



# **HIDROGÉNTÉCHNOLÓGIÁVAL ÖSSZEFÜGGŐ KÉPZÉSI PROGRAMOK**

**- az ipari szektor képviselői körében végzett felmérés  
eredményeinek összefoglalója –**

Készítette:

Hidrogén Munkacsoport

Zöld Mobilitás Igazgatóság

HUMDA Green Üzletág

Budapest, 2023.09.04.

## Tartalomjegyzék

|     |                                                                                                            |    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.  | Bevezetés .....                                                                                            | 4  |
| 2.  | Nemzetközi kitekintés .....                                                                                | 5  |
| 2.1 | Az EU hidrogénstratégiája.....                                                                             | 7  |
| 2.2 | Jelentősebb projektek Európában .....                                                                      | 8  |
| 2.3 | Trendek az európai oktatásban hidrogéntechológiák terén.....                                               | 10 |
| 2.4 | Clean Hydrogen Joint Undertaking (FC-JU), Strategic Research and Innovation Agenda 2021 – 2027 (SIRA)..... | 13 |
| 3.  | Magyarország hidrogénstratégiája.....                                                                      | 16 |
| 4.  | Az alkalmazott módszertan és a kutatás keretei .....                                                       | 19 |
| 4.1 | A beavatkozási pontok azonosítása az ipari szereplők által .....                                           | 20 |
| 4.2 | A kérdőívben megfogalmazott fókuszpontok.....                                                              | 25 |
| 5.  | A kérdőív eredményeinek bemutatása.....                                                                    | 26 |
| 5.1 | Hidrogéntechológiához kapcsolódó jelenlegi és tervezett projekttevékenységek<br>27                         |    |
| 5.2 | Képzettségi igények és szintek felmérése a piaci szereplőknél .....                                        | 29 |
| 5.3 | A tervezett hidrogén témájú képzések, tananyagok fókuszterületeinek meghatározása .....                    | 39 |
| 6.  | Összefoglalás .....                                                                                        | 46 |
| 7.  | Irodalomjegyzék .....                                                                                      | 48 |

## Ábrajegyzék

|                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ábra: Magyarország hidrogénstratégiai jövőképe.....                                                                                           | 16 |
| 2. ábra: Az iparági szereplők által megfogalmazott és sürgősség-fontosság diagramon elhelyezett témák .....                                      | 20 |
| 3. ábra: Kérdőív kitöltöttségi adatok és a technológia iránti elköteleződés.....                                                                 | 26 |
| 4. ábra: Hidrogéntechológiához kapcsolódó jelenlegi és tervezett projekttevékenységek területei .....                                            | 28 |
| 5. ábra: Hidrogéntechológiához köthető legjelentősebbnek ítélt tématerületek jelenleg és a jövőben .....                                         | 29 |
| 6. ábra: A jelenleg folyó, vagy tervezett hidrogéntechológiával kapcsolatos projektjéhez/tevékenységéhez szükséges kompetenciák kialakítása..... | 30 |
| 7. ábra: Hidrogéntechológiához kapcsolódó képzési formák és azok tervezett ütemezése .....                                                       | 31 |
| 8. ábra: Előnyben részesített elméleti és gyakorlati képzési arányok.....                                                                        | 32 |
| 9. ábra: Milyen középfokú végzettségűek beiskolázását tervezik hidrogéntechológiákhoz kapcsolódó szakterületen.....                              | 37 |
| 10. ábra: Felsőfokú végzettségűek beiskolázásának terve hidrogéntechológiákhoz kapcsolódó szakterületen.....                                     | 38 |
| 11. ábra: A válaszadók körében jelenleg zajló vagy jövőben tervezett hidrogén témájú képzések fókuszterületeinek megoszlása.....                 | 40 |
| 12. ábra: Jelenleg futó képzések témakörei a végzettségi szintekkel .....                                                                        | 41 |
| 13. ábra: 1 éven belül tervezett képzések témakörei a végzettségi szintekkel .....                                                               | 41 |
| 14. ábra: 2-3 év távlatában tervezett képzések témakörei a végzettségi szintekkel .....                                                          | 42 |
| 15. ábra: Hidrogéntechológiához kapcsolódó képzési igények 2-3 év távlatában, tervezett létszámokkal .....                                       | 43 |
| 16. ábra: Hidrogéntechológiához kapcsolódó képzési igények (becsült létszám).....                                                                | 44 |
| 17. ábra: Hidrogéntechológiához kapcsolódó jelenlegi és jövőbeni képzési igények.....                                                            | 45 |

## 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 hidrogéntechológiában 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 hidrogéntechológiához kapcsolódó képzési alprojekt vezetőjeként keresi azokat az oktatási-képzési beavatkozási pontokat, melyek a Nemzeti Hidrogénstratégia megvalósításának támogatása kapcsán jelentkeznék.

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 képzési szereplők elképzeléseit a hidrogén képzési programokba történő illesztéséről, új programok indításáról. **Jelen tanulmány az iparági szereplők kérdőíves felméréséből származó kutatási eredményeket foglalja össze.** Az oktatási szektorban végzett kérdőíves felmérés eredményei külön jelentésben szerepelnek.

A teljes oktatási kutatás célja, hogy kirajzolódjanak azok a hidrogéntechológiai 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 [9].

## 2. Nemzetközi kitekintés

A hidrogénstratégiák és hidrogénfejlesztési tervek nemzetközi szinten is számos országban és régióban megjelennek. Az Egyesült Államokban számos hidrogénprojekt és kezdeményezés van folyamatban, amelyek között szerepel a hidrogénüzemű járművek infrastruktúrájának kiépítése, a hidrogén előállításának támogatása megújuló forrásokból, valamint a hidrogéntárolás és -hasznosítás fejlesztése. Japán hosszú ideje vezető szerepet tölt be a hidrogénipar fejlesztésében és a hidrogénenergia előmozdításában. A japán kormány által elfogadott stratégia célja a hidrogénfelhasználás növelése a közlekedésben, az energiaszektorban és az iparban. Japánban hidrogénüzemű járművek, hidrogéntárolásra és -ellátásra szolgáló infrastruktúra, valamint hidrogénhajtású erőművek is működnek. Dél-Korea is jelentős figyelmet fordít hidrogéntechológiai fejlesztésekre. Tervezik a hidrogénfelhasználás bővítését a közlekedésben, az iparban és az energiaszektorban. Az országban hidrogéntöltő állomásokat, tárolást és elosztást támogató infrastruktúrát, valamint hidrogénüzemű járműveket fejlesztenek. Ausztrália nagyon gazdag megújuló energiaforrások terén, ezért nagy potenciállal rendelkezik megújuló hidrogén előállítására és exportjára. Az ausztrál kormány stratégiájának célja a hidrogénipar fejlesztése és a zöldhidrogén export növelése. Ausztráliában hidrogéntermelő projektek, hidrogénelosztó hálózatok és hidrogénüzemű járművek fejlesztése történik.

Kína hidrogéniparának fejlesztési terve két fő célt határozott meg [12, 13] a teljes hidrogénipar számára 2025-re: a hidrogén üzemanyagcellás járművek 50 ezres célértékét (ezzel együtt hidrogén töltőállomások létesítését), valamint a megújuló hidrogéntermelő kapacitás évi 100-200 ezer tonnára növelését.

A döntéshozók sarkalatos elveket határoztak meg a gázpiac és a hidrogén alkalmazás tekintetében, így alapvetően a Kína hidrogéntermelésében a melléktermékek és a megújuló hidrogén a főszerep:

- **„A termeléshez közeli felhasználás” alapelv:** Kína olyan hidrogéngáz piacot hoz létre, ahol a hidrogén felhasználása a termelési helyek közvetlen közelében lesz. A gázellátás főként ipari melléktermék gázból (visszanyerés) és megújuló hidrogénből származik majd.

- **Diverzifikált gázforrások alapelve:** A hidrogéntermelés diverzifikált tiszta technológiákon alapul – a fosszilis tüzelőanyag alapú szürkehidrogén-termelést korlátozni fogják.
- **„A gáz-mellékterméké a főszerep” alapelv:** Mostantól 2025-ig a leginkább prioritást élvező területek az ipari melléktermékek (kokszkemencékből, klórlúgos termelésből és PDH (propán dehidrogénezési eljárás-projektek) és a megújuló elektrolízis energia-gázba termelése.
- **Fejlett technológiai innováció:** A terv megnyitja az utat a fejlettebb technológiák kipróbálásához is, beleértve a tengervíz elektrolízist, a nukleáris hidrogéntermelést, az SOEC<sup>1</sup> technológián alapuló hidrogéntermelését, a fotokatalízist és a termokatalitikus lebontást.

Az USA stratégiája alapvetően három fő irányvonalat fogalmaz meg annak érdekében, hogy biztosítsa a tiszta hidrogén hatékony dekarbonizációs eszközként való elterjedését az Egyesült Államokban [11]:

- **A tiszta hidrogén célzott stratégiai, nagyvolumenű felhasználása:**  
Ez teszi lehetővé, hogy a tiszta hidrogént olyan nagy energiaigényű alkalmazásokban használják fel, ahol korlátozott lehetőségek állnak rendelkezésre az üvegházhatást okozó szén-dioxid –kibocsátás csökkentésére. Kiemelt piacok közé tartoznak az ipari szektor (például vegyipar, acélgyártás és finomítás), a nehéz tehergépjárművek közlekedése és a hosszútávú energiatárolás. Hosszabb távú célkitűzéssel között szerepel a tiszta hidrogén vagy hidrogénhordozók exportálása, valamint szövetséges országok energiabiztonságának elősegítése.
- **A tiszta hidrogén előállítási költségeinek csökkentése:**  
A 2021-ben elindított "Hydrogen Energy Earthshot" (Hydrogen Shot) kezdeményezés innovációra és méretgazdaságosságra ösztönözve serkenti a magánszektor befektetéseit, elősegíti a hidrogén ellátási lánc fejlődését ezzel jelentősen csökkentve a tiszta hidrogén előállítási költségeit. Az erőfeszítések kiemelt figyelmet fordítanak a kritikus anyag- és ellátási lánc gyengeségeivel és olyan tervezési módszertant tartanak szem előtt, amely hatékonyságot, tartósságot és újrahasznosítást részesít előnyben. Az infrastruktúrába (tárolás, elosztás) történő

---

<sup>1</sup> Solid Oxide Electrolyzer Cell (SOEC) - szilárd oxidos elektrolizáló cella

befektetésekkel együtt ezek a kezdeményezések nemcsak a tiszta hidrogén előállítás költségeit, hanem a szállítási költségeket is csökkenthetik.

- **A regionális hálózatokra való összpontosítás:**

A Regionális Tiszta Hidrogénközpontokba való befektetés lehetővé teszi a nagyobb mértékű tiszta hidrogéntermelést a stratégiai hidrogénfelhasználók környezetében, ezáltal lehetővé téve az infrastruktúra kritikus tömegének megosztását. Ezen beruházások segítségével növelni lehet a termelés, az elosztás és a tárolás méretét, hogy elősegítsék a piaci fellendülést. Jól megtervezett regionális hálózatok révén olyan lehetőségeket teremthetünk, amelyek elősegítik az esélyegyenlőséget és a fenntarthatóságot. A prioritások között szerepelnek a környezeti hatások csökkentése, munkahelyek teremtése, hosszú távú átvételi szerződések biztosítása, valamint a hazai gyártás és a magánszektor befektetéseinek felgyorsítása.

