

Az emberiség energiaforrásai

IV. rész

A földgáz

Napjainkban nagyon sokat hallunk a földgáz jelentőségéről, gazdasági fontosságáról, a félelmekről, melyet a jelenleg zajló háború jelenthet, ha csökken és/vagy nehézségekbe ütközik a gázellátás.

A *földgáz* szénhidrogén alapú gázok gyúlékony elegye. Tiszta formájában színtelen, szagtalan és átlátszó gáz, fontos fosszilis energiaforrás, valamint a vegyipar alapanyaga.



Története

A kínaiak már időszámításunk előtt használtak földgázt templomaik megvilágítására. A gázt bambuszcsöveken vezették. Először itt termelték ki, majd vezették a földgázt. Kezdetekben a kínaiak, még nem tudták pontosan, mihez kezdjenek ezzel a furcsa, színtelen-szagtalan anyaggal, az első felhasználás a só kinyeréséhez kapcsolódott. Az ókori kínaiak ugyanis bambuszcsövekből kialakított vezetékrendszereken keresztül juttatták el a gázt a lelőhelyéről a sós tavak vidékére, ahol a tó vizének felforralásával hozzájutottak a kicsapódott sóhoz (ami már akkor nagyon értékesnek számított). Később ezeken a bambuszvezetéseken a földgázt már világítási célokkal szállították.

Erdélyben már 1612-ben megfigyelték, hogy a sós víz fortyogása mellett hogyan ég a feltörő gáz. Ebben az időben Erdélyben is a só kitermelése volt a cél, de megfigyelték a kiáramló, könnyen meggyulladó, hosszú ideig égő gáz jelenlétét is. Sajnálatosan, az erdélyi földgáz kitermelésére és felhasználására még évszázadokat kellett várni. Tudjuk, hogy itt, Erdélyben található a világ egyik legtisztább földgáza (99% felett metán gázt tartalmaz).

Az erdélyi földgáz történetét megismerhetjük az EMT honlapján elérhető rövidfilmből, valamint részletes leírást olvashatunk a *Historia Scientiarum* 2005/30. számában. (<https://emt.ro/hsm>)



A nyugati világban csak hosszú évszázadokkal később fedezték fel a földgázt és annak jelentőségét. A gáz halmazállapotú anyagok vizsgálata csak később indul. Egy Johan Baptista van Helmont (1579–1644) nevű belga orvos, kémikus-fizikusnak sikerült először igazolnia, hogy a levegőn kívül léteznek más gáz halmazállapotú anyagok is. Egy kísérlet során zárt térben faszenet hevített, és azt tapasztalta, hogy az edény súlya az égés alatt nem változott. Ebből következtetett arra, hogy más légnemű anyagok is léteznek, és bevezette a tudományba a gáz elnevezést.

Közvilágítás földgázzal

Az USA-ban a 17. században fedezték fel a földgázt, az első sikeres földgázkutató azonban csak 1821-ben sikerült létesíteni. A *gas light*, vagyis a gázlámpa elnevezés abból adódik, hogy a 17. és 19. század között a földgáz elsődleges felhasználási célja a világítás volt. A gázvilágítás Európában az 1800-as évek elején kezdett elterjedni. Buda és Pest 1873-as egyesítésének idejére már közel 50.000 gázlámpa volt elhelyezve az egyesülő város – elsősorban – pesti részén.

Fűtés földgázzal

A 19. században leggyakrabban a kőolajtermelés melléktermékekeként találtak földgázt, amelyet sokszor szükségtelennek és felhasználhatatlannak ítélték, így egyszerűen kiengedték a légkörbe, vagy elégették. A változás a 20. század fordulóján jött, amikor 1885-ben Robert Bunsen feltalálta a ma Bunsen égőnek nevezett laboratóriumi égőt, amely földgáz és levegő elegyét használja a rendkívül magas égési hőmérséklet eléréséhez. A Bunsen égő egy gyakran használt laboratóriumi gázégő, melynek lánghőmérséklete eléri az 1100–1200 °C-t. Az éghető gáz (földgáz, propán-bután gáz) bevezetése a tengelyvonalon elhelyezett furaton keresztül történik, amelynek a végén néhány tized mm átmérőjű lyuk (fúvóka) található.



