

# Hidrogéntöltő állomások helyelemzése nehézgépjárművekhez

2018-tól az energiaipart megelőzve a legnagyobb szén-dioxid kibocsátási részesedéssel rendelkező szektor Magyarországon a közlekedés. A Párizsi Megállapodás célkitűzéseinek eléréséhez kiemelt fontosságú a közlekedési ágazat dekarbonizációja. Egy lehetséges megoldás az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére az alternatív hajtású nehézgépjárművek és a hozzájuk tartozó üzemanyagtöltő állomások infrastruktúrájának kiépítése. Hazánkban is erősödik az igény a hidrogén technológia iránt. A technológia elterjedésének elősegítése érdekében 2021. augusztus 25-én megalakult a Magyar Hidrogénteknológiai Szövetség, amit a Fővárosi törvényssék 2021. november 3-i hatállyal önálló jogi személyként bejegyzett. A Szövetség stratégiai célja a magyar hidrogéngazdaság kiépítéséhez szükséges ipari, gazdasági és tudományos együttműködés szakmai kereteinek biztosítása, a magyar piacon érdekelt szereplők szervezett együttműködésének megteremtése, mindezek révén a hazai hidrogénszektor megerősítésének, megerősítésének segítése.

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2022.3.3>

**Szabó Ádám<sup>1/</sup> – Telekesi Tibor<sup>2/</sup> – Schváb Zoltán<sup>3/</sup>**

<sup>1/</sup> Közlekedéstudományi Intézet - tudományos munkatárs

<sup>2/</sup> Közlekedéstudományi Intézet kutatóközpont-vezető,

Magyar Hidrogénteknológiai Szövetség - munkacsoport vezető

<sup>3/</sup> Közlekedéstudományi Intézet ügyvezető, Magyar Hidrogénteknológiai Szövetség - felügyelőbizottság elnöke  
e-mail: szabó.adam@kti.hu, telekesi@kti.hu, schvab.zoltan@kti.hu

## 1. BEVEZETÉS

Egyre nagyobb lendület van a hidrogén üzemanyagcellás (HFC) nehéz tehergépjárművek (tehergépkocsi, vontató) szegmensének fejlesztésében és kereskedelmi felhasználása mögött. Az éghajlatváltozás elleni küzdelemre és az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátásának csökkentésére irányuló felgyorsuló európai és globális erőfeszítésekkel összhangban a szén-dioxid-mentesítésre és a kibocsátás mérséklésére Európa-szerte valamennyi közlekedési mód esetében szükség van. Különösen érvényes ez a megállapítás a nehéz teherbírású közúti járművek esetén, amelyek jelentősen hozzájárulnak a károsanyag-kibocsátásokhoz. A 16 tonna feletti össztömegű járműkategóriák a teljes nehéz tehergépjármű ÜHG kibocsátásának több mint a felét teszik ki. A nehéz tehergépjárművek közúti közlekedéssel ösz-

szefüggő szén-dioxid (CO<sub>2</sub>) -kibocsátása körülbelül 27% és az Európai Unió (EU) ÜHG-kibocsátásának körülbelül 5%-át teszik ki. A HFC nehézgépjárművek (tehergépkocsik, vontatók, autóbuszok) ígéretesek a közúti szállításban az ÜHG-és károsanyag-kibocsátás csökkentés célkitűzéseinek teljesítésében, ami hozzájárul az éghajlatvédelemhez és a tisztább levegőhöz. Annak érdekében, hogy a HFC tehergépjárművek Magyarországon belüli közlekedése biztosított legyen, a tanulmány elemzi a lehetséges logisztikai útvonalak mentén a hidrogéntöltő állomások (HRS) kiépítési helyeit. Célunk a Transz-Európai Közlekedési Hálózat (TEN-T) átfogó- és törzshálózatát alkotó nemzetközi közlekedési folyosók (Core Network Corridor – CNC) magyarországi szakaszai mentén elhelyezkedő, illetve a városi hidrogénfejlesztési közlekedési terveket is figyelembe vevő potenciális HRS helymodellező megalkotása.