## 2.1 Az EU hidrogénstratégiája

Az EU ambiciózus hidrogénstratégiája a hidrogén alapú gazdaság kialakítását célozza meg Európában a fenntartható jövő érdekében, alacsony széndioxid kibocsátású technológiák kutatásával és bevezetésével.

A stratégia főbb pontjai:

1. Hidrogén előállításának növelése megújuló energiaforrásokból: Az EU célja, hogy 2030-ig legalább 6 gigawatt (GW) elektrolizátor kapacitást telepítsenek Európában, amelyek 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 szén-

dioxid-kibocsátás csökkentését és a fenntarthatóbb gyártási módszerek alkalmazását.

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 hidrogéntekológia 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.

## **2.2 Jelentősebb projektek Európában**

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 az klímaváltozás kezelése. A REPowerEU-terv intézkedései segítik az energiatakarékosságot, az energiaellátás diverzifikálását és a fosszilis tüzelőanyagok kiváltását az otthonokban, az iparban és az energiatermelésben.

### **Energiatakarékossági 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 jogszabálycsomag „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.

### **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.

### **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.

Európa tagországaiban számos jelentős projekt zajlik hidrogéntechnológia területén, 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 acélgyárban. A projekt keretében hidrogént állítanak elő megújuló energiaforrásokból és felhasználgák 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 repülőtérén 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. NorthH2 (Hollandia, Németország, Belgium):

A NorthH2 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.

## 2.3 Trendek az európai oktatásban hidrogéntechnológiák terén

A hidrogéntechnológia interdiszciplináris terület, amely különböző tudományágakat foglal magában, mint például mérnöki, környezeti és kémia tudományok. Az európai

hidrogéntechnológia oktatás az ipari szakemberigény kielégítéséhez 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 hidrogéntechnológia megértésében, alkalmazásában és kutatásában. Egyre inkább hangsúlyt helyeznek a hallgatók részvételére kutatási projektekben 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, már meglévő képzést gyűjtöttünk össze az 1. táblázatban.

1. táblázat: Néhány kiemelt, már meglévő képzési forma hidrogéntechnológiák terén egyes európai országokban

| Ország        | Egyetem                                   | Képzés témakörei                                                                                                                                                  | Képzési forma              |
|---------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Hollandia     | University of Groningen                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- üzemanyagcellák</li> <li>- elektrolizálók</li> <li>- energetikai modellezés</li> </ul>                                   | MSc<br>2 év                |
| Hollandia     | TU Delft                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- hidrogén előállítás</li> <li>- nagyvolumenű hidrogén tárolás</li> <li>- hidrogén a légi- és víziközlekedésben</li> </ul> | BSc, MSc,<br>részképzés    |
| Anglia        | University of Birmingham                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- üzemanyagcellák</li> <li>- elektrolizálók</li> <li>- hidrogénbiztonság</li> </ul>                                        | 1 éves képzés              |
| Anglia        | Newcastle University                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- üzemanyagcellák</li> <li>- elektrolizálók</li> <li>- elektromos hálózat optimalizáció</li> </ul>                         | 1 éves képzés              |
| Anglia        | University of Nottingham                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- üzemanyagcellák</li> <li>- elektrolizálók</li> <li>- hidrogénbiztonság</li> </ul>                                        | PhD program                |
| Németország   | Technische Hochschule Ingolstadt          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- hidrogéntárolás</li> <li>- elektrolizálók</li> <li>- hidrogéngazdaság</li> </ul>                                         | MSc, 3 félév               |
| Norvégia      | University of Oslo                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- hidrogéntárolás</li> <li>- elektrolizálók</li> <li>- hidrogénrendszerek termodinamikája</li> </ul>                       | 1 féléves<br>részképzés    |
| Dánia         | Aalborg University                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- üzemanyagcellák</li> <li>- elektrolizálók</li> <li>- hidrogén járműhajtás</li> </ul>                                     | 2 éves képzés              |
| Spanyolország | Universitat Rovira I Virgili Fundació Urv | <ul style="list-style-type: none"> <li>- hidrogén végfelhasználás</li> <li>- hidrogén tárolás</li> <li>- hidrogén előállítás</li> </ul>                           | 18 hónapos<br>képzés       |
| Olaszország   | Politecnico di Torino                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- hidrogéntárolás</li> <li>- elektrolizálók</li> <li>- hidrogénnel kapcsolatos kémia</li> </ul>                            | 4 féléves<br>specializáció |
| Ausztria      | TU Graz                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Center of Hydrogen Research</li> </ul>                                                                                   | PhD                        |
| Szlovénia     | Maribor                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hydrogen Center</li> </ul>                                                                                               | PhD                        |

E néhány példából 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 egybevágóan a nemzetközi iparági igényekkel és tendenciákkal, ami a felsőoktatás alapvetően jó reakcióját igazolja.

Az európai kihívásokra reagálva a többi tagállamhoz hasonlóan Magyarország Kormánya megalkotta és elfogadta Magyarország Nemzeti Hidrogénstratégiáját<sup>2</sup>.

## **2.4 Clean Hydrogen Joint Undertaking (FC-JU), Strategic Research and Innovation Agenda 2021 – 2027 (SIRA)**

A Clean Hydrogen JU<sup>3</sup> elnevezésű dokumentum az EU 2021–2027 közötti stratégiai kutatási és innovációs menetrendjét (SRIA) képviseli. Lefedi a Horizont Európa program időtartamát, és meghatározza a kulcsfontosságú prioritásokat, valamint a közös vállalatok célkitűzéseinek eléréséhez szükséges alapvető technológiákat és innovációkat.

Az elmúlt néhány évben az európai hidrogénipar nagyot haladt előre, és jelenleg készen áll a következő lépés megtételére. Ez jelentős gazdasági növekedést tesz lehetővé elsősorban Európában, megtartva a magas hozzáadott értékű munkahelyeket, és létrehozza az uniós vállalatok ellátási láncait új, hidrogén- és üzemanyagcellás technológián alapuló termékcsaládok köré.

2017-ben a Hidrogén Tanács előrejelezte, hogy a hidrogénágazat 2050-ig több mint 30 millió ember számára biztosíthat munkát világszerte. Ezenkívül a Hydrogen Roadmap Europe elemzése 2050-re Európában 5,4 millió közvetlen munkahelyet jelzett előre. A készségeket az EU a szakpolitikai menetrendjének középpontjába helyezi, az emberekbe és készségeikbe való befektetést a koronavírus-járványból történő fenntartható kilábalás érdekében irányítja. 2020 júliusában bemutatta az európai készségfejlesztési menetrendet (European Skills

---

<sup>2</sup> 1372/2021. (VI. 10.) Korm. határozat a Nemzeti Hidrogén Stratégia 2030 elfogadásáról

Agenda) a fenntartható versenyképesség és társadalmi méltányosság érdekében. A menetrend első kiemelt intézkedéseiként az EU Bizottság 2020 novemberében elindította a készségek paktumát (Pact for Skills), hogy támogassa a tisztességes kilábalást, valamint teljesítse a zöld és digitális átállás, valamint az EU ipari és kkv-stratégiáinak ambícióit. Ezért a nagyobb számú, versenyképes munkahely megteremtése érdekében a képzett munkaerő képzése kulcsfontosságú ahhoz, hogy sikeres legyen a feltörekvő európai ipar szükséges bővítésében. Ez magában foglalja a leépülő iparágakban a jelenlegi munkaerő továbbképzését vagy átképzését is.

### Célok:

Ennek a fókuszterületnek kettős célja van: (i) a versenyképes hidrogénpiachoz szükséges jól képzett és magasan képzett munkaerő felkészítése, megőrizve a meglévő szaktudást és know-how-t, miközben (ii) növeli a hidrogéntechológiákkal kapcsolatos tudatosságot és társadalmi elfogadottságot. Ennek érdekében a konkrét célok ezen a területen a következők:

1. Oktatási és képzési anyagok, valamint képzési programok kidolgozása hidrogénnel és üzemanyagcellákkal foglalkozó szakemberek számára
2. Növelni a közvélemény tudatosságát és bizalmát a hidrogéntechológiák, valamint ezek rendszerek előnyei iránt

Az oktatásra vonatkozó stratégia egyrészt a tevékenységek a már megszólított célcsoportok számára rendelkezésre álló oktatási és képzési anyagok frissítésére összpontosít, másrészt új oktatási és képzési anyagok kidolgozására új, eddig nem érintett célcsoportok számára. Különösen a képzési programokat kell megtervezni olyan új szempontokat is beépítve, mint például a rendszermodellezés.

A program számos kutatást és innovációt, valamint koordinációt és támogatást célzó cselekvést hajt végre.

K+F prioritások – kutatási tevékenységek a program korai szakaszában:

- Innovatív oktatás továbbfejlesztése a legújabb IT-technológiák felhasználásával és az érintettek képzési folyamataiban való megvalósítása a gyerekektől a diákokon át a tanárokig (pl. digitális modellek, laboratóriumok, rövid távú tanfolyamok).

K+F prioritások – demonstrációs tevékenységek:

- Integrációs szempontok a társadalomtudományokkal, valamint az oktatás és a közvélemény bizalmának fejlesztése, beleértve adott esetben a humán tudományok hozzájárulását is

- Virtuális európai egyetem fejlesztése és telepítése hidrogén- és üzemanyagcellás oktatási célokkal, szolgáltatások és konkrét események létrehozása, pl. nyári/téli képzések

Koordinációs és támogató intézkedések:

- Tananyagok készítése és terjesztése az oktatáshoz és képzéshez minden szinten, különböző nyelveken
- Képzési programok kidolgozása fiatal szakemberek számára a hidrogén és az üzemanyagcella területén, a képzési és oktatási rendezvényeket is beleértve a különböző érdekelt felek számára

### 3. Magyarország hidrogénstratégiája

2021. májusában a magyar kormány elfogadta a Nemzeti Hidrogénstratégiát (1372/2021. (VI.10.) Korm. határozat). A Stratégia hosszú távon a zöld hidrogént helyezi a középpontba, de a megújuló forrásokból termelt villamos energia segítségével előállított hidrogén mellett a nukleáris hálózatról vételezett villamos energián alapuló hidrogéntermelés lehetőségeivel is számol. Ezen kívül rövid- és középtávon a karbonszegény (ún. kék) hidrogén használatát is szükségesnek tartja.

