

# **Energetika 2 Házi Feladat**

## **A Carbon Capture and Storage technológia és projektek Németországban**

Készítette: Miholics Gábor

Neptun kód: PSQ75E

## Bevezetés

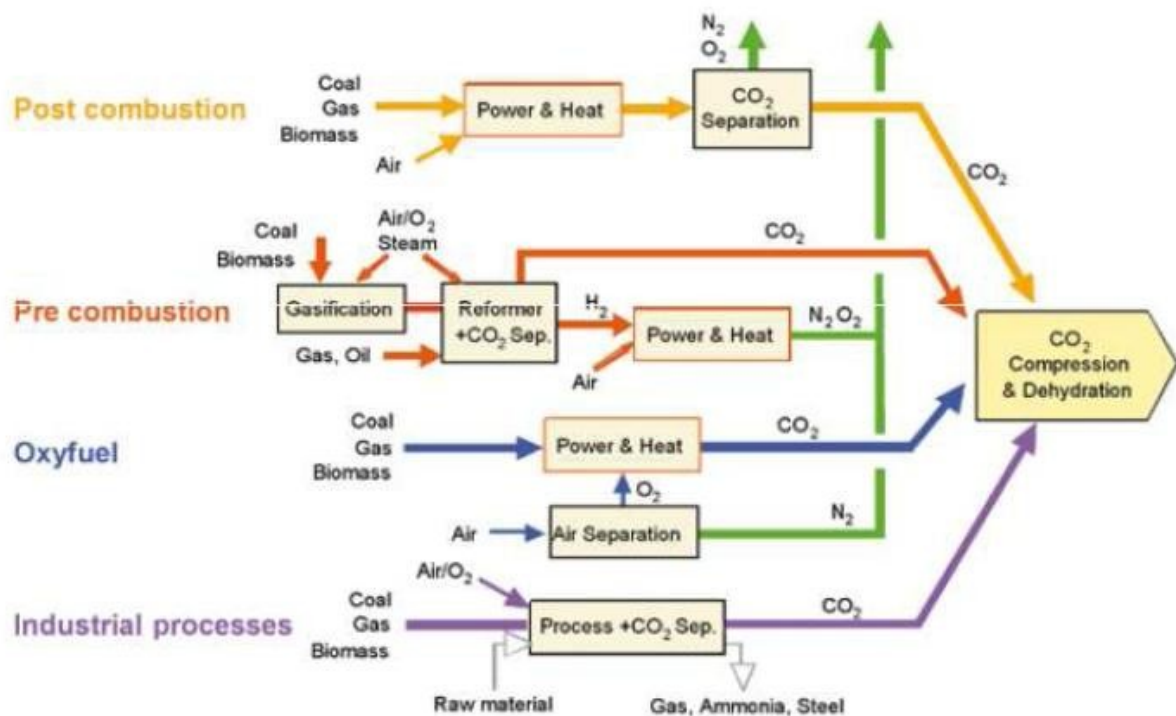
A világ alapvető igénye a megfelelő mennyiségű és minőségű energia biztosítása. Nem elég azonban csupán az energiát előállítani, további fontos tényező, hogy megfizethető legyen és ökológiailag a lehető legártalmatlanabb is. A fejlődés fenntarthatóságáért az Európai Unió 2010-ben elfogadta azt a tervezetet miszerint az 1990-es szinthez képest 20%-kal mérsékelni kell a szén-dioxid kibocsátást 2020-ra (kedvező esetben akár 30%-kal is), és 20%-kal növelni kell a megújuló energiaforrások jelenlétét a végső energia felhasználásban, valamint elérni a 20%-os energiahatékonyság növekedést. . Hogyan lehet ezt megtenni? Van egy nagyon egyszerű lehetőség: le kell állítani az erőműveket, felhagyni a villamos energia és távhő szolgáltatással. A megoldás ugyan igen környezetkímélő, de nem elfogadható, mivel csupán megújuló energiaforrások használatával –a jelenlegi technológiai fejlettség mellett- nem vagyunk képesek kielégíteni a szükséges fogyasztói igényeket.

Véleményem szerint az egyik megoldás lehet a CCS, másnéven a szén leválasztás és tárolás technológiák használata.