## 2. MÓDSZERTAN

Az adatelemzés Microsoft Office Excel 2016 (Excel) táblázatkezelő és adatelemző szoftverben került kivitelezésre, illetve a térinformatikai műveletekhez QGIS 3.12 térinformatikai programot használtunk. A helymodellező fő ismérvei:

- vizuális térképes megjelenítés: Egységes Országos Vetületi (EOV) rendszerben ábrázolt (nemzetközi azonosító: EPSG:23700) raszteres tematikus térkép, amelynek felbontása 1 pixel 500x500 méter területet ábrázol,
- elterjedési forgatókönyvek ajánlása a HRS-ek létesítésére a hidrogén európai piacon történő megjelenésének függvényében,
- a HRS-ek forgatókönyvei a prioritás szempontjából alacsony, közepes és magas fontosságúak,
- egyéb információk (pihenőhelyek, telephely neve, koordináták) megjelenítése,
- az elemzés nem számol a könnyűgépjárművekkel.

A következő input adatokat használtuk fel:

- belterületek: ArcHungary adatbázis, amely tartalmazza a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) által nyilvántartott népességszám adatokat is (2018. január 1-jei felmérés) ami a KSH kód alapján a településhez köthető,
- ipari területek: OpenStreetMap (OSM),
- a közutak geometriája vektoros formában, nehéz teherforgalmi adatokkal kiegészítve: Országos Közúti Adatbank (OKA),
- pihenőhelyek és forgalomszámlások: korábbi KTI tanulmány.

### 2.1. HFC tehergépjárművek

A HFC tehergépjárművek HRS helyelemzése során a következő paraméterekkel számoltunk:

- autópályák mentén fellelhető pihenőhelyek forgalomszámlálásai,
- Országos Közúti Adatbank (OKA) nehéz teherforgalmi adatai,
- 10 km-en belüli települések nagysága (népességszám),

- 10 km-en belüli települések vonzáskörzetében levő ipari területek,
- Az egymás mellett lévő
  - darabszáma
  - nagysága,
- pihenőhelyek és települések közötti távolságok,
- két pihenőhely közötti távolsági kritérium,
- intermodális csomópont vonzáskörzete.

### 2.2. HFC autóbuszok, -kukásautók

Az önkormányzati települések esetén a jelenleg futó hidrogénfejlesztési projektek ismeretében a HFC autóbuszok és -kukásautók töltőpontjainak lehetséges töltési telephelyeit határoztuk meg. Az autóbuszok töltése ott a legideálisabb, ahonnan indulnak. Ez rendszerint a helyi autóbusz vállalat telephelye.

### 2.3. Térinformatika műveletek

Az adatgyűjtéseket követően, a QGIS-be importált adatokon részletes térinformatikai elemzést hajtottunk végre. A térinformatikai feldolgozás praktikusán EOV vetületi rendszerben került végrehajtásra, mivel néhány elemző funkció paraméterezésénél szükséges volt vetületi távolságok megadása. Az alapadatok homogenizálása során ezért a csak földrajzi koordinátákkal (WGS84 – EPSG:4326) rendelkező adatokat EOV-be transzformáltuk. Az elemzőeszközökkel történő munkafolyamatok:

- Az ipari területek esetén az OSM adatbázisban egybefüggő (egy geometriai elemként ábrázolt) 100 000 m<sup>2</sup>-nél nagyobb területeket dolgoztuk fel, amelyekre centroidokat (adott terület geometriai súlypontja) képeztünk.
- A pihenőhelyekhez tartozó WGS koordinátákból transzformálással megkaptuk EOV-ben is az adatokat. Az autópályák mentén az 1 km-es körzetben levő pihenőhelyeket kiválasztottuk. A pihenőhelyek forgalomszámlálásai mellett az OKA-ban található forgalomszámlálók által mért nehéz teherforgalmi adatokat is hozzárendeltük. Mindez úgy történt, hogy Voronoi poligonokat

hoztunk létre és a poligonokkal átfedésben lévő pihenőhelyek kapták meg a hozzájuk legközelebb álló teherforgalmi adatokat.

