
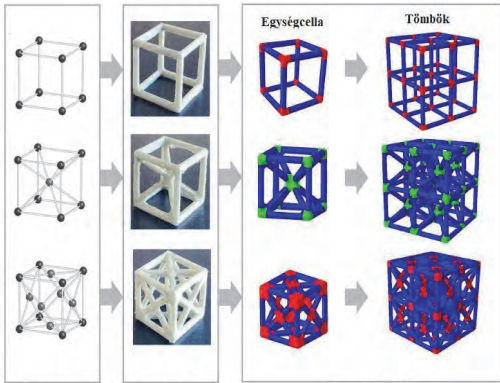


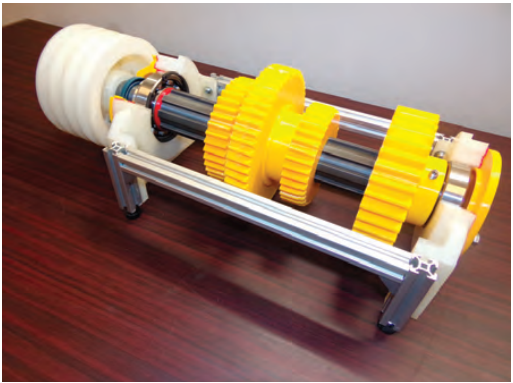
# GEÉP

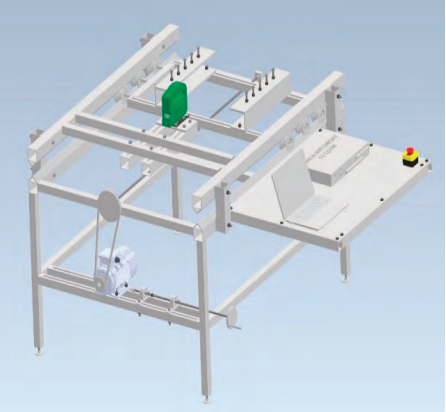
## A GÉPIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET MŰSZAKI FOLYÓIRATA

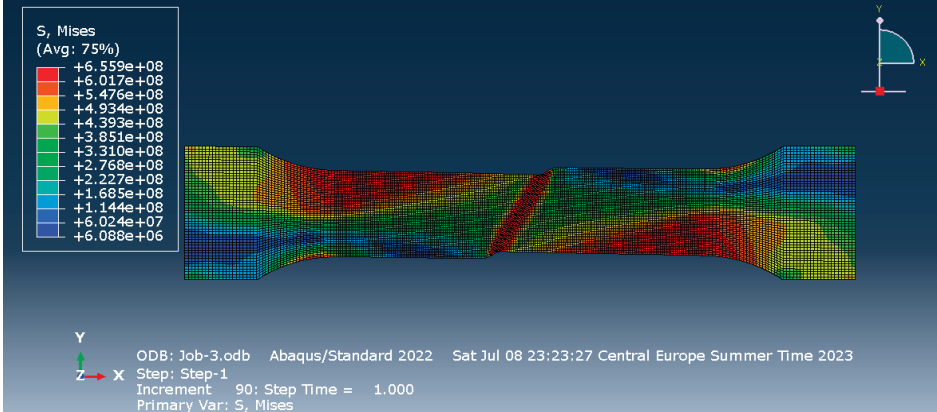




Egységcella      Tömbök



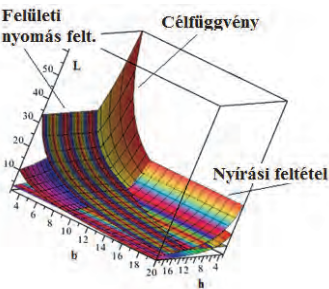


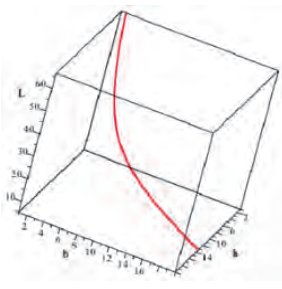


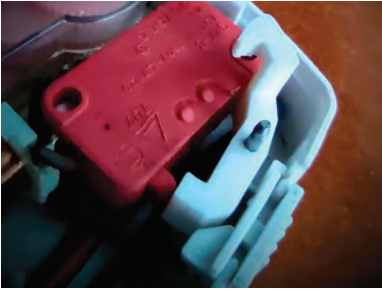
S, Mises  
(Avg: 75%)

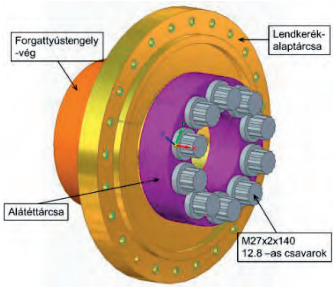
+	6.559e+08
+	6.017e+08
+	5.476e+08
+	4.934e+08
+	4.393e+08
+	3.851e+08
+	3.310e+08
+	2.769e+08
+	2.227e+08
+	1.685e+08
+	1.144e+08
+	6.024e+07
+	6.088e+06

Y  
Z X  
ODB: Job-3.odb    Abaqus/Standard 2022    Sat Jul 08 23:23:27 Central Europe Summer Time 2023  
Step: Step-1  
Increment 90: Step Time = 1.000  
Primary Var: S, Mises









