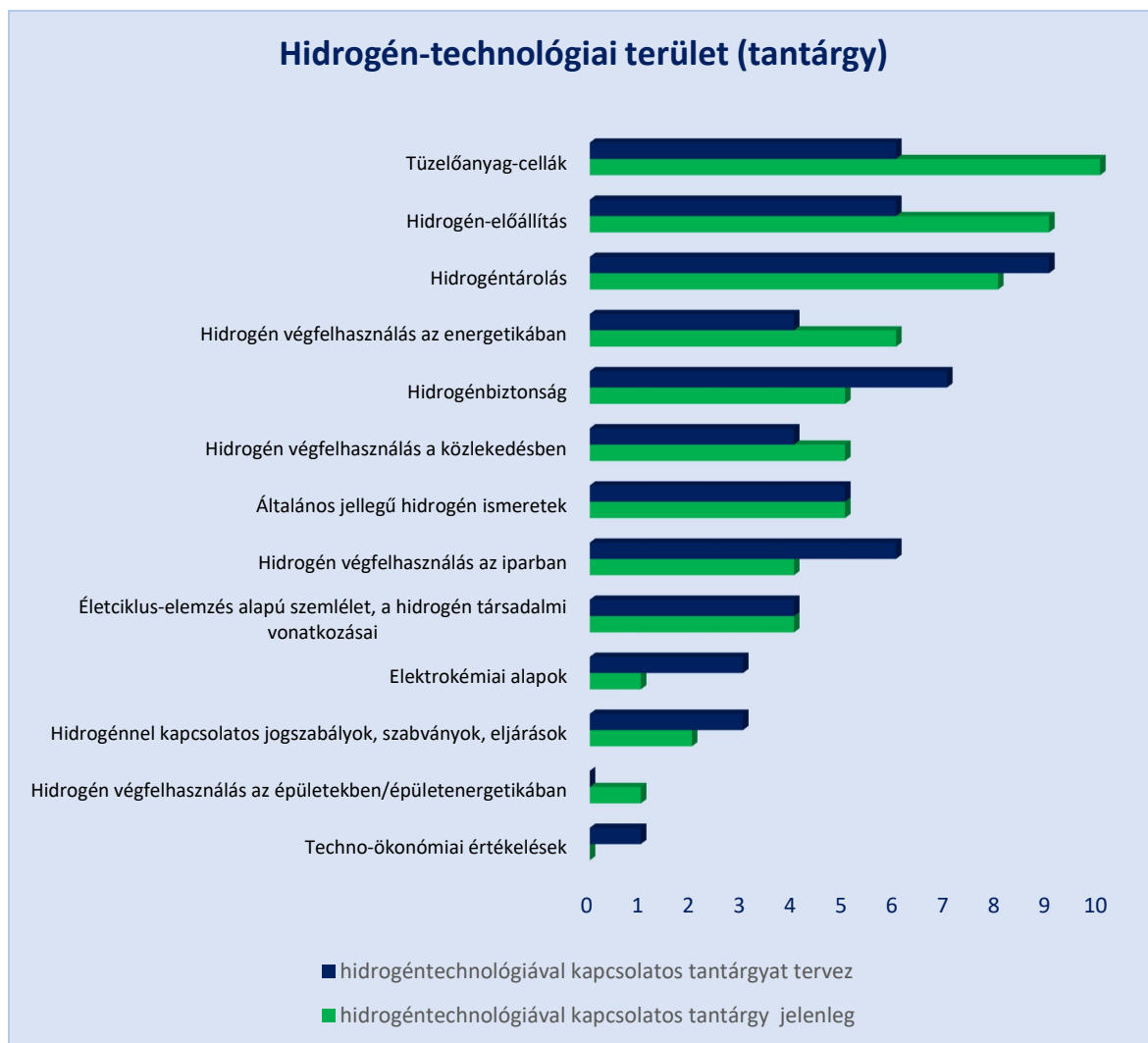
A tantárgyak képzésbeli súlyát tekintve felmértük, hogy hány kreditet ölelnek fel a szóban forgó tantárgyak. Eszerint 3-3 tantárgy rendelkezik 2 illetve 3 kredittel, és 2-2 tantárgy 4 és 5 kredittel. Látható, hogy ez a megoszlás viszonylag kiegyenlített, a hidrogéntechnológia a képzésekben többféle súllyal szerepel (lásd 7. táblázat).

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.

8. 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 kredites tárgyból áll, amelyből bármelyik 2 tárgyat (4 kredit) kell teljesíteni.



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

A felmérésből az is 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 (2. 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.

2.2 Szakképzéshez kötött futó képzési tevékenységek áttekintése

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 (9. táblázat).

9. 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 (10. 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.

10. 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 a 3. ábrán is láthatjuk, a hidrogénbiztonság és a vonatkozó jogi ismeretek egyelőre háttérbe szorúlnak.

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



3. ábra: A tantárgyakkal érintett témakörök a középiskolai felmérésben

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

11. 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 (11. táblázat).

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 (12. táblázat).

12. 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.

2.3A Nemzeti Hidrogénstratégiára alapozott kutatási és ipari együttműködési potenciál a magyar felsőoktatásban

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 hidrogéntechnológia fejlesztésében. A hazai Hidrogénstratégia a horizontális jellegű, „támogató célok” közt explicit módon említi a hidrogénnel kapcsolatos oktatást is, amelyet a következő ábra szemléltet.

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

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.

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

A hidrogénnel és a hidrogéntekológiával 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:

- Oktatási programok kidolgozása, tananyagok fejlesztése és / vagy EU-s tananyagok adaptálása: Javasolt a hidrogéntekológiai 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 hidrogéntekológia 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 hidrogéntechnológiák elterjedése elképzelhetetlen hozzáértő fejlesztő, illetve üzemeltető mérnökök és szakemberek nélkül. Ennek megfelelően iparági partnerek bevonásával tüzelőanyag-cella és hidrogéntechnológiai területeken jártas szakemberek, illetve szakmérnökök képzését eredményesen végzi. A PTE elsőként indított, kifejezetten hidrogénfókuszú (posztgraduális **Tüzelőanyag-cella és hidrogéntechnológia szakmérnök /szakember**) 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

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

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.

A projekt Magyarországon először állít elő zöldhidrogént. Jellemzője, hogy egy energiamenedzsment 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.

A **Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán** is van a hidrogéntechnológia tréner előrelépés. Felismerve a hidrogéntechnológiák 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 földgázhálózati 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. Fontos kiemelni, hogy megindult az intézményben a **Hidrogénellátási szakmérnök/szakember** képzés is. A képzés célja olyan szakmérnökök képzése, akik mérnöki alapismeretüket jelen képzés keretében kiegészítve, rendelkezni fognak a hidrogén előállításához, szállításához és felhasználásához szükséges technológiai, valamint EBK ismeretekkel, a földgázhálózati infrastruktúra részbeni hidrogénes igénybevételéhez szükséges információkkal, továbbá alkalmassá válnak ezen rendszerek üzemeltetésére és irányítására, rendelkeznek a mérnöki tevékenység végzéséhez szükséges elengedhetetlen ismeretekkel és készségekkel.

A területen a **Széchenyi István Egyetem** is megkezdte a tevékenységet, 2023. őszi félévében meghirdette a **Hidrogén rendszerek szakember** képzését. A képzés keretén belül a hallgatók megismerkednek a hidrogén előállítás, tárolás és szállítás, valamint felhasználás alapvető berendezéseivel. Különös tekintettel a járműipari alkalmazásokra, továbbá elsajátítják a teljes életciklus-elemzés módszertanát, amellyel környezeti szempontból értékelhetővé és összehasonlíthatóvá válnak számukra a hidrogén egyes előállítási és felhasználási gyakorlatai. A hallgatók továbbá megismerkednek a hidrogéntekológiával kapcsolatos jogszabályi háttérrel, illetve a hidrogéntekológia tüzelőberendezésekben és vegyiparban történő felhasználásával.

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 hidrogéntekológia terén.

A felsőoktatás is haszonélvezője a hidrogénstratégiának, mivel az új kutatási és oktatási lehetőségeket kínál a diákok és a kutatók számára. A hidrogéntekológia 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.

2.4 Labor és eszközellátottság felmérése az oktatásban

A kérdőív következő kérdésében a jelenlegi és a tervezett szervezeti egységekre voltunk kíváncsiak, vagyis milyen szervezeti struktúrában tervezik megoldani a hidrogéntechológiával 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 **Greennovation 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

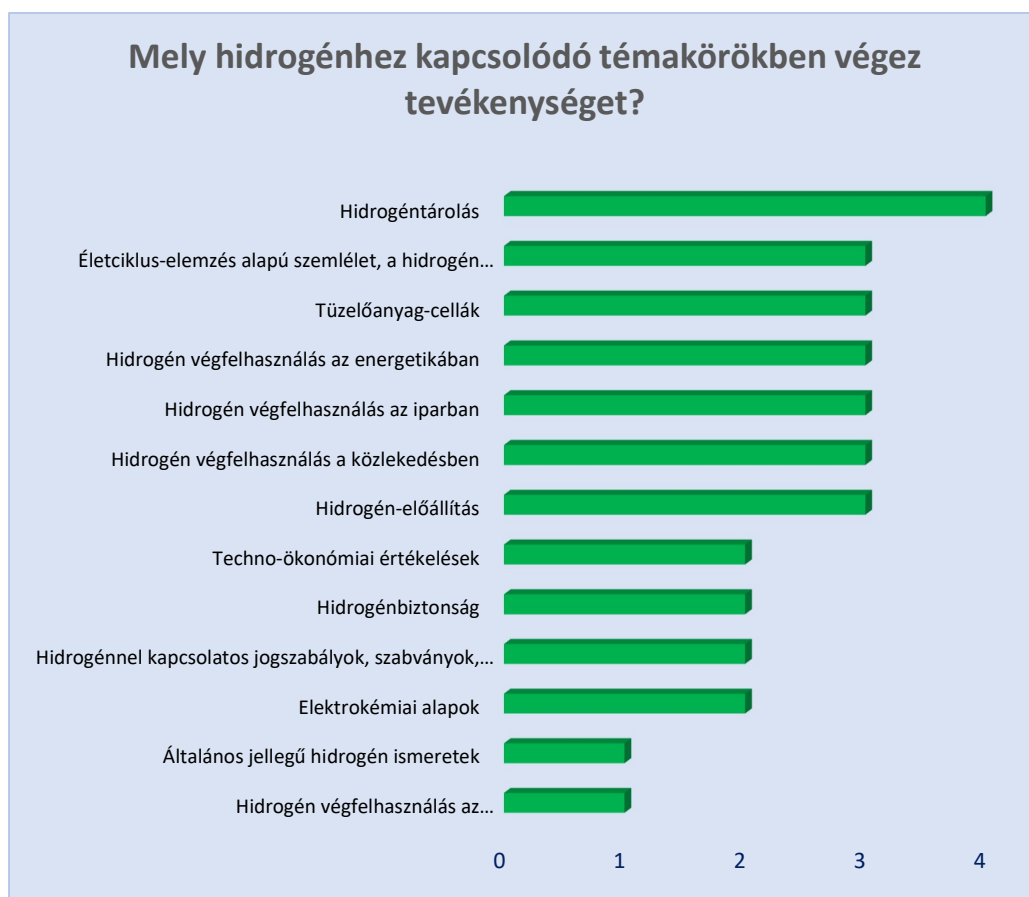
Az Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karán is létrehozták az Elektrofizika Intézetben a **Hidrogéntechológiák és Ipari IoT Tanszéket**. A tanszéken holnapja szerint 6 fő dolgozik. [27]

A kecskeméti Neumann János Egyetem létrehozta a **Hidrogéntechológiai 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, előre mozdítsa az alacsony széndioxid-kibocsátású gazdaságra történő átállást, és erősítse a lakosság klímatudatosságát. [28]

13. 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.