| HIDROGÉNSTRATÉGIAI JÖVŐKÉP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Erős kompetenciákat fejlesztünk ki a hidrogén értéklánc kulcsfontosságú elemei mentén, mely célzott KFI, valamint gazdaságfejlesztési tevékenységekkel kiegészítve a karbonsemleges társadalom felé való elmozdulást és a magyar gazdaság versenyképességének fenntartását szolgálja.                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| KIEMELT CÉLOK – 2030                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Nagyvolumenű karbonszegény és decentralizált karbonmentes hidrogén előállítás</b><br><br>A felhasználói igényekhez illeszkedő, versenyképes árú, karbonszegény és karbonmentes hidrogénelőállítás feltételeinek megteremtése. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 ezer tonna /év karbonszegény hidrogén +</li> <li>• 16 ezer tonna/év „zöld” és egyéb karbonmentes hidrogén</li> <li>• 240 MW elektrolizáló kapacitás**</li> </ul> | <b>Ipari felhasználás dekarbonizációja részben hidrogénnel</b><br><br>Ipar termelési folyamatainak és termékhasználatának zöldítése kezdetben főleg karbonszegény hidrogén felhasználásával, hosszabb távon karbonmentes hidrogénfelhasználásra történő áttállással. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 ezer tonna /év karbonszegény hidrogén +</li> <li>• 4 ezer tonna/év „zöld” és egyéb karbonmentes hidrogén</li> <li>• 95 ezer tonna CO<sup>2</sup>-kibocsátás elkerülése</li> </ul> | <b>Közlekedés zöldítése</b><br><br>Tiszta közlekedési módokra való áttérés felgyorsítása a gázolaj-felhasználás tiszta alternatívákkal történő fokozatos kiváltásával. Ennek keretében a 2030-as időtávon a hidrogén elsősorban a nehézgépjármű-forgalomban jelenik meg reális alternatívaként. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 ezer tonna /év „zöld” és egyéb karbonmentes hidrogén</li> <li>• 20 hidrogén töltőállomás / 40 töltőpont</li> <li>• 4,8 ezer HFC jármű</li> <li>• 130 ezer tonna CO<sup>2</sup>-kibocsátás elkerülése</li> </ul> | <b>Támogató villamosenergia- és (föld)gáz-infrastruktúra</b><br><br>Szektorintegrációs képesség – elsősorban szezonális áramtárolási képesség – kiépítése a szektorok közötti szinergiák kihasználásával, a karbonsemleges áttérést lehetővé tevő infrastruktúra kiépítésével és a meglévő infrastruktúra átalakításával. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 MW átlagos leszabályozási képesség</li> <li>• évi min. 2% térfogatarányos bekeverés a földgázrendszerben (ahol indokolt)</li> </ul> |
| TÁMOGATÓ CÉLOK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Ipar- és gazdaságfejlesztési lehetőségek kihasználása</b><br><br>Az iparági trendek és a hazai erősségek közös metszetében található tevékenységek megerősítése a versenyképesség növelése és a hazai penetráció elősegítése céljából.                                                                                                                                                                                                     | <b>Horizontális feltételrendszer: ösztönző működési környezet kialakítása</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Átfogó szabályozási és működési keretek kialakítása,</li> <li>• partnerség és nemzetközi együttműködés erősítése.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                | <b>KFI és oktatás, ami támogatja a hidrogén sikerét az átmenetben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

1. ábra: Magyarország hidrogénstratégiai jövőképe

Sőt, szintén a Nemzeti Hidrogénstratégiából származó következő kifejtést is bele tenném (nyilván a piros kiemelő nyilak nélkül) és egy jó ábracímét adva neki:

A hidrogénnel és a hidrogéntechnológiával kapcsolatos ismeretek bővítése tekintetében két kiemelt beavatkozási irány azonosítható:

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

Kiemelt intézkedések:

1. A Hidrogéntechnológiai Nemzeti Labor létrehozása a Megújuló Energiák Nemzeti Laboratóriuma részeként. Törekvés egy „HorizonEurope Teaming” projekt kialakítására egy élvonalbeli külföldi partnerintézménnyel.
2. A Nemzeti Laborból kinövő pilotok és a Nemzeti Hidrogéntechnológiai Platform tagjainak pilot projektjei az azonosított fókuszterületeken. Jellemzően ipar-felsőoktatás együttműködésének keretében.
3. Alkalmazott kutatási projektek a CO<sub>2</sub> szállítás és tárolás területén.
4. Iparfejlesztést támogató innovációs projektek (komponensfejlesztés, rendszerintegrációs és esetleg termékfejlesztés is) elindítása.
5. Kiemelt projekt indítása a CCU/Petrolkémia határterületén. (Kék Hidrogén Projekt)
6. IPCEI projektek elindításának támogatása.
7. Oktatási programok kidolgozása, tananyagok fejlesztése és / vagy EU-s tananyagok adaptálása: Javasolt a hidrogéntechnológiai oktatás és képzés duális formában történő fejlesztése, a szükséges laborhátter biztosítása, valamint fókuszált oktatási központok létrehozása és ezek hálózatosodásának elősegítése.
8. Disszemináció a társadalom széles körében a hidrogénnel kapcsolatos alapvető ismeretek átadása, ill. a hidrogén társadalmi elfogadottságának erősítése céljából.

A Nemzeti Hidrogénstratégia erős kompetenciákat fejlesztését tűzi ki célként a hidrogén értéklánc kulcsfontosságú elemei mentén, mely célzott KFI, valamint gazdaságfejlesztési tevékenységekkel kiegészítve a karbonsemleges társadalom felé való elmozdulást és a magyar gazdaság versenyképességének fenntartását szolgálja. A stratégia kiemelt célkitűzéseit az 1. ábra foglalja össze.

A horizontális célként definiált oktatási tevékenység középpontjában a célok megvalósításához szükséges kompetencia együttes kiépítése áll. Terveink szerint három fő lépésben jutnánk el a képzési beavatkozási pontokra teendő javaslatok meghatározásához:

- az ipar által szükségesnek tartott kompetenciák feltárása a hidrogén és hidrogéntechnológiák terén

- a meghatározó hazai oktatási intézmények jelenlegi, illetve tervezett hidrogéntechnológiához kapcsolódó képzési programjainak azonosítása
- nemzetközi kitekintés az elsősorban európai képzési portfóliókról a hidrogéntechnológia tekintetében

Ezen eredményekből származó tapasztalatok, megállapítások eredményeként – mintegy a kutatás eredményeinek összefoglalásaként – teszünk javaslatot egy zárótanulmányban a hidrogéntechnológiához kapcsolódó, az ipari igények által vezérelt képzési beavatkozási pontokra.

Jelen tanulmányban az ipari szereplők körében végzett felmérés tapasztalatait foglaljuk össze.

## 4. Az alkalmazott módszertan és a kutatás keretei

A kérdőív összeállítása nemzetközi gyakorlatot alapul véve, az EU-szintű „FCH Observatory” projekt „Education & Training” nevű moduljában bemutatott módszertan szerint történt meg. Ez tekinthető ugyanis a jelenleg a leginkább fókuszált és átfogó jellegű felmérésnek hidrogéntechnológiai oktatás szempontjából EU-szinten. [10]

Az adatgyűjtés 2023. 1. negyedévében történt online formában az SDA Informatikai Zrt. Unipoll rendszerét felhasználva.

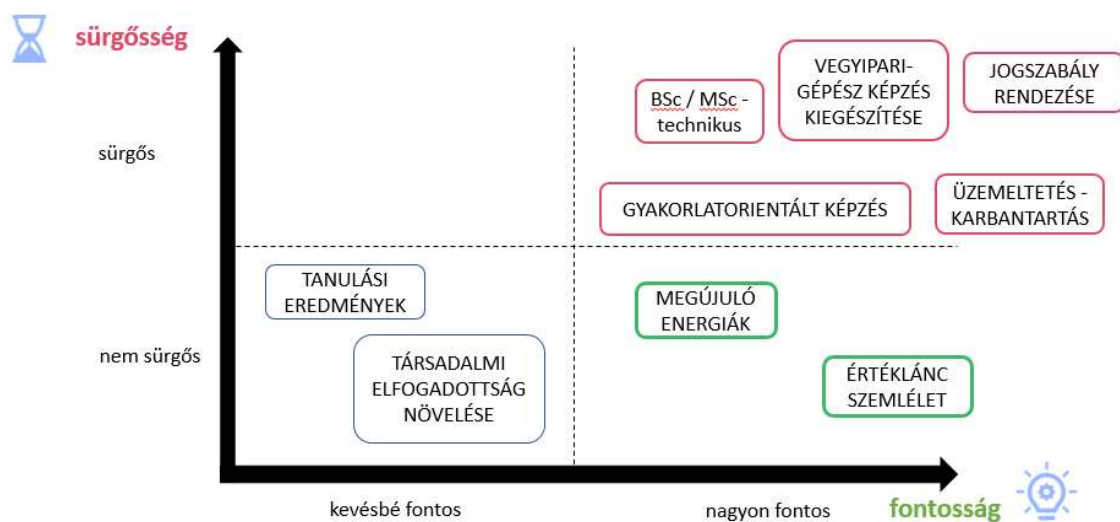
Módszertani szempontból fontos, hogy az oktatás különböző szintjei számára releváns információk közlése a vonatkozó nemzetközi szabvány, azaz az ISCED szerint (*International Standard Classification of Education* - Oktatási Osztályozási Rendszer) szerint történik. Ezzel lehetőségünk nyílik arra, hogy 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 az ipari 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. Mekkora a vállalati (lekérdezetti) minta? Ipari vagy regionális (országon belüli) reprezentativitásról beszélhetünk-e? – ha ezeket fontosnak gondoljátok.

A célcsoport tagjai számára tartott workshopon egyeztettünk arról, kinek milyen elképzelése van a hidrogéntechnológiai 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 az ipari szereplők által

A beavatkozási pontok azonosítása és a rangsorolás sürgősség-fontosság tekintetében a 2022.12.13-i workshop alapján történt meg. A releváns szakmai kompetenciákkal rendelkező ipari partnerek által javasolt sürgősségi-fontossági szempontokat az alábbi, 2. ábrán foglaltuk össze.



2. ábra: Az iparági szereplők által megfogalmazott és sürgősség-fontosság diagramon elhelyezett témák

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:

**Biztonság és kockázatkezelés:** A hidrogénteknológiához kapcsolódó biztonsági kérdések megfelelő kezelése kiemelt fontossággal bír. A hidrogén előállítása és felhasználása biztonsági kockázatokat rejt, így a hidrogénüzemű rendszerekben és infrastruktúrában biztonsági intézkedésekre van szükség. A jogi szabályozás lehetőséget ad a biztonsági előírások meghatározására, a kockázatok azonosítására és kezelésére, valamint a felelősségi kérdések rendezésére is.

*Infrastruktúra fejlesztése:* Az infrastruktúra fejlesztése magában foglalja a hidrogéntöltő állomások, hidrogéntárolók, hidrogén-szállítási rendszerek és egyéb infrastrukturális elemek kialakítását. A közlekedési célú felhasználás esetén például az infrastruktúratelepítés, üzemeltetés, illetve a járműkarbantartás szabályozása sem megoldott. Elszigetelt esetekben egyéb szabványokra támaszkodva határozzák meg a berendezésüzemeltetés és a munkavégzés feltételrendszerét. A jogi szabályozás segíthet a szükséges infrastruktúra fejlesztésének előmozdításában és szabályozásában.

*Piaci szabályozás:* A hidrogénenergia piaci szabályozása segít az üzleti lehetőségek kiaknázásában. Az átlátható és hatékony piaci szabályozás elősegíti a hidrogéntechnológia fejlődését, a befektetések vonzását és a piaci versenyt. Itt meghatározó mértékben az EU-s jogszabályokra kell támaszkodni, azok megfelelő átvételére a nemzeti jogba.

