

ÚTON A DEKARBONIZÁLT VILÁG FELÉ



52.

Bányagépészeti és Bányavillamossági
Konferencia
Balatongyörök
2019. szeptember 26 - 27.

Kiadja a Bányagépészet a Műszaki Fejlődésért Alapítvány

Felelős kiadó:

Dr. Zsiros László

kuratórium elnök

www.banyagepeszalapitvany.hu

Nyomda:

MIKROLIN PRESS Nyomdaipari Kft.

2800 Tatabánya, Tavaszmező u. 2.

Tel.: 06 (30) 294-8316

Felelős vezető:

Nagyné Nefelejts Magdolna

ISBN 978-963-87684-8-3



A BÁNYAGÉPÉSZET A MŰSZAKI FEJLŐDÉSÉRT ALAPÍTVÁNYT a magyar bányászatban dolgozó bányagépész-, gépész- és villamos szakemberek egy – a jövőnkért felelősséget érző – csoportja hozta létre, a közös eredményeink megőrzésének érdekében az egész magyar ipar és kereskedelem hasznára.

Az ALAPÍTVÁNY célja:

A magyar bányagépészet és bányavillamosság, – tudományos, oktatási, műszaki-fejlesztési, biztonságtechnikai, gazdasági, nemzetközi műszaki – kapcsolatokból szerezhető kölcsönös előnyök közkinccsé tétele.

A "Bányagépészeti és Bányavillamossági Konferencia" rendszeres évenkénti megrendezése révén hozzájárulni a magyar ipar és kereskedelem, a tudományos élet bányászati jellegű újdonságainak megismertetéséhez.

A "HELL-BLÁTHY" díj – Alapítva 1993-ban – adományozásával elismerni a szakma azon képviselőinek tevékenységét, akik a bányagépészet, bányavillamosság, a tudományos élet területén maradandót alkottak, valamint az olyan kiemelkedő gépészeti, villamossági műszaki megoldások megszületését és elterjedését, melyek interdiszciplinárisak, a bányászati eredetük, kifejlődésük ellenére az ipar több területén előnyösen alkalmazhatóak.



A BÁNYAGÉPÉSZET A MŰSZAKI FEJLŐDÉSÉRT ALAPÍTVÁNY ALAPÍTÓ ÉS CSATLAKOZÓ TAGJAI A 2019. szeptemberi jegyzítés szerint

ALAPÍTÓ TAGOK

Aszódy Tamás
Acs József
Dr. Bodnár János
Bogar József
Dubnicz László
Dr. Eisner Béla

Dr. Fazekas János
Dr. Ferencsin Imre Mihály
Forgács László
Gácsi Varga János
Gyimesi Györgyné
Hídvégi Gábor

Kaló Tibor
Livo László
Masír István
Matolcsi Géza
Dr. Nánási Tibor
Rácz Gyula

Rónaföldi Zoltán
Suller András
Sütő Imre
Veres Sándor
Dr. Zsiros László

DUNLOP-CCT, Jogutód nélkül megszűnt
EDIAFILIT Kft.

FUX Ipari Szolgáltató és Kereskedelmi Kft. Jogutód: FUX Zrt.
Gépkocsis Szállító és Szolgáltató Kft., Jogutód: G.I.T.A. 3 Kft.

Híber Kft., Jogutód nélkül megszűnt

Hidrocontroll Gépipari Fejlesztő Szolgáltató Kft., Jogutód nélkül megszűnt
JUMO Kft.

KO-GÉP Komló Gépgyártó és Szolgáltató Rt., Jogutód nélkül megszűnt

Központi Bányászati Fejlesztési Intézet, Jogutód: GRAVITAS BV Á Kft.

Magyar Elektrotechnikai Egyesület

Mátra-Haider Dózer Kft.

Oroszlányi Bányák Kft., Jogutód nélkül megszűnt

Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület

Padex Kft., Jogutód: Rácz Gyula

TPI-Handels GmbH., Jogutód: Chesterton Hungary Kft.

Trelleborg Taurus Gumi Kft., Jogutód: ContiTech Rubber Industrial Kft.