# GÉP

## A GÉPIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET

műszaki, vállalkozási, befektetési, értékesítési, kutatás-fejlesztési, piaci információs folyóirata

### SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Dr. Döbröczi Ádám

**elnök**

Vesza József

**főszerkesztő**

Dr. Jármai Károly

Dr. Péter József

Dr. Szabó Szilárd

**főszerkesztő-helyettesek**

Dr. Barkóczi István

Bányai Zoltán

Dr. Beke János

Dr. Bukoveczky György

Dr. Czitan Gábor

Dr. Danyi József

Dr. Gáti József

Dr. Horváth Sándor

Dr. Illés Béla

Dr. Kalmár Ferenc

Dr. Orbán Ferenc

Dr. Pálincás István

Dr. Patkó Gyula

Dr. Péter László

Dr. Penninger Antal

Dr. Szabó István

Dr. Szántó Jenő

Dr. Szűcs Edit

Dr. Tímár Imre

Dr. Tóth László

### TISZTELT OLVASÓ!

Jelen kiadvány, melyet kezében tart, a Géptervezők és Termékfejlesztők XXXIX. Szemináriumának szakmai előadásain ismertetett fejlesztő-kutató munkák anyagát foglalja össze írásos formában. A szerzők 29 előadással jelentkeztek a 2023. november 16-17-én rendezett konferenciára. Az előadások túlnyomó része, illetve néhány további publikáció, mindösszesen 30 db szakkikk jelenik itt meg nyomtatott formában. Köszönjük a szerzők és a lektorok munkáját.

Engedje meg a Tisztelt Olvasó, hogy röviden ismertessem a Géptervezők és Termékfejlesztők Országos Szemináriumának történetét. 1972 augusztusában a Gépipari Tudományos Egyesület Tégláson rendezett országos titkári értekezletén 110 vállalat és intézmény 234 delegáltja, többnyire konstrukciós tevékenységet folytató vezető beosztású szakembere foglalkozott az ipari konstrukciós munkával és annak szervezésével. A konstrukció tematikájú összejövetel megrendezését ekkor kezdeményezte prof. Dr. Terplán Zénó, prof. Dr. Magyar József és Dr. Száday Rezső főkonstruktőr.

Az első tanácskozást a Miskolci Egyetem Gépelemek Tanszéke munkatársainak részvételével 1973. augusztus 22-24-én rendeztük. A Tanácskozást Dr. Varga Jenő egyetemi tanár, a GANZ gyár főkonstruktőre nyitotta meg, kiemelve, hogy ilyen rendezvény hazánkban korábban nem volt. A Vezető Konstruktőrök Tanácskozása az 1975. évi rendezvényt követően 1977-ben Géptervezők Országos Szemináriumává alakult.

Az idei konferencián bemutatott kutatási-fejlesztési munkákból is jól látható, hogy a világ folyamatos változáson megy keresztül. Napjaink kiemelt témái közé tartoznak az energia kinyerése, tárolása és felhasználása köré csoportosuló fejlesztések vagy épp a 3D nyomtatott késztermékek gyártási lehetőségeinek kutatása. Ezzel párhuzamosan az új irányokat támogató hagyományos technológiák folyamatos fejlesztése egyaránt zajlik.

A szeminárium szervezői egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a pályakezdő és fiatal mérnökök, valamint BSc, MSc és PhD hallgatók megszólítására is. Fontos értéknek tartjuk, hogy a szerzők cikkei továbbra is megjelenhetnek hagyományos nyomtatott formában a GÉP folyóirat hasábjain, valamint a [gepujsag.hu](http://gepujsag.hu) honlapon is a Gépipari Tudományos Egyesület és a Gazdász Kft. támogatásával. Köszönet érte.

*Dr. Dömötör Csaba  
a Szeminárium titkára*

A szerkesztésért felelős: Vesza József. A szerkesztőség címe: 3534 Miskolc, Szervezet utca 67.

Telefon: +36-30/9-450-270 • e-mail: [mail@gepujsag.hu](mailto:mail@gepujsag.hu)

Kiadja a Gépipari Tudományos Egyesület, 1147 Budapest, Czobor u. 68., Levélcím: 1371 Bp. Pf.: 433.

Telefon: +36-1/202-0656, fax: +36-1/202-0252, e-mail: [mail@gteportal.eu](mailto:mail@gteportal.eu), internet: [www.gteportal.eu](http://www.gteportal.eu)

A GÉP folyóirat internetcíme: <http://www.gepujsag.hu> • Kereskedelmi és Hitelbank: 10200830-32310236-00000000

Felelős kiadó: Dr. Bárdos Krisztina ügyvezető igazgató.

Gazdász Nyomda Kft. 3534 Miskolc, Szervezet u. 67. Telefon: +36-30/9-450-270 • e-mail: [mail@gepujsag.hu](mailto:mail@gepujsag.hu)

Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Zrt. • Postacím: 1900 Budapest

Előfizetésben megrendelhető az ország bármely postáján, a hírlapot kézbesítőknél, [www.posta.hu](http://www.posta.hu) WEBSHOP-ban (<https://eshop.posta.hu/storefront/>), e-mailen a [hirlapelofizetes@posta.hu](mailto:hirlapelofizetes@posta.hu) címen, telefonon +36-1-767-8262 számon, levélben a MP Zrt. 1900 Budapest címen. Külföldön terjeszti a Batthyány Kultur-Press Kft., H-1013 Budapest, Attília út 2/A/III/14.