- A települések adatainak feldolgozása során a szorosan értelmezett belterületi fekvésű központtal számoltunk. Az ezektől a területektől geometriailag elkülönülő településrészeket a centroidok generálásánál nem vettük figyelembe, azonban a centroidokhoz minden esetben a település teljes lakónépességét hozzárendeltük.
- A települések – mint pontszerű elemek – örökölték a település felületszerű geometriájának a leíró tulajdonságait. Az 5000 fő lélekszám alatti településeket kizártuk.
- A települések vonzaskörzetébe tartozó legközelebbi ipari területeket hozzárendeltük a településekhez. A kapott települési réteg így az ipari területek darabszámát és a települések népességszámát hordozta tovább.
- A teljes magyarországi útvonalból levágtuk a TEN-T törzshálózati folyósók magyarországi szakaszait, amelyek a következő autópályák voltak: M0, M1, M3, M5 és M7. Az M6-os autópálya is bekerült a számításba – mint TEN-T átfogó hálózat –, mivel kíváncsiak voltunk, hogy ha nem tudnánk a települési önkormányzatok hidrogénfejlesztési kutatásairól, akkor mely pihenőhelyek lennének kiválasztva a modell által.
- Az M0 déli szakaszán a kezdőpontot kijelöltük, amely mindhárom TEN-T (Mediterrán, Kelet/Kelet-Mediterrán és Rajna-Duna) keresztezésének vonalszakaszába esik.
- Kijelöltük az M1, M3, M5, M6, M7 végző szakaszait (általában határmentén), és megkaptuk vektorosan az adott vonalszakaszt. A szakaszokhoz tartozó pihenőhelyek egymás közötti távolságait kumuláltan kigyűjtöttük.
- A pihenőhelyeket a kapott vektor mentén 1 km-es zónában kiválasztottuk. (Tapasztalataink azt mutatják, hogy az autópályán közlekedő nehéz-tehergépjármű járművezetői a legtöbb esetben

csak az autópálya mellett elhelyezkedő üzemanyagtöltőket preferálják és ritkábban mennek le az autópályáról üzemanyagtöltési célokból).

- A kapott puffer zóna és pihenőhely réteget kijelöltük és csak a puffer zónába eső pihenőhelyeket kiválasztottuk.
- A települések feldolgozásához szintén a már említett feldolgozási lépéseket alkalmaztuk, mint a pihenőhelyek esetében, azonban az 1 km-es pufferzóna helyett 10 km-es puffert alkalmaztunk a szűréshez.
- Meghatároztuk a pihenőhelyek és települések távolságmátrixait.

#### 2.4. Értékelői rendszer

Az értékelés egy több paramétert figyelembe vevő pontozási rendszeren alapul. Mindegyik paraméter esetében az értékeket egyenlő intervallumokra osztott osztásközökkel határoztunk meg. Ez az osztási módszer tűnt a legjobban reprodukálhatónak valamennyi paraméter esetében, mert egyenlően szét tudja osztani az olykor nagy különbségeket is mutató adatokat. Erre a típusú adatelemzésre azért volt szükség, mert nem lehetett megállapítani a többparaméteres jellemzők között, hogy melyik pihenőhelyek lennének legalkalmasabbak HRS-ek kiépítésére.

A pihenőhelyeket a kapott pontszámoknak megfelelően kategorizáltuk egy feltételezett magyarországi elterjedési forgatókönyv szerint. A legmagasabb pontszámot kapó pihenőhelyek prioritás szempontjából a legfontosabbak, az elterjedési forgatókönyv szerint a töltőállomások még csak szórványosan jelennek meg. A narancssárga színnel jelölt pihenőhelyek prioritás szempontjából közepes fontosságúak, így reális elterjedési forgatókönyvnek felelnek meg. A prioritás szempontjából kevésbé fontos pihenőhelyek citromsárgával jelöltek. Az elterjedési forgatókönyv a pihenőhelyek nagyobb darabszáma miatt széles körű. (1. táblázat)

1. táblázat: Töltőállomások prioritása és forgatókönyv szerinti megjelenésének színjelölése

	Szomszédos országban már meglévő
	Magas prioritás – Szórványos elterjedés
	Közepes prioritás – Reális elterjedés
	Alacsony prioritás – Széles körű elterjedés

A magyarországi HRS-ek kiépítése a hidrogénüzemű nehéz tehergépjárművek európai piacon történő megjelenésének függvényében javasolt 2030-ra, 2023-ra, 2027-re és a 2030-ra becsült összes tehergépjárműből a HFC tehergépjárművek részesedésére és az újonnan eladott tehergépjárművekből a HFC tehergépjárművek arányára különböző előrejelzések vannak. Az előrejelzéseket kiegészítettük minden évre, lineárisan hozzárendeltük az összes- és HFC tehergépjárműveket. (2. táblázat)

2. táblázat: A hidrogén európai piacon történő megjelenésének függvényében a javasolt magyarországi hidrogéntöltő pontok kiépítése (Ruf et al. 2020, módosított)