CSATLAKOZÓ TAGOK

Dr. András József
Bánik Jenő

Bánki Nándor
Benkovics József

Boda Sándor
Borbély Attila

Csikos Tibor
Dr. Deák Endre
Dr. Debreczeni Ákos

Dr. Debreczeni Elemér

Derekas Barnabás
Dreher Hans J.
Elekes László

Esztó Miklós

Ferencz Attila
Forstner Sándor
Gaál Ottó

Gebhardt Ferenc
Glevitzky István

Haller József

Hársy István

Hartmann István
Dr. Havelda Tamás

Hell István
Helmeci József

Herczeg Zsuzsa

Hodolits József
Hódosi József

Horváth Károly

Jäger Zoltán
Juhacsek István

Juhász Attila
Dr. Kamarás Béla

Karsai József
Katona Gergely

Katona János
Kelemen József
Kerepeczki Egon

Kiss Attila
Kóródi Sándor

Dr. Kovács József
Kovács László

Kracker Dezső
Krausz Ferenc

Kuzsmiczky Sándor
Dr. Ladányi Gábor
Dr. Magyar Andor

Majoros Ottó

Miklós Attila
Mokánszki Béla

Molnár Attila
Monostori Ervin

Morvai Tibor
Nagy Dezsőné

Nagy István
Patonai Imre
Pálfi Tibor

Rácz Mátyás
Salzinger György

Sárdi Péter
Schmidt József

Schreck István
Simon Csaba

Stefán Csaba
Dr. Stümei István
Szabó Árpád

Szalai Károly
Szedlák János
Dr. Szirtes László

Szöllősi Béla
Szöllősi István

Szővérfi Zsolt
Szűcs István

Takács András
Takács László
Tar Mihály

Toloczko Ferenc

Tóth Tibor
Dr. Újfalussy László
Vágó István

Vas János
Végh József

Vesztegh József
Viczena Miklós
Dr. Virág Zoltán

Viszoczky György
Dr. Vőneky György
Weisz Róbert

ABB Energir Kft.

ALSTOM Kft.

ASG Gépgyártó Kft.

ATRA 2000 Kft.

Ács-Varga Kft.

Bakonyi Bauxitbánya Kft.

Bakonyi Erőmű Rt.

Basalt Középkő Kőbányák Kft.

Benkovics Mérnökiroda Kft.

Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Mérnöki Kamara

Borsodi Energetikai Kft.

Dél-dunántúli Gázszolg. Rt.

Dolomit 2002 Kft.

Euro-Borsod Trade Kft.

Euro Gumi Kft.

Forgács Mérnöki és Szakértői Bt.

Frekvencia 2000 Kft.

Freudenberg Simrit Kft.

G.I.T.A. 3 Kft.

GEO-FABER Rt.

Gépsystem Kft.

GÓMÖR-METAL Kft.

HD Technik Vállalkozás

HYDEX Kft.

Keveveld Kft.

Kis Villám Bt.

KIVA-TECH Kft.

KOPEX SA.

Mecseki Ércbányák Vállalat

Marketing Műszaki Tanácsadó

Társaság

Mecsekérc Rt.

Mecseki Bányavagyon Hasznosító Rt.

MECSEK-ÓKO Környezetvédelmi Zrt.

METAL-CARBON Kft.

MOVEPE Bt.

MTESS Baranya Megyei Szervezete

NORD HOLDING Kft.

Perlit-92 Bányászati és Feldolgozó Kft.

Pécsi Erőmű Rt.

PHILOTERM Kft.

Preciz Gépműhely

PYLON-94 Kft.

Rema-Technik Kft.

Semperit Kaucsuk Kft.

Skatt Kft.

SKF Svéd Golyóscsapágy Rt.

Super Seal Kft.

"Szigma" Mérnöki és Tervező Iroda

Taurus-Techno Gumi Kft.

Tömitésgyártó és Forg. Kft.

Vértesi Erőmű Rt.

VIMAG Ipari Ker. Szolg. Bt.

Weldtech Kft.

WSPS Kft.

