

Gázkészülékek Hidrogénes Földgázzal Történő Üzemeltetése

Fazakas Miklós

Fejlesztésért felelős ügyvezető igazgató

MPF – FÉG Kft.

Miért hidrogén?

A megújuló energia használatának velejárója a gázfogyasztó készülékek további alkalmazása:

1. **Cél a fosszilis energiahordozók arányának csökkentése** az energiaellátásban, ezért növeljük szél és naperőművek arányát az energiaellátásban, amelyekkel elektromos energiát állítunk elő.
2. Elvileg nincs akadálya annak, hogy a teljes energia-igényünket megújuló energiával állítsuk elő, azonban a megújuló energiával aktuálisan előállított energia mennyisége vagy nagyobb vagy kisebb aktuális villamos-energia szükségeltnél, amit kezelniük kell. **A nyári időszakban, illetve a nappal megújuló energiaforrás felhasználásával megtermelt többlet energiát a téli időszakra, illetve az éjszakára hidrogént előállítva tárolhatjuk.** A megtermelt hidrogén felhasználásának legegyszerűbb és legkisebb beruházással járó módja, ha a megtermelt hidrogént a földgázhoz keverjük és a meglévő gázfogyasztó készülékekben elégetjük, amihez képest például a hidrogén üzemű autókba és a hidrogén töltőhálózatba történő beruházás, jelenleg gazdaságilag nem racionális. Ezért a gázfogyasztó készülékekre, a gázüzemű csúcserőművekre továbbra is szükség lesz, nyilvánvalóan egyre növekvő teljesítménnyel, csak a tüzelőanyag nem földgáz, hanem a közeljövőben hidrogén-földgáz keverék, később esetleg tiszta hidrogén lesz.

A földgázszolgáltatás EU által tervezett kivezetése nem jelenti a gázfogyasztó készülékek kivezetését: Nem hagyható figyelmen kívül, hogy van egy kiépített gáz-infrastruktúránk, amelyik hatszor akkora teljesítmény átvitelére képes, mint az országos elektromos hálózat. Tapasztalatok bizonyítják, hogy erre a hatszoros teljesítményre szükség van. A nyáron megtermelt hidrogén a földgázhoz keverve, beavatkozásokkal a földgáztározókban tárolhatónak tűnik, így megoldódni látszik a nyáron termelt megújuló energia tárolása és a fűtési időszakban, gázfogyasztó készülékekben történő felhasználása. Fontos adat, hogy az EU tervei szerint a napelemekkel és szélerőművekkel 2024-ben termelendő többlet-energiával előállított hidrogén mennyisége az európai gázhálózatokban csak 5% (V/V) hidrogén tartalmat eredményezne. A hidrogén földgázhoz keverése, a meglévő tározókban történő tárolása, majd eltüzelése a meglévő gázfogyasztó készülékpark segítségével, az elkövetkező néhány évtizedre vonatkozóan megvalósítható, átmeneti megoldásnak tűnik.

A megújuló energiával előállított elektromos energia arányának növekedésével növelnünk kell a gázüzemű csúcserőművek kapacitását is, vagy más gázfogyasztó készülékek használatával kell helyettesítenünk a téli időszakban, az éjszaka, a borult időben, a vagy szélcsend miatt gyakran váratlanul kieső energiatermelést:

Ha a megújulókkal előállított energia mennyisége kisebb az energia-igényünkénél, akkor a hiányzó elektromos energiát hidrogén üzemű, vagy részben hidrogénnel üzemelő erőművekkel szeretnénk előállítani, vagy az épületek fűtését hidrogénnel üzemelő gázkészülékekkel is biztosíthatjuk, kihasználva a gázfogyasztó készülékek rendkívül jó szezonális hatásfokát és vezérlehetőségét. Nulla Celsius fok körüli külső hőmérséklet alatt a gázfűtés szezonális hatásfoka meghaladja a levegős hőszivattyús fűtési megoldások szezonális hatásfokát. Ezért a csúcserőműveknek és gázfogyasztó készülékeknek a jövőben is üzemelniük kell valamilyen tüzelőanyaggal, amely egyre nagyobb arányban hidrogén lesz. Pár éven belül egyes tagállamokban csak hibrid gázkazánok lesznek telepíthetők. Egyre nagyobb lesz a jelentősége az „okos” megoldásoknak, amelyek alkalmazkodni képesek a körülmények megváltozásához. Magyarországon az utóbbi években olyan sok napelemet teleptettünk, hogy a továbbiakban már az energiátároló kapacitás nélküli napelemes rendszerek telepítését nem támogatják, mert ezek további telepítése zavarokat okozna.