T: +36 1 201 88 91, +36 1 212 53 03, E-mail: [batthyany@kultur-press.hu](mailto:batthyany@kultur-press.hu)

Egy szám ára: 1260 Ft. Dupla szám ára: 2520 Ft.

INDEX: 25 343 ISSN 0016-8572

**A megjelent cikkek lektoráltak.**

A kiadvány a Nemzeti Kulturális Alap támogatásával jelenik meg.

# TARTALOM

1. Aghakhani Alireza, Dr. Takács Ágnes: BIOMIMETIKUS TERVEZŐI GONDOLKODÁS: TERMÉSZETI STRATÉGIÁK ALKALMAZÁSA A GÉPÉSZETI TERVEZÉS SORÁN .....	5	16. Dr. Ficzer Péter, László Noémi: A VASALÁSI PARAMÉTEREK HATÁSÁNAK VIZSGÁLATÁHOZ HASZNÁLT SEM FELVÉTELEK ELEMZÉSE CAD RENDSZER SEGÍTSÉGÉVEL .....	69
2. Albert Judit, Dr. Takács Ágnes: ADDITÍV GYÁRTÁS BIOMIMETIKAI MEGKÖZELÍTÉSSEL .....	9	17. Sahn alden Abd al al, Fodorné Cserépi Mariann, Dr. Gáspár Marcell, Dr. Meilinger Ákos: AUTÓIPARI NAGYSZILÁRDSÁGÚ ACÉLOK ÉS ALUMÍNIUM ÖTVÖZETEK ELLENÁLLÁS- PONTHEGESZTÉSE ÉS VEGYES KÖTÉSE .....	73
3. Apáti Sándor, Dr. Hegedűs György: SZÜRŐFÜRÉS VIZSGÁLÓ PRÓBAPAD KONCEPCIONÁLIS TERVEZÉSE .....	13	18. Dr. Gotthard Viktor: A DFX TECHNIKÁK LEGÚJABB IRÁNYELVEI .....	77
4. Angadi Basetappa Vishalakshi, Dr. Bencs Péter: JOULE THOMSON EFFEKTUS MEGOLDÁSA GÁZ- NYOMÁSSZABÁLYOZÓ ÁLLOMÁSOKNÁL .....	17	19. Dr. Hegedűs György: FORGÁCSOLÁS NAGYKINYÚLÁSÚ SZERSZÁMOKKAL .....	81
5. Kolkar Nanjappa Sneha, Nagy Nóra, Dr. Bencs Péter: HIDROGÉN KEVEREDÉSE FÖLDGÁZZAL - KOCKÁZATÉRTÉKELÉS .....	21	20. Alzyod Hussein, Dr. Ficzer Péter, Dr. Borbás Lajos: AZ FDM ELJÁRÁS GYÁRTÁSI FOLYAMAT PARAMÉTEREINEK TERMIKUS ELEMZÉSE ÉS HATÁSA A MARADÓ FESZÜLTSEGEKRE .....	85
6. Besenyei István, Dr. Bihari Zoltán: GÉPÉPÍTŐ ALUMÍNIUM PROFIL CENTRÁL FURATÁNAK TERHELHETŐSÉGE .....	25	21. Dr. Jálics Károly: LENDÍTŐKERÉK-RÖGZÍTŐ CSAVAROK MEGHIBÁSODÁSÁNAK ELEMZÉSE .....	89
7. Dr. Bihari Zoltán: A MŰSZAKI KOMMUNIKÁCIÓ OKTATÁSÁNAK MŰLTJA, JELENE ÉS JÖVŐJE .....	29	22. Dr. Keszi-Szeremlei Andrea, Dr. Nádassdi Ferenc: IPARI TECHNOLÓGIÁK FEJLESZTÉSE AZ ÉRTÉKMÓDSZERTAN (VALUE METHODOLOGY) ALKALMAZÁSÁVAL .....	93
8. Borsodi Eszter, Dr. Takács Ágnes: KÖRFORGÁSOSSÁG GYÁRTÁSHOZ IGAZODÓ TERVEZÉSI MÓDSZER FEJLESZTÉSE .....	33	23. László Noémi, Dr. Ficzer Péter: A HIDEGLPLAZMÁVAL VÉGZETT FELÜLET- MÓDOSÍTÁS LEHETŐSÉGEI ADDITÍV TECHNOLÓGIÁVAL GYÁRTOTT JÁRMŰIPARI ALKALMAZÁSOK ESETÉN .....	97
9. Csvila Péter, Dr. Czigány Tibor: SZÉN-ALAPÚ VEZETŐKÉPES SZERKEZETI KOMPOZITOK GYÁRTÁSA ÉS TULAJDONSÁGAINAK ELEMZÉSE .....	39	24. Kriston J. Balázs, Dr. Jálics Károly: GÉPJÁRMŰ MEGHIBÁSODÁSOK VIZSGÁLATI LEHETŐSÉGE A TIME DIFFERENCE OF ARRIVAL (TDOA) MÓDSZERREL .....	102
10. Bús Attila, Demeter Péter: EGYEDI DIAGNOSZTIKAI ADAPTEREK FEJLESZTÉSE, KÜLÖNBÖZŐ AUTÓIPARI ALKALMAZÁSOKHOZ A TERMÉKFEJLESZTÉSI MÓDSZER ALAPELVEIN KERESZTÜL .....	45	25. Marada Imre, Dr. Bihari János: A KISMÉRETŰ MŰANYAG FOGASKERÉKPÁROK ÁTFORGATÁSI NYOMATÉKÁNAK VIZSGÁLATÁRA SZOLGÁLÓ BERENDEZÉSEK ÖSSZEHOSONLÍTÁSA .....	106
11. Domokos Tatiane, Dr. Szávai Szabolcs, Dr. Baksa Attila: SÍKLEMEZ ALAKÚ PRÓBATEST SZAKÍTÓVIZSGÁLATÁNAK MODELLEZÉSE .....	49	26. Németh Géza: ZAJSZEGÉNY, MÉGIS HATÉKONY KERTMŰVELÉS FELÉ .....	110
12. Döbrentei Sándor, Dr. Váradi Károly: VÉGESELEM KÖRNYEZETBEN DEFINIÁLT MOZGÓ HŐFORRÁS ANALITIKUS VALIDÁLÁSA .....	53	27. Fenyvesi Sándor, Prof. Dr. Orbán Ferenc: AZ ENERGIATÁROLÁS MECHANIKAI TECHNOLÓGIÁI .....	114
13. Dr. Dömötör Csaba: ALKATRÉSZ REKONSTRUKCIÓS MEGOLDÁSOK TAPASZTALATAI 3D NYOMTATÁSSAL .....	57	28. Dr. Szabó Ferenc János: PÁRHUZAMOS OLDALÚ BORDÁSKÖTÉS GRAFO-ANALITIKUS OPTIMÁLÁSA .....	118
14. Drágár Zsuzsa, Dr. Kamondi László: KAPCSOLÓMEZŐ AXIÁLIS MÉRETÉNEK MEGHATÁROZÁSA FERDE FOGÚ HENGERES KÜLSŐ FOGAZATÚ FOGAS-KERÉKPÁR KAPCSOLÓDÁSÁBAN .....	61	29. Dr. Szirbik Sándor, Dr. Virág Zoltán: RÁCSOS HÍDVÁZ REZGÉSEINEK VÉGESELEMES VIZSGÁLATA TERHELT ÁLLAPOTBAN .....	122
15. Prof. Dr. Ecsedi István, Dr. Baksa Attila, Habbachi Marwen: FUNKCIONÁLISAN GRADIENS ANYAGÚ BIMODULUSÚ TÉGLALAP KERESZTMETSZETŰ GÖRBE RÚD HAJLÍTÁSA .....	65	30. Borbás Ferenc: FENNTARTHATÓ TERMÉK ÉS SZOLGÁLTATÁS FEJLESZTÉS A NAPELEMES LEFEDÉSEKNÉL .....	126