Hell Bláthy díjasok



1995. évi díjazottak

Dr. Falk Richárd

Kovács László

Vankó Richard

1996. évi díjazottak

Dr. Bocsánczy János

Dr. Érsek Elek

Csabay Ákos

1997. évi díjazottak

Barabás Mihály

Barta Alfonz

Forgács László

Karsai József

Kis István

Schreck István

Sütő Imre

Szabics János

1998. évi díjazottak

Dr. Debreczeni Elemér

Hídvégi Gábor

Juhacsek István

1999. évi díjazottak

Dr. Bodnár János

Dr. Fazekas János

Hartmann István

2000. évi díjazottak

Gyimesi Györgyné

Dr. Kamarás Béla

Dr. Vőneky György

2001. évi díjazottak

Dubnicz László

Livo László

2002. évi díjazottak

Bogár József

Gebhardt Ferenc

Rácz Máttyás

2003. évi díjazottak

Mokánszki Béla

Tóth Nándor

2004. évi díjazottak

Salzinger György

Szilvassy Zsolt

2005. évi díjazottak

Morvai Tibor

Klaus Laskovszki

2006. évi díjazottak

Dr. Kovács József

Hans J. Dreher

2007. évi díjazottak

Ács József

Bánik Jenő

Dr. Havelda Tamás

Hársy István

Mányó Mihály

Mátrai Árpád

2008. évi díjazottak

Katona János

Szedlák János

2009. évi díjazottak

Dr. Magyar Andrej

Dr. Zsiros László

2010. évi díjazottak

Rácz Gyula

Dr. Szirtes László

Dr. Sümegi István

2011. évi díjazottak

Dr. Ladányi Gábor

Horváth Károly

2012. évi díjazottak

Majoros Ottó

AGH Krakow, Bányászati,
előkészítési és szállítógépek tanszék
oktatói**2013. évi díjazottak**

Dr. univ. Ferencsin Imre Mihály

Glevitzky István

Matolcsi Géza

Rónaföldi Zoltán

2014. évi díjazottak

Dr. András József

Dr. Derekas Barnabás

2015. évi díjazottak

Kuzsmiczky Sándor

2016. évi díjazott
Dr. Farkas Géza

2017. évi díjazottak
Bogdán Kálmán
Cseh Béla
Dr. Eisner Béla
Kéthely László
Szabó Árpád

2018. ÉVI DÍJAZOTT



Suller András

1955. január 25-én született Tiszanagyfalun. Felsőfokú tanulmányait a kecskeméti Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskola gépipari automatika szakán végezte. 1981-ben került Miskolcra, ahol a Borsodi Szénbányák Miskolci Bányaüzeménél, Lyukóbányán kapott felelős beosztást. Lézeres gyorsvágathajtás F gépekkel, függőleges akna kialakítása, főszellőztető berendezés, vízmentesítő telep, komplett szállítási rendszerek tervezése és kivitelezése, üzemeltetése volt a feladata. 1990-től szervizmérnökként

dolgozott az Indu Borsod Kft. Liebherr földmunkagépek magyarországi képviselőjénél, majd 1992-ben Királdra került. Itt Putnok Bánya Kft. gépészeti vezetője lett. A bányabeli gépek mellett feladatköre kibővült a távolsági szalagpályával, kötélpályával. Kezdeményezője volt a szénosztályozás korszerűsítésének, a Nógrádból vásárolt fejtésbiztosító berendezések adaptálásának, a hidraulikus vizsgálóállomás kialakításának. Irányítása alatt a gépészeti részleg jelentős eredményeket ért el, biztosította a termelés és kiszolgálás zavartalanását. A bánya bezárását követően több társaságnál volt vezető beosztásban (HUNTRACO Zrt. Nyíregyházi Kirendeltség CATERPILAR gépek magyarországi képviselője, Városgazda Miskolc). Jelenleg a Gyöngyösoroszi-Recsk térségében folyó földalatti és külszíni bányabezárási, rekultivációs munkák projekt menedzsere a MENTO Kft-nél Tagja az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületnek, a Borsodi Bányász Hagyományokért Alapítványnak. A Bányagépészet a Műszaki Fejlődésért Alapítvány alapító tagja, a konferenciák rendszeres résztvevője.