Gázfogyasztó készülékekre tehát továbbra is szükség lesz, amelyek a későbbiekben nem földgázzal, hanem hidrogénnel kevert földgázzal, vagy tiszta hidrogénnel üzemeltethetők. A földgáztüzelés kivezetése tehát azt jelenti, hogy a gázfogyasztó készülékek maradnak, de elérő tüzelőanyaggal fognak üzemelni:

Hidrogén használta esetén alkalmazható szabványok: Az EU terveit szerint a megújuló energia használatának velejárója az aktuálisan nem szükséges megújuló energiával történő hidrogén előállítás, a hidrogén szállítása, tárolása és felhasználása. A megújuló energiával előállított hidrogén nagy részét gázfogyasztó készülékekben tervezik elégetni, mert a gázfogyasztó készülékek a megújuló energiával előállított hidrogén felhasználásra (eltüzelésre) legalkalmasabbak berendezéseként még jó pár évtizedig velünk maradnak. **Ezért az Európai Bizottság megbízta azokat az európai szabványosító műszaki bizottságokat, amelyeknek a kezelésébe azok az európai szabványok tartoznak, amelynek alkalmazási területébe a gázfogyasztó készülék, vagy a gázinfrastruktúrába beépülő bármely szerkezet, illetve az ezekbe beépülő szerelvény, anyag, stb. tartozik, hogy készítsék el a szabványok új változatait, amelyek való megfelelés kimutatásával igazolható az érintett anyag, szerelvény, készülék vonatkozó jogszabálynak való megfelelése, hidrogénnel kevert földgáz, vagy tiszta hidrogén használata esetén is.**

Ez az előadás a hidrogénnel kevert földgázzal üzemeltethető gázfogyasztó készülékekről szól. Ezen belül a jövőben gyártandó és a jelenleg üzemelő gázfogyasztó készülékek alkalmasságát vizsgáljuk a hidrogénnel kevert földgázzal történő üzemeltetésre való alkalmasságuk tekintetében.

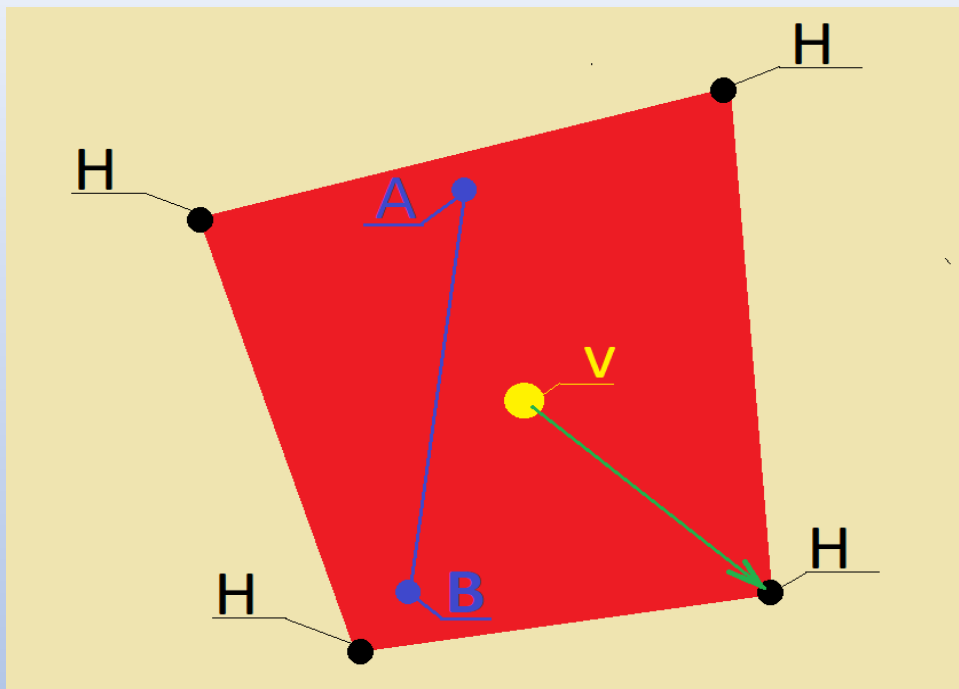
A meglévő gázfogyasztó készülékek hidrogénnel kevert földgázzal történő üzemeltetésnek kérdésében **segítségünkre van a gázfogyasztó készülékek alkalmasságának vizsgálata során használt EN 437 vizsgálógáz szabvány.** A 23% (V/V) hidrogén, valamint metán keverékből álló (G222 jelű) vizsgálógáz használata az üzemelő gázfogyasztó készülékek esetében (A technológiai célú gázfogyasztók többségének kivételével) nem jelent kilépést abból a gázminőségi területről, amelyre vonatkozóan az üzemelő gázfogyasztó készülékek megfelelősége jogilag igazolt, annak ellenére, hogy a hatályos földgázminőségi követelményeinek, hidrogén földgázhoz keverése esetén nem felelünk meg.