Forgatókönyvek 2030-ra	A HFC tehergépjárművek európai piacon való megjelenésének előrejelzése 2030-ra	Összes HFC tehergépjármű [db]	Részesedés összes tehergépjárműből	Eladott új HFC tehergépjárművek [db]	Részesedés az újonnan eladott tehergépjárművekből
Jelenlegi állapot	-	-	-	-	-
Szórványos	Konzolidált	70 000	1,06%	29 591	15,93%
Reális	Átlagos	110 000	1,67%	59 182	31,85%
Széles körű	Optimista	250 000	3,79%	95 339	51,31%

## 2.4.1. Települések

Miután a térinformatikai előkészítés eredményeként előálltak az elemzéshez a kiinduló

3. táblázat: Lakosságszám pontozása

Település népesség (M5)	Pontszámok
5 086 – 36 821	0,2
36 821 – 68 557	0,4
68 557 – 100 292	0,6
100 292 – 132 028	0,8
132 028 – 163 763	1,0

adatokat, elsőként a településekhez tartozó ipari területek darabszámát, ipari területek nagyságát és a települések lakosságszámát értékeltük. A TEN-T szakaszok közül az M5-ös szakaszt szemléltetve, a településekhez kapcsolódó

lakosság szám összegzése és értékelése a következő módon történt meg. (3. táblázat)

Egy település vonzáskörzete alá eső ipari területek darabszámát és területét is ugyanezzel a pontozási módszerrel állapítottuk meg. Majd a többi szakaszra is megismételtük az ismertetett folyamatokat. A folyamat végén az összes település rendelkezett egy részösszeggel, amely a népességszámból, ipari területek darabszámából és ipari területek nagyságából tevődött össze.

## 2.4.2. Autópálya pihenőhelyek

A pihenőhelyekhez tartozó települések távolsága egy további paraméter, amely a számításban szerepel. Mindegyik szakasz esetén az összes pihenőhely és összes település egymás közötti távolságát mátrixként

kaptuk meg. Elsőként kizártuk azokat a pihenőhely–település távolságokat, amelyek a számítás szempontjából nem relevánsak. Ezt a határértéket 12,5 km-nél határoztuk meg,

4. táblázat: A pihenőhely-település távolságok súlyozása

Pihenőhely- település távolság [km]	Súlyozás
0 – 2,5	1,0
2,5 – 5	0,8
5 – 7,5	0,6
7,5 – 10	0,4
10 – 12,5	0,2

amelyen túl már nem kapja meg a település részösszegét az adott pihenőhely. Ha 12,5 és 10 km a pihenő-település távolsága, akkor csak a település részösszegének 20%-át kapja meg a pihenőhely. Elmondható tehát, hogy minél közelebb van a pihenőhely a településhez, annál nagyobb súllyal vettük számításba a település részösszegét. (4. táblázat)

6. táblázat: A végső pontozás előtti kritérium: a pihenőhelyek egymás közötti távolsága

M5-ös pihenőhelyek egymás közötti távolsága [m]	Súlyozás	%-os távolság
0 – 21 935	0	0
21 935 – 43 871	0	20
43 871 – 65 806	0	40
65 806 – 87 741	0,8	60
87 741 – 109 676	0,9	80
109 676 – 131 612	1	100
131 612 – 153 547	0,9	80
153 547 – 175 482	0,8	60
175 482 – 197 417	0	40
197 417 – 219 353	0	20
219 353 –	0	0

Mindazonáltal a pihenőhelyek teherforgalmi darabszámai és az OKA adatbázisából származó nehéz tehergépjárművek darabszámai is pontozásra kerültek. Az 5. táblázat az M5-ös szakaszon található pihenőhöz köthető forgalomszámlálások pontozását mutatja. (5. táblázat)

5. táblázat: Pihenőhelyek teherforgalmi adatainak pontozása

Teherforgalom (M5)	Pontozás
0 – 1518	0,2
1518 – 3036	0,4
3036 – 4554	0,6
4554 – 6072	0,8
6072 – 7590	1,0

Az OKA adatbázisból származó nehéz tehergépjárművek darabszámaikat is ugyanígy pontoztuk, majd az összes többi szakasznál megismételtük a folyamatokat.