5. ábra: Hidrogéntechnológiával foglalkozó szervezeti egységek területei

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

A laborinfrastruktúra tekintetében a 7 válaszadóból 3 intézmény rendelkezik olyan laborral, ahol hidrogéntechnológiával 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 legtöbben üzemanyag-cellákkal és előállítási technológiákkal, illetve hidrogénbiztonsággal foglalkoznak, egy labor van felkészülve a hidrogéntárolással kapcsolatos kutatásokra. A laborokban jellemzően néhány fő dolgozik.

14. táblázat: Hidrogéntechnológiai laborok kompetenciái

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

2.5 Hazai hidrogén kapcsolódású oktatói állomány felmérése

A hidrogén felhasználása terén bekövetkező technológiai áttörések egyre nagyobb figyelmet kapnak világszerte. A hazai szinten is tapasztalható növekvő érdeklődés a hidrogénhez kapcsolódó technológiák iránt jelzi, hogy Magyarország is elkötelezett a fenntartható energiaforrások fejlesztése mellett. Azonban ahhoz, hogy az ország a hidrogéniparban hatékonyan és sikeresen részt tudjon venni, nélkülözhetetlen a megfelelően képzett és felkészült oktatói állomány.

Ez a fejezet bemutatja a hazai hidrogénkapcsolódású oktatói állomány aktuális helyzetét, felmérve a rendelkezésre álló szakértelmet és a továbbfejlesztési lehetőségeket. Ezen elemzés révén lehetőség nyílik az oktatás és képzés terén történő fejlesztések tervezésére és végrehajtására, hozzájárulva ezzel az hidrogénipar hazai versenyképességének erősítéséhez.



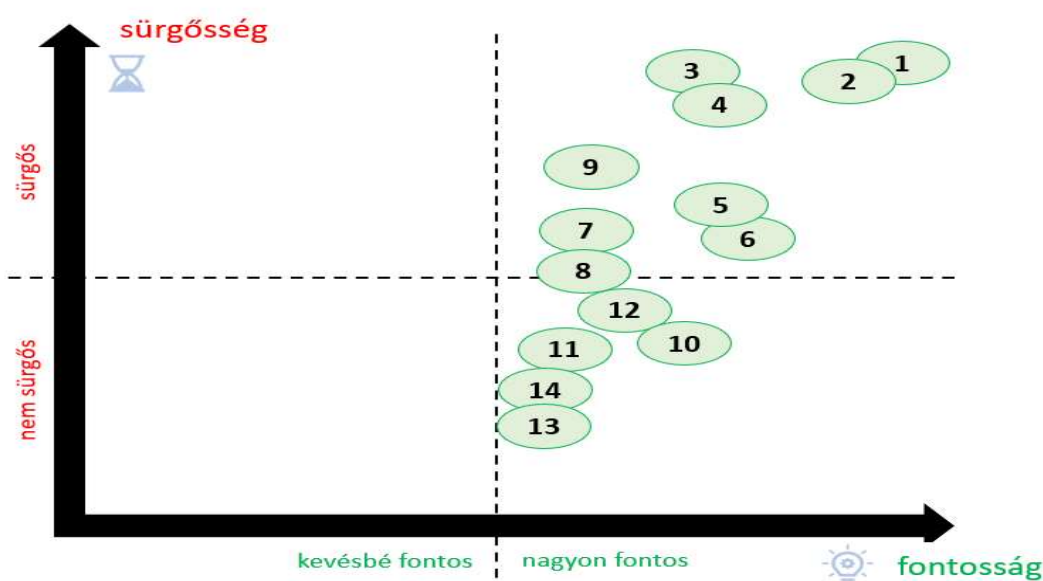
6. ábra: Középfokú intézmények oktatóinak száma területenként

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

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

2.6 A közép- és felsőoktatás szereplői által azonosított beavatkozási pontok a H-technológia oktatásában

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.



7. 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 hidrogéntechnológia fejlesztése és elterjesztése szempontjából az oktatás szereplői nagy szerepet szánnak, a legnagyobb hangsúlyt a **kooperatív és integrátor** szerepkör kapja.

Egyértelműen látszik, hogy az oktatás segíteni kívánja a társadalmat és a döntéshozókat abban, hogy megértsék és elfogadják a hidrogéntechnológiával kapcsolatos előnyöket és

kihívásokat. A hidrogéngazdaságba való átmenet radikális változásokat jelent az energia- és mobilitási szektorban, valamint más iparágakban is. Az oktatásnak elő kell segítenie, hogy az emberek számára érthetővé váljon, hogy a hidrogéntechnológia milyen módon járulhat hozzá a zöld átmenethez és a fenntartható energiaellátáshoz.

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

Az oktatásnak tehát a hidrogéntechnológia elterjedésében és fejlesztésében kiemelkedően fontos szerepe van, hiszen befolyásolhatja a közvéleményt, felkészítheti a jövő szakembereit és elősegítheti az integrációt a gazdaságban és a társadalomban. Ezen keresztül nagyban segítheti a hidrogén alapú energiaellátás és fenntartható gazdaság megvalósítását.

3. Jó gyakorlatok feltérképezése, oktatás és kutatás az Európai Unióban

3.1 Az EU hidrogén stratégiája

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

A hidrogénteknológiához 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.

Az Európai Unió hidrogénstratégiájának főbb pontjai:

1. **Hidrogén előállításának növelése megújuló energiaforrásokból.** Az EU célja, hogy 2030-ig legalább 6 GW elektrolizáló kapacitást telepítsenek Európában, melyek zöld hidrogént termelnek megújuló energiaforrásokból.
2. **Hidrogén infrastruktúra kiépítése.** Az EU támogatja a hidrogén infrastruktúra kiépítését, beleértve a hidrogéntöltőállomások, hidrogénszállító rendszerek és tárolók fejlesztését. Az infrastruktúra kiépítése lehetővé teszi a hidrogén széleskörű használatát a közlekedésben, az iparban és az energiaellátásban.
3. **Hidrogén hasznosítása a közlekedésben.** Hidrogén hajtású járművek, pl. személygépkocsik, autóbuszok, teherautók és vonatok fejlesztését és kereskedelmét. A

hidrogén hajtású járművek segítenek csökkenteni a közlekedési szektor kibocsátását és hozzájárulnak a tisztább közlekedéshez.

4. **Hidrogén hasznosítása az iparban.** A hidrogén használatát ösztönzik az ipari folyamatokban, például az acél- és vegyiparban. A hidrogén lehetővé teszi a széndioxid-kibocsátás csökkentését és a fenntarthatóbb gyártási módszerek alkalmazását.
5. **Hidrogénexport és nemzetközi együttműködés.** Az EU tervezi a hidrogénexport növelését, hogy hozzájáruljon más országok tiszta energiavállalásához. Emellett az EU fontosnak tartja a nemzetközi együttműködést és partnerségeket a hidrogénteknológia fejlesztésében és terjesztésében. A különböző európai országok természeti adottságai sokban eltérnek, a megújuló energiában gazdag országok zöld hidrogén előállítási képességeire támaszkodva nemzetközi kereskedelem keretében a többi ország is csökkenteni tudja a széndioxid kibocsátását.

3.2 Az Európai Unió RePowerEU projektje

Az Európai Bizottság **REPowerEU** elnevezésű terve az Oroszország ukrajnai inváziója által okozott nehézségekre és globális energiapiaci zavarokra adott válasz, amelynek keretében meg kívánják szüntetni az EU függőségét az orosz fosszilis energiától, valamint újabb lépéseket kívánnak tenni a klímaváltozás kezelésére. A REPowerEU terv intézkedései segítik az energiatakarékosságot, az energiaellátás diverzifikálását és a fosszilis tüzelőanyagok kiváltását az otthonokban, az iparban és az energiatermelésben.

A REPowerEU terv egyes részei:

1. Energiatakarékosági intézkedések

Az energiamegtakarítás a leggyorsabb és legolcsóbb módja a jelenlegi energiaválság kezelésének. Az EU javasolja a hosszú távú energiahatékonysági intézkedések fokozását, beleértve a kötelező energiahatékonysági cél 9%-ról 13%-ra történő emelését az európai zöld megállapodásról szóló jogszabálysomag „Fit for 55” keretében. A Bizottság közzétett egy közleményt is, amely részletezi a rövid távú magatartási változásokat, amelyek 5%-kal csökkenthetők a gáz- és olajkeresletet, és arra ösztönzi a tagállamokat, hogy indítsanak konkrét, a háztartásokat és az ipart

megcélzó kommunikációs kampányokat. Emellett rendkívüli intézkedéseket határoznak meg a súlyos ellátási zavarok esetére.

2. Energiaellátás diverzifikálása

Az EU nemzetközi partnerek bevonásával kiemelten kezeli az ellátás diverzifikálását. Az újonnan létrehozott uniós energiaplatform, amelyet regionális munkacsoportok támogatnak, lehetővé teszi a gáz, LNG és hidrogén önkéntes közös vásárlását a kereslet összevonása, az infrastruktúra-használat optimalizálása és a szállítók felé irányuló kapcsolat koordinálása révén. Az EU fontolóra veszi egy „közös beszerzési mechanizmus” kidolgozását, amely a részt vevő tagállamok nevében tárgyalja és köt szerződéseket a gázvásárlásokról, amely magába foglalja a megújuló hidrogén közös beszerzését is.

3. Fosszilis tüzelőanyagok kiváltása

A megújuló energia jelentős mértékű növelése elősegíti energiafüggetlenségünket, lendületet ad a zöld átállásnak, és idővel csökkenti az energiaárakat is. A „Fit for 55” csomag keretében 40%-ról 45%-ra emelik a megújuló energiaforrásokra vonatkozó 2030-as kiemelt célt. Ennek az általánosan megnövekedett ambíciónak a meghatározása más kezdeményezések keretét fogja teremteni, többek között:

- Egy célzott uniós napenergia-stratégia a napelemek kapacitásának megduplázására 2025-ig, és 600 GW üzembe helyezésére 2030-ig
- Solar Rooftop Initiative, amely fokozatosan bevezeti a jogi kötelezettséget napelemek új középületekre és kereskedelmi épületekre, valamint új lakóépületekre történő felszerelésére.
- A nagy megújuló projektek lassú és összetett engedélyezési problémáinak megoldása, valamint a megújuló energiáról szóló irányelv célzott módosítása a megújuló energia elsődleges közérdekként történő elismerése érdekében.

2030-ig 10 millió tonna hazai megújuló hidrogéntermelést és 10 millió tonnányi importot tűzött ki célul a földgáz, a szén és az olaj kiváltására a nehezen dekarbonizálható iparágakban és közlekedési ágazatokban.