Magyarországon a gyártási, forgalomba hozatali engedéllyel, vagy EU-típusvizsgálati tanúsítvánnyal igazolt megfelelőség alapján az elmúlt 60 évben használatba vett gázfogyasztó készülékek esetében határgázokkal történő vizsgálatokkal kellett igazolni a gázfogyasztó készülékek biztonságos üzemeltethetőségét és az üzemelő gázfogyasztó készülékek megfelelőségét a használó a létesítéskor hatályos előírási környezet feltételezésével köteles fenntartani, ezért . A határgázok között, az EN 437 szabványban és a megfelelő magyar előzményszabványokban minden esetben megtaláljuk a legalább 23% hidrogént tartalmazó „visszagyulladás” határgázát. Magyarországon azok a gázfogyasztó készülékek melyek ma az Európai gázkészülék rendelet, a GAR, a 2016/426/EU (március 9.) rendelet hatálya alá tartoznak, vagy tartoznának, ha ma hoznánk őket forgalomba. Az üzemelő, ma tanúsítási körbe tartozó gázfogyasztó készülékeket olyan létesítéskor hatályos előírásnak való megfelelőség igazolás alapján vették használatba amelyek szerint ezek a gázfogyasztó készülékek a 2H gázcsoportban, legfeljebb 23% (V/V) hidrogén tartalmú gázzal biztonságosan képesek üzemelni.

Jogilag nincs akadálya, illetve megoldható, hogy az üzemelő, 2H csoportú meglévő gázfogyasztó készülékeinket legfeljebb 23% hidrogén tartalmú földgázzal üzemeltessük. Az üzemelő gázfogyasztó készülékek többsége tanúsítási körbe tartozik, vagy ma ebbe a körbe tarozna. Kivételt azok a technológiai célú berendezések (például erőművek) képeznek, amelyek esetében, az igen nagy teljesítményük miatt nem oldható meg, a palackos határgázokkal történő gáztechnikai vizsgálat. **Így jogilag nincs akadálya, illetve megoldható, hogy az üzemelő, 2H csoportú meglévő gázfogyasztó készülékeinket legfeljebb 23% hidrogén tartalmú földgázzal üzemeltessük. 23% (V/V) hidrogén tartalom felett a meglévő gázfogyasztó készülékparkot le kell cserélni, mert a meglévő gázkészülék-parkot 23% hidrogén tartalom felett meg kellene feleltetni a hatályos forgalomba hozatali jogszabályoknak, mert erre a meglévő megfelelés igazolásuk nem terjed ki. A meglévő gázkészülék-park megfeleltetése a hatályos előírásoknak esélytelen.** Ezért tervezik maximum 20% (V/V) hidrogéntartalomig a hidrogén földgázhoz keverését.