Miután megkaptuk a pihenőhelyekhez köthető pontszámokat a szórványos elterjedésű forgatókönyvben, a további elterjedési forgatókönyvek kidolgozásakor a pihenőhelyek egymás közötti távolságai is döntők voltak az adatelemzések során. A TEN-T törzshálózatok magyarországi szakaszainak keresztezése az

M0-ás autópálya déli szakaszára tehető. Ez egy megfelelő kiindulási pont az országhatárig található pihenőhelyek egymás közötti kumulált távolságainak meghatározásához. Számításaink a következők:

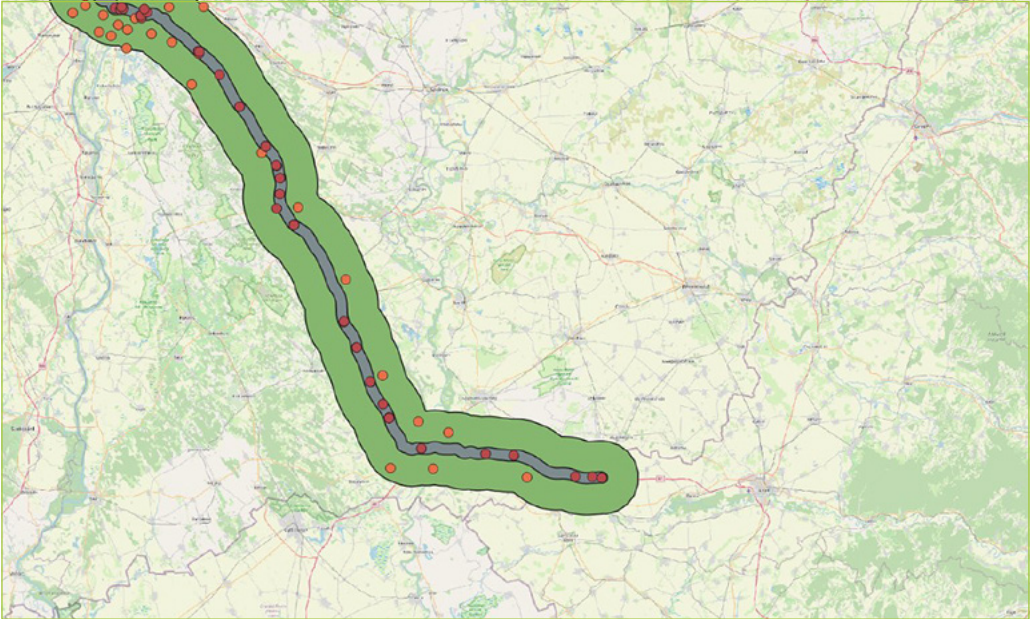
- meghatároztuk két pihenőhely egymás közötti távolságát,
- a kapott távolságot megfeleztük, amelynek az értéke a mértani közepének számított két pihenőhely között,
- előzetes számításaink során ez az érték nem lehetett több 25%-kal, amit érdemesnek találtunk felvinni 40%-ra, így több lehetőség is szóba kerülhetett HRS kijelöléseként a két pihenőhely közötti útvonalon.

A 0-20%-os és 20-40% közötti különbségnél súlyozásokat vittünk a számításba. Azok a pihenőhelyek, amelyek ennél nagyobb távolságra helyezkedtek el – vagyis közelebb a már adott X és Y pihenőhelyhez –, azokat kizártuk a számításból. (6. táblázat, 1. és 2. ábra)