*Környezetvédelem és fenntarthatóság:* A hidrogén, illetve hidrogéntechnológiák környezeti hatásainak kezelése és a fenntarthatósági szempontok figyelembevétele kiemelt fontosságú. A megfelelő jogi szabályozás lehetőséget ad a környezetvédelmi előírások bevezetésére, a kibocsátási korlátok megállapítására és a fenntartható fejlődést elősegítő intézkedések meghozatalára. (E téma nem kis részben összefügg az előzővel, a piaci szabályozási keretek meghatározásával; lásd pl. a zöld hidrogén (RFNBO) előállítására vonatkozó, EU-s Delegated Act-ek (rendeletek) esetében.)

*Nemzetközi együttműködés és szabványosítás:* A hidrogéntechnológia nemzetközi szinten történő szabványosítása kiemelt jelentőséggel bír. A nemzetközi együttműködés és a jogi keretek kidolgozása lehetővé teszi az egységes szabványok, protokollok és előírások kialakítását, amelyek elősegítik a hidrogéntechnológia globális terjedését és együttműködést a különböző országok között.

A konkrét szakmai képzéseken belül a **vegyipari gépészképzés** kiegészítése is sürgős és fontos feladat. Jelenleg a H-specifikus képzés nem kap nagy teret a közép és felsőoktatásban. A technológia fajsúlya azonban folyamatosan növekszik, így erre az oktatásban is már rövid távon is hangsúlyt kell fektetni. Bár a H-technológia várhatóan számos iparágat érint, de elsősorban a hatékony és környezetbarát előállítása, tárolása, szállítása és ipari hasznosítása valósul meg. Ennek megfelelően az oktatási súlypontokat is ennek megfelelően kell

meghatározni, ezért kiemelt figyelmet kap a vegyipari gépész képzés aktualizálása, illetve a BSc és MSc képzés harmonizálása is.

A **gyakorlatorientált képzésnek** kiemelkedő szerepe van a Hidrogénteknológia terén, mivel a hidrogénüzemű rendszerek és technológiák gyakorlati alkalmazása és működtetése kulcsfontosságú a terület fejlődése és elterjedése szempontjából. A gyakorlatorientált képzés lehetőséget ad a diákoknak a gyakorlati készségek és tapasztalatok fejlesztésére, valamint az elméleti tudásuk valós körülmények közötti alkalmazására.

A gyakorlatorientált képzés szerepét a hidrogénteknológiában az alábbiak szerint fogalmazhatjuk meg:

**Laboratóriumi munka:** A gyakorlatorientált képzés keretében a diákok részt vehetnek laboratóriumi kísérletekben, ahol elsajátíthatják a hidrogén előállításához, tárolásához és felhasználásához szükséges kémiai és fizikai folyamatok ismeretét. Ez segíti a diákokat abban, hogy megértsék a hidrogénteknológiákat és alkalmazásaikat, valamint gyakorlati tapasztalatokat szerezzenek.

**Szimulációk és modellezés:** A hidrogénteknológiában a szimulációk és modellezési technikák széles körben alkalmazhatók. A gyakorlatorientált képzés lehetőséget ad a diákoknak a hidrogénüzemű rendszerek és technológiák szimulációinak elvégzésére. Ez segíti a diákokat abban, hogy megértsék a rendszerek működését, optimalizálják azokat, és becsüljék meg teljesítményüket.

**Projektfeladatok és szakmai gyakorlatok:** A gyakorlatorientált képzés részeként a diákoknak lehetőségük van részt venni **projektfeladatokban**. Ez lehetővé teszi számukra, hogy valós problémákkal és kihívásokkal találkozzanak a hidrogénteknológia terén, és gyakorlati megoldásokat keresve fejlesszék a készségeiket. Emellett a szakmai gyakorlatok során tapasztalatot szerezhhetnek a hidrogénüzemű rendszerek és technológiák valós működéséről és üzemeltetéséről.

**Field-trip-ek:** A hidrogénteknológia terén gyakran jelentős szerepe van konkrét, már működő hidrogénteknológiák helyszíni látogatásának, azaz field-tripeknek. A gyakorlatorientált képzés során a diákok lehetőséget kapnak látogatásokra hidrogénüzemű járművek vagy hidrogénenergia-tároló rendszerek gyártóinál,

telephelyeinél vagy kutatóintézményeiben. Ez lehetővé teszi, hogy közelebbről megismerjék a valós alkalmazásokat és a gyakorlati környezetet.

A **hidrogénteknológia társadalmi elfogadottságának** növelése fontos lépés a technológia fejlődése és elterjedése szempontjából. A hidrogénteknológia társadalmi elfogadottságának növeléséhez az alábbi eszközök állnak rendelkezésünkre:

**Tudatos kommunikáció:** Fontos, hogy a hidrogénteknológiát széles körben megismertessük a közösséggel. Kommunikációs kampányok és oktatási programok segítségével tájékoztathatjuk az embereket a hidrogénenergia előnyeiről, fenntarthatóságáról és alkalmazásairól. Az átlátható kommunikáció és az információhoz való könnyű hozzáférés segít eloszlatni a hidrogénnel kapcsolatos tévhiteket és félelmeket.

**Demonstrációs és pilot projektek:** A hidrogénteknológia valós alkalmazásainak bemutatása és demonstrálása fontos lehet a társadalmi elfogadottság növelése érdekében. Demonstrációs projektek és pilot projektek keretében hidrogénüzemű járművek, üzemanyagcella-telepek vagy energiatároló rendszerek működését lehet bemutatni a nagyközönségnek. Ez elősegítheti a hidrogénteknológia megértését és elfogadását.

**Környezetvédelem és fenntarthatóság:** A hidrogénteknológia fenntarthatósági előnyei kiemelt fontossággal bírnak. A hidrogénenergia klímaváltozás elleni küzdelemben és a fenntartható energiarendszerekben betöltött szerepét meg kell erősíteni, hogy növeljük a hidrogénteknológia elfogadását.

**Értéklánc szemlélet** kialakítása ugyan nem tűnik sürgős feladatnak, de a későbbiekben nagy jelentőséggel bírhat. A hidrogénteknológia értéklánc szemléletének kialakítása során az alábbi lépéseket célszerű megfontolni:

**Környezeti fenntarthatóság:** A hidrogénteknológia előnyeit kiemelve, az értéklánc tervezése során fontos szem előtt tartani a környezeti fenntarthatóságot. Ez magában foglalhatja a tiszta energiatermelést, az alacsony vagy nulla kibocsátást, a megújuló energiaforrások használatát és a környezeti hatások minimalizálását.

**Input anyagok és energia beszerzése:** Az értéklánc tervezésekor figyelembe kell venni a hidrogén előállításához szükséges inputokat. A hidrogén gyártásához felhasznált anyagok, például víz, elektromos energia vagy fosszilis üzemanyagok, hatása és elérhetősége is fontos szempont.

**Termelés és elosztás:** Az értékláncban fontos szerepet játszik a hidrogén előállítása, tárolása, szállítása és elosztása. Ennek során meg kell tervezni a hatékony és biztonságos gyártási folyamatokat, a megfelelő infrastruktúrát (pl. hidrogéntöltő állomások), valamint a logisztikai és szállítási rendszereket.

**Felhasználás és alkalmazások:** Az értékláncban a hidrogén különböző felhasználási területeken kerül felhasználásra, például a járművek üzemanyagaként, az ipari folyamatokban vagy az energiatárolásban. Az értéklánc tervezésekor fontos megfontolni ezeket az alkalmazásokat és az ehhez kapcsolódó technológiai igényeket.

**Kormányzati szabályozás és támogatás:** Az értéklánc tervezésekor figyelembe kell venni a hidrogéntechnológiához kapcsolódó kormányzati szabályozásokat és támogatásokat. Az előírások, támogatások és ösztönzők hatással lehetnek az értéklánc kialakítására, a beruházásokra és az üzleti lehetőségekre.

Az értéklánc szemléletének kialakítása során fontos a közös együttműködés és párbeszéd a különböző érintett felek, például a gyártók, szállítók, felhasználók, kormányzati szervek és szabályozó hatóságok között. A hidrogéntechnológia értékláncának fenntartható és hatékony kialakítása szükséges feltétele az ágazat fejlődéséhez és szélesebb körű elfogadottságához.

Fontos megjegyezni, hogy a megújuló energiaforrások infrastruktúrájának és termelési kapacitásának fejlesztése, valamint a hidrogéntechnológia és a megújuló energiák közötti szinergiák kiaknázása létfontosságú a hidrogéntechnológia szélesebb körű elterjedéséhez és fenntartható jövőbeli alkalmazásához. Ez magában foglalhatja a megújuló energiaforrásokkal integrált hidrogéntermelési rendszerek kiépítését és az infrastruktúra fejlesztését a hidrogén tárolására, szállítására és elosztására is.

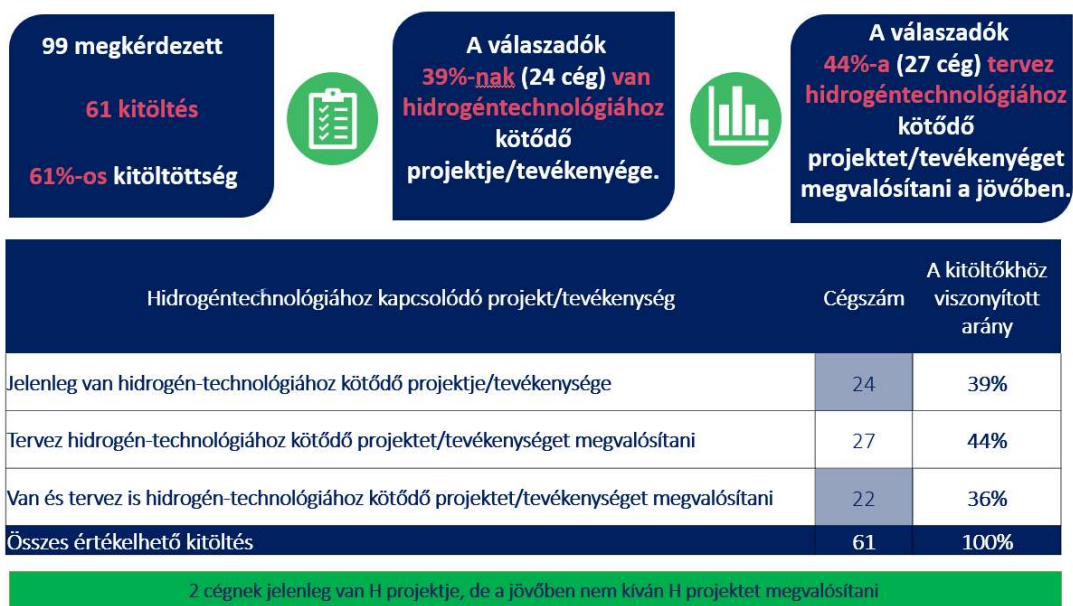
## 4.2 A kérdőívben megfogalmazott fókuszpontok

A hidrogéntechnológiával kapcsolatos képzési igények meghatározása és a jelenleg futó és tervezett ipari projektek feltérképezése céljából kérdőívet készítettünk az érintett terület iparági szereplőivel, amelynek célját az alábbiakban olvasható 3 szinten határoztuk meg:

1. Hidrogénhez, annak biztonságos kezeléséhez, szállításához, hidrogéntechnológiák üzemeltetéséhez, karbantartásához kapcsolódó futó és tervezett projekttevékenységek, illetve tudásigények feltérképezése ipari szereplők bevonásával.
2. Képzettségi szintek (középfokú ill. felsőfokú) jövőbeni szükségességének meghatározása, illetve jelenlegi és tervezett képzési formák felmérése a piaci szereplőknél
3. Az iparban használt, illetve tervezett hidrogén témájú képzések, tananyagok meghatározása.