A hidrogénnel kevert földgáz üzemre történő áttérésnek várhatóan gyakorlati nehézségei is lesznek, amelyeket felkészülés esetén kezelni tudunk:

Elhasználódott, tisztítandó gázfogyasztó készülékek: A kezelendő kérdések egyike, hogy a maximum 23% hidrogén tartalommal történt vizsgálat egy új, nem használt, nem elkoszolódott gázfogyasztó készülék esetében igazolta a megfelelőséget. **Több évtizedes üzemeltetés alatt** például a főégő kerámiáinak rögzítése kilazulhatott, az égő betét és az égőház között rés keletkezhetett, amelyeken át tiszta földgáz használata esetén még nem, de hidrogénnel kevert földgáz esetén az égés áttérjedhet a lég-előkeveréses égő belsejébe, azaz visszagyulladás következhet be. A visszagyulladás tökéletlen égéssel, jelentős szénmonoxid és koromképződéssel járhat, ami a gázfogyasztó készülék belső járatait akár el is zárhatja. Így az égéstermék a felállítási helyiségbe juthat, nem megengedhető, veszélyes üzemi állapot alakulhat ki.



1. ábra

A hidrogén földgázhoz keverése ugyanúgy egy gázminőség változással kapcsolatos kérdés, mint a gázminőség bármely más okból történő megváltozása, például, mint az interoperábilis gázszolgáltatás bevezetése következtében bekövetkező gázminőségváltozások.

A vizsgálatok alapján igazolt, hogy ha a sorozatban gyártott gázfogyasztó készüléket a bal oldali elvi ábrán a V-vel jelölt vonatkoztatási gázzal szabályozzák be, akkor a készülék H-val jelölt határgázok által körülhatárolt gázminőségi területen belül megfelelően fog üzemelni. Ez a vizsgálati rendszer nem igazolja a megfelelőséget azokra az esetekre vonatkozóan, amikor a készüléket nem a gázcsoport vonatkoztatási gázával szabályozták be, például abban az esetben, ha a besabályozás a vezetékből aktuálisan kiáramló, A-val jelölt gázösszetétellel történik, majd a szolgáltatott gáz minőségét a „B”-el jelölt minőségre változtatják. A helyszínen vezetékes gázzal besabályozott gázkazánok esetében előfordulhat az „A” jelű gázösszetétellel történő besabályozás, majd a gázminőség „B” jelű összetételre történő megváltoztatása.

A helyszínen, vezetékes gázzal beszabályozott gázkazánok problémája: Azok a gázfogyasztó készülékek, elsősorban a kondenzációs gázkazánok bizonyos évjáratai taroznak ide, amelyeket a gyártó előírása szerint, meggyőződésem szerint szabálytalanul, a helyszínen vezetékes gázzal kell beszabályozni, az égéstermék előírt széndioxid vagy oxigéntartalmának beállításával. A gáz hidrogén tartalma esetén széndioxid nem keletkezik, ezért a széndioxid tartalom mérésén alapuló beszabályozási előírásokat oxigéntartalom mérésén alapuló előírásokra kell változtatni. A tanúsítási körbe tartozó gázfogyasztó készülékek megfelelőség vizsgálata tekintetében több mint fél évszázada bevezetett gyakorlat, hogy **a készüléket a gázcsoport vonatkoztatási gázával kell beszabályozni, majd a készülék beállításának változtatása nélkül, a vonatkoztatási gázt rendre az egyes határgázokra kell lecserélni, amelyekkel a készüléknek, a készülékszabványban előírt további feltételek között biztonságosan kell üzemelnie.** A vizsgálatok folyamatát az 1. elvi ábra szemlélteti. A vonatkoztatási gázok, mint sarokoszlopok határolják azt a zölddel jelölt gázminőségi területet, amelyen belül a vizsgálatok igazolják a gázfogyasztó készülék biztonságos üzemét. A területen belül találjuk a „V” jelölt vonatkoztatási gázt, amellyel a gázfogyasztó készüléket be kell szabályozni.