A hidrogénpiac felgyorsítása érdekében a társjogalkotóknak meg kell állapodniuk az egyes ágazatokra vonatkozó megnövelt részcélokról. A Bizottság két felhatalmazáson alapuló jogi

aktust is közzétesz a megújuló hidrogén meghatározásáról és előállításáról annak biztosítása érdekében, hogy a termelés nettó szén-dioxid-mentesítéshez vezessen. A hidrogénprojektek felgyorsítása érdekében további 200 millió eurós finanszírozást különítettek el kutatásra, és az EU vállalja, hogy nyárra befejezi az első fontos közös európai érdekű projektek értékelését.

3.3 Jelentősebb projektek az Európai Unióban

Európa tagországaiban számos jelentős projekt zajlik hidrogéntechnológia területen, amelyek a hidrogén előállításának, alkalmazásának, tárolásának és infrastruktúrájának kutatásával, fejlesztésével foglalkozik. Az alábbiakban néhány példa a jelentősebb hidrogénprojektekre Európában:

1. H2FUTURE (Ausztria):

A H2FUTURE projekt célja a hidrogén előállításának és felhasználásának demonstrálása acélgyárában. A projekt keretében hidrogént állítanak elő megújuló energiaforrásokból és felhasználják az acélgyártási folyamatokhoz, ezáltal csökkentve az üvegházhatású gázok kibocsátását.

2. HyDeal Ambition (Franciaország, Spanyolország, Portugália):

A HyDeal Ambition projekt egy ambiciózus kezdeményezés, amelynek célja a megújuló hidrogén nagy mennyiségű termelése és szállítása Európában. A projekt résztvevői létrehoznak egy hidrogén alapú gazdasági ökoszisztémát, amely megújuló energiaforrásokat használ, és a hidrogént széles körben felhasználja energiatároláshoz, közlekedéshez és ipari alkalmazásokhoz.

3. HyResponder (Európai Unió kezdeményezés):

A HyResponder projekt célja a hidrogénüzemű járművekhez kapcsolódó biztonsági protokollok és eljárások kidolgozása. A projekt a hidrogénüzemű járművekkel foglalkozó szakemberek képzését és a hidrogéntöltő állomások biztonságának javítását tűzte ki célul.

4. H2SHIPS (Dánia):

A H2SHIPS projekt célja hidrogénüzemű hajók fejlesztése és tesztelése. A projekt keretében hidrogénüzemű hajók építenek és helyeznek üzembe annak érdekében, hogy a hajózásban is teszteljék a tiszta hidrogén alkalmazhatóságát.

5. H2BER (Németország):

A berlini repülőtéren található demonstrációs projekt célja, hogy a szélenergia felhasználásával „zöld” hidrogént állítson elő elektrolizátor segítségével és tároló használatával hidrogén erőművet és hidrogéntöltő állomás infrastruktúrát hozzon létre hidrogénüzemű buszok és autók számára.

6. North2 (Hollandia, Németország, Belgium):

A North2 az egyik legambiciózusabb európai hidrogénprojekt, amely az egyik legnagyobb szabású zöld hidrogén gyártásra törekszik. Az Északi-tenger partján fekvő Hollandiából, Németországból és Belgiumból származó tengeri szélenergiát használnak az elektrolízis folyamatához. A projekt Eneco, RWE, Equinor és Shell konzorciumban valósul meg.

3.4 Európai hidrogéntechnológiai oktatás, helyzetkép

A hidrogéntechnológia egy interdiszciplináris terület, amely különböző tudományágakat ötvöz, mint például a mérnöki, környezetvédelmi és kémia tudományok. Európában a hidrogéntechnológia oktatása számos képzést kínál az ipari igények kielégítése érdekében, amelyek minden oktatási szintet magukban foglalnak. Az európai egyetemek és képzési intézmények interdiszciplináris kurzusokat indítanak, annak érdekében, hogy a hallgatókat széleskörű tudással lássák el ezen területen.

A képzések során lehetőséget biztosítanak a hallgatóknak valós laboratóriumi munkára és gyakorlati tapasztalatok szerzésére. Ez magában foglalhatja a hidrogénüzemű járművek tesztelését, az üzemanyagcella-telepítéseket, hidrogéntermelő rendszerek tervezését és üzemeltetését stb. A gyakorlati tapasztalatok, mint minden mérnöki tudományág esetében is, rendkívül fontosak a hidrogéntechnológia megértésében, alkalmazásában és kutatásában.

Ezenkívül egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek arra, hogy a hallgatók részt vegyenek kutatási projektekben és együttműködésekben. Ez lehetőséget ad a hallgatóknak, hogy valós problémákon dolgozzanak és szakemberektől tanuljanak. Az online oktatás bevezetése több európai egyetemen és intézményben lehetővé teszi a hidrogéntechnológia részben online oktatását, ami rugalmas tanulást tesz lehetővé a hallgatók számára, ugyanakkor hangsúlyozva, hogy a gyakorlati képzés is kiemelt jelentőségű a hidrogéntechnológiák területén. Néhány hidrogéntechnológiával foglalkozó, már meglévő képzést gyűjtöttünk össze a 15. táblázatban.

A táblázatban felsorolt példákból is jól látható, hogy a hidrogéntechnológia a felsőoktatásban is növekvő szerepet kap, és már jelenleg is számos, már meglévő képzés működik e szakterületen, Európa számos országában.

A fókusz alapvetően négy fő területen van:

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

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

15. táblázat: Néhány kiemelt, már meglévő képzési forma hidrogéntechológiák terén egyes európai országokban

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 thermodinamikája	1 féléves részképzés
Dánia	Aalborg University	- üzemanyagcellák - elektrolizálók - hidrogén járműhajtás	2 éves képzés
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

4. Hidrogén specialista és mérnöki jogosultságok szükségességének felmérése a hazai piaci szereplőknél

Az hidrogénipar dinamikusan fejlődik, és egyre kiemeltebb szerepet játszik a fenntartható energiaforrások palettáján. Ennek a folyamatnak az élénkítéséhez elengedhetetlen szakértők és mérnökök magas színvonalú tudása és jogosultságai. A hidrogén specialista és mérnöki jogosultságok meghatározása azonban nem csupán szakmai szempontokon alapul. A piaci szereplők értékelésével együtt jár az iparág igényeinek és jövőbeli kilátásainak teljeskörű megértése is. Ezáltal biztosítható, hogy a szakembergárda megfelelően felkészült legyen az hidrogénipar által felkínált kihívásokra és lehetőségekre. A jelen cikkben részletesen elemezzük a hidrogénipar szakértőinek és mérnökeinek szükséges kvalifikációit, hogy a piacon való hatékony és fenntartható jelenlét biztosított legyen.

4.1 H-technológiához kapcsolódó jelenlegi és tervezett projekttevékenységek

A kérdőívben felmértük, hogy az ipar különböző területein hány vállalkozásnak van, illetve hány vállalkozás tervez hidrogéntechnológiához kötődő projekttevékenységet.

Amit azt a 8. és 9. ábrák is szemléltetnek, a hidrogénelőállítás és a hidrogén közlekedési célú felhasználása kiemelt helyen szerepel mind a jelenlegi projekttevékenységeket illetően, mind pedig a jövőbeni elképzelések között. Fontos megjegyezni, hogy az előállítás során a Zöld hidrogén előállítása kapja a kiemelt szerepet, ugyanis környezetbarát módon előállítható: Jellemzően megújuló energiaforrásokból, például napenergiából vagy szélenergiából nyerik ki elektrolízis útján hozzájárulva ezzel a szén-dioxid-kibocsátás csökkentéséhez. A fent említett technológiák elválaszthatatlan részei a tüzelőanyagcellák és H-tárolás témakörökben végzett projekttevékenységek is, amivel a szintén nagy számú válasz magyarázható.

A jövőbeni célkitűzéseket illetően szintén nagyszámú válasz érkezett hidrogén ipari végfelhasználása és hidrogénbiztonság témakörökre is. A hidrogénbiztonság jelentősége az

oktatásban nagy szerepet kap, mivel a hidrogéntechológia és hidrogénfelhasználás terén dolgozók a technológiában rejlő kockázatok miatt megfelelő képzést és tudatosságot igényelnek a hidrogénbiztonsággal kapcsolatban.

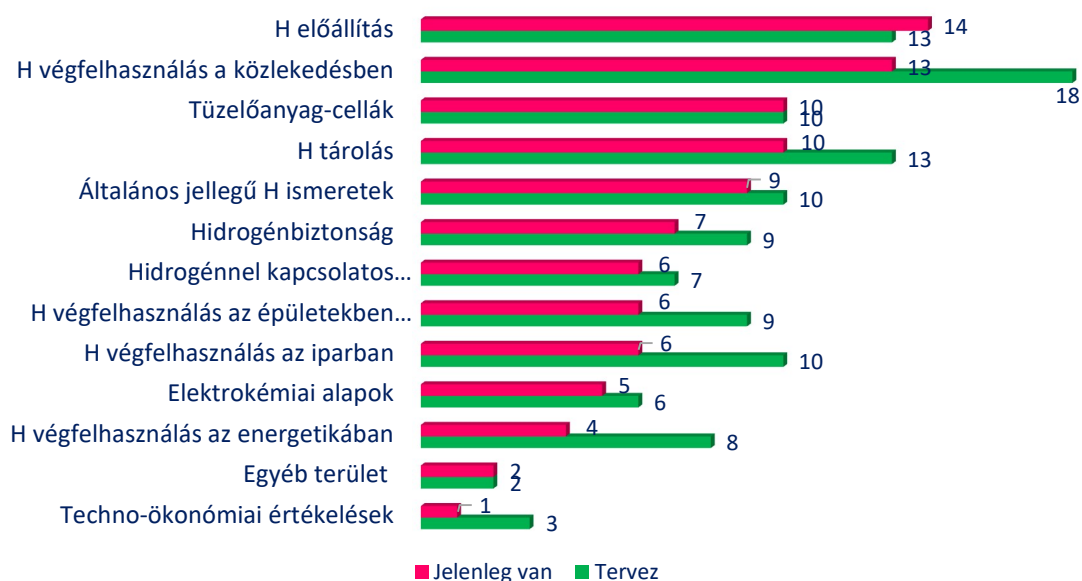
Az oktatási intézményeknek lehetőséget kell biztosítaniuk a hidrogéntechológia és hidrogénüzemű rendszerekkel kapcsolatos képzésekben. Ez magában foglalhatja a hidrogénellátási rendszerek tervezését, hidrogénüzemű járművek működését, hidrogén tárolási és szállítási eljárásokat, valamint a hidrogénbiztonsági protokollokat és eljárásokat. Az ilyen típusú képzések segítik a résztvevőket a hidrogénbiztonsági kockázatok felismerésében és a biztonságos hidrogéntechológia alkalmazásában.

Bár a hidrogéntechológia ipari elterjedése várhatóan a közlekedésben való megjelenésével párhuzamosan történik meg, esetleg valamelyest megelőzve azt. Bár a kérdőív alapján a tématerület kevésbé népszerű, ennek ellenére sok lehetőséget rejteget.

Az ipari szektorban a hidrogént felhasználhatják hajtóanyagként, hő- és energiaforrásként, valamint az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának csökkentésére szolgáló alternatív megoldásként.

Az ipari szereplők, kutatóintézetek és kormányzati szervek egyre inkább befektetnek a hidrogéntechológiába és annak fejlesztésébe. Új technológiák, folyamatok és anyagok fejlesztése történik annak érdekében, hogy a hidrogéntechológia hatékonyságát és gazdaságosságát javítsák, valamint az ipari alkalmazások széleskörűbb elfogadását elősegítsék.