A továbbiakban a kérdőív eredményeit ismertetjük a három fenti **szempont** figyelembevételével.

## 5. A kérdőív eredményeinek bemutatása



3. ábra: Kérdőív kitöltöttségi adatok és a technológia iránti elköteleződések

Mintegy 99 megkérdezett vállalkozástól 61 választ kaptunk, ami 61%-os kitöltöttségnek felel meg. Figyelemreméltó, hogy a kitöltő vállalkozások mintegy 39%-ának már van hidrogéntekológiához kötődő tevékenysége, míg a válaszadók 44% tervez a jövőben adott témában tevékenységet folytatni. A cégek hidrogéntekológia iránti nagyfokú érdeklődése egyértelműen igazolja a technológia aktualitását. Számos vállalat és iparági szereplő fektet jelentős erőforrásokat már ma is a hidrogén-alapú technológiák fejlesztésébe és alkalmazásába. Ennek okai egyértelműek:

A vizsgált minta szerint a cégek egyre inkább elkötelezettek a fenntarthatóság iránt, és olyan technológiákat keresnek, amelyek csökkentik a környezeti terhelést és a szén-dioxid-kibocsátást. A hidrogén tiszta energiaforrásként szolgál, és lehetővé teszi a vállalatoknak, hogy csökkentsék a károsanyag-kibocsátásukat, miközben fenntarthatóbb működést valósítanak meg. Másrészt a hidrogéntekológia új üzleti lehetőségeket és innovációs tereket nyit meg. A vállalatok, amelyek aktívan részt vesznek a hidrogéntekológia fejlesztésében, versenyelőnyre tehetnek szert azáltal, hogy új termékeket és szolgáltatásokat kínálnak a piacon, valamint új piacokra és ügyfélkörre terjeszkedhetnek.

A téma iránti elköteleződés egy további oka, hogy számos ország és kormányzat támogatja és ösztönzi a hidrogéntechnológia fejlesztését és alkalmazását. A támogató jogi és szabályozási környezetek, adókedvezmények, támogatási programok és finanszírozási lehetőségek vonzóvá teszik a hidrogéntechnológiával foglalkozó vállalatok számára a fejlesztéseket.

A hidrogén alkalmazása lehetővé teszi a vállalatok számára az energiafüggetlenség növelését is és a hagyományos energiaforrásoktól való függőség csökkentését. Ez segíthet abban, hogy stabilabb és megbízhatóbb energiaellátást biztosítsanak.

Ezek az érvek és a vállalatok növekvő érdeklődése a hidrogéntechnológia iránt egyértelműen jelzik annak aktualitását és gazdasági potenciálját. A hidrogénalapú technológiák fejlesztése és alkalmazása számos iparágban új üzleti lehetőségeket teremthet.

## **5.1 Hidrogéntechnológiához kapcsolódó jelenlegi és tervezett projekttevékenységek**

A kérdőívben felmértük, hogy az ipar különböző területein hány vállalat végez, illetve hány vállalkozás tervez hidrogéntechnológiához kötődő projekt tevékenységet.

Amit azt a 4. ábra is szemlélteti, az eredményeink alapján 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 hidrogéntechnológia és hidrogénfelhasználás terén

dolgozók a technológiában rejlő kockázatok miatt megfelelő képzést és tudatosságot igényelnek a hidrogénbiztonsággal kapcsolatban.



4. ábra: Hidrogéntekológiához kapcsolódó jelenlegi és tervezett projekttevékenységek területei

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

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

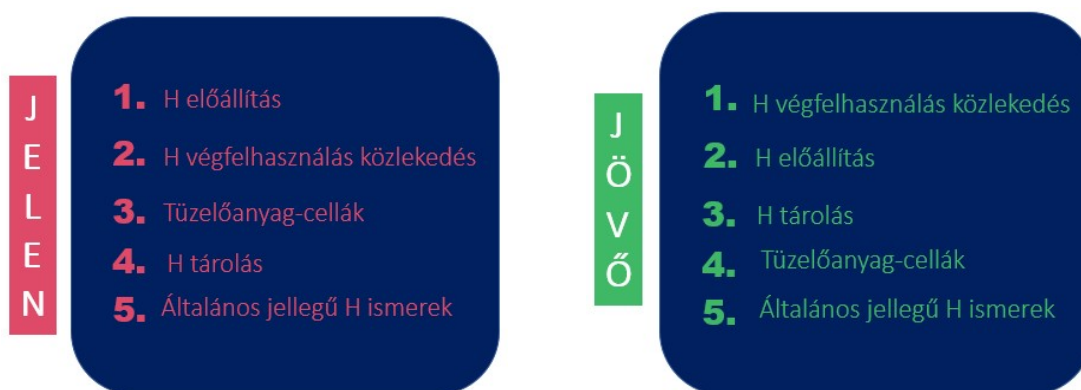
Az ipari szereplők, kutatóintézetek és kormányzati szervek egyre inkább befektetnek a hidrogéntekológiába és annak fejlesztésébe. Új technológiák, folyamatok és anyagok fejlesztése történik annak érdekében, hogy a hidrogéntekológia hatékonyságát és gazdaságosságát javítsák, valamint az ipari alkalmazások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

A hidrogénipar fejlődéséhez szükség van megfelelő infrastruktúra kiépítésére, mint például hidrogéntöltőállomások, hidrogéntárolók és hidrogén szállító rendszerek. Az ipari szereplők

és kormányzati szervek együttműködése szükséges ahhoz, hogy megfelelő számú és elérhetőségű infrastruktúra legyen, amely lehetővé teszi a hidrogén gazdasági felhasználását.

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

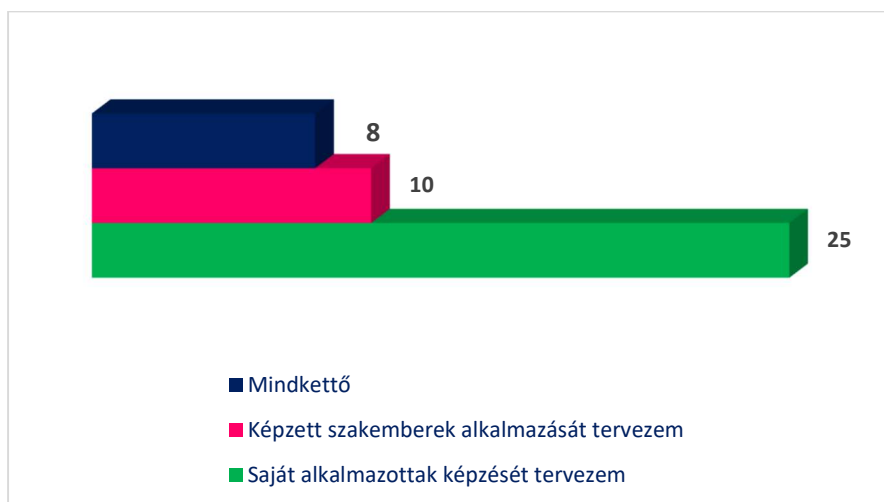
Látható, hogy az ipari végfelhasználás számtalan kihívás elé állítja a vállalatokat.



5. ábra: Hidrogéntechnológiához köthető legjelentősebbnek ítélt tématerületek jelenleg és a jövőben

## 5.2 Képzettségi igények és szintek felmérése a piaci szereplőknél

A kérdőívben – egyebek mellett - választ kerestünk arra is, hogy a vállalkozások milyen formában kívánják vállalatuknál a hidrogéntechnológiával kapcsolatos kompetenciákat kialakítani.



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

A kérdőív eredményei alapján azt tapasztaltuk, hogy a szükséges kompetenciákhoz mind **saját alkalmazottak bevonását**, mind pedig **képzett szakemberek alkalmazását** tervezik.

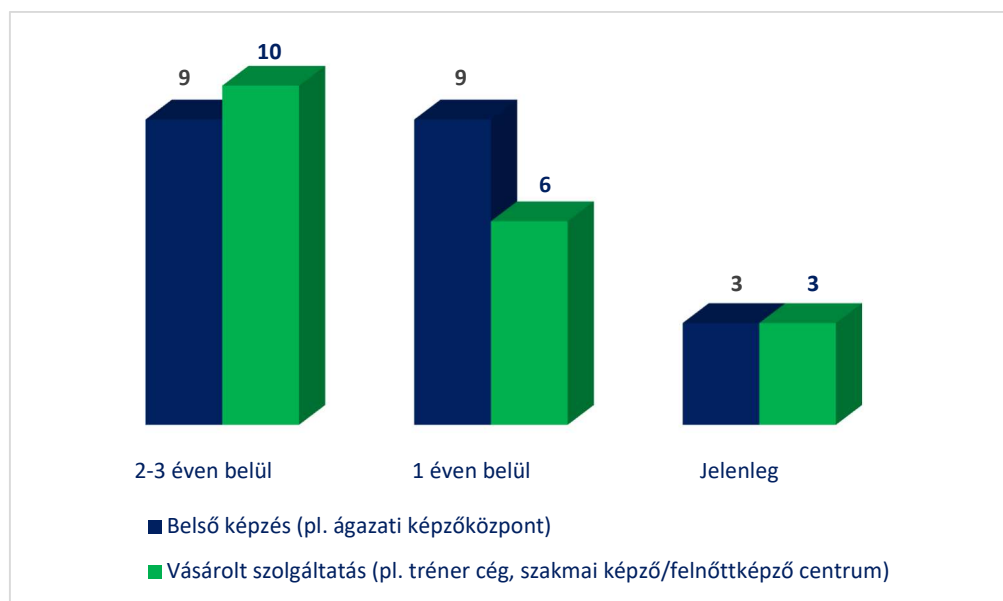
Az eredményekből láthatjuk, (6. ábra) hogy a hidrogéntechnológiai képzés terén a vállalatok gyakran előnyben részesítik a saját alkalmazottak képzését. Ez a megközelítés számos előnnyel járhat:

- 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 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.