## Technológiai módszerek

### 1.Leválasztás:

Meg kell oldani a CO<sub>2</sub> leválasztását, szállítását és végleges tárolását. A szeparációra több lehetőség áll rendelkezésünkre, amelyeket jól összefoglal az 1.ábra.



1. ábra CO<sub>2</sub> leválasztási módszerek [1]

I. Az egyik ilyen módszer az úgy nevezett **Post combustion**, azaz a tüzelés utáni leválasztás. Ezen technológia alkalmazásának előnye, hogy elvileg bármilyen már meglévő rendszerhez csatlakoztatható, hátránya abban mutatkozik, hogy jelentős energia veszteséggel jár, ezért a költségük igen magas lesz. A magas veszteséget az eredményezi, hogy a füstgázban lévő relatíve nézve alacsony CO<sub>2</sub> tartalom mellett a nagyjából kétszeres mennyiségű nitrogént is kezelni kell.

II. **Pre combustion** technológia- azaz tüzelés előtti leválasztás- használata során a tüzelőanyag elgázosításával szintézisgázt állítanak elő, majd ennek széndioxid tartalmát még tüzelés előtt leválasztják. A keletkező egységnyi üzemanyagra jutó szintézis gáz térfogata kisebb mint a hagyományos tüzelés füstgáz térfogatánál, így kisebb berendezések beépítése válik lehetségessé. Hátránya, hogy az elgázosítás során a gázosítási maradék veszteségként jelentkezik mivel a folyamat hatásfoka nem 100%-os. Kombinálni lehet IGCC eljárással, amely során a szintézisgázt kapcsolt villamos és hő energia termelésére használjuk.

III. Az **Oxyfuel** tüzelés lényege, hogy a tüzelést levegő helyett, tiszta oxigénnel vagy oxigén és visszakeringetett szén-dioxid keverékével valósítják meg. Mivel a tiszta oxigén égési hőmérséklete igen magas, fokozott figyelemmel kell lenni az eljárás során a szerkezeti anyagok maximalizált üzemi hőmérsékletére, ezért szükség esetén gőzt vagy füstgázt kell visszavezetni az égőtérbe az égési hőmérséklet csökkentésére. [2]

Alkalmaznak egyéb speciális a vegyipar által kidolgozott eljárásokat, ami az **Industrial Processes** eljárásnál látható.

### 2.Szállítás és tárolás

Szállítása hasonló a földgázhoz, nagyobb mennyiségek szállítására csővezeték rendszer kiépítése ajánlott, olyan magas nyomáson (200 bar), ahol a CO<sub>2</sub> már cseppfolyós állapotú. Kisebb mennyiségek messzebb szállítására pedig az LNG-hez hasonló hajós megoldás alkalmas, mindkét esetben figyelembe véve a szerkezeti anyagok korrózióállóságát.

A leválasztott szén-dioxid tárolására többféle geológiai képződmény is alkalmas. A tárolás történhet kiürült gáz- és olajmezőkben, szénbányákba visszajuttatva, „aquifer” nevű sósvizes földalatti rétegekben (onshore), illetve a tengerfenéken kitermelt szénhidrogén mezőben (offshore). A világon kísérleti jelleggel már több helyen is injektálnak szén-dioxidot kimerült kőolaj- és földgáztározókba, például Ausztriában (Atzbach-Schwanenstadt), Norvégiában (Snøhvit), Németországban (Ketzin)