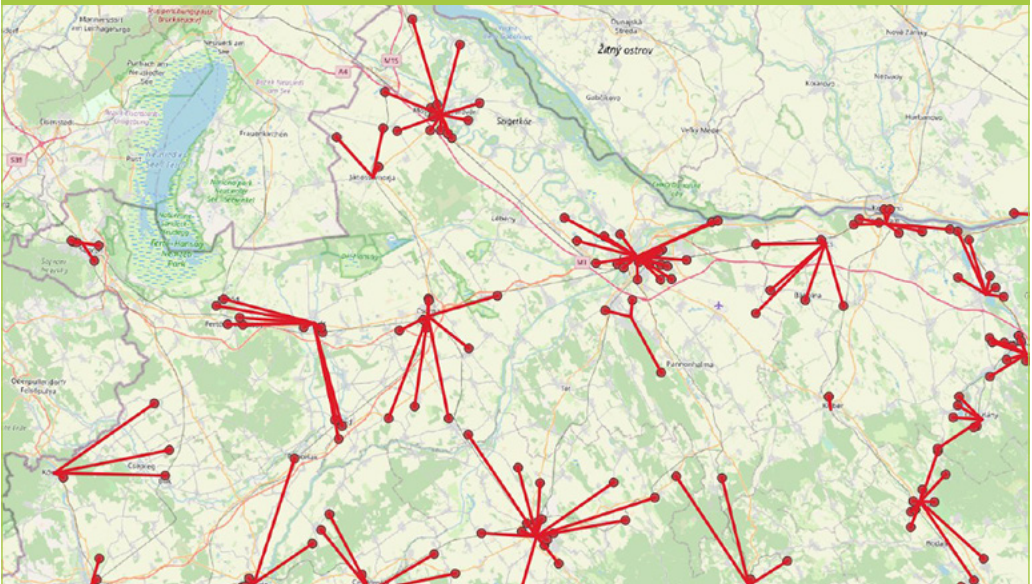


## 1. ábra: Pihenőhelyek, települések levágása az autópálya körül

Az M5-ös autópályához viszonyítva: bordó színrel jelöltük az 1 km-es távolságon belül található pihenőhelyeket; narancssárga szín szemlélteti a 10 km-ig kijelölt településeket; szürke szín mutatja az 1 km-en belüli pihenőhelyek zónáját; valamint zöld szín jelzi a 10 km-en belül található települések zónáját.



## 2. ábra: Települések és a vonzaskörzetükben található közeli ipari területek



### 3. EREDMÉNYEK

#### 3.1. HRS-ek helyelemzése

##### 3.1.1. Szórványos elterjedési forgatókönyv

A legfontosabb prioritással rendelkező HRS-eket piros színnel tüntettük fel a modellben. Ez azt jelenti, hogy ha az összes pihenőhely értéke az eddig ismertetett számítási pontoknál megállna, akkor a jelentős prioritásúak kapnák a legmagasabb pontszámokat. Az Annahegyi pihenőhely és Szigetszentmiklós M0-ás pihenőhely magas pontszámokkal rendelkeztek. Az M7-es osztrák határ közeli HRS kiépítése a Graz-ból történő összeköttetés folytonosságának biztosítása érdekében szükséges. Ennél a szakasznál a településen belül található Xenii's Log Nagykanizsa pihenőhely kapta a legtöbb pontot, amelyet

az autópálya menti Sormás pihenőhely követett. Az M1-es szakasznál a Bécsből jövő HFC nehéz tehergépjárművek miatt szintén a 150 km-en belüli biztosítása érdekében szükséges egy Győr környéki HRS. A pontok szerint az Arrabona pihenőhely kapta a legtöbbet, majd a Hedoti Autohof. Az M5-ös szakaszon az M43-as Szeged pihenőhely, illetve az M3-as (M35-ös) szakaszon a Józsei pihenőhely rendelkezett magas pontszámokkal.

##### 3.1.2. Reális elterjedési forgatókönyv

A kapott eredmények szerint az M3-as Középkélet-magyarországi Közlekedési Központ Zrt. (KMKK) Hatvani Területi Igazgatóság és a közelben lévő Kerekharaszt pihenőhely kapta a legmagasabb pontszámot. Az M7-esen Szabadifürdő Siófok kapta a ma-

7. táblázat: A jelenlegi és forgatókönyvek szerinti javasolt HRS-ek megjelenése a szomszédos nyugati országokban és hazánkban földrajzi koordinátákkal (formátum: DD,DDDD) WGS84 vonatkozási rendszerben van megadva.

Sorszám	Név	Szélesség	Hosszúság
Már meglévő	ÖAMTC Floridsdorf	48,2705	16,4124
	COHRS OMV Wiener Neudorf	48,0775	16,3235
	COHRS OMV Graz	47,0420	15,4643
	HycentA Hydrogen Center Austria	47,0586	15,4637
	University of Zagreb	45,7950	15,9718
	Linde Gáz Magyarország Zrt.	47,4537	19,0993
1	M0 Szigetszentmiklós	47,3794	19,0541
2	Hedoti Autohof Győr	47,6328	17,6631
3	M43 Szeged pihenőhely	46,2951	20,1107
4	Sormás	46,4785	16,9173
5	Józsei pihenőhely	47,6107	21,5208
6	M5 Kecskeméti pihenőhely	46,8472	19,6655
7	Szabadifürdő Siófok	46,9165	18,1059
8	Paksi Közlekedési Kft. telephelye	46,5982	18,8225
9	KONTAKT-Elektro Kft. telephelye	46,0762	18,2663
10	Kerekharaszt	47,6675	19,6250
11	Polgár	47,8488	21,0963
12	TIR Parking Fonyód	46,7204	17,5845
13	M-Oil Autohof	47,8504	17,2557
14	M1 Remetesség pihenőhely	47,6167	18,3413