# HIDROGÉN KEVEREDÉSE FÖLDGÁZZAL - KOCKÁZATÉRTÉKELÉS

## HYDROGEN MIXING WITH NATURAL GAS - RISK ASSESSMENT

Kolkar Nanjappa Sneha\*, Nagy Nóra\*\*, Bencs Péter\*\*\*

### ABSTRACT

*This research presents the production and potential uses of hydrogen. This overview study will provide an opportunity to define the problems and safety risks associated with hydrogen transport. Based on the safety risks presented, the flow characteristics of a given pipeline section (from an industrial task) will be investigated. Based on the investigations (using the presented safety risks), an assessment of the pipeline section problems will be carried out.*

### 1. BEVEZETÉS

A világ kereskedelmi célú hidrogéntermelésének 48%-át, 30%-át, 18%-át és 4%-át négy elsődleges forrás, a földgáz, a kőolaj, a szén és az elektrolízis adja. Az ipari hidrogén fő forrása a fosszilis tüzelőanyagok. Általában a hidrogént a földgáz gőzzel történő átalakításával állítják elő.

Lehetőség van a következő primer energiaforrások alkalmazására: Földgáz, napenergia, szélenergia és biogáz vagy biometán. Biogáz a földgáz vagy biometán egy termokémiai folyamaton megy keresztül, amelyet gőzzel történő metánreformálásnak neveznek, ami gőzzel történő reakciót eredményez, és egy szintetikus gázt hoz létre, amely elsősorban hidrogénből áll. A víz hidrogénre és oxigénre történő szétválasztásához az elektrolízisnek nevezett technikát alkalmazzák, amely fő energiaforrásként földgázt, napenergiát vagy szelet használhat. Mindkét módszer hidrogén előállítását eredményezi [1].

- Elsődleges energiaforrás: A következő elsődleges energiaforrások alkalmazására van lehetőség: Földgáz, napenergia, szélenergia, biogáz vagy biometán.
- Termokémiai átalakítás: A biogáz A földgáz, más néven biometán egy termokémiai folyamaton, a gőz-metán reformján megy keresztül, amely gőzzel való reakciót eredményez, és egy szintetikus gázt hoz létre, amely elsősorban hidrogénből áll.
- Elektrolízis: A víz hidrogénre és oxigénre történő szétválasztásához az elektrolízisnek nevezett technikát alkalmazzák, amelynek fő energiaforrása földgáz, napenergia vagy szél lehet.

- Végző energiahordozó: Mindkét módszer hidrogén előállítását eredményezi.