A hidrogénipar fejlődéséhez szükség van megfelelő infrastruktúra kiépítésére, mint például hidrogéntankolóállomások, hidrogéntárolók és hidrogénszállító rendszerek. Az ipari szereplők és kormányzati szervek együttműködése szükséges ahhoz, hogy megfelelő számú és elérhetőségű infrastruktúra legyen, amely lehetővé teszi a hidrogén gazdasági felhasználását.



8. ábra: Hidrogéntekológiához kapcsolódó jelenlegi és tervezett projekttevékenységek területei

Szabályozási keretek és támogatás: Az ipari elterjedéshez fontosak a megfelelő szabályozási keretek és támogató intézkedések. Az állami szintű támogatás, adókedvezmények és szabványosítás hozzájárulhatnak a hidrogéntekológia ipari felhasználásának ösztönzéséhez. A helyes jogi és szabályozási környezet elősegíti a hidrogéntekológia fejlődését és elterjedését.

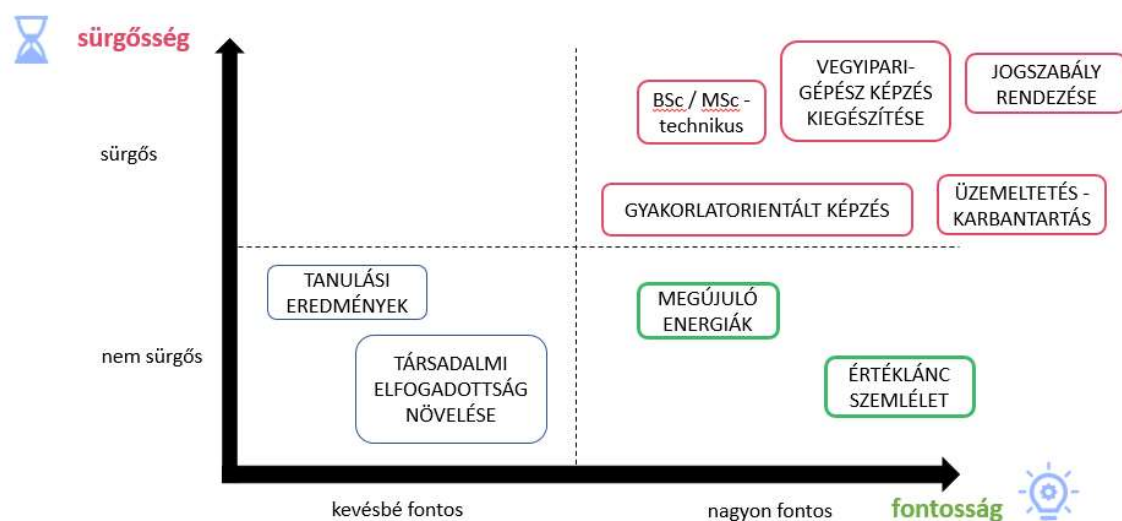
Látható, hogy az ipari végfelhasználás számtalan kihívás elé állítja a vállalatokat.



9. ábra: Hidrogéntekológiához köthető legkiemelkedőbb jelenlegi projektek és jövőbeni projekttervek

4.2 Az ipari szereplők által azonosított prioritások – a 2022.12.13-i workshop alapján

A releváns szakmai kompetenciákkal rendelkező ipari partnerek által javasolt sürgősségi-fontossági szempontokat az alábbi ábrán foglaltuk össze.



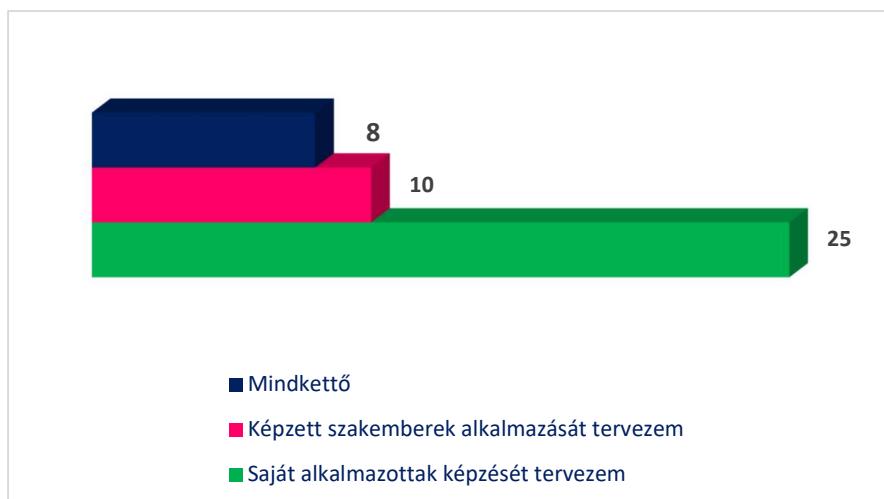
10. ábra: Az iparági szereplők által megfogalmazott sürgősség-fontosság diagram

Láthatjuk, hogy kiemelt helyen szerepel a vonatkozó jogszabályi háttér rendezése. Ennek oka, hogy a hidrogén széleskörű felhasználásához még nem rendezett a jogszabályi háttér, holott a hidrogénteknológia jogi szabályozása rendkívül fontos a technológia fejlődése és elterjedése szempontjából. A megfelelő jogi keretek és szabályozás biztosítása számos előnnyel jár a hidrogénteknológia területén, és hozzájárul a társadalmi elfogadottság növeléséhez is.

Néhány kiemelt terület, amellyel a jogi szabályozás során foglalkozni kell:

4.3 Képzettségi igények és szintek felmérése a piaci szereplőknél

A kérdőívben választ kerestünk arra, hogy a vállalkozások milyen formában kívánják vállalatuknál a hidrogénteknológiával kapcsolatos kompetenciákat kialakítani.



11. ábra: A jelenleg folyó, vagy tervezett hidrogéntechnológiával kapcsolatos projektjéhez/tevékenységéhez szükséges kompetenciák kialakítása

A szükséges kompetenciákhoz:

- Saját alkalmazottak bevonását tervezik
- Képzett szakemberek alkalmazását tervezik

Az eredményekből láthatjuk, (11. ábra) hogy a hidrogéntechnológiai képzés terén a vállalatok gyakran előnyben részesítik a saját alkalmazottak képzését. Ez a megközelítés számos előnnyel járhat:

A vállalatok saját alkalmazottainak képzése lehetővé teszi, hogy a dolgozók szakértelmet és specifikus ismereteket szerezzenek a hidrogéntechnológiáról, amelyek pontosan illeszkednek a vállalat céljaihoz és tevékenységeihez. Ez segíti az alkalmazottakat a hidrogéntechnológia megfelelő alkalmazásában és az ipari alkalmazások tervezésében.

A saját alkalmazottak képzése lehetőséget nyújt a belső tudásmegosztásra a hidrogéntechnológiával kapcsolatban. Ezáltal az alkalmazottak közötti tapasztalatcsere és tanulás folyamatosan zajlik, ami elősegíti a hidrogénipari tudás bővítését és fejlesztését a vállalaton belül.

A vállalatok saját alkalmazottainak képzése lehetővé teszi a rugalmas és gyors alkalmazkodást a hidrogéntechnológia változásaihoz és fejlesztéseihez. A vállalatoknak így nem kell külső képzési forrásokhoz fordulniuk, és képesek kezelni a hidrogéniparban felmerülő változásokat és kihívásokat.

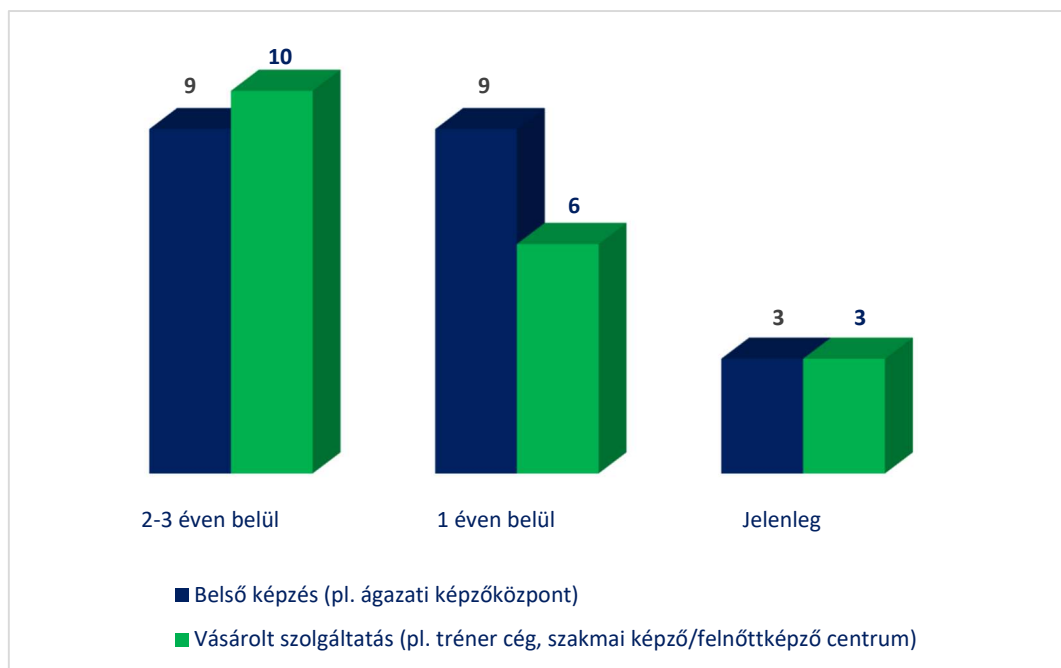
Fontos megjegyezni, hogy a hidrogéntechnológiával kapcsolatos kompetenciák naprakész szinten tartása folyamatos megköveteli a folyamatos fejlődést. Emiatt a vállalatoknak továbbra is fontos lehet együttműködni a szakértőkkel, kutatóintézetekkel és oktatási intézményekkel, hogy hozzáférjenek a legfrissebb információkhoz és legjobb gyakorlatokhoz a hidrogéntechnológia területén.

A fentieket támasztják alá a 12. ábra és a 16. táblázat eredményei is. Kérdésként fogalmaztuk meg, hogy a technológiaspecifikus képzéseket milyen ütemezéssel kívánják a vállalatok indítani, illetve milyen formában teszik meg azt.

16. táblázat: A Hidrogéntechnológiához kapcsolódó képzések időszereése

Hidrogéntechnológiához kapcsolódó képzés	Jelenleg	1 éven belül	2-3 éven belül
Cégszám	6 cég	15 cég	21 cég
A válaszadókhoz viszonyított arány	11,50%	28,80%	39,60%

Az eredmények alapján láthatjuk, hogy már jelenleg is futnak H-technológiával kapcsolatos képzések, de a jövőt illetően ez az igény fokozódni fog. Ezen trend oka nyilvánvaló: az energiatermelés és a technológia területén a hidrogén alapú megoldások egyre nagyobb figyelmet kapnak, mivel lehetőséget nyújtanak tiszta energiaforrásokra való áttérésre.