Bunsen gázégő

Ennek köszönhetően felismerték, hogy a földgáz főzésre és fűtésre is alkalmas, és elkezdtek nagy számban fűtőanyagként használni. A földgáz szállítása kifejezetten gyors, biztonságos és több ezer kilométeres távolságok esetén is csak alacsony veszteséggel jár, fűtőértéke pedig kiemelkedően jó. Ezek a tulajdonságai teljes mértékben alkalmassá teszik központi rendszerek kialakítására, és nagy területek háztartásainak ellátására.

Az 19. században kezdték alkalmazni a földgázt az Amerikai Egyesült Államokban fűtési célokra, később világítási célokra is használták. 1950-ig az USA



volt a földgáz szinte egyedüli kitermelője, majd csatlakozott Oroszország, Kanada, Hollandia, Nagy-Britannia, Norvégia, Németország, Románia, Olaszország, Mexikó, Venezuela, Algéria, Nigéria, Indonézia, Malajzia, és nem olyan régen a Közel-Kelet országai.

Romániában 2022-ben megkezdődött a Fekete-tengeri földgázki-termelés, melyet a Black SEE Oil társaság és partnerei végeznek. A Midia földgázmező, melyet 2007-ben fedeztek fel, 120 km-re helyezkedik el a parttól.



Földgáz kitermelés a Fekete-tengeren

Keletkezése és kémiai összetétele

A földgáz a felszín alatt és a tengerek mélyén lévő szerves anyagok – főként növények – bomlása révén keletkezett, évmilliók során. Leggyakrabban a kőolaj-lelőhelyeken található meg, azonban nem ritkák a tisztán földgázt tartalmazó lelőhelyek sem. Széles körben megtalálható üledékes kőzetekben, de fellelhető vulkanikus kőzetben is.

A földgáz néhány métertől több mint 5000 méteres mélységig található, nyomása némely esetben meghaladja a 300 bart, hőmérséklete pedig a 180 °C-ot. Tekintettel arra, hogy a földgáz szagtalan, de levegővel széles határértékek között robbanó elegyet alkot, azért, hogy a fogyasztók számára csökkentsék a balesetveszélyt, kellemetlen szagú kén-származékot kevernek a földgázhoz. Szagosító gázként a tetrahidrotiofén (THT, $(\text{CH}_2)_4\text{S}$) és a terc-butil-merkaptán (TBM, $(\text{CH}_3)_3\text{CSH}$) 50–50 %-os arányú keverékét használják (közhasználatú, de pontatlan nevén merkaptán), ettől kapja a jellegzetes „záptojás-szagot”. Így, az egyébként szagtalan földgáz észlelhető szivárgás esetén. A földgáz a levegővel már 5 és 15% közötti arányban robbanó elegyet alkot, a legkisebb szikra berobbantja. Ezzel magyarázható a lakásokban előforduló gázrobbanás pl. villanykapcsoló használatára. A földgáz legalacsonyabb gyulladási hőmérséklete 600–650 °C, az összetétel függvényében.

Összetételét tekintve a földgáz túlnyomó részben (mintegy 90-95%) metánt, további részében pedig magasabb rendű szénhidrogéneket tartalmazó gyúlékony gázelegy (etán, propán, bután) keveréke, valamint tartalmazhat úgynevezett inert gázokat (CO_2 , N_2). A sűrűsége a levegőénél kisebb, így szabad állapotában felfelé áramlik. A pontos összetétel a lelőhelytől függ.



A földgáz előnye a többi fosszilis energiahordozóhoz képest, hogy kitermelése egyszerű, szállítása pedig megfelelően kiépített infrastruktúra mellett biztonságos.

A földgáz mennyiségét gáztechnikai normál köbméterben mérik (1 m^3 megfelel annak a gázmennyiségnek, melynek térfogata $1,01325 \text{ bar}$ nyomáson és 15 °C fokon 1 m^3), de a fogyasztókkal való elszámolásnál a helyi légköri nyomást és az energiatartalmat (MJ) is alapul veszik. Az energiatartalom a fűtőérték (MJ/m^3) – mely függ a gázösszetételtől – és a mennyiség (m^3) szorzata.