A hidrogén energiamezőkbe történő beépítésének egyik módja a hidrogén szénhidrogének üzemanyag-adalékanyagaként történő felhasználása. A szénből és szénhidrogénekből előállított városi gázokban mindig is jelentős mennyiségű hidrogén volt. Napjainkban a városi gázok többségét metán vagy földgáz teszi ki. A hidrogénnek a földgázhoz való hozzáadása előrevetíti a fokozatos átállást a hidrogénre, mint energiaforrásra. A belsőégésű motorok üzemanyagai is használhatnak hidrogént adalékként.

Kimutatták, hogy a hidrogén földgázmotorokba történő beépítése javíthatja azok égési képességeit és csökkentheti a szennyezőanyag-kibocsátást, különösen a sovány égésű üzemmódban. Ha ezt a keveréket használják üzemanyagként, az autókban lényegesen kevesebb nitrogén-oxidot, szén-monoxidot és szénhidrogént kellene kibocsátaniuk. A hidrogéntartalmú földgázzal működő közlekedési rendszer sikeres módszer lenne a nagyvárosi területek környezeti problémáinak csökkentésére és az energiaellátás infrastruktúrájának hidrogénnel való kiegészítésére.

A megbízható, költséghatékony és fenntartható energiaforrásokkal rendelkező jövőben a hidrogén kulcsfontosságú energiahordozó lehet. Ebben a kutatásban a hidrogénnek a földgázvezeték-hálózatokba való beépítésének gondolatával kapcsolatos fontos aggályokat vitatjuk meg. A bekeverés megfelelő körülmények között és viszonylag alacsony hidrogénkoncentráció mellett csak minimális kiigazításokat igényelhet a csővezeték-hálózat működésében és karbantartásában. A hidrogénkeverék-összetevőt át lehet vinni a végfelhasználói rendszerekbe, vagy a hidrogént el lehet különíteni és felhasználni az olyan eszközökben, mint a mobil vagy helyhez kötött üzemanyagcellák.

Ha az energiarendszerek szén-dioxid-mentessé válnak, a hidrogén hasznos energiahordozó lehet. Számos alacsony szén-dioxid-kibocsátású energiaforrás, például biomassza, nukleáris és megújuló villamos energia, valamint szén vagy földgáz szén-dioxid-leválasztással és -megkötéssel hidrogén előállítására használható, amely aztán számos célra felhasználható, például fűtésre és áramtermelésre otthonok, vállalkozások és iparágak

\*hallgató, \*\*tanársegéd, \*\*\*egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Szerkezetintegritási Intézeti Tanszék, Áramlás- és Hőtechnikai Gépek Intézeti Tanszéke

email: \*snehakolkar88@gmail.com, \*\*nora.nagy@uni-miskolc.hu, \*\*\*peter.bencs@uni-miskolc.hu

számára, valamint szezonális energiatárolásra. Az egyik legnagyobb kihívás azonban még mindig a hidrogénnek az összes ilyen különböző felhasználási célú felhasználásához szükséges infrastruktúra kiépítése. Annak érdekében, hogy a hidrogén előnyeit az új speciális infrastruktúra kiépítésének költségei nélkül élvezhessék, a kutatók, a vállalkozások, valamint a helyi és nemzeti kormányok egyaránt vizsgálják a hidrogénnek a földgázvezeték-hálózatokba való bekeverését. E stratégia számos lehetséges előnyét számos hátránya ellensúlyozza.

A földgázt jelenleg olyan nehezen szén-dioxid-mentesíthető ágazatokban használják, mint az energiacsúcsok energiatermelése, a lakossági és kereskedelmi fűtés, valamint az ipari műveletek. Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású hidrogénnek a földgázzal való keverése potenciálisan csökkentheti ezen ágazatok szén-dioxid-intenzitását. A földgáz és a földgáztól függő valamennyi alkalmazás szén-dioxid-kibocsátása csökkenthető lenne, ha az alacsony szén-dioxid-kibocsátású forrásokból, például szél- és napenergiából előállított hidrogént beépítenék a földgáz-infrastruktúrába. Azáltal, hogy a hidrogén a hálózati villamos energiával párhuzamos energiahordozóként szolgál - ezt a funkciót a földgázhálózat már most is ellátja -, tovább növelheti az energiabiztonságot és az ellenálló képességet. Ha a hálózatnak villamosenergia-csúcsra van szüksége, a hidrogén - a földgázhoz hasonlóan - módot kínál a villamosenergia-ellátásra. A hidrogén a villamos energia helyettesítőjeként is használható, például az otthonok és a vállalkozások fűtésére. Ahogy egyre több változó megújuló energiaforrás kezd áramot szolgáltatni az elektromos hálózatba, a hidrogén rugalmas elektromos terhelésként is működhet, ami egyre előnyösebbé válik [1].

Különösen a víz elektrolízise kínál egy lehetséges módszert a hidrogén minimális költséggel történő előállítására, extra megújuló villamos energiából. Mivel a hidrogénnek a földgázhálózatokba való beépítése elősegítheti az egész gazdaság szén-dioxid-mentesítését, miközben megőrzi a földgázhálózatok által a helyi, nemzeti és nemzetközi energiarendszerek számára nyújtott előnyök egy részét, számos vállalkozás, kutató és kormány érdeklődik az ötlet iránt. A fent említett geológiai tárolóeszközök mellett a földgázhálózatok az elektromos hálózattal párhuzamosan egy olyan energiavektort kínálnak, amely megnövelt energiaátviteli kapacitást és eredendő tárolási potenciált kínál. A földgázhálózatok e tulajdonságai növelik az energiarendszer rugalmasságát és biztonságát, és az Egyesült Államok már most is jelentős földgázhálózattal rendelkezik.