A KONFERENCIA PROGRAMJA

2019. 09. 26. Csütörtök

Az ülésvezetést vezeti:

Livo László, okl. bányagépész-és bányavillamos-mérnök

- 10.00 Megnyitó
A konferencia résztvevőinek köszöntése
Dr. Zsiros László kuratórium elnök
Bányagépészet a Műszaki fejlődésért Alapítvány
- 10.10 Politikai fordulat előtt Európa energetikája 23. oldal
Dr. Petz Ernő okl. gépészmérnök,
c. egyetemi tanár
- 10.40 Cselek a nyersanyagpolitikában 129. oldal
Dr. Vojuczki Péter okl. bányamérnök
- 11.10 Szünet
- 11.40 Üvegház gázok, tények és elképzelések 39. oldal
Dr. Raisz Iván ügyvezető
Enviro Pharm Kft.
- 12.05 A német kőszénbányászat története 2018-ig, 51. oldal
beleértve a „CO2 kibocsátás” csökkentésének témáját.
Hans J. Dreher senior expert, gépész és bányamérnök,
- 12.30 Ebéd

Az ülészakot vezeti:
Majoros Ottó, okl. bányagépész-és bányavillamos-mérnök

- 14.30 Aszimmetrikus tárcsakés, mint alternatív eszköz 85. oldal
a kemény kőzetek jövesztésénél
Dr hab. inž. Krzysztof KOTWICA, prof. AGH
AGH University of Science and Technology
- 14.50 A marótárcsás kotrógépek nehezen jöveszthető kőzetben való 67. oldal
üzemeltetésére vonatkozó kutatások áttekintése.
András József egyetemi tanár
Petrozsényi Egyetem-Románia
- 15.10. Új termelő rendszerek létesítése Visonta K.-III. bányában
Dr. Fehér Szabolcs osztályvezető
Mátrai Erőmű Zrt.
- 15.30 Szünet
- 15.40 A fenntartható hulladékgazdálkodás energetikai 119. oldal
és bányászati összefüggései avagy „hulladékból konnektorba”
Molnár Szabolcs
energetikai mérnök, hulladék gazdálkodási szakmérnök,
Pöry-Erőterv Zrt. Főmérnök
- 16.05 A növények szénülési folyamata 137. oldal
Dr. Kamarás Béla energetikus szakmérnök
- 16.25 A bányászati jogszabályok változásai
Dr. Káldi Zoltán főosztályvezető, bányakapitány
Veszprém Megyei Kormányhivatal
- 17.00 Alapítványi Közgyűlés
- 19.00 Baráti találkozó
Hell-Bláthy díj átadása
Pályázatok eredményhirdetése

2019. 09. 26. Péntek
Az ülészakot vezeti:
Katona János, okl. gépészmérnök

- | | | |
|-------|---|------------|
| 10.00 | A TK-TR16/8 "JOLANDA II" turbókompresszor hűtéséből keletkező hulladékhő hasznosítása
Dósa János egyetemi docens
Petrozsényi Egyetem | 15. oldal |
| 10.15 | Barnaszenek elgázosítása vegyipari felhasználásra
Dr. Raisz Iván ügyvezető
Enviro Pharm Kft. | 29. oldal |
| 10.40 | Távfűtési szolgáltatás ellátási biztonságának és energia hatékonyságának fejlesztése a belgrádi fűtőműveknél (esettanulmány)
Király János okl. bányamérnök, területi képviselő MARKETINFO Bt.
Branimir Vidačić okl. gépészmérnök, igazgató Konyárnyiki Fűtőmű | 63. oldal |
| 11.00 | Szünet | |
| 11.10 | Volt egyszer egy „EOCÉN PROGRAM”
Az Eocén Program gépesítése Tatabányán
Mokánszki Béla okl. bányamérnök | 103. oldal |
| 11.30 | Életünk az energia 19. – A megújulókból termelt áram hatása energiabiztonságunkra
Livo László okl. bányamérnök, geotermikus szakmérnök, címzetes egyetemi docens, ügyvezető, MARKETINFO Bt. | 93. oldal |
| 11.55 | Zárszó
Dr. Kamarás Béla
energetikus szakmérnök | |
| 12.20 | Ebéd | |