**2. táblázat** A Hidrogéntechnológiához kapcsolódó képzések tervezett ütemezése a lekérdezett vállalati körben

| Hidrogéntechnológiához kapcsolódó képzést megvalósító / tervező vállalatok | 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%         |



7. ábra: Hidrogéntechnológiához kapcsolódó képzési formák és azok tervezett ütemezése

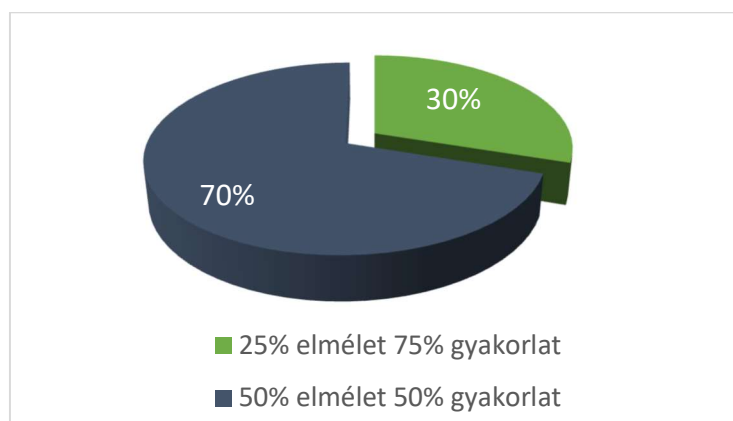
A fentieket támasztják alá a 7. ábra és a 2. táblázat eredményei is.

További kérdésként fogalmaztuk meg a felmérésben, hogy a technológiaspecifikus képzéseket milyen ütemezéssel kívánják a vállalatok indítani, illetve milyen formában teszik meg azt.

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.

Ennek eredményeként a hidrogénteknológia 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 érintett vállalat számára fontos folyamatos figyelemmel kísérni a területet és naprakész információkat szerezni a legújabb trendekről és fejlesztésekről.

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



8. ábra: Előnyben részesített elméleti és gyakorlati képzési arányok

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 hidrogénteknológiai ismereteket.

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

### 3. táblázat A képzési formák iránti igény megoszlása

| Milyen képzési formára helyezné a hangsúlyt?               | Válaszadó cégek | Megoszlás |
|------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|
| Szakképzés                                                 | 2               | 20%       |
| Felnőttképzés                                              | 3               | 30%       |
| Felsőfokú képzés - alapképzés (BSc)                        | 1               | 10%       |
| Felsőfokú képzés - mesterképzés (MSc)                      | 1               | 10%       |
| Szakirányú továbbképzés<br>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.

A kérdőív eredményei alapján azt tapasztaltuk, hogy a válaszadó vállalkozások a felsőfokú képzésre, mint például MSc és BSc képzésekre, valamint szakirányú továbbképzésre helyezhetik 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 3. 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 szerezhetnek, amelyek a valódi munkahelyi környezetben hasznosak lehetnek.

**4. táblázat** *Jelenleg futó duális képzések a vállalkozások és oktatási intézmények között*

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

A válaszok alapján 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 hidrogéntekológia területén.

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 hidrogéntekológia területén duális képzési programok fognak kialakulni a jövőben. Ezek a programok segíthetnek a szakemberek képzésében, akik hozzájárulhatnak a hidrogén alapú technológiák fejlődéséhez és alkalmazásához.

**5. táblázat** *Tervezett duális képzések a vállalkozások és oktatási intézmények között*

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

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.

**6. táblázat** Jelenleg futó kooperatív képzések a vállalkozások és oktatási intézmények között

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

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.

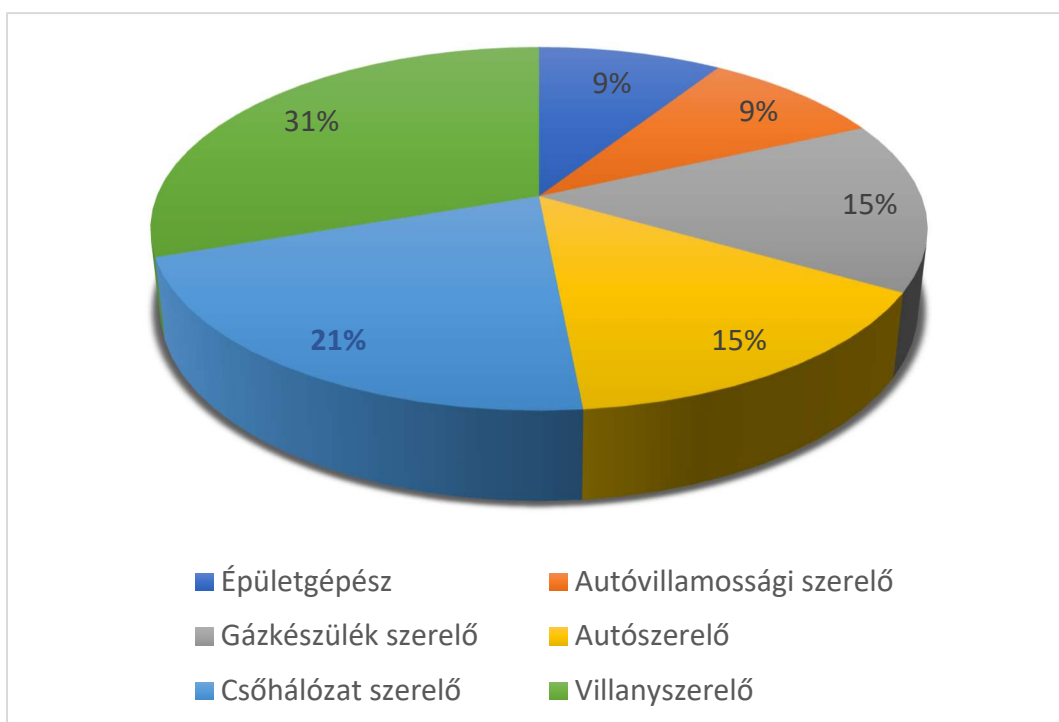
Ami az igény növekedését illeti a hidrogéntechnológia területén, mind a duális, mind a kooperatív képzések lehetőséget nyújtanak a szakemberek képzésére és felkészítésére. Ahogy a hidrogéntechnológia fejlődik, valószínű, hogy az iparágban egyre nagyobb szükség lesz szakképzett munkaerőre és a vállalatok és oktatási intézmények közötti együttműködésre a képzési programok kidolgozásában.

**7. táblázat** Tervezett kooperatív képzések a vállalkozások és oktatási intézmények között

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

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 6. és 7. táblázatok is.

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

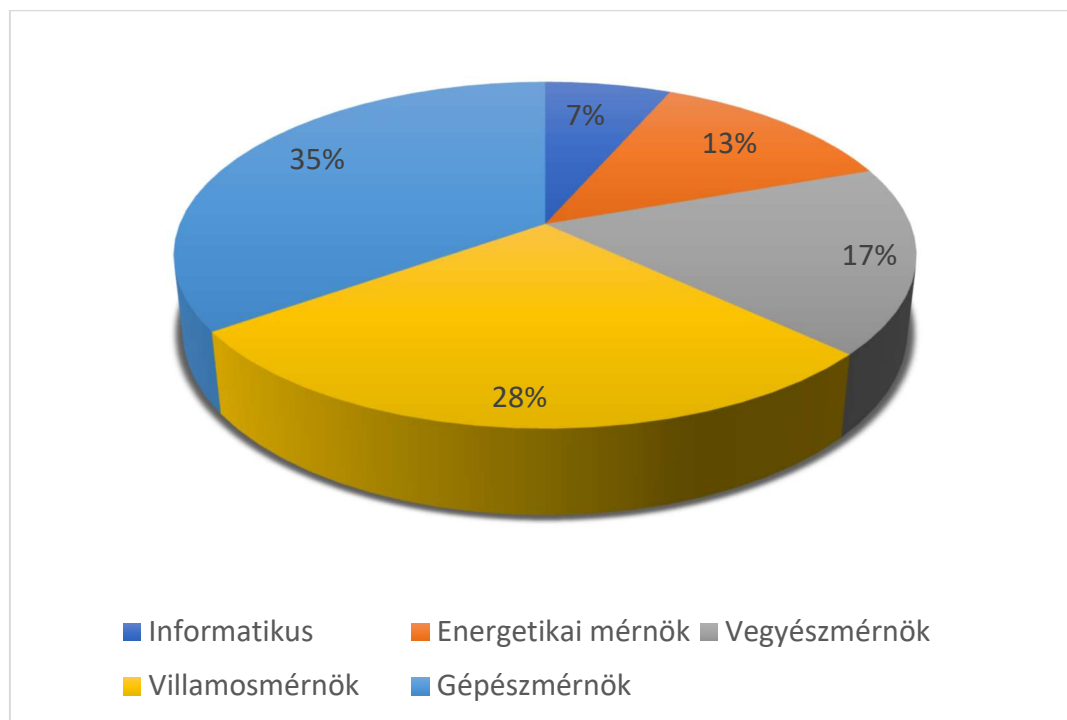


9. ábra: Milyen középfokú végzettségűek beiskolázását tervezik hidrogéntechnológiákhoz kapcsolódó szakterületen

A hidrogéntechnológia területe sok lehetőséget rejt magában és különböző képzettségű szakemberek széles körére van szükség a sikeres implementációhoz és fejlesztéshez. A **csőhálózat szerelők, villanszerelők 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.



*10. ábra: Felsőfokú végzettségűek beiskolázásának terve hidrogéntechnológiához kapcsolódó szakterületen*

A válaszadók nagy hangsúlyt fektettek a gépészmérnökök, villamosmérnökök és vegyészmérnökök szakmai képzésére (10. ábra) úgyis ezen szakemberek már alapképzettségüket tekintve is mind rendelkeznek olyan ismeretekkel és készségekkel, amelyek hasznosak lehetnek a hidrogéntechnológia területén.

A gépészmérnökök fontos szerepet játszhatnak a hidrogéntechnológiai 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 előállítás, tárolása és tisztítása terén.

A hidrogéntechnológiai területen történő felsőfokú szintű beiskolázás során érdemes olyan képzéseket keresni (illetve előzetesen kifejleszteni - ha ez szükséges), 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.

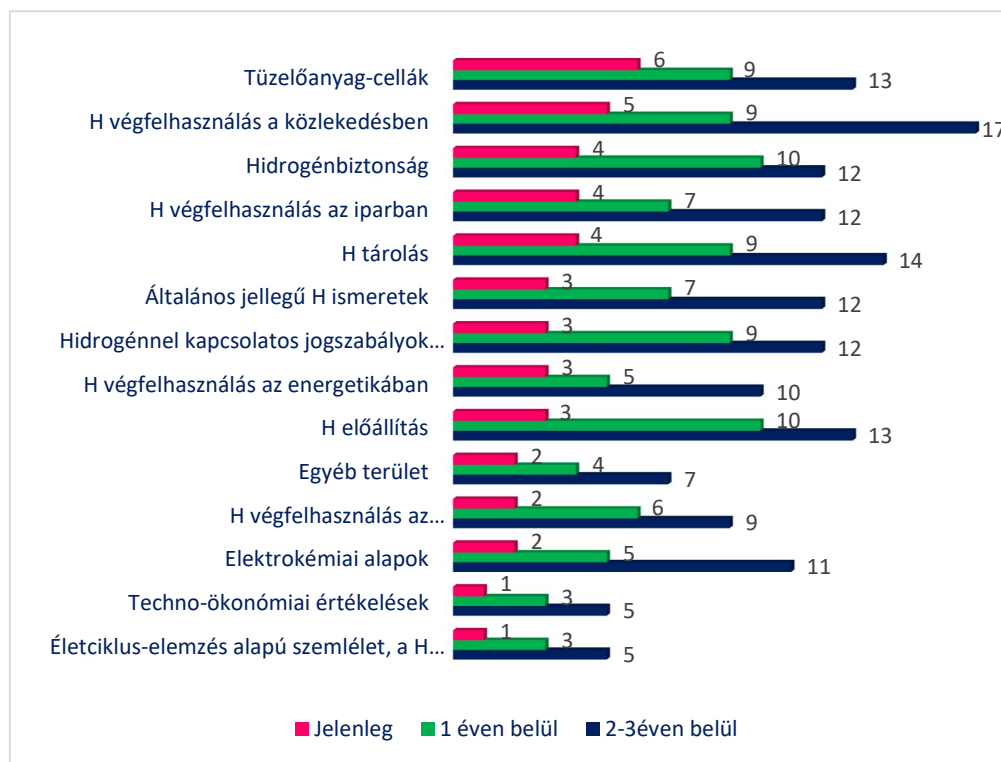
### **5.3 A tervezett hidrogén témájú képzések, tananyagok fókuszterületeinek meghatározása**

A 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 hidrogéntechnológiával 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 hidrogéntechnológia különböző aspektusaira. Ezek a tananyagok kiterjednek a hidrogén előállításának, tárolásának, szállításának és felhasználásának technológiáira mellett.