Sávszélesség: A sávszélesség a szakirodalomban mostanában talán a leggyakrabban használt fogalom. A földgázszolgáltatásra vonatkozó rendelet és a földgáz-szolgáltatási szabványok szerint a szolgáltatott földgáz felső Wobbe szám tartománya a gázcsoportnak az EN 437 vizsgálógázok, vizsgálati nyomások és készülékkategóriák szabványban megadott legnagyobb és legkisebb Wobbe számú határgázának Wobbe száma közötti tartomány. A „vizsgálógáz-szabvány” és a gázszolgáltatásra vonatkozó jogszabályok, szabványok egymással harmonizáltak. Ez nyilvánvalóan nem is lehetne másképp. Az EN 437 szabvány szerint a 2H gázcsoport felső Wobbe száma 45,7 és 54,7 MJ/m³ (1013,25 mbar és 15⁰C) közötti érték lehet. Az alsó érték G 23 jelű lángleszakadás határgázának, a felső érték a G21 jelű tökéletlen-égés és koromképződés határgázának felel meg, míg a beszabályozáshoz használandó G 20 jelű, 100% metánt tartalmazó vonatkoztatási gáz felső Wobbe száma 50,72 MJ/m³. Az előbbieket szerint a 2H gázcsoport Wobbe szám-tartománya 9 MJ/m³ szélességű.

Gáz osztály	Gáz csoport	Vizsgálógáz fajta	Vizsgálógáz jele	Vizsgálógáz összetétele tf%	W_i MJ/m ³	H_i MJ/m ³	W_s MJ/m ³	H_s MJ/m ³	d	
2. Osztály	2H	Vonatkoztatási gáz	G20	CH ₄ = 100	45,67	34,02	50,72	37,78	0,555	MSZ 1648: 2016 2H gázcsoport: $W_s = 45,66 - 54,77$ MJ/m ³ ;
		Tökéletlen égés és koromképződés határgáza	G21	CH ₄ = 100 C ₃ H ₈ = 13	0	41,01	54,69	45,28	0,684	
		Visszagyulladás határgáza	G222	CH ₄ =87 H ₂ =23	42,87	28,53	47,87	31,86	0,443	
		Láng-leszakadás határgáza	G23	CH ₄ =92,5 N ₂ =7,5	41,11	31,46	45,66	34,95	0,586	
		<i>Túlterhelés határgáza</i>	<i>G24</i>	<i>CH₄ = 68 C₃H₈=12 H₂ = 20</i>	<i>47,01</i>	<i>35,7</i>	<i>52,09</i>	<i>39,55</i>	<i>0,577</i>	
Gáz osztály	Gáz csoport	Vizsgálógáz fajta	Vizsgálógáz jele	Vizsgálógáz összetétele tf %	W_i MJ/m ³	H_i MJ/m ³	W_s MJ/m ³	H_s MJ/m ³	d	
4. Osztály	Y	Vonatkoztatási gáz	G40	H ₂ = 99,9	38,67	10,2	45,88	12,1	0,07	
		Határgázok	Meghatározandó							

2. ábra

Gáz osztály	Gáz csoport	Vizsgálógáz fajta	Vizsgálógáz jele	Vizsgálógáz összetétele tf %	W _i MJ/m ³	H _i MJ/m ³	W _s MJ/m ³	H _s MJ/m ³	d	
2. Osztály	2Y20	Vonatkoztatási gáz	G20 + 20%H2	CH ₄ = 80 H ₂ = 20	43,21	29,22	48,18	32,59	0,458	Javaslat szerinti W _s tartomány: 43,7 - 51,5
		Tökéletlen égés és koromképződés határgáza	G21 +20% H2	CH ₄ =69,6 C ₃ H ₈ =10,4 H ₂ = 20	46,57	34,92	51,59	38,69	0,562	
		Visszagyulladás határgáza	G22 +20%	CH ₄ =61,6 H ₂ =38,4	40,95	24,85	45,92	27,87	0,368	
		Láng-leszakadás határgáza	G23 +20%	CH ₄ =70 N ₂ =7,5 H ₂ =20	39,15	27,19	43,66	30,32	0,482	