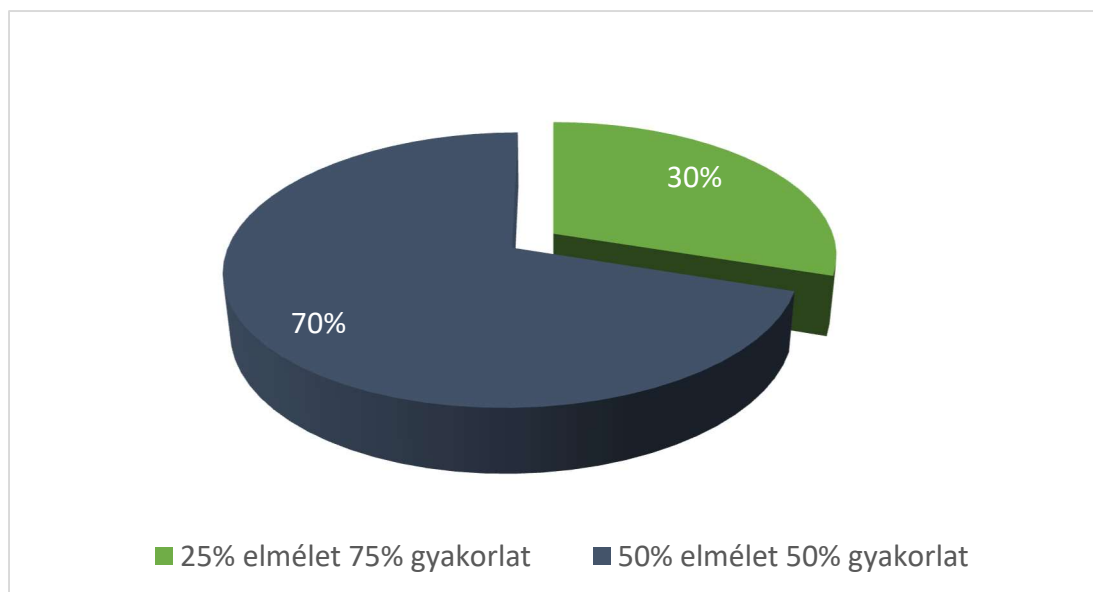


12. ábra: Hidrogéntekológiához kapcsolódó képzési formák és azok időszerűsége

Ennek eredményeként a hidrogéntekológia iránti érdeklődés növekedhet, és ennek következtében a vállalatok jelentőséget tulajdoníthatnak a hidrogénhez kapcsolódó képzéseknek és belső képzési programoknak. Az idő múlásával és a technológiai fejlődéssel azonban a képzési igények és trendek változhatnak. Az innováció és az új fejlesztések gyors üteme során felhalmozódó tudást a vállalatok, kutatóintézetek és oktatási intézmények nyilvánosságra hozhatják, aminek következtében a külső képzések szerepe az idővel megnő. Minden cég számára fontos folyamatos figyelemmel kísérni a területet és naprakész információkat szerezni a legújabb trendekről és fejlesztésekről.

A kutatásunkban kíváncsiak voltunk arra, hogy a vállalatok milyen Elmélet-gyakorlat képzési arányt tartanak elfogadhatónak.

Az elméleti és gyakorlati képzési arány 25-75% alkalmazása azt jelenti, hogy a képzés során nagyobb hangsúlyt helyeznek a gyakorlati aspektusokra. Ez a megközelítés lehetővé teszi a résztvevők számára, hogy megszerezzék a szükséges elméleti tudást, miközben valós környezetben alkalmazhatják és gyakorolhatják a hidrogéntekológiai ismereteket.



13. ábra: Előnyben részesített elméleti és gyakorlati képzési arányok

A kérdőívünkben kerestük a választ, hogy az vállalkozások milyen képzési formára helyeznék a hangsúlyt hidrogéntechnológia vonatkozásában.

17. táblázat: A képzési formák iránti igény megoszlása

Milyen képzési formára helyezné a hangsúlyt?	Kitöltő cégek	Megoszlás
Szakképzés	2	20%
Felnőttképzés	3	30%
Felsőfokú képzés - alapképzés (BSc)	1	10%
Felsőfokú képzés - mesterképzés (MSc)	1	10%
Szakirányú továbbképzés Hidrogéntechnológiai szakmérnök	3	30%

A vállalkozások képzési prioritásai a hidrogéntechnológia területén függhetnek a vállalkozás profiljától, méretétől és a konkrét igényeiktől. Azonban általánosságban elmondható, hogy

a hidrogéntechnológia egy viszonylag új és gyorsan fejlődő terület, amelyben nagy szükség van magasan képzett szakemberekre.

Sok vállalkozás a felsőfokú képzésre, mint például MSc és BSc képzésekre, valamint szakirányú továbbképzésre helyezheti a hangsúlyt. Az MSc (mester) képzés, úgymint a szakirányú továbbképzés a hidrogéntechnológia terén általában specializáltabb és részletesebb ismereteket nyújt, amelyekre a kutatás és fejlesztés, a tervezés, a műszaki és a menedzsment területén dolgozó szakembereknek van szüksége.

A BSc képzés általában átfogóbb alapozó ismereteket nyújt a hidrogéntechnológia területén. Ez a képzési forma inkább előkészíti a hallgatókat arra, hogy a hidrogéntechnológia területén második szintű képzést folytassanak, vagy kezdő szintű pozíciókat vállaljanak a vállalkozásoknál.

Ahogy a 17. táblázat is szemlélteti, a felnőttképzés és a szakképzés is fontos szereplő a hidrogéntechnológia területén, mivel a vállalkozásoknak szükségük van olyan szakemberekre, akik képesek a gyakorlati munkában részt venni, például a hidrogénüzemű rendszerek karbantartásában vagy telepítésében. A technikusképzés olyan képességekre összpontosít, amelyek a gyakorlati alkalmazásokra és a műszaki műveletekre összpontosítanak.

Fontos hangsúlyozni, hogy a vállalkozások igényei és prioritásai eltérőek lehetnek. A konkrét képzési formákra való fókusz a vállalkozások szakpolitikájától, céljaitól és az adott időszakban tapasztalt munkaerőpiaci igényektől függ.

Kutatómunkánkban felmértük, hogy a megkérdezett vállalkozások milyen arányban tartanak fent duális együttműködést oktatási intézményekkel, illetve mik a jövőbeni elképzeléseik.

A duális képzés egy olyan modell, amely a vállalatok és az oktatási intézmények együttműködését jelenti a hallgatók gyakorlatorientált, ipari szakmai ismeretekkel történő felvértezésére. Ezáltal a diákok olyan képességeket és tapasztalatokat szerezhhetnek, amelyek a valódi munkahelyi környezetben hasznosak lehetnek.

18. táblázat: Jelenleg futó duális képzések a vállalkozások és oktatási intézmények között

Részt vesz jelenleg vállalkozása duális képzésben szakképzés vagy felsőoktatás területén?	Kitöltő cégek	Megoszlás
Igen, teljes mértékben elégedett vagyok vele	3	30%
Igen, de többet vártam az együttműködéstől	1	10%
Nem	6	60%
Összes kitöltő	10	100%

Azt tapasztaltuk, hogy jelenleg még kevés duális együttműködés zajlik hidrogéntechnológia területén a vállalatok és oktatási intézmények között.

Ahogy a hidrogéntechnológia területén nőni fog az igény és a fejlesztések, valószínűsíthető, hogy nőni fog a duális képzés iránti igény is. A vállalatok és az oktatási intézmények egyre inkább felismerik majd a hidrogénipar növekedési potenciálját, és ezzel összhangban képzési programokat indíthatnak a hidrogéntechnológia területén.

19. táblázat: Tervezett duális képzések a vállalkozások és oktatási intézmények között

Tervezi, hogy vállalkozásával duális képzési együttműködést alakít ki hidrogéntechnológiai szakember igényének kielégítésére?	Kitöltő cégek	Megoszlás
Igen, 3 éven belül	3	30%
Igen, hosszabb távú célok között szerepel	4	40%
Nem	3	30%
Összes kitöltő	10	100%

Fontos azonban megjegyezni, hogy a duális képzés bevezetése időt és erőfeszítést igényel a vállalatoktól és az oktatási intézményektől. Az iparág specifikus igényeinek és a képzett szakemberek hiányának figyelembevételével azonban valószínű, hogy a hidrogéntechnológia területén duális képzési programok fognak kialakulni a jövőben. Ezek a programok segíthetnek a szakemberek képzésében, akik hozzájárulhatnak a hidrogén alapú technológiák fejlődéséhez és alkalmazásához.

A kooperatív képzés (vagy ipari gyakorlat) olyan képzési forma, amelyben a hallgatók elméleti tanulmányaikat összekapcsolják a valós munkakörnyezettel. Ez lehetőséget ad a diákoknak arra, hogy tapasztalatokat és képességeket szerezzenek a vállalati környezetben, és bekapcsolódjanak a valós üzleti projektekbe. A kooperatív képzés során a diákok gyakran váltják egymást a vállalat és az oktatási intézmény között, időszakosan elméleti és gyakorlati képzésben részesülve.

A kérdőívek eredményéből kitűnik, hogy a kooperatív képzések aránya jelenleg magasabb a duális képzések arányánál a hidrogéntechnológia területén, ami azt jelenti, hogy jelenleg a gyakorlati munka és a vállalati együttműködés nagyobb hangsúlyt kap a hidrogéntechnológia képzése során.

20. táblázat: Jelenleg futó kooperatív képzések a vállalkozások és oktatási intézmények között

Részt vesz jelenleg vállalkozása kooperatív képzésben felsőoktatás területén?	Kitöltő cégek	Megoszlás
Igen, teljes mértékben elégedett vagyok vele;	5	50%
Igen, de többet vártam az együttműködéstől;	1	10%
Nem	4	40%
Összes kitöltő	10	100%

Ami az igény növekedését illeti a hidrogéntechnológia területén, mind a duális, mind a kooperatív képzések lehetőséget nyújtanak a szakemberek képzésére és felkészítésére.

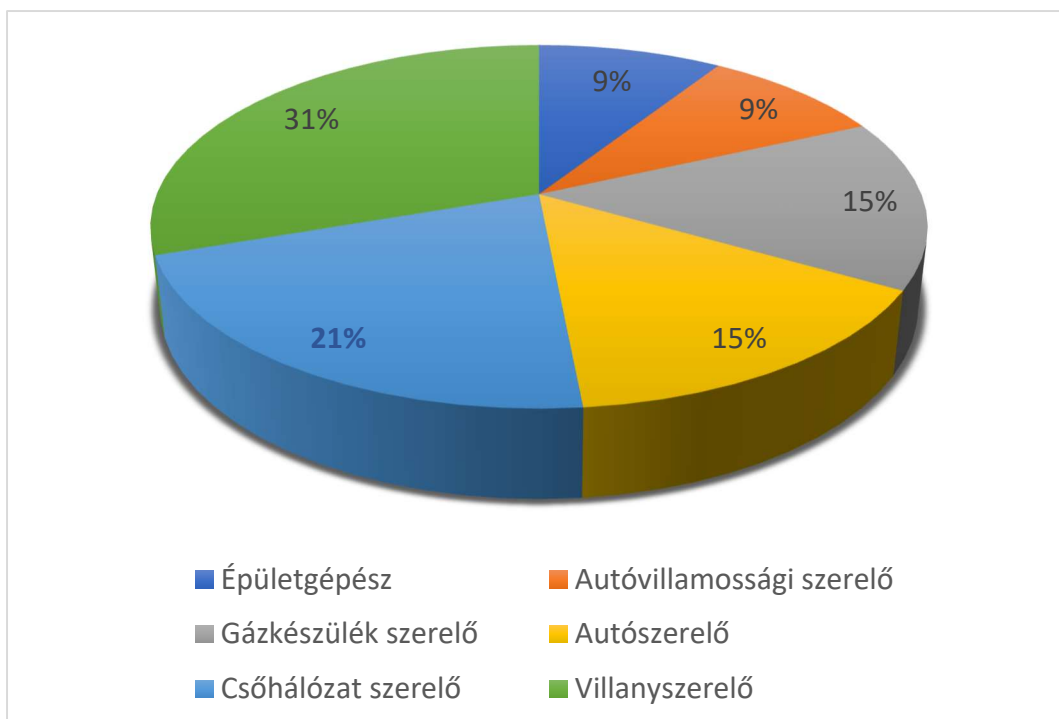
Ahogy a hidrogéntechnológia fejlődik, valószínű, hogy az iparágban egyre nagyobb szükség lesz szakképzett munkaerőre és a vállalatok és oktatási intézmények közötti együttműködésre a képzési programok kidolgozásában.