gasabb pontszámot a TIR Parking Fonyódnak képest. Végül megnéztük az említett M6-os szakaszt is – amely a TEN-T átfogó hálózatának része –, hogy mennyi átfedés lehet a jelenlegi módszer és a tervezett hidrogénüzemű városfejlesztési tervek között. A számítás meglehetősen jó eredményt adott. A Cseresznyés Paks pihenőhely egyik legmagasabb pontszámmal rendelkezett, ami megerősítette az autópálya közelében elhelyezkedő Paksi Közlekedési Kft. telephelyét potenciális HRS-ként.

### 3.1.3. Széles körű elterjedési forgatókönyv

Az alacsony prioritású HRS-ek megjelenése következtében a további HRS-ek darabszáma széles körű elterjedést biztosít. A határmenti alacsony prioritású HRS-ek közül az M43 Csanádpalota pihenőhely különösen alacsony pontszámot ért el. Az M1 osztrák határmenti Autohof Kamionparkoló és Motel alacsonyabb pontszámmal rendelkezett, mint a közelben lévő M-Oil Autohof.

Az M3-ason Polgár közelében lévő pihenőhely, illetve a TIR Parking Fonyód a kapott pontszámok miatt potenciális HRS-ként szerepeltették. (7. táblázat, 3. ábra)

## 4. KONKLÚZIÓ

A jelenlegi HRS-ek közül megjegyzendő, hogy a Zágrábi Egyetemenél található töltő kísérleti jellegű és hidrogén üzemanyagcellás pedelec (elektromos rásegítésű kerékpár) töltésére alkalmas 30 bar-on. A horvátországi hidrogénstratégia egyértelmű célt tűzött ki a hidrogénteknológia fejlesztéséről, amely hozzájárulna a 2050-ig elérendő klímasemlegességhez. Emiatt a jövőben várható a könnyű- és nehézgépjárművek töltésére alkalmas töltő is, ezért a már meglévő szomszédos HRS-el itt is terveztünk.

A kezdeti magas prioritású HRS pontok közül az egyik legfontosabb töltő az M0-áson elhelyezkedő pihenőhely, hiszen a Mediterrán (M7, M0, M3 autópályák) a Kelet/Kelet-

3. ábra: A javasolt HRS-ek megjelenése 2030-ra az elterjedési forgatókönyvek szerint





Mediterrán és Rajna-Duna (M1, M0, M5 autópályák) nemzetközi közlekedési folyószakat keresztezi. Az Annahegyi pihenőhely és Szigetszentmiklós M0-ás pihenőhely közül a Budapesti Intermodális Logisztikai Központ (BILK) vonzaskörzete miatt inkább célszerűbb választás a Szigetszentmiklós M0-ás pihenőhely. Az M7-es szakasznál a Xenix's Log Nagykanizsa pihenőhely településen belül található, és több mint 1 km-t kellene letérni az autópályáról, ezért a közeli autópálya menti Sormás pihenőhely javasolt. Az M1-es útvonalon az Arrabona és a Hedoti Autohof pihenőhely közül a Hedoti Autohof pihenőhelynél ajánlatos a HRS kiépítése a közelben lévő autógyár és annak gyorsabb megközelíthetősége miatt. Az M5-ös szakaszon Szeged mellett az M43-as Szeged pihenőhelyet, az M3-as (M35-ös) szakaszon a Debrecen melletti, még épülő autógyár melletti pihenőhelyet javasoljuk. Ukrajnában belátható időn belül nem lesz HRS, így az ukrajnai határmentéhez nem terveztük a modellt.

A közepes prioritású HRS töltőpontok esetében a M3-as KMKK Hatvani Területi Igazgatóság helyett szintén a közelben lévő Kerekharaszt pihenőhelyet célszerű kijelölni, mivel autópálya mentén helyezkedik el. Az M7-esen a Szabadifürdő Siótok kapott magasabb pontszámot, így előbb jelenik meg közepes prioritásként, mint a TIR Parking Fonyód. A jelenlegi hidrogénfejlesztési tervek közül Pécsen a KONTAKT-Elektro Kft. hidrogéntechnológiai és tüzelőanyag-céllás berendezések fejlesztései 15 éves múltal nyúlnak vissza. Jelenleg tüzelőanyag-cellás hulladékgyűjtő jármű fejlesztését kezdték el. A Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Karon induló tüzelőanyag-cella és hidrogéntechnológia szakmérnökök szakképzéseiben is segíteni fogja az oktatást. Várhatóan a KONTAKT-Elektro Kft. telephelyén fog elsőként egy HFC kukásautó prototípusa megjelenni, ezért valószínűleg a töltés is ott lesz. Paks esetében a Paksi Atomerőműben termelt éjszakai árammal vagy annak egy részével hidrogén előállítását lehet támogatni, így a FCEV autóbuszok megjelenése idő kérdése. Emiatt a Paksi Közlekedési Kft. telephelyén javasolunk egy HRS elhelye-