Az iparban tervezett képzések tématerületeire kitekintést nyújt a 11. 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 hidrogéntechnológiai képzést fognak az iparági szereplők indítani.

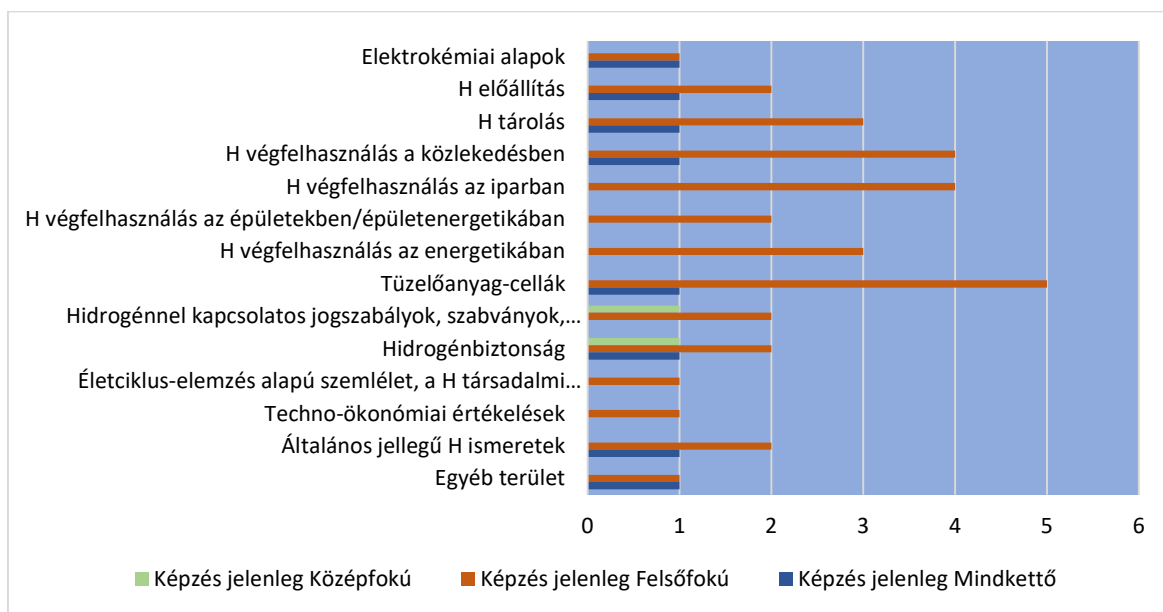


11. ábra: A válaszadók körében jelenleg zajló vagy jövőben tervezett hidrogén témájú képzések fókuszterületeinek megoszlása

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.

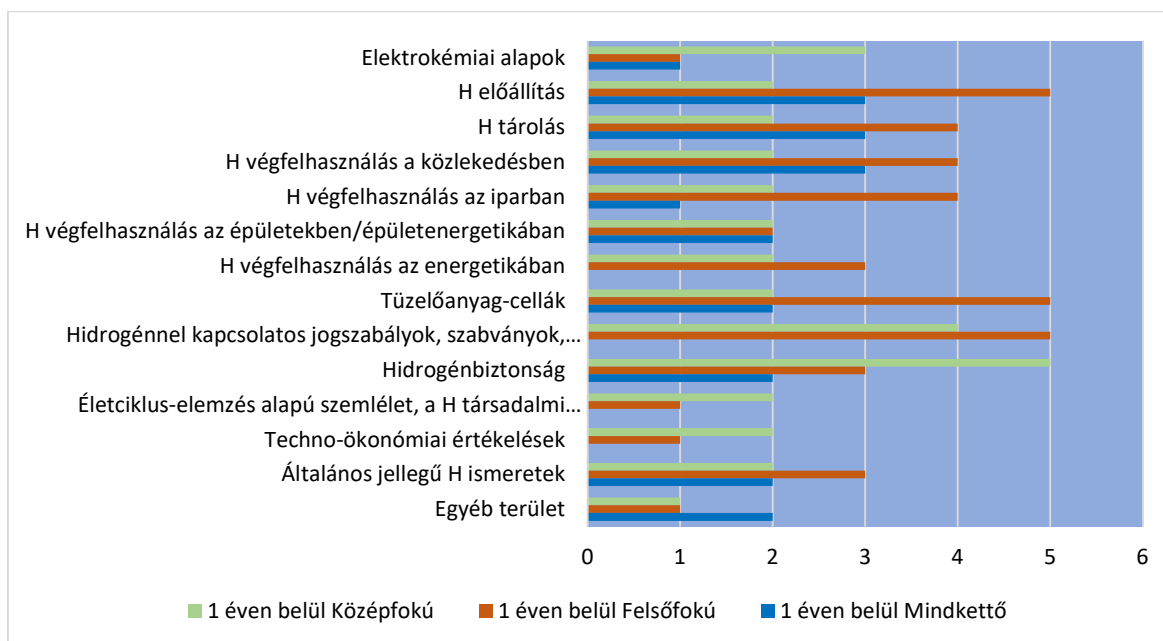
A hidrogéntechnológiához kapcsolódó képzési tevékenységek között a tüzelőanyag cellák, közlekedési felhasználások, hidrogénbiztonság és tárolás, valamint az ipari felhasználás adja a jelenlegi képzések döntő részét.

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



12. ábra: Jelenleg futó képzések témakörei a végzettségi szintekkel

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



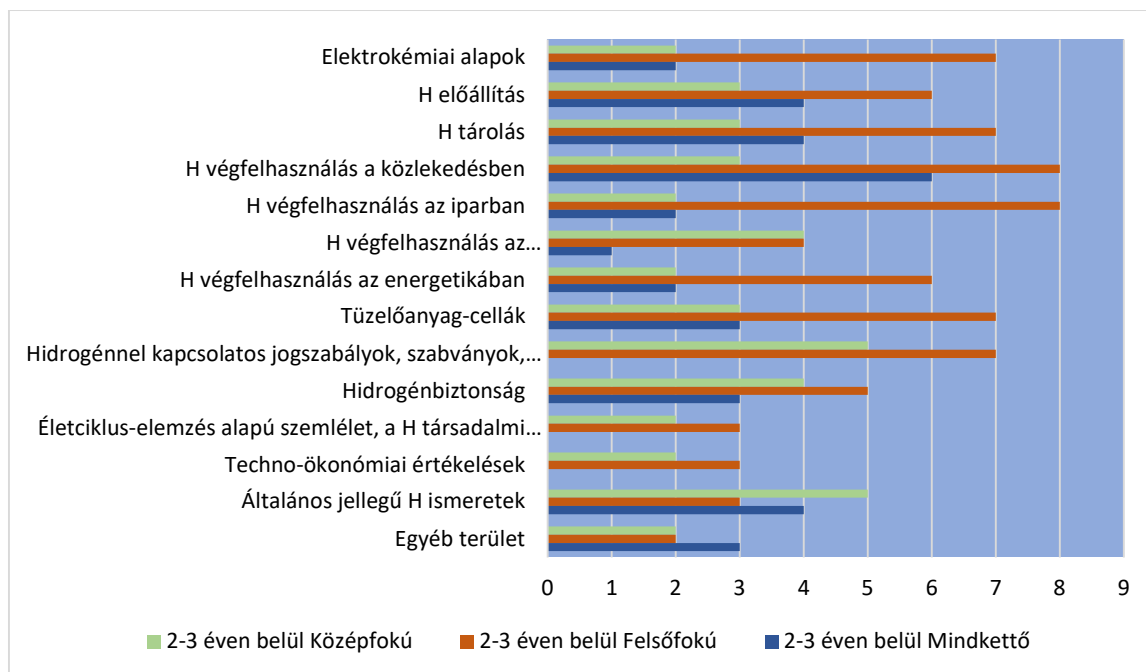
13. ábra: 1 éven belül tervezett képzések témakörei a végzettségi szintekkel

A képzések témakörei felölelik a tüzelőanyag-cellákat, a hidrogén végfelhasználást, és a tárolást. Ezen túlmenően, a hidrogéntechológiai 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 hidrogéntechnológiai képzésekben.

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

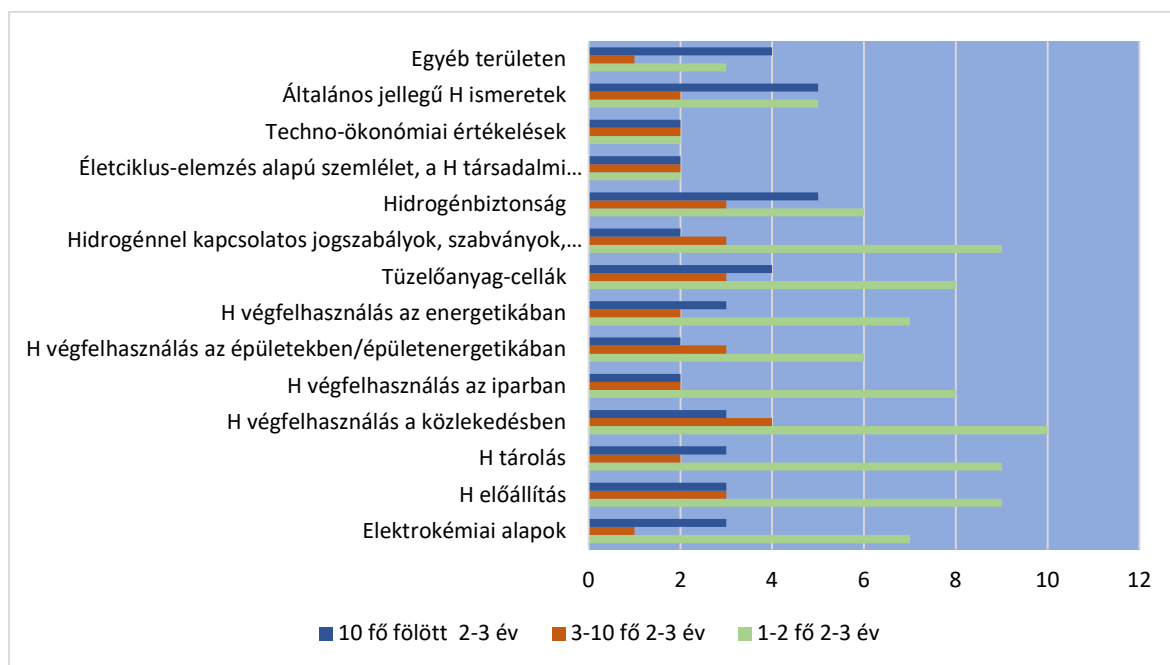
A tüzelőanyag cellák témakör továbbra is fókuszban lesz, azonban a hidrogén előállítás és a hidrogénbiztonság területek kiugróan sok új képzésben fognak szerepelni. A középfokú képzések számának kiugró növekedése a technológia elterjedését váró iparági szereplők szakemberigényét fogja kielégíteni, a hidrogéntechnológiai berendezések üzemeltetése és karbantartása fontos feladat lesz.