21. táblázat: Tervezett kooperatív képzések a vállalkozások és oktatási intézmények között

Tervezi, hogy vállalkozásával kooperatív képzési együttműködést alakít ki hidrogéntechnológiai szakember igényének kielégítésére?	Kitöltő cégek	Megoszlás
Igen, 3 éven belül	4	40%
Igen, hosszabb távú célok között szerepel	6	60%
Összes kitöltő	10	100%

Ezért valószínűsíthető, hogy mind a duális, mind a kooperatív képzések aránya növekedni fog a hidrogéntechnológia területén a későbbiekben, ahogy az igény és az érdeklődés fokozódik a hidrogén alapú technológiák iránt. Ezt támasztják alá a 19. és 21 táblázatok is.

A kérdőívben vizsgáltuk, hogy a megkérdezettek elsősorban milyen középfokú iskolai végzettségűek beiskolázását tervezik. A megkérdezettek közül 16 cég tervezi középfokú végzettségűek beiskolázását. A végzettségek szerinti beiskolázási szándékot az alábbi diagramban ismertetjük.

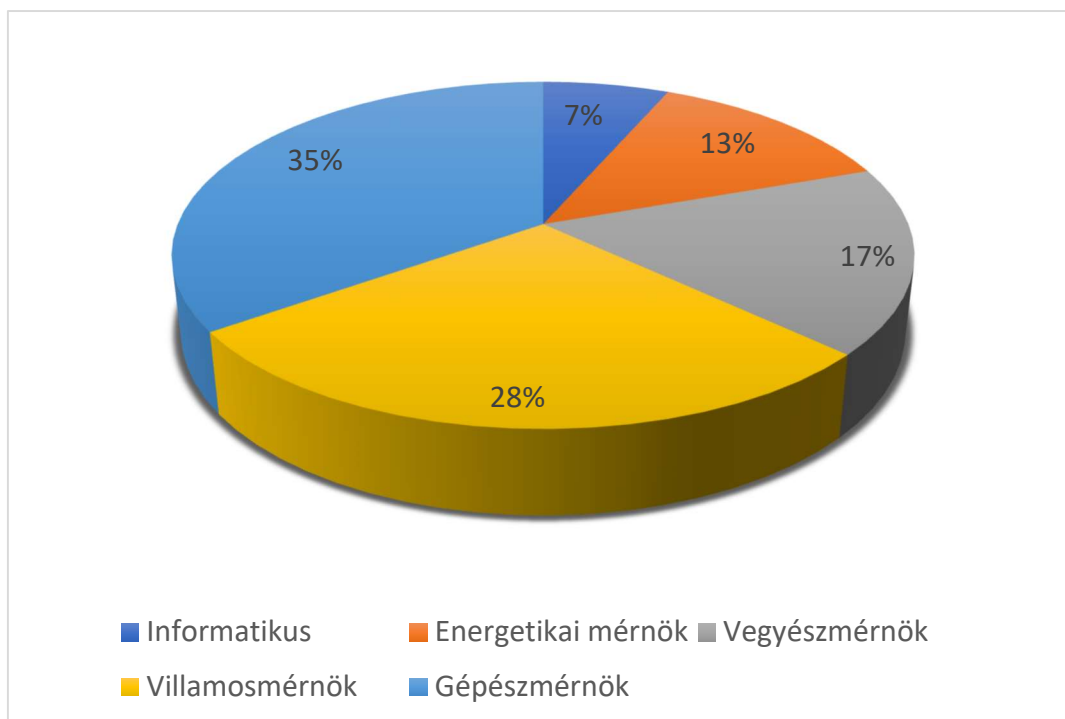


14. ábra: Milyen középfokú végzettségűek beiskolázását tervezik

A hidrogéntechnológia területe sok lehetőséget rejt magában és különböző képzettségű szakemberek széles körére van szükség a sikeres implementációhoz és fejlesztéshez. A **csőhálózat szerelők, villanyszerelők és autószerelők** középfokú szinten való beiskolázása fontos lépés lehet a hidrogéntechnológia területén ugyanis az ilyen területeken dolgozó szakemberek kulcsfontosságúak lehetnek a hidrogéngáz alapú rendszerek kiépítésében és üzemeltetésében egyaránt.

Az említett szakmák jelentősége, hogy nélkülözhetetlen szerepet játszanak a Hidrogénüzemű rendszerek létesítésében és fenntartásában.

A kérdőívben vizsgáltuk továbbá, hogy milyen felsőfokú végzettséggel rendelkezők továbbképzését tervezik hidrogéntechnológiai szakterületre. A megkérdezettek közül 23 vállalkozás tervezi a felsőfokú végzettséggel rendelkező alkalmazottainak beiskolázását. A végzettségek szerinti beiskolázási szándékot az alábbi diagramban ismertetjük.



15. ábra: Felsőfokú végzettségűek beiskolázásának terve

A válaszadók nagy hangsúlyt fektettek a gépészmérnökök, villamosmérnökök és vegyészmérnökök szakmai képzésére (15. ábra) úgyis ezen szakemberek már alapképzettségüket tekintve is mind rendelkeznek olyan ismeretekkel és készségekkel, amelyek hasznosak lehetnek a hidrogénteknológia területén.

A gépészmérnökök fontos szerepet játszhatnak a hidrogénteknológiai rendszerek tervezésében, fejlesztésében és karbantartásában. Kompetenciáikat könnyen kiterjeszthetik például hidrogén üzemanyagcellák és hidrogénnel működő motorok tervezésének irányába, valamint felelősséget vállalhatnak ehhez kapcsolódó kiszolgálórendszerek kialakításáért.

A villamosmérnökök kulcsfontosságúak lehetnek a hidrogénüzemű rendszerek elektromos egységeinek tervezésében és optimalizálásában. Felelősek lehetnek a hidrogén üzemanyagcellák elektromos vezérléséért, a hatékony energiaátalakításért és a rendszer elektromos hálózatának kialakításáért.

A vegyészmérnökök szaktudása pedig nélkülözhetetlen a hidrogén előállítása, tárolása és tisztítása terén.

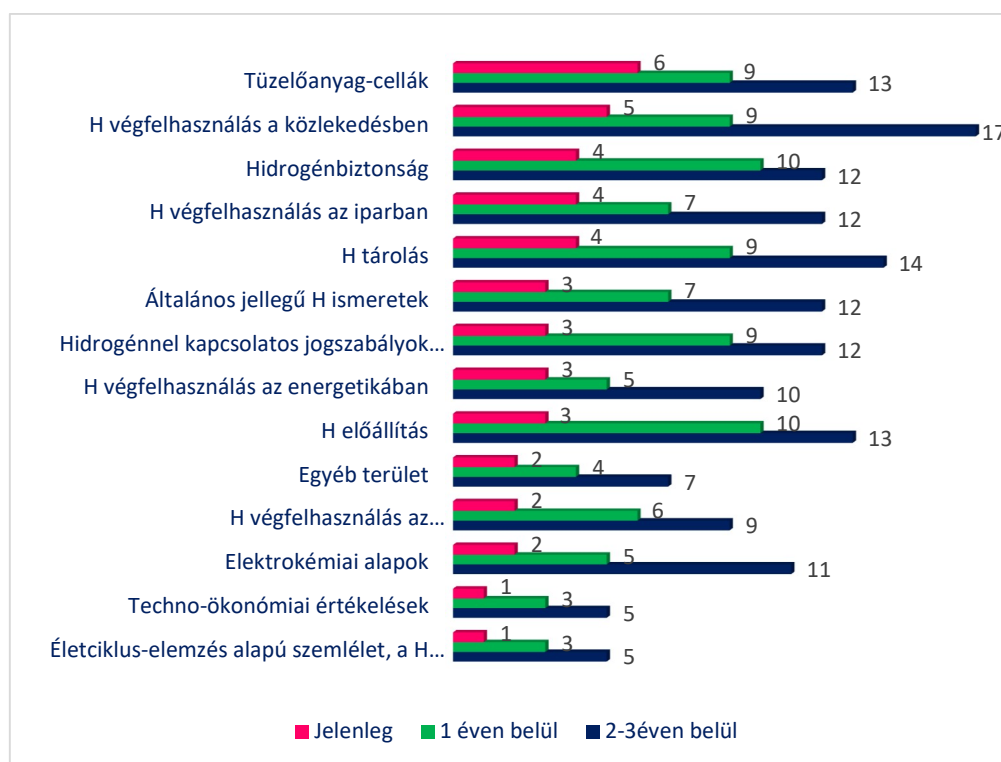
A hidrogénteknológiai területen történő felsőfokú szintű beiskolázás során érdemes olyan képzéseket keresni, amelyek kiemelt figyelmet fordítanak a hidrogén energiatárolására,

hidrogénüzemű járművekre, hidrogén üzemanyagcellákra és a hidrogén előállítására vonatkozó mérnöki és tudományos ismeretekre. Emellett fontos, hogy az adott képzés lehetőséget biztosítson a gyakorlati tapasztalatszerzésre és a kutatási projekteken való részvételre is.

5. Az iparban használt és tervezett hidrogén témájú képzések, tananyagok azonosítása

Az hidrogén témájú képzések és oktatások egyre növekvő érdeklődésre tartanak számot az energiahatékonyság és fenntarthatóság területén. A felmérés során az iparági szereplők választ adtak arra, hogy milyen jelenlegi képzéseket tartanak és milyen jövőbeni tervük van. A felméréssel arra voltunk kíváncsiak, hogy hogyan látják a megkérdezettek az iparág jövőjét, szükségesnek látják-e hidrogéntekológiával foglalkozó szakemberek képzését, valamint szükségük van-e ilyen tudásra a feladataik ellátásához.

A tananyagok kidolgozásának célja, az ipari szakemberek és a jövőbeli szakértők felkészítése az hidrogéntekológia különböző aspektusaira. Ezek a tananyagok kiterjednek a hidrogén előállításának, tárolásának, szállításának és felhasználásának technológiáira.