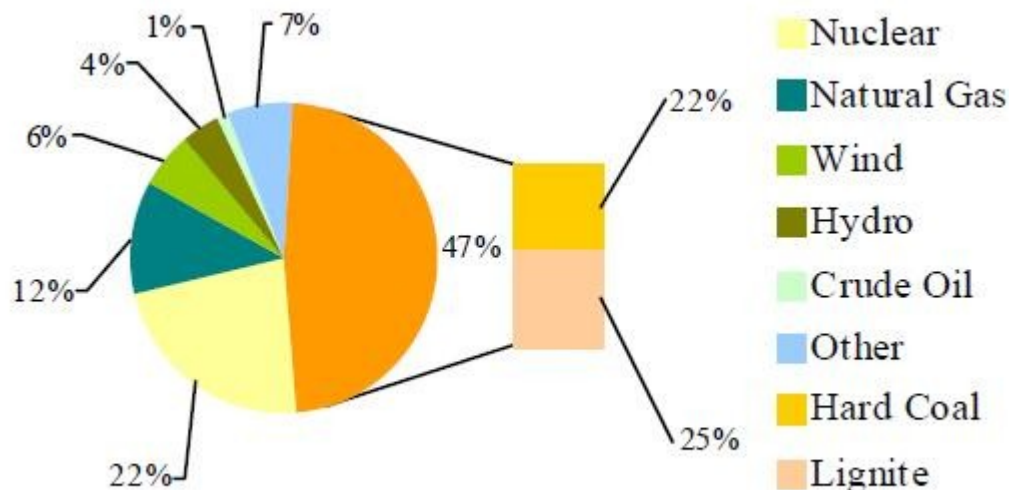
### 3.Biztonság

Meg kell vizsgálni, hogy a tároló kőzetekben milyen fizikai/kémiai folyamatok zajlanak le, tárolás során kialakuló kölcsönhatások, az élővilágra gyakorolt hatást. Előfordulhat-e szivárgás a szállítás, a besajtolás során, földrengésmentes övezetben található-e, illetve módszereket a szén-dioxid hosszú távú megfigyelésére és szivárgásmentesség ellenőrzésére.

## **A CCS technológia Németországban**

Az 1991-es 539,6 TWh-ról az éves villamos energia igények 2007-re 617.6 Twh-ra emelkedtek. Ebben a periódusban az igény éves növekedése nagyjából 1%-ra tehető. Ez jól közelíti a hasonló fejlett országok igényeihez. Habár a földgáz, szél és vízenergia részesedése gyorsan nőtt az 1990-as években Németországban, ennek ellenére továbbra is a szénre és atomenergiára alapul a német villamos energia előállítás. Ez látható a 2. ábrán.

A szén, lignit és atom energia fontosságát az adja, hogy az alaperőművek és a közepes fogyasztás esetén üzemelő erőműveket táplálják. Ennek megoszlása úgy alakul, hogy az alaperőművek főleg atomerőművek illetve lignit tüzelésűek. A középterhelést szén erőművek viszik, míg csúcstermelésben a földgázzal működő gázturbinás egységek jelentősek. Mivel számottevő művevaló készlettel rendelkezik Németország kőszénből, és energiaellátásának nagy része is erre épül ezért a kitűzött környezetvédelmi célok eléréséhez szükséges lesz a szénleválasztó technológiák alkalmazása.



2. ábra: Teljes bruttó villamos energiatermelés Németországban 2007.-ben [3]

Németország vállalta, hogy amennyiben az Eu teljesíti a 30%-os CO<sub>2</sub> emisszió csökkentést abban az esetben ők 40%-kal csökkentik kibocsátásukat az 1990-es bázisévhez viszonyítva.

### **Kísérleti tevékenységek**

Az oxyfuel technológia kutatására a Vattenfall cég épített egy kísérleti üzemet melyet 2008-ban avattak fel. A tesztegység egy lignit-tüzelésű, 30 MW teljesítményű blokk. A tüzelést a már előzőekben ismertetett eljárással, azaz oxigén és visszakeringtetett széndioxid segítségével valósítják meg, mely már az égésből keletkezett vízgőzt is tartalmaz.

Jelenleg az itt folyó próbaüzemben elsősorban a leválasztásra koncentrálnak. A kísérleti fázis várhatóan 2014-ig tart majd. A megszerzett tapasztalatokat felhasználva, 2015-re terveznek egy nagyobb, 250MW teljesítményű, az oxyfuel és az utóleválasztás technológiáját együttesen alkalmazó demonstrátor egység elindítását. A füstgáz kezelését követően a leválasztott széndioxidot nagy nyomásra komprimálva, onshore helyezik el. [4]



Az üzem látképe- Schwarze Pumpe, Germany. [4]

Az RWE vállalat is számos projektben érdekelt Németországban. Az egyik ilyen a Köln közelébe tervezett, elő leválasztással rendelkező széntüzelésű IGCC technológiával ellátott

erőmű megépítése. A tervek szerint ez mintegy 450 MW teljesítményű, körülbelül 36% bruttó hatásfokú lesz. Ezzel elsősorban a megvalósíthatóságot és rendelkezésre állást szeretnék tesztelni, de a későbbiekben a hatásfok optimalizálása is cél lesz.