zését, mivel a helyszín már adott, hiszen az elektromos meghajtású városi autóbuszokat is itt fogják tölteni. A telephely maga az M6 autópálya Paks déli kijáratánál, a nyugati oldalon található nagydorogi-biritói körforgalomtól északra helyezkedik el. A számítások megerősítették a telephelyen való HRS kialakítását, mivel az OMV Pálhalma pihenőhely mellett a Cseresznyés Paks pihenőhely kapta a legmagasabb pontszámot, ami közel helyezkedik el a Paksi Közlekedési Kft. telephelyéhez.

Az alacsony prioritású HRS-ek közül a Romániába és Bulgáriába tartó TEN-T folyó M5 határmenti alacsony prioritású HRS kijelölése megfontolandó, azonban nem tudjuk, hogy hol fognak az említett országok TEN-T menti HRS-t kialakítani. Emellett az M43 Csanádpalota pihenőhely alacsony pontjai következtében célszerűbb kivenni a javasolt alacsony prioritású HRS-ek közül. Az M1 osztrák határmenti Autohof Kamionparkoló és Motel alacsonyabb pontszáma miatt, inkább a magasabb pontszámmal rendelkező Mosonmagyaróvár mellett található M-Oil Autohof pihenőhelyet érdemesebb választani. Végül az M3-ason egy alacsony prioritású HRS jelenne meg Polgár közelében, illetve az M7-esen a TIR Parking Fonyód második legmagasabb pontszáma miatt alacsony prioritású HRS-ként tüntetjük fel.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Ruf Y, Baum M, Zorn T, Menzel A, Rehberger J (2020) Fuel Cells Hydrogen Trucks – Heavy-Duty's High Performance Green Solution Study Summar. *Roland Berger*. FCH 2 JU B-1049 Brussels



## Location analysis of hydrogen refuelling stations for heavy-duty vehicles

Since 2018, the sector responsible for the primary share of CO<sub>2</sub> emissions in Hungary has been transport, followed by the energy industry. Decarbonising the transport sector is key to achieving the objectives of the Paris Agreement. One possible solution to reduce greenhouse gas emissions is to use alternative fuel heavy-duty vehicles and build the infrastructure of the refuelling stations supplying them. The present study examines the potential location and distribution of hydrogen refuelling stations for heavy-duty hydrogen vehicles by comparing data of several factors. In the course of site analysis, different scenarios have been proposed for locating of hydrogen refuelling stations. Hydrogen refuelling stations of different priorities have been designated mainly at rest areas on the Hungarian sections of the Trans-European Transport Network.



## Standortanalyse von Wasserstofftankstellen für schwere Nutzfahrzeuge

Seit 2018 ist der Sektor, der für den Hauptanteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Ungarn verantwortlich ist, der Verkehr, gefolgt von der Energiewirtschaft. Die Dekarbonisierung des Verkehrssektors ist der Schlüssel zur Erreichung der Ziele des Pariser Abkommens. Eine mögliche Lösung zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen ist der Einsatz alternativer Kraftstoffe für schwere Nutzfahrzeuge und der Ausbau der Infrastruktur der Tankstellen, die diese versorgen. Die vorliegende Studie untersucht die potenzielle Standorte und die Verbreitung von Wasserstofftankstellen für schwere Nutzfahrzeuge mit Wasserstoffbetrieb, indem sie die Daten mehrerer Faktoren vergleicht. Im Zuge der Standortanalyse wurden verschiedene Szenarien für die Standortplanung von Wasserstofftankstellen vorgeschlagen. Wasserstofftankstellen mit unterschiedlichen Prioritäten wurden hauptsächlich an Rastplätzen auf den ungarischen Abschnitten des Transeuropäischen Verkehrsnetzes ausgewiesen.