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

A kérdőív eredményei alapján a képzéssel kapcsolatos középtávú célok nem mutatnak lényeges eltérést a rövidtávú célokhöz képest. Ennek oka az lehet, hogy az iparági szereplők

jelenleg előrelátható kihívásokra reagálnak és bizonytalannak tartják a technológia oktatásával kapcsolatos hosszabb távú igényeket.



15. ábra: Hidrogéntekológiához kapcsolódó képzési igények 2-3 év távlatában, tervezett létszámokkal

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

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

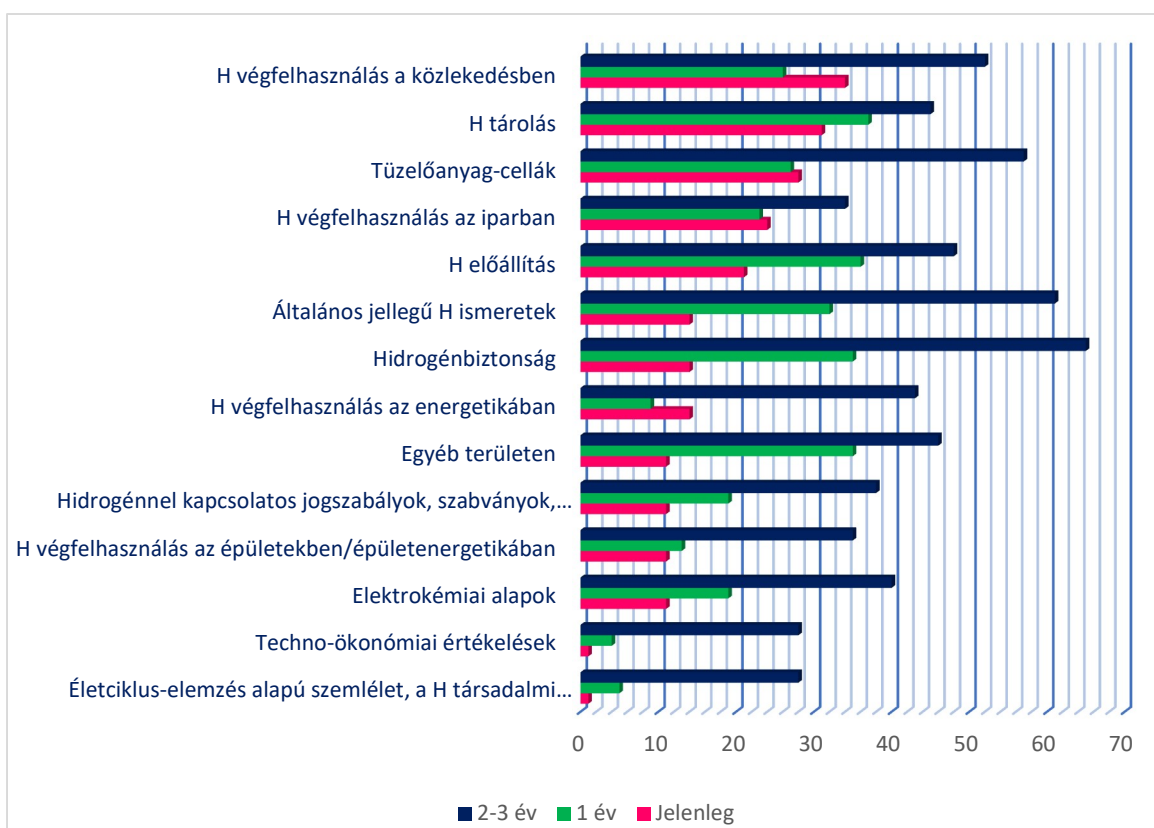
Felsőfokú képzések esetén a legnagyobb igény az alábbi képzési területek iránt fogalmazódott meg:

- 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 látható:

- Hidrogén végfelhasználás a közlekedésben
- Hidrogén tárolás és előállítás
- Hidrogénhez kapcsolódó általános jellegű ismeretek

A kérdőív értékeléséből azt látjuk, hogy 1-2 fő közötti képzésre (? mármint válaszadó vállalatonként, vagy „összesen”?) 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.



16. ábra: Hidrogéntechnológiához kapcsolódó képzési igények (becsült létszám)

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



17. ábra: Hidrogéntechnológiához kapcsolódó jelenlegi és jövőbeli képzési igények

## 6. Összefoglalás

A 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 felmérések eredményei azt mutatják, hogy a válaszadók közel 39%-ának van valamilyen hidrogéntechnológiához kapcsolódó projektje. Ez a tény jelzi, hogy a hidrogénfelhasználás terén már számos kezdeményezés van jelen, és számos szereplő aktívan dolgozik a hidrogéntechnológia fejlesztéséért és elterjesztéséért.

Az eredmények továbbá azt mutatják, hogy a válaszadók 44%-a tervezi a közeljövőben hidrogéntechnológiához kapcsolódó tevékenységet indítani. Ebből egyértelműen kiolvasható a vizsgált minta alapján, hogy a hidrogéntechnológia iránt érdeklődők száma tovább növekszik és várhatóan egyre több szereplő fog bekapcsolódni a hidrogénalapú projektekbe.

Jelenleg a hidrogén előállítása kapja a legnagyobb figyelmet a hidrogéntechnológiai alkalmazási területek között. Azonban ezen a területen tapasztalható tendenciák azt sugallják, hogy a hangsúly a jövőben áthelyeződik a közlekedési célú felhasználásra és a hidrogénbiztonságra. Ebből nyilvánvalóvá válik, hogy a hidrogént a jövőben nemcsak az ipar számára elérhető tiszta energiaforrásként használják majd, hanem közlekedési eszközökben és a közlekedési infrastruktúrában is várható az elterjedése.

Ezzel párhuzamosan a hidrogénbiztonság is kiemelt szerepet kap, hiszen a biztonságos tárolás és szállítás kulcsfontosságú gyakorlatilag minden hidrogénrendszer hosszú távú biztonságos üzemeltetése szempontjából.

A válaszadók jelentős százaléka tervezi saját alkalmazottainak képzését a hidrogéntechnológia területén, és a képzést kifejezetten gyakorlati fókusszal kívánják megvalósítani. Ez arra utal, hogy az ipar és a szakemberek felismerik a hidrogéntechnológia növekvő jelentőségét, és felkészülnek arra, hogy a technológiai változásokkal lépést tartsanak.

A középfokú végzettségűek esetében a csőhálózatszerelő és villanyszerelő végzettségűek beiskolázását tervezik a válaszadók, míg a felsőfokú végzettségűek körében a villamos- és gépészmérnök végzettségűek állnak az érdeklődés középpontjában. Ez azt jelzi, hogy az oktatási intézmények és az ipar számára is kiemelt fontosságú a hidrogéntechnológiával kapcsolatos szakemberek képzése és toborzása.

Ezek az eredmények alátámasztják, hogy a hidrogénteknológia egyre inkább az energiaipar, a közlekedés és a fenntartható fejlődés központjába kerül. A hidrogén alkalmazása ígéretes megoldást kínál az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére és az energiatermelés fenntarthatóbbá tételére. A további kutatás és fejlesztés, valamint a képzés és oktatás terén történő erőfeszítések révén a hidrogénteknológia hozzájárulhat a környezetbarát és fenntartható jövő kialakításához.

Az eredmények pontokban összegezve:

- A válaszadók mintegy **39%-nak van** hidrogénteknológiához kötődő projektje, valamint **44%-a tervez** a közeljövőben valamilyen hidrogénteknológiához kapcsolódó tevékenységet indítani.
- Bár **jelenleg a hidrogénelőállítás** kapja a legnagyobb figyelmet, de ez a hangsúly a vizsgált mintán végzett vizsgálatok szerint a **jövőben** áthelyeződik **a közlekedési célú felhasználásra és a hidrogénbiztonságra**.
- A válaszadók **jelentős százaléka** tervezi **a saját alkalmazottai képzését**, és a **képzést, mint vásárolt szolgáltatást** kívánja igénybe venni jelentős gyakorlati fókusszal.
- Míg **középfokú végzettségűek** tekintetében a **csőhálózatszerelő és villanyszerelő** végzettségűek beiskolázását tervezik, addig a **felsőfokú végzettségűek** körében a **villamos- és a gépészmérnök** végzettségűek állnak az érdeklődés középpontjában.

Az elemzés eredményei alapján a következő lépés, hogy feltárjuk az oktatási szereplők jelenleg futó és tervezett képzéseit. Ezek összevetésével kidolgozhatók stratégiai intézkedések és javaslatok a felsőoktatás és a többi oktatási szint 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.

## 7. Irodalomjegyzék

- [1] HyDeal Ambition projekt website: <https://www.hydeal.com/>
- [2] H2FUTURE projekt website: <https://www.h2future-project.eu/>
- [3] HyResponder project website: <https://hyresponder.eu/>
- [4] H2SHIPS project website: <https://h2ships.org/>
- [5] Aerostructures Innovation Research Hub website:  
<https://www.swinburne.edu.au/research/platforms-initiatives/air-hub/>
- [6] HyDeploy project website: <https://hydeploy.co.uk/>
- [7] NorthH2 project website: <https://www.north2.eu/>
- [8] EU hidrogén stratégiája, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0301>
- [9] Hidrogéntekológia képzés cikk, H2 – hidrogén hírlevél, Magyar Hidrogén és Tüzelőanyag-cella Egyesület, 2023 (megjelenés alatt)
- [10] Clean Hydrogen Joint Undertaking (2022): Fuel Cell and Hydrogen Observatory (Chapter 6) - 2022 Education & Training
- [11] “U.S. National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap  
<https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/us-national-clean-hydrogen-strategy-roadmap.pdf>
- [12] Prospects of Renewable Hydrogen in China and Its Role in Industrial Decarbonization,  
[https://www.energypartnership.cn/fileadmin/user\\_upload/china/media\\_elements/publications/2022/Agora/Prospects\\_of\\_Renewable\\_Hydrogen.pdf](https://www.energypartnership.cn/fileadmin/user_upload/china/media_elements/publications/2022/Agora/Prospects_of_Renewable_Hydrogen.pdf)
- [13] China’s National Hydrogen Development Plan,  
<https://energyiceberg.com/national-hydrogen-development-plan/>