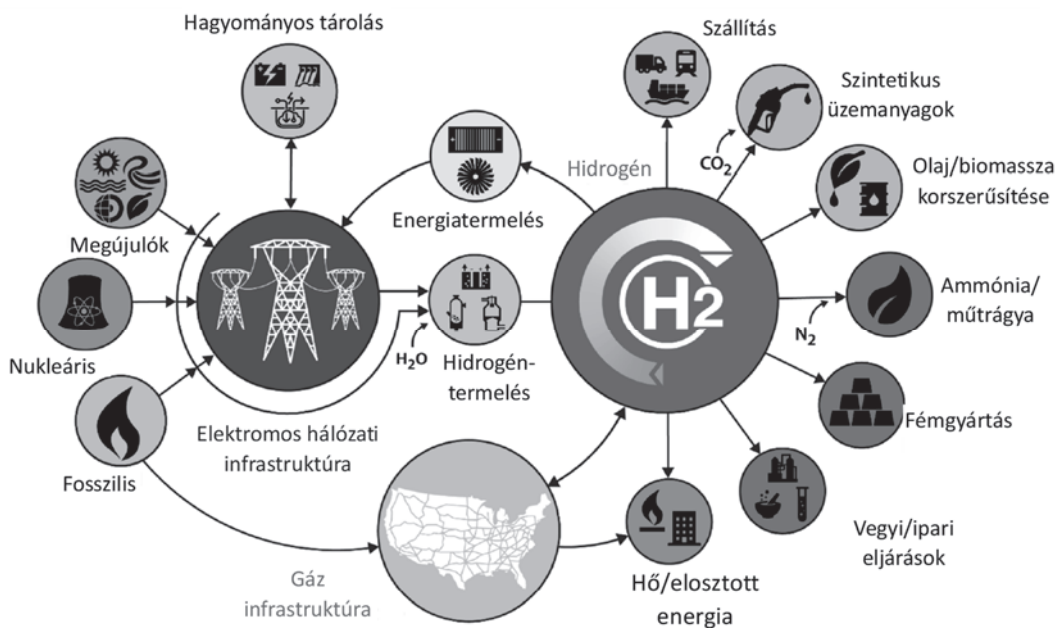
## **2. HIDROGÉNNEL KEVERT FÖLDGÁZ ÉGÉSTÉSE**

A földgáz főként metánból áll. A hidrogén és a metán égési tulajdonságai. A hidrogén és a metán égési képessége. A metánhoz képest a hidrogén gyorsabban ég,

alacsonyabb a minimális gyulladási energiája, és szélesebb gyúlékonysági korlátokkal rendelkezik. Ezek a tulajdonságok a hidrogén-levegő keverékek égőműves égétekor - előkeveréssel vagy anélkül - a láng tulajdonságai miatt nehéz eloltani, és egyenesen elromlik. Az égő égése során jelentős mennyiségben keletkeznek nitrogén-oxidok, amelyek mennyisége 500 ppm. Bár a levegő előkeverési arányának emelése jelentősen csökkenti az NOx-tartalmat, ez azonban növeli a visszagyulladás valószínűségét. Az NOx-termelés csökkentése és a visszagyulladás megakadályozása közötti kompromisszumot "az égőkkel történő hidrogénégés dilemmájának" nevezik. Ezzel szemben a hidrogén kedvező és kedvezőtlen égési tulajdonságaiból a következő előnyök adódnak, amikor földgázzal keverve égetjük. A gyúlékonyság növekedése miatt az égő égése folyamatosan folyamatosság válik és a gyújtási, illetve visszagyújtási energia csökkenése miatt. Az egy térfogatra jutó égési energia növekedése lehetővé teszi, hogy kis égővel nagy mennyiségű hőenergiát termeljenek. A nagyobb levegő előkeverési arány lehetővé teszi az NOx-termelés elfojtását visszagyújtás nélkül [2].

Ahelyett, hogy a gazdaság szén-dioxid-mentesítésében kizárólag a villamosításra támaszkodnánk, költséghatékonyabb és rugalmasabb lehet a meglévő gázhálózatok további használata a hidrogéntermeléshez. Emellett a földgázhálózatok hidrogénüzemre való átállítása bővítheti az általuk kiszolgálható piacokat. A földgáz hagyományos felhasználási területein - mint például a villamosenergia- és hőtermelés, a vegyipar és az ipari folyamatok, valamint a fémek és műtrágyák gyártása - kívül a hidrogén felhasználható szintetikus üzemanyagok előállítására vagy közvetlenül hidrogénüzemű autók üzemanyagaként is. A hidrogénskála koncepcióját az 1. ábra mutatja be a hidrogén számos előállítási módszerével és felhasználási módjával együtt. A földgáz hagyományos felhasználási módjai mellett, mint például a villamos energia, hő, vegyi anyagok és ipari folyamatok előállítása, valamint fémek és műtrágyák gyártása, a hidrogén szintetikus üzemanyagok előállítására vagy közvetlenül hidrogénüzemű autók üzemanyagaként is felhasználható.