3. ábra

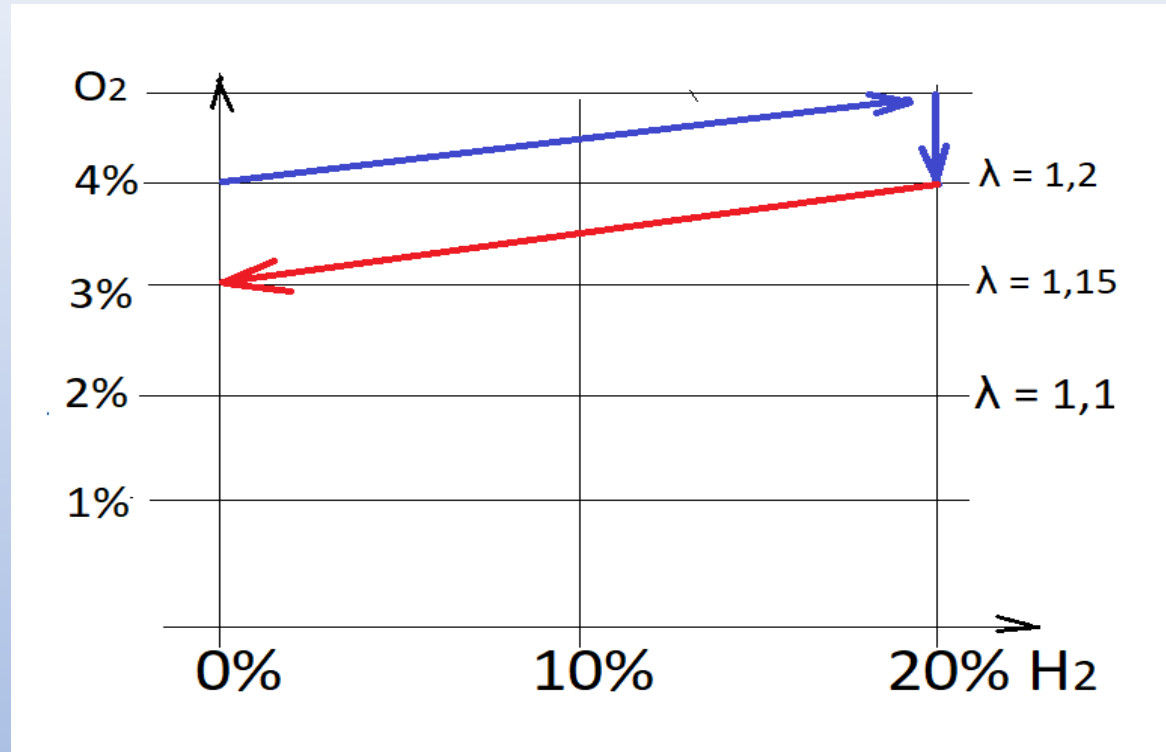
Az előbbiek szerint a 2H gázcsoport Wobbe szám-tartománya 9 MJ/m^3 szélességű. Az előírásoktól csak minimális mértékben eltérve, úgy is gondolkozhatunk, hogy olyan 2H csoportú gázfogyasztó készülékekkel rendelkezünk, amelyekről igazolt, hogy a besabályozáskor használt gázminőséghez képest a szolgáltatott gáz minősége felfelé 4 MJ/m^3 -el térhet el. **Arra az esetre vonatkozóan, ha az üzembe helyező a besabályozáskor használt gázminőséget nem ismeri, de tudjuk, hogy a besabályozáskor a gázminőség a 2H csoport gázminőségén belüli volt belátható, hogy a gázminőségnek a gáz Wobbe számát tekintve 4 MJ/m^3 -en belül tartása a besabályozási állapothoz képest csak úgy biztosítható, ha a gázminőséget a gázértékesítő egy 4 MJ/m^3 széles, az eredeti 9 MJ/m^3 -nél lényegesen szűkebb sávon belül tartja.** Ha sávot akarunk váltani, akkor ezeket a készülékeket újra be kell szabályozni. Azaz a sávváltásnak itt is megvannak a szabályai, mint a közlekedésben. Az előbbiek szerint, szerencsés lenne, **ha a gázfogyasztó készülékeink besabályozása a vonatkoztatási gázzal, vagy a vonatkoztatási gázra visszavezetett módon történne, mert akkor a teljes 9 MJ/m^3 sáv szélesség, a készülékek átsabályozásának szükségessége nélkül, kihasználható lenne.**