Fontos az, hogy megkülönböztessük a földgázt a cseppfolyósított gázoktól (propán, propán-bután gáz), amelyek főleg a kőolaj-feldolgozás termékei, tartályokban és palackokban tárolhatók. Ezek a cseppfolyósított gázok elpárologva is nagyobb sűrűségűek a levegőnél.

A földgáz tökéletes égése során kék lánggal ég, káros égéstermékek, korom, hamu nélkül, igen kevés szén-monoxid és kén-dioxid kibocsátással – ezáltal környezetvédelmi szempontból a legtisztább energiahordozók egyike.

Kitermelése, előkészítése

A földgáz-lelőhelyek kitermeléséhez szükséges fúrásokat különböző termelő platformokról végzik. Itt történik a feltárási fúrás, a gyűjtővezetékek kiépítése, a mérőállomások és gáztisztító-berendezések üzembe helyezése, valamint a szállításhoz szükséges létesítmények megépítése.

A földgáz minőségét ronthatja a vízgőz, a kén-hidrogén és más kénvegyületek, a nitrogén, a szén-dioxid, valamint a tárolókőzetből távozó homok, por és víz formájában jelenlevő szennyeződések. A kitermelt földgázt ezért a lelőhelyről gyűjtővezetékeken keresztül a földgázkezelő rendszerbe juttatják, ahol a minőségétől függően további nemkívánatos összetevőktől tisztítják meg. Ehhez különböző fizikai és vegyi eljárásokat alkalmaznak.

Az egyik leggyakrabban előforduló nemkívánatos kísérőkomponens a *kén-szármarékok*. A kén-tartalom kezelése feltétlen szükséges a gáz szállítása és felhasználása miatt. A kén-hidrogén az emberi szervezetre mérgező hatású gáz, mely víz jelenlétében korrozív közeget képez, ezáltal a szállítóvezetékek és berendezések gyors elhasználódását idézi elő. Égés során kén-dioxid képződik belőle, ami egy hasonlóképp veszélyes és nemkívánatos vegyület, szintén korrozív, az egészségre ártalmas és a környezetet savas esők előidézése révén is károsító gáz. Tehát, a kén-hidrogén kezelése egészségügyi, gazdasági, környezetvédelmi és biztonságtechnikai szempontból egyaránt szükséges.

A földgázok *víztelenítése* szintén több szempontból is fontos. A víztartalom miatt csökken a gáz fűtőértéke, a csővezetékekben kondenzált víz lassítja az áramlást, továbbá, ha szén-dioxid és kén-hidrogén is jelen van a gázáramban, korrozív közeget képződik, ami a szállító csővezetékek korai elöregedését okozza.



A földgáz kísérő komponensei közül a legjelentősebbek az úgynevezett *savas gázkomponensek*. A savas gázok kifejezés a kén-hidrogént és szén-dioxidot tartalmazó gázkeverékeket jelenti, melyek víz jelenlétében korrodáló hatású gyenge savakat hoznak létre. Leginkább ab- és adszorpciós megoldásokat használnak a savas gázkomponensek eltávolítására.

Szállítás

Gázvezetékek segítségével nagy mennyiségű földgáz szállítható biztonságosan, gyorsan és gazdaságosan, nem igényel sem utakat, sem pedig üzemanyagot, így se zajjal, se kipufogógázokkal nem terheli a környezetet.

A gázvezetékek építéséhez speciális acélcsöveket használnak, melyek átmérője hálózattól függően eltérő lehet. A nagy távolságokat áthidaló távvezetékekhez különösen nagy csőátmérőket szoktak választani. Az itt használt csövek átmérője elérheti a 160 centimétert, falvastagságuk pedig a 16 millimétert. A csövek általában 18 méter hosszúak, tömegük pedig mintegy 10 tonna.



Földgáz szállítása

A korrózióvédelemnek nagy jelentősége van a gázz szállítási technológiák kidolgozásában, ettől függ az acélcsövek élettartama. A csöveket már a gyártás során speciális külső műanyagréteggel vonják be. A lefektetésnél végzett hegesztések helyét is speciális műanyag pánatokkal vonják be, ami megvédi a varratokat. A földgáz-vezetékek belső bevonata a gáz optimális szállítási sebességét biztosítja.