Bár a hidrogénnek a meglévő földgáz-infrastruktúrába való beépítése számos előnnyel járhat, ezt számos olyan megfontolás és ismeretlen tényező nehezíti, amelyek azal kapcsolatosak, hogy a meglévő földgázvezeték-infrastruktúra mennyire működne jól a hidrogén használata esetén. A földgázszállító és -elosztó hálózatok különböző részeinek kompatibilitása az egyik ilyen elem és bizonytalanság. Ezek a hálózatok jelenleg a földgáz kitermeléséből, feldolgozásából, szállításából és a végfelhasználókhöz történő elosztásából állnak; a hidrogén bevezetése hatással lehet e hálózatok bármelyikére vagy mindegyikére. A földgáz és a hidrogén termodinamikai, szállítási és égési jellemzői nagyon eltérőek [5].



1. ábra. A számítási modell geometriája [5].

A hidrogénkeverés szerkezeti integritásával és biztonságával kapcsolatos aggályok közé tartoznak a gázszivárgások és a csővezetékrendszerek anyagromlása. Még mindig vannak megválaszolatlan problémák azzal kapcsolatban, hogy hogyan lehet ezt figyelembe venni annak meghatározásakor, hogy az acélcsővezetékek mennyire kompatibilisek a hidrogénnel. A gáznemű hidrogén jelentős hatással van a csővezetékek acéljainak fáradás- és törésállóságára. További vizsgálatokra van szükség a polietilén csővezeték-anyagok hidrogénnel szembeni tűrőképességének megállapításához, mivel a hidrogén hatásai nem teljesen ismertek.

### 3. BIZTONSÁGI ÉRTÉKELÉS [3]

Nehéz megjósolni, hogy a hidrogénnek a földgázvezeték-rendszerbe történő beillesztése milyen hatással lesz a végfelhasználói készülékekre és a meglévő hálózati infrastruktúrára, mivel a gázkombináció termodinamikája és szállítási tulajdonságai drasztikusan megváltozhatnak. Ezeket a nehézségeket vizsgáljuk fel, valamint a földgázvezeték-rendszer azon helyeit, ahol ezek minden esetben jelen vannak. E problémák megoldása nélkül a hidrogén gázvezetékekbe történő befecskendezése káros hatással lehet a gázvezeték gazdaságosságára, biztonságára és megbízhatóságára. A biztonság, a megbízhatóság és a pénzügyi fenntarthatóság biztosítása érdekében a hidrogénkeverési lehetőségek mérlegelésénél figyelembe kell venni a szükséges berendezés-korszerűsítéseket és a hálózat üzemeltetési gyakorlatának megváltoztatását. Ezeket a kérdéseket a következő alfejezetek mind a szállító-, mind az elosztóhálózatokra vonatkozóan tárgyalják, a hálózati szakaszoktól az egyes berendezésekig terjedően.

- Gázfelhalmozódás.
- Robbanások a védett térben.
- A szállítóvezetésekből eredő kockázat.

#### 3.1. Gázfelhalmozódás

Két kísérleti kiadásban az egyik egy nagyobb, tipikusabb kereskedelmi vagy ipari épületek helyiségében, a másik pedig egy kisebb, tipikusabb családi szobában a természetes vizsgálat a gázfelhalmozódás viselkedését vizsgálta. Megállapították, hogy a keverékek gázfelhalmozódási viselkedése hasonlít a tiszta földgázéhoz. A hidrogén nem vált ki a keverékből, ahogyan azt várták. Nagyobb gázkoncentrációt eredményezett a megnövelt áramlási sebesség, bár a vártnál kisebb mértékben. Az 50%-os hidrogénig terjedő keverékek esetében a kibocsátás utáni állandósult koncentráció gyakran csak kissé magasabb, míg a 70%-nál nagyobb hidrogénkeverékek esetében a koncentráció észrevehetőbben emelkedik.

#### 3.2. Robbanások a védett térben

A 20%-nál kevesebb hidrogént tartalmazó keverékek esetében a zárt légtérű robbanások intenzitásának arányos növekedése alacsony volt a tisztán földgázzal zárt térben történő robbanásokhoz képest. Az 50%-nál több hidrogént tartalmazó keverékek esetében a túlnyomás és az ennek megfelelő kockázat vagy kár jelentősebb növekedése volt tapasztalható. Ha szellőztetést alkalmaznak, vagy csökkentik a bezártságot létrehozó szerkezeti szűkületet, a nagyobb hidrogénkoncentrációjú gőzfelhőrobbanásokból származó túlnyomás jelentősen csökkenthető.

#### 3.3. A szállítóvezetésekből eredő kockázat

A kockázatot itt a következő általános egyenlet segítségével határozzuk meg:

Kockázat = a csővezeték meghibásodásának gyakorisága × a gyulladás valószínűsége × a tűz következményei.



A kockázat egyéni és társadalmi becslése egyaránt lehetséges. Annak lehetősége, hogy egy személy egy éven belül meghal, a kockázat egyéni meghatározásának eredménye. Természetesen egy kockázatbecslési algoritmus segítségével jöttek ki ezek a számok. Az átviteli csövek kockázati tényezője a következő volt. A csővezeték szakadása került a középpontba.