4MJ/m³ sávszélesség betartása:

Tekintettel a helyszínen beszabályozott gázkazánok igen nagy számára jelenleg vizsgálják, hogy a tagállamokban lehetséges-e a 4 MJ sávszélesség betartása, nem országosan, hanem az adott szolgáltatási helyen, a helyszínen beszabályozott gázkazánokra tekintettel. Erre vonatkozóan tőlünk is választ vár a CEN/TC 109 „Gázkazánok” Európai Szabványosító Műszaki Bizottság.

Hagyományos gázfogyasztó készülékek és a gázminőség változásai:

Azok a hagyományos, részleges előkeverésű égővel ellátott **gázfogyasztó készülékek, amelyek besabályozása nem égéstermék-elemző műszerrel, hanem például a gázcsoportozathoz tartozó furatméretű gyári fúvóka beszerelésével és a fúvóka előtti gáznyomás beállításával történik, a gázcsoport vonatkoztatási gázával besabályozottnak tekintendők.** Ezekről a hagyományos gázkészülékektől, mivel besabályozásuk megfelel a vonatkoztatási gázzal történt besabályozásnak, elvárható, hogy a 2H gázcsoport teljes gázminőségi területén megfelelően működjenek, függetlenül attól, hogy a gázminőség változását a szolgáltatott gáz forrásának megváltozása, például a vezetékes gáz helyett LNG szolgáltatása, vagy hidrogén hozzáadása okozza, feltételezve a gázfogyasztó készülékek karbantartott állapotát. Előbbi a részleges előkeverésű, atmoszferikus égővel rendelkező, hagyományos gázfogyasztó készülékekre jellemző, ezek besabályozása a vonatkoztatási gázzal történt besabályozásnak felel meg, így a 2H gázcsoport teljes Wobbe szám-tartományában üzemképesek.



4. ábra

Veszélyek: A hidrogén hozzáadása, a földgáztól jelentősen eltérő egyéb paramétereit, például a sűrűsége ellenére, a Wobbe számra nincs jelentős hatással. A metánhoz 20% hidrogént hozzáadva a Wobbe szám csak 2,54 MJ/m³-el csökken a tiszta metán 50,72 MJ/m³-es felső Wobbe számához képest. Azonban ha a 4. ábra szerint előírt $\lambda = 1,2$ értéket 20% hidrogén tartalmú gázellátás esetén állítja be az üzembe helyező, egy helyszínen égéstermék-elemzővel beszabályozandó készülék esetén, akkor a hidrogén hozzáadás megszűnése esetén λ értéke 1,15-re csökken, ami veszélyes mennyiségű szénmonoxid-képződést eredményezhet. **A gondot az okozza, hogy az üzembe helyező nem tudja, hogy a vezetékből a beszabályozáskor 20% hidrogén tartalmú gáz, tiszta metán, vagy a vonatkoztatási gáztól eltérő összetételű más, de 2H minőségű földgáz áramlik-e ki. Továbbá, ha az aktuális gázminőségre vonatkozó információval rendelkeznének az üzembe helyezők, akkor hiányoznának azok a gyártói előírások, amelyek alapján a vonatkoztatási gáztól elérő minőségű gázzal ezek a gázfogyasztó készülékek úgy szabályozhatók be, hogy a beszabályozásuk a vonatkoztatási gázzal történt beszabályozásnak feleljen meg. Ismételtén megjegyzem, hogy a CO₂ tartalomra történő beszabályozásnak, hidrogénnel kevert földgáz használata esetén veszélyes következményei lehetnek.**

Köszönöm megtisztelő figyelmüket!