A becsült leválasztási ráta 92% körül alakul vagyis nagyjából 100g/kWh. Ez azt jelenti, hogy az üzemidőt is figyelembe véve csaknem 2,6 millió tonna széndioxid kerül majd eltárolásra évente, amit várhatóan Németország északi területein helyeznek el. Az indítás tervezett időpontja 2015, amit azonban nem tudnak tartani a különböző törvényi szabályozás okozta tervezhetetlenség miatt. A várható költségek összértéke az eredetileg tervezett 1 milliárd euróhoz képest mára 2 milliárd euróra nőtt.

Szintén az RWE, valamint BASF és LINDE cégek kooperációjában készült egy úgynevezett széndioxid-mosásos technológiával ellátott üzem. A folyamat lényege, hogy a lehűtött füstgázt a mosótoronyba juttatják ahol az ellenáramban adagolt különböző kémiai abszorbenseket megkötik a szén-dioxid tartalom nagy részét. Ezt a CO<sub>2</sub>-ben dús amin áramot a regenerátorba juttatják, ahol megfelelő hő bevitel hatására a gáz kiválik és tiszta széndioxidot valamit abszorbens anyagot kapunk mely ezután újra felhasználható. A mosótoronyt a már meglévő niederaussem-i erőmű mellé építették így a kísérletekhez szükséges füstgáz rendelkezésre áll. A füstgázellátást bypass módon biztosítják az erőműtől körülbelül 0,05%-nyi térfogatárammal. Teljes kihasználás esetén a leválasztóval képesek akár 300kg/h mennyiségű CO<sub>2</sub>-t is eltávolítani, ami nagyságrendileg 90%-os hatásfokot takar.

Mivel a tárolás kérdése jelenleg nem megoldott, ezért a leválasztott gázt visszavezetik az égéstérhez. A megépítéshez szükséges 9 millió euró mintegy 40%-át a Német kormány állta. [5]

A leválasztás mellett azonban igen fontos a tárolás szerepe is. Ezt a kérdéskört vizsgálja a 2004-ben elindított CO<sub>2</sub>SINK projekt melyet a GDF (Német Földtani Kutatóközpont) felügyel. A kutatásokban összesen 18 kutató és ipari cég vesz részt Európa mintegy 9 országából. A cél annak igazolása, hogy lehetséges e aquifer rétegekben biztonságosan tárolni a szén-dioxidot. 2008-ban a Berlin közeli Ketzin-nél 60 000 m<sup>3</sup> nagy tisztaságú széndioxidot sajtoltak ilyen rétegekbe, mint egy 600-800 méter mélységbe. A kísérlet során különböző geológiai módszerekkel vizsgálják a bejuttatott gáz földtani, víztani, és biológiai hatásait valamint szimulációs módszerekkel próbálják megbecsülni a módszer lehetséges kockázatait. [6]

### **Gazdasági kérdések**

Mint az élet más területein már megszokott, az anyagi vonzatokat itt sem lehet figyelmen kívül hagyni. Norvégiában a kutatások előre haladottabb állapotban vannak. Megállapították a karsto-i telephelyen, hogy az offshore gáz- és olaj lelőhelyekben elhelyezendő CO<sub>2</sub> tárolás megvalósítása az előzetes számításokkal ellentétben nyolcszor drágább lesz a gyakorlatban. Ez azt jelenti, hogy a projektre lefutása alatt 1,7 milliárd USA dollárt kell költeni, azaz évente 133 millió USA dollárt. Ez megfelel egy 0,1 USD/kWh-os támogatási rendszer költségének.

Ez az ár hússzorosa a nemzetközi szén-dioxid kvótának és sokszorosa egyéb hazai klímavédelmi költségeknek. Tehát a próba üzem során kiderült, hogy gazdaságilag sokkal kívánatosabb a NO<sub>x</sub> leválasztásra koncentrálni, semmint a CCS technológiákat fejleszteni.