16. ábra: Az iparban használt, illetve tervezett hidrogén témájú képzések

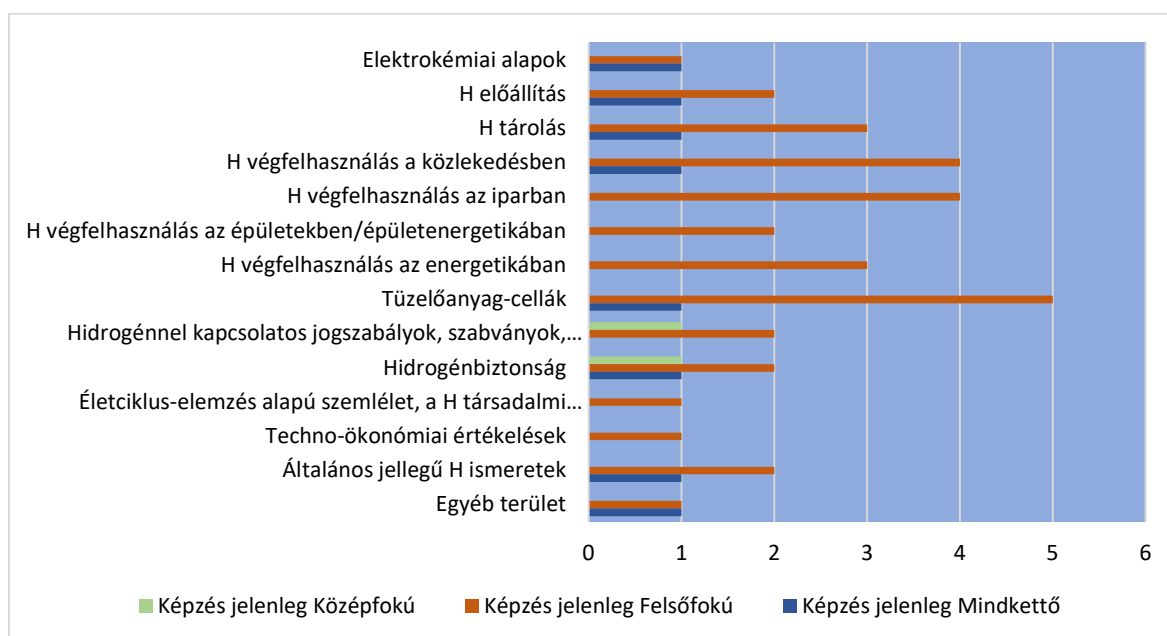
Az iparban tervezett képzésekre kitekintést nyújt a fenti ábrán látható kérdésre adott válaszok kiértékelése. A válaszadók legnagyobb része jelenleg is tart **Tüzelőanyag-cellákkal és közlekedésben történő végfelhasználással** kapcsolatos képzéseket. A hidrogénbiztonság és a hidrogén ipari felhasználása és tárolása szintén olyan témakörök, amelyek jelenleg a legnagyobb számban futó képzéseket adják.

A kérdőív ezen pontjának kiértékelésével azt látjuk, hogy 3 éven belül jelentős számú új hidrogéntechológiai képzést fognak az iparági szereplők indítani.

A legfontosabb témák között a hidrogén felhasználása a közlekedésben, a hidrogén tárolás, biztonságtechnika, előállítás és ipari felhasználás szerepelnek, ezeket egészítik ki az elektrokémiai, illetve általános alaptudás megszerzését célzó képzések és a kapcsolódó jogszabályi ismeretek.

A hidrogéntechológiához kapcsolódó képzési tevékenységek között a tüzelőanyag cellák, közlekedési felhasználások, hidrogénbiztonság és tárolás, valamint az ipari felhasználás adja a jelenlegi képzések döntő részét.

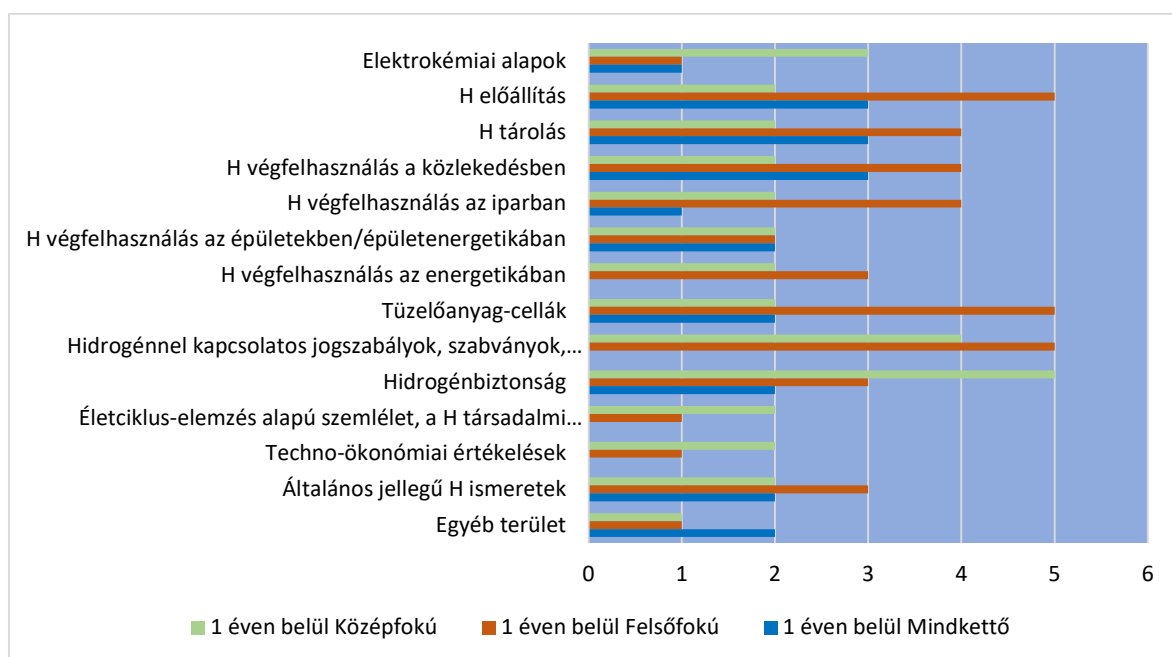
A jelenben a legnagyobb igény a tüzelőanyag-cellák területén való képzésre van, a jövőben a H végfelhasználásra a közlekedésben kerül a fókuszba.



17. ábra: Jelenleg futó képzések témakörei a végzettségi szintekkel

Azt tapasztaltuk, hogy a jelenleg futó képzések javarészt mérnöki szintűek, elvértve találkozunk középfokú képzésekkel néhány témakörben.

A képzések témakörei felölelik a tüzelőanyag-cellákat, a hidrogén végfelhasználást, és a tárolást. Ezen túlmenően, a hidrogéntekológiai képzések általában foglalkoznak az energia- és környezeti hatékonysággal, a hidrogéninfrastruktúra kialakításával, a gazdasági és jogi szempontokkal, valamint a fenntarthatósággal kapcsolatos témákkal is. A képzések fókuszától és szintjétől függően a részletek és az átfedések eltérhetnek, de ezek a témakörök általában megtalálhatók a hidrogéntekológiai képzésekben.

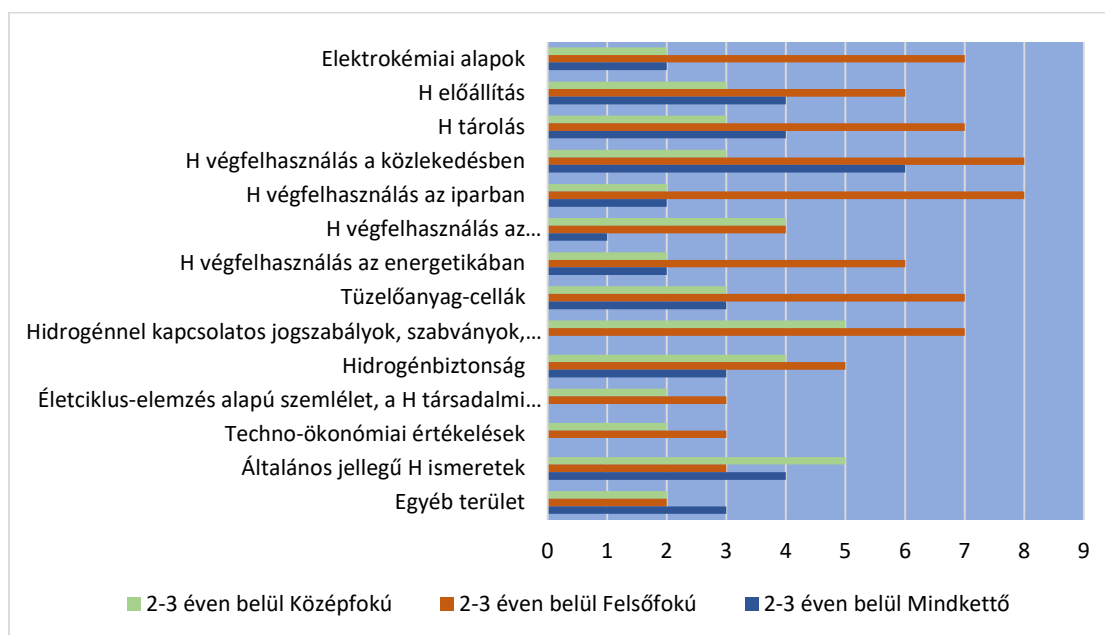


18. ábra: 1 éven belül tervezett képzések témakörei a végzettségi szintekkel

A rövid időn (1 év) belül indítandó képzések tekintetében kissé eltér a kép. A felsőfokú képzések mellett a középfokú képzések száma is megnő, szinte minden témakörben. Általánosságban is növekednek a képzések számai, ami azt mutatja, hogy az iparági szereplők a hidrogéntekológiai piac kiszélesedését prognosztizálják.

A tüzelőanyag cellák témakör továbbra is fókuszban lesz, azonban a hidrogén előállítás és a hidrogénbiztonság területek kiugróan sok új képzésben fognak szerepelni. A középfokú képzések számának kiugró növekedése a technológia elterjedését váró iparági szereplők

szakemberigényét fogja kielégíteni, a hidrogéntechnológiai berendezések üzemeltetése és karbantartása fontos feladat lesz.



19. ábra: 2-3 év távlatában tervezett képzések témakörei a végzettségi szintekkel

A képzéssel kapcsolatos középtávú célok nem mutatnak lényeges eltérést a rövidtávú célokhoz képest. Ennek oka az lehet, hogy az iparági szereplők a jelenleg előrelátható kihívásokra reagálnak és bizonytalanoknak tartják a technológia oktatásával kapcsolatos hosszabb távú igényeket.