A gázz szállítás alapvető feltétele, hogy bizonyos nyomással kell rendelkeznie a rendszernek. Ennek alapján megkülönböztetünk: *nagynyomású távvezeték*et (40–60 bar), amely a gázt a termelés helyétől a település, vagy az átvevő gázfogadó állomásig szállítja. Ezután a gázt *középnomású gerincevezeték*en (3–10 bar), valamint *kisnyomású elosztóvezeték*en (25–100 mbar) szállítják tovább a felhasználóhelyig.

LNG–cseppfolyósított földgáz

A földgázt elsősorban csővezetékén továbbítják a felhasználás helyére, de az utóbbi időben terjed a cseppfolyósított szállítás is. A cseppfolyósított földgáz elterjedt angol rövidítése LNG (*Liquefied Natural Gas*). Ez a megoldás lényegesen drágább, mint a csővezetékes szállítás. A cseppfolyósított földgáz (LNG), olyan földgáz, amelyet jellemzően -162 °C hőmérséklet alá, folyadék halmazállapotúra



hűtötték, a nyomás nélküli tárolás vagy szállítás megkönnyítése és biztonsága érdekében.

A termelési folyamatok, a **kriogén** (kriogenika a fizikatudomány az az ága, amely az anyagok nagyon alacsony hőmérsékleteken való viselkedését vizsgálja) tárolás és a szállítás fejlődése hatékonyan hozta létre azokat az eszközöket, amelyek szükségesek ahhoz, hogy a földgázt egy globális piacra értékezzék (nemcsak a leelőhelyhez viszonylag közel, ahová a csővezeték eljut), amely ma más tüzelőanyagokkal versenyez. Az LNG szállítására speciális kriogén tengeri hajókat (LNG-hordozókat) vagy kriogén közúti tartálykocsikat használnak. Az LNG-t elsősorban a földgáz-piacra történő szállításra használják, ahol folyadékból visszaalakítják gáz halmazállapotúvá, és elosztják csővezetékes földgázként.



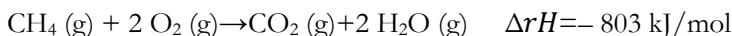
Tankhajó-LNG szállítás

Felhasználás

A földgáz felhasználása rendkívül sokrétű lehet, az autók tankolásától kezdve a fűtésen és hűtésen át a villamosenergia előállításáig szinte mindenhez használható, valamint fontos vegyipari alapanyag. Erőművi felhasználásának fő célja a villamosenergia előállítás. A szénnel, kénnel és kőolajjal együtt a fosszilis tüzelőanyagok közé tartozik. Legfontosabb tulajdonsága, hogy elégetése jelentős mennyiségű energiát szabadít fel. Legfontosabb felhasználási területei:

- fűtés,
- villamosenergia előállítása,
- járművek üzemanyaga,
- vegyipari alapanyag.

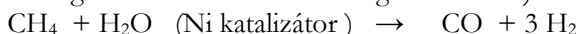
Égése erősen exoterm reakció, így fűtésre használják. Tökéletes égésének egyenlete:



Az égés során jelentős mennyiségű hő szabadul fel, ezért a metán alkalmas melegítésre (fűtésre, főzésre). Tökéletlen (oxigénhiányos) égése szén-monoxid és korom képződéséhez vezet. Ez a veszélye a rosszul működő kályháknak, így képződhet a mérgező szénmonoxid.



A földgáz komponenseit a vegyiparban is széles körben használják. A fő összetevő a metán, amelyből az ipar metángáz és vízgőz reakciójával nagy mennyiségben állít elő szén-monoxidból és hidrogénből álló gázelegyet, az ún. szintézisgázt. (A szintézisgáz szén-monoxid és hidrogén keveréke)



A metán magas hőmérsékleten bomlik. Bomlása során a vegyipar számára fontos vegyületek (szén, hidrogén, két szénatomból álló vegyületek: etán, etén, etin) keletkeznek. Az etán dehidrogénezésével etilént állítanak elő, amely az etilén-epoxid, etilén-glikol, acetaldehid, ecetsav és polietilén alapanyaga. A propán dehidrogénezésével propilén nyerhető, amely a polipropilén alapanyaga, vagy pedig tovább oxidálható olyan fontos monomerekké, mint az akrilsav vagy akrilnitril.