Meglehet, ennek a költségnövekedésnek a fő oka az, hogy ott az energia jelentősebb részét vízenergiából állítják elő, míg a gázfelhasználású erőművek csak a csúcsterhelést biztosítják emiatt a technológia költségmutatói jelentősen romlottak. Az RWE helyzetével összevetve – ahol a költségek a duplájukra emelkedtek- elmondható, hogy a CCS használata gazdaságilag nehezen tervezhető. [7];[10]



## Hazai viszonylat

Még 2008- ban a MOL kiterjedt tanulmányt készített, melyben első sorban a tárolókapacitást vizsgálták. Tervebe volt az újonnan épülő mátrai széntüzelésű blokk szénleválasztóval való ellátása, ez azonban egy 2010-es döntés alapján,- miszerint nem létesítenek új blokkot-, meghiúsult. Magyarországon jelenleg nem folyik semmilyen ilyen irányú kutatás.

„A Kormányzat és a Norvég Nagykövetség közös álláspontja alapján a Norvég Alap részéről folyik egy magyarországi CO<sub>2</sub> tárolást megcélzó magyar-norvég kutatási projekt lehetőségének előkészítése.”

## Összefoglalás és vélemény

Az írásomban igyekeztem röviden bemutatni a szénleválasztás, egyik lehetséges környezetvédelmi módszer technológiáját és megmutatni egy-két megvalósított, illetve megvalósítandó kutatási programot. Azért választottam Németországot, mert bár más országokban (Anglia, Norvégia, Hollandia) előrébb tartanak a gyakorlati alkalmazásban, de Európában itt a legmagasabb a szénfelhasználás és ezzel együtt az üvegházhatást elősegítő szén-dioxid kibocsájtás mértéke, valamint nekik van egy nagyon elhatározott képzelésük, hogy 2050-re 379 Mt/év CO<sub>2</sub>-t tárolnának el, ami nagyon nagy fejlődésnek mondható a jelenlegi projektekhez képest. Az információkból elmondható, hogy jelenleg mindhárom technológiai ágban vannak törekvések a fejlesztésre. A későbbi eredmények függvényében (hatékonyság, költségek, stb.) dől el, hogy az elő-leválasztásos, az utóleválasztásos vagy éppen az oxyfuel égetéses mód terjed el. Ezt persze még számtalan más tényező is befolyásolja, hiszen a füstgázból kivont CO<sub>2</sub>-t szállítani és tárolni kell, amihez nem biztos, hogy minden országnak megvannak a megfelelő adottságai.[11]



-szén-dioxid emisszió (piros) és a CCS kutatások helye (kék) Európában [9]

## **Források**

- [2] Szén-dioxid leválasztási technológiák [2009] Sándor Csaba
- [3] CCS for Germany: policy, R&D, and demonstration activities  
[2009] Hake Jürgen-Friedrich
- [4] <http://www.vattenfall.com/en/ccs/pilot-plant.htm>  
frissítve: [2012-01-19] contact: Vattenfall AB
- [5] <http://www.rwe.com/web/cms/en/2852/rwe/innovations/power-generation/clean-coal/>  
contact: Dr. Reinhold Elsen
- [6] <http://www.co2sink.org/newsline/Presseinfo-Injektionsbeginn-30-06-2008.pdf>  
[2008] contact: Franz J. Ossing
- [7] CCS from the gas-fired power station at Karsto? A commercial analysis  
[2010] P. Osmundsen, M. Emhjellen
- [8] [http://www.mol.hu/hu/a\\_molrol/sd/kornyezetunk\\_vedelme/eghajlatvaltozas/szen\\_dioxid\\_le\\_valasztas\\_es\\_tarolas\\_ccs/](http://www.mol.hu/hu/a_molrol/sd/kornyezetunk_vedelme/eghajlatvaltozas/szen_dioxid_le_valasztas_es_tarolas_ccs/)  
[2008] MOL Rt.
- [10] The role of CCS in the European electricity supply system [2009]  
M.Odenberger\*, F. Johnsson the Corresponding author is Mikael Odenberger  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610209008820>
- [11] Large-scale CCS transport and storage networks in North-west and Central Europe  
[2011] Filip Neele, Mariëlle Koenen, Jeroen van Deurzen, Ad Seebregts, Heleen Groenenberg and Thomas Thielemann
- Képek:
- [9] <http://www.bellona.org/ccs/ccs/Tema/project?at=>
- [1] [http://www.co2bergen.no/reports/Mongstadrapport1/CO2Bergen\\_report1\\_files/image009.gif](http://www.co2bergen.no/reports/Mongstadrapport1/CO2Bergen_report1_files/image009.gif)

Budapest, 2012.05.09