Középfokú képzések esetén a legnagyobb igény az alábbi képzési területek iránt van:

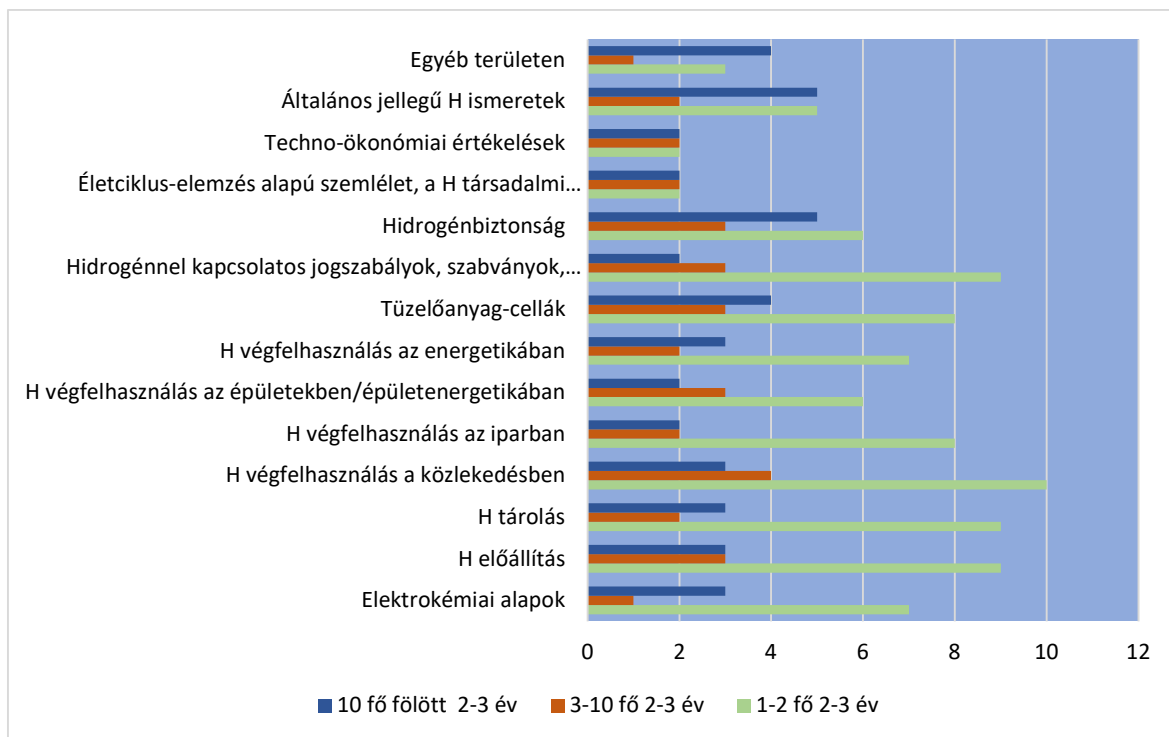
- Hidrogéntechnológiával kapcsolatos jogszabályok
- Hidrogénbiztonság
- Általános hidrogén ismeretek
- Hidrogén felhasználás az épületekben / épületenergetikában

Felsőfokú képzések esetén a legnagyobb igény az alábbi képzési területek iránt van:

- Tüzelőanyag-cellák
- Hidrogén jogszabályok
- Hidrogén végfelhasználás a közlekedésben és az iparban
- Elektrokémiai alapok
- Hidrogén tárolás

Mindkét képzési szint iránt a legnagyobb igény az alábbi képzési területeken van:

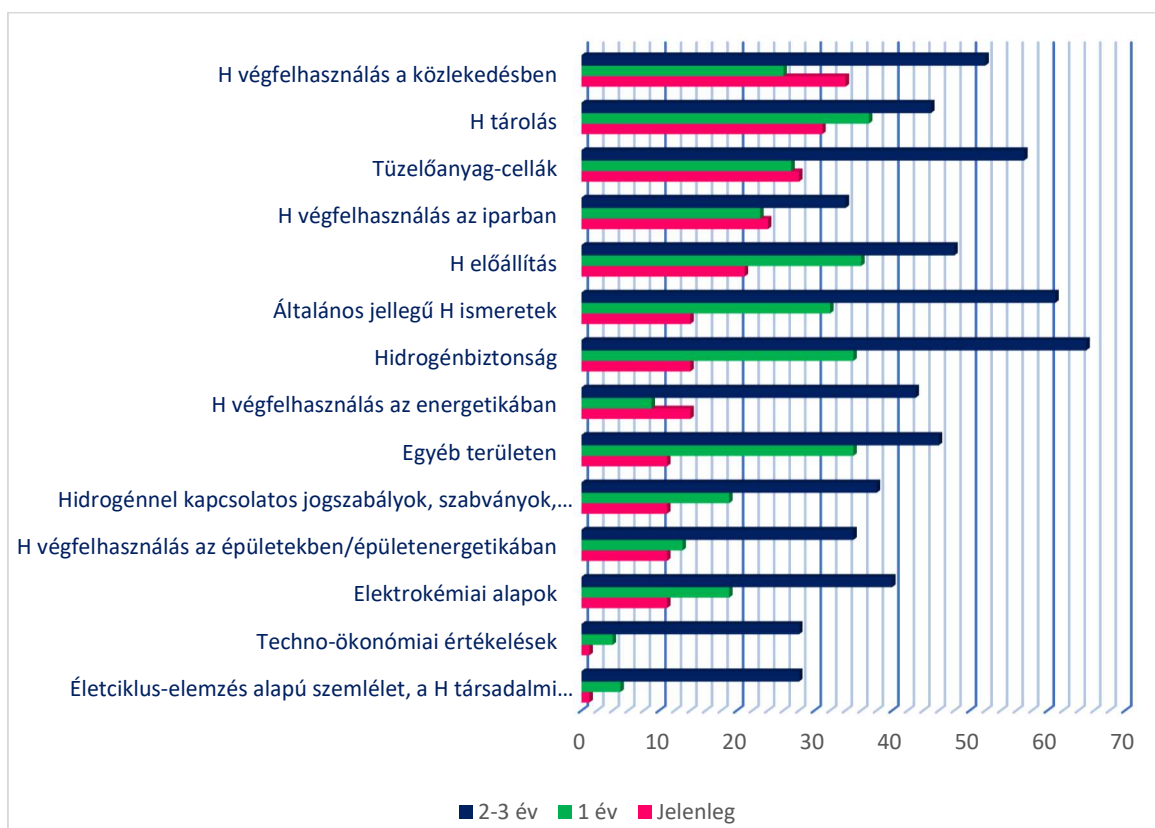
- Hidrogén végfelhasználás a közlekedésben
- Hidrogén tárolás és előállítás
- Általános Hidrogén jellegű ismeretek



20. ábra: Hidrogéntechnológiához kapcsolódó képzési igények 2-3 év távlatában, tervezett létszámokkal

Az kérdőívek értékeléséből azt látjuk, hogy 1-2 fő közötti képzésre minden területen igény van jelenleg és hosszabb távon is. 3-10 fő közötti képzésekre a legnagyobb igény az alábbi területeken van: hidrogén végfelhasználás a közlekedésben, hidrogén előállítás, tüzelőanyag-cellák és hidrogénbiztonság. 10 fő fölötti képzésekre a legnagyobb igény az

alábbi területeken van: hidrogénbiztonság, általános jellegű hidrogén ismeret, hidrogén előállítás és végfelhasználásnál a közlekedésben.



21. ábra: Hidrogéntekológiához kapcsolódó képzési igények (becsült létszám)

A jelenlegi és a jövőbeli képzésekre beiskolázottak számát tekintve az látható, hogy évente átlagosan megduplázódik a várható beiskolázások száma. Becsült létszám tekintetében a hidrogénbiztonság kiemelt jelentőségűvé válik.

6. Összefoglalás

A hidrogénteknológia szerepe napjainkban kulcsfontosságú a fenntartható energiaellátás és az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése terén. Ahhoz, hogy az ipar és a szakemberek hatékonyan részt tudjanak venni ezen kihívásokban, elengedhetetlen a megfelelő képzési struktúrák és tananyagok kialakítása. A hidrogénteknológiával összefüggő képzési beavatkozási pontoknak kiemelt szerepük van a tudásátadásban és a szakmai készségek fejlesztésében.

A képzési területek között kiemelt figyelmet kell fordítani a közlekedési célú hidrogénhasználatra, a tüzelőanyagcellákra, a tárolásra, az ipari végfelhasználásra és az előállításra. Azok a szakemberek, akik ezen a területen szeretnének tevékenykedni, olyan tudást kell elsajátítaniuk, amely magában foglalja a hidrogénteknológia teljes spektrumát.

A közlekedési célú hidrogénhasználat területén kiemeltük a járművek tervezésének, gyártásának és üzemeltetésének fontosságát. A tananyagoknak részletesen kell bemutatniuk a hidrogénüzemű járművek működését, előnyeit és kihívásait, valamint az ezekkel kapcsolatos infrastrukturális fejlesztéseket.

A tüzelőanyagcellák területén a hangsúlyt a működési elvekre, alkalmazásokra és a tüzelőanyagcellás rendszerek tervezésére kell fektetni. A tanulmányi programoknak tükrözniük kell az ipari igényeket és azokat a fejlesztéseket, amelyek elősegítik a tüzelőanyagcellák széleskörű alkalmazását.

A tárolás tekintetében fontos, hogy a hallgatók megismerjék a hidrogén tárolásának különböző módszereit, beleértve a biztonsági protokollokat és az alkalmazásokat. A gyakorlati tudásnak összpontosítania kell azokra a technológiákra, amelyek hatékonyan képesek kezelni a hidrogén tárolásának kihívásait.

Az ipari végfelhasználás területén a hidrogén alkalmazásának széles spektrumára kell összpontosítani, beleértve az energetikai és kémiai ipart is. A tananyagoknak fel kell készíteniük a szakembereket arra, hogy hatékonyan alkalmazzák a hidrogénteknológiákat az ipari folyamatokban.

A képzési beavatkozási pontok között hangsúlyozzuk a kooperatív és duális képzést, melyek lehetőséget teremtenek a hallgatóknak a valós ipari környezetben szerzett tapasztalatokra. Az ilyen típusú képzés kiválóan alkalmas a gyakorlati tudás bővítésére és az ipari kapcsolatok kiépítésére, elősegítve a szakemberek hatékony és alkalmazkodó képességét.

Szintén kulcsfontosságú a szakmérnökképzés beemelése a hidrogéntechológiával kapcsolatos oktatásba. A szakmérnökök olyan szintű szakértelmet szerezhettek, amely lehetővé teszi számukra a mérnöki tevékenységek magas szintű végzését a hidrogénipar területén.

Végül, a gyakorlatorientált képzés szükségességét hangsúlyozzuk, mely lehetőséget biztosít a hallgatóknak a tanult elméleti ismeretek valóságos alkalmazására. A hidrogéntechológiával kapcsolatos szakmai készségek elsajátítása kulcsfontosságú a jövőbeli szakemberek számára, akik hatékonyan kívánnak részt venni ezen dinamikus és innovatív iparágban.

Ezen beavatkozási pontok összessége elősegíti a hidrogéntechológiával kapcsolatos tudás és készségek széleskörű kialakítását, támogatva ezzel az ipar fejlődését és fenntartható jövőjét.

7. 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-első-zöldhidrogén-termelő-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] Hidrogéntechológiák és Ipari IoT Tanszék honlapja: <https://kvk.uni-obuda.hu/munkatarsak/KVK-EFI-HIIT/>
- [28] Neumann János Egyetem, Hidrogéntechológiai Tudásközpont honlapja:
<https://nje.hu/tudomany/tudaskozpontok/hidrogen-technologiai-tudaskozpont>
- [29] Magyarország Nemzeti Hidrogénstratégiája:
<https://kormany.hu/dokumentumtar/magyarorszag-nemzeti-hidrogenstrategiaja>
- [30] Nic Giolla Mhichíl, M., Brown, M., Beirne, E. & Mac Lochlainn, C. (2020). A Micro-Credential Roadmap: Currency, Cohesion and Consistency. Dublin City University.