A metán nemcsak a földgáz fő komponense, baktériumok hatására a szerves anyagok anaerob (oxigén nélküli) lebomlásakor is keletkezik. A mocsaras területeken képződő metángáz (mocsárgáz) – a szerves anyagok bomlásakor képződő másik gáz, a foszfor-hidrogén (PH₃) meggyulladás miatt – gyakran égni kezd. Ez az oka a lidércfénynek. A szeméttelpeken képződő biogáz is nagy mennyiségben tartalmaz metánt.

Újabb kutatások igazolják, hogy jelentős mennyiségű metán található az óceánok fenekén és jégbe fagyva a sarkvidékeken is.



Metángáz képződése a mocsaras területeken

Az elmúlt években a kutatók nagy erőfeszítést tettek arra, hogy az oxidáció megkerülésével metánból hozzanak létre hosszabb láncú szénhidrogéneket. A Nancy-i Egyetem kutatóinak beszámolója szerint ez most nekik sikerült. Ők a sokféle célra szolgáló Euro Pt-1 jelű platinakatalizátoron a metánt egyszerűen átöblítik. Ekkor a gáz egy részéből nyomban etán (és hidrogén) lesz. A platina felületén metánmolekulák meg is tapadnak, s több közülük hidrogénatomot veszít, telítetlen szénhidrogének képződésével. Ezek az aktív, telítetlen, nyílt szénláncú molekulák egymással nagyobb szénhidrogén-molekulákká állnak össze. A késztermék összetétele erősen függ a reakció körülményeitől.

Éghajlatváltozás, üvegházhatás

A földgáz kitermelése és szállítása, valamint a napjainkban is zajló szerves anyagok rothadási folyamatai (láptérületek) és emberi tevékenység során



metángáz kerül a természetbe, melynek üvegházhatása hozzájárul az éghajlat változáshoz. Az utóbbi évek adatai szerint a globális felmelegedéshez 20%-ban járul hozzá a metángáz jelenléte.

A földgáz jövője

A földgáz a globális és nemzeti energiaipar egyik fő fosszilis energiaforrása, amely közép-kelet-európai térségünk számára különösen meghatározó. Mivel a földgáz-felhasználás jelentős része, különösen a háztartási szektorban hőtermelésre és fűtésre fordítódik, ezért országstratégiai szempontból is fontos az energiahordozó elérhetősége; hiánya esetén rövidtávon gyakorlatilag nem helyettesíthető egyéb energiahordozókkal. A környezeti ártalom csökkentése érdekében napjaink követelménye, hogy megtörténjen az átállás alternatív energiaforrások felhasználásával alacsony vagy megközelítőleg nulla emissziójú energiahordozók alkalmazására.

Könyvészet

- 1) Antus Sándor, Mátyus Péter. *Szerves kémia II.*, Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó
- 2) Mátyus Péter, *Élet és Tudomány*, 1991. október 11
- 3) Molnár Éva, *Nagy hatékonyságú eljárás földgázok kén-hidrogén tartalmának csökkentésére* 2017 (doktori dolgozat)
- 4) ksh.hu, wikipedia.org, opustigaz.hu, waltongas.com

Majdik Kornélia

Micro:bit Starter Kit: az elektronika alapjai

*„Ha meg akarsz érteni valamit,
figyeld a kezdetét, és kövesd a fejlődését.”*
(Arisztotelész)

I. rész

1. A micro:bit Starter Kit bemutatása

Az 1. ábrán látható, az ElecFreaks által gyártott micro:bit Starter Kit azok számára készült, akik az elektromos áramkörök és a programozási ismeretek tanulásának küszöbén állnak. A készlet számos alapvető elektronikai alkatrészt és kiegészítőt tartalmaz: (pl. zümmer, LED, nyomógomb, hőmérsékletérzékelő, motorok stb.).

Az ElecFreaks által összeállított készlet 14 kísérletet, leckét is kínál a kezdő programozóknak, amelyek segítségével könnyedén elsajátíthatjuk az elektromos áramkörök építésének és programozásának alapjait. A csomagban található