#### 4. KOCKÁZAT ELEMZÉS

A hidrogént csővezetéken keresztül kell elosztani és szállítani ahhoz, hogy energiahordozóként lehessen használni. A meglévő földgázvezeték-hálózat módosításokkal történő hasznosítását, amelynek során a hidrogént vagy a földgázzal keverve, vagy tisztán szállítják a hálózat meghatározott részein, a két csővezeték-szállítási lehetőség egyikeként vizsgálták. egy teljesen új hálózatot, amely néhány egyedi átmérőjű, nyomású és anyagú jellemzővel rendelkezik, és amely a tiszta hidrogénre összpontosít. A földgázhálózatba vagy a speciális hidrogénhálózatba történő potenciális tömegáramlás a hidrogéntermelő kapacitásoktól, valamint a befecskendezési körülményektől függ. A hidrogén előállításának két módszere a víz elektrolízis (szél- vagy fotovoltaikus energiával együtt) és a gőzzel történő metánreformálás gázosítással. A földgáz/hidrogén keverékek csővezetékes szállítására kétféle megoldás lehetséges: hidrogén befecskendezés a regionális földgázhálózatokba. Ebben az esetben a hidrogéntartalom kevesebb, mint 20%. A hidrogén befecskendezése a földgázhálózatba országos szinten. Ebben a forgatókönyvben a hidrogéntartalom kevesebb, mint 10% [4].

##### 4.1. Összeegyeztethetőség, életrajzi-kibocsátás, műszaki-gazdasági elemzés [4]

1. A csővezetékek és csővezetékek hidrogénnel való kompatibilitása: Az SNL és a PNNL értékeléseket végez a fém és polimer csővezetékek és csővezetékek (pl. acél és polietilén) anyagainak élettartamának becslésére, ha keverékeket használnak. Ezeket az információkat beépítik egy nyilvánosan elérhető modellbe, amely a csővezetékek élettartamának becslésére használható a legfontosabb mérnöki feltételezések mellett.

2. Életrajzi-elemzés: Az ANL elemezni fogja a hidrogén- és földgázkeverékeket használó technológiák, valamint az alternatív útvonalak, például a szintetikus földgáz életrajzi-kibocsátását.

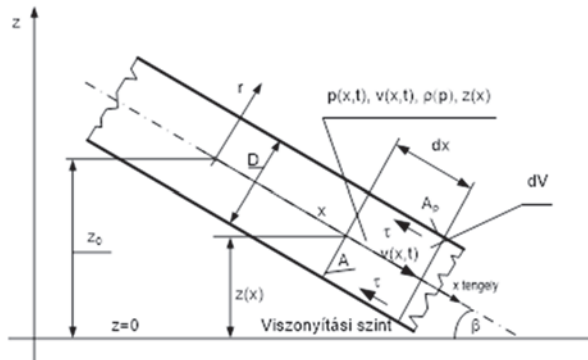
3. Technikai-gazdasági elemzés: Az NREL szám-erősíteni fogja a hidrogén előállításának és a földgáz-hálózatban belüli keverésének költségeit és lehetőségeit, valamint az alternatív utakat, például a szintetikus földgázt.

4. A hidrogén potenciáljának kiszélesítésére irányuló kutatás erőfeszítése a HFTO által vezetett, az SNL és a PNNL által vezetett Hidrogén Anyagok Kompatibilitási Konzorcium (H-Mat), amely nemzetközileg

elismert keretrendszer a hidrogén-anyagok kompatibilitásának tanulmányozására.

#### 5. ÖSSZEFOGLALÁS

A bemutatott hidrogén bekeverési lehetőségek és azok hatása alapján egy ipari feladatok keresztül vizsgáljuk a hidrogén hatását egy csővezetékben (1. ábra).



2. ábra. A számítási modell geometriája.

A számítások elvégzéséhez az AVL FIRE M szoftvert fogjuk használni. A számításokat a szoftverben beépített áramlástechnikai modellek alkalmazásával fogjuk elvégezni. A jövőbeni kutatási feladatok folytatásaként különböző nyomások esetén fogjuk meghatározni a kialakuló üzemi állapotokat.

#### 6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

The author is grateful to the AVL Company for the technical (software academic license) support of this research.

A szerzők köszönetüket fejezik ki az AVL cégnek a kutatás technikai támogatásért (akadémiai szoftver licenst).

#### 7. IRODALOM

- [1] Topolski, K., Reznicek, E. P., Erdener, B. C., San Marchi, C. W., Ronevich, J. A., Fring, L., Simmons, K., Guerra Fernandez, O. J., Hodge, B.-M., & Chung, M. (2022). Hydrogen Blending into Natural Gas Pipeline Infrastructure: Review of the State of Technology. [www.nrel.gov/publications](http://www.nrel.gov/publications).
- [2] International Energy Agency. (2019). The Future of Hydrogen.
- [3] Allison, T. C., & Simons Eugene, S. (2022). *Impacts of Hydrogen Transport in Pipelines*.
- [4] Vries, D., Florisson, O., & Tiekstra, G. C. (2007). SAFE OPERATION OF NATURAL GAS APPLIANCES FUELED WITH HYDROGEN/NATURAL GAS MIXTURES (PROGRESS OBTAINED IN THE NATURALHY-PROJECT).
- [5] Ruth, M., Jadun, P., Gilroy, N., Connelly, E., Boardman, R., Simon, A. J., Elgowainy, A., & Zuboy, J. (2020). The Technical and Economic Potential of the H2@Scale Hydrogen Concept within the United States. <https://doi.org/10.2172/1677471>