A KONFERENCIA ELŐADÁSAI

A TK-R16/8 "JOLANDA II" TURBÓKOMPRESSZOR HŰTÉSÉBŐL KELETKEZŐ HULLADÉKHŐ HASZNOSÍTÁSA

Dósa János

Universitatea din Petroșani - Petroșényi Egyetem

ABSTRACT

A TK-R16/8 "Jolanda II" turbókompresszor nagy hozama miatt előszeretettel használják a nagyobb bányák sűrített levegővel való ellátására. Amikor egy gáz a kompresszoron áramlik és nyomása megnő, ezzel együtt fel is melegszik, tehát a nagy sűrített levegő hozama miatt sok hő keletkezik a turbókompresszorban. Ezt a nagy mennyiségű hőt, el kell távolítani, ami általában hűtőtornyok segítségével történik. Ennek a hőnek a hasznosítását kívánja a cikk tanulmányozni.

1. BEVEZETÉS

Bár a modern kompresszorok általában csavarkompresszorok, a nagy sűrített levegő hozamuk miatt a turbókompresszorokat is előszeretettel használják ott, ahol megszakítás nélkül kell sűrített levegőt előállítani.

Ezen kívül a turbókompresszor jól alkalmazkodik a változó sűrített levegő igényre, mivel a turbókompresszor jelleggörbéjén a munkapont elmozdul, mint minden ilyen jellegű gép vagy szivattyú esetében, tehát ha nincs nagy variáció a sűrített levegő igényben, nem szükséges a szabályozás. Mivel a bányászat ciklikus jellegű és sok minden befolyásolja a sűrített levegő igényt, ez egyfolytában változik.

A Vulkáni bánya három turbókompresszorral volt felszerelve, ezek közül kettő működött, mikor a sűrített levegő igény nagy volt. Hétvégén általában csak egyikük működött mivel ilyenkor nem dolgoztak olyan sokan a bányában.

2. ATK-R16/8 "JOLANDA II" TURBÓKOMPRESSZOR

A "Jolanda II" turbókompresszor hét fokozatból áll, három szakaszban elrendezve, az első két szakaszban két forgórész van, az utolsóban pedig három. A hűtést két közbenső hűtő (1. Ábra) és egy utolsó hűtő segítségével végezzük, amelyek mindegyike cserélhető.

A műszaki könyv szerinti névleges jellemzők [1]:

Beszívott levegő mennyiség	16.000 m ³ · h ⁻¹ ;
Szívónyomás	1 bar;
Szívási hőmérséklet	20 °C ;
A kimeneti nyomás	8 bar;
Turbókompresszor fordulatszáma	9980 ford/perc;
Motor fordulatszáma	1500 ford/perc;
Levegő hőmérséklete a végső hűtők után	40 °C ;
Hűtővíz bemeneti hőmérséklete	25 °C ;

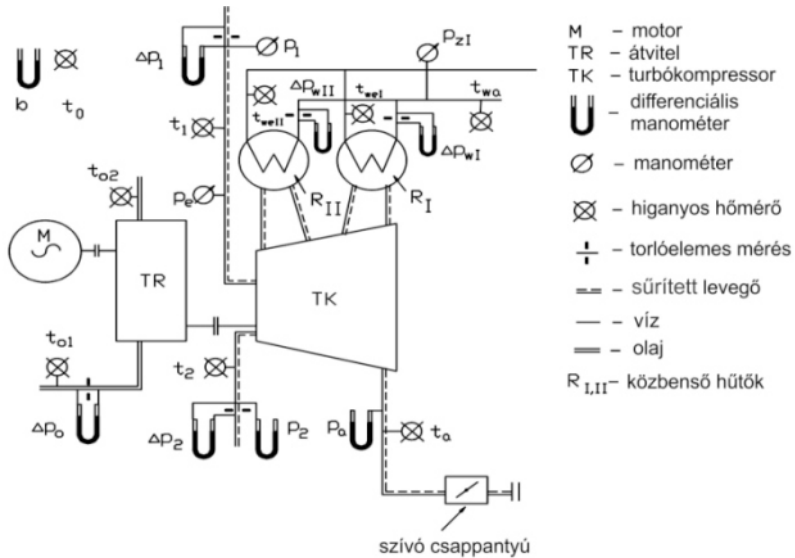
Hűtővíz áramlása:

- a végső hűtőben $55 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$;
- közbenső hűtőkben $95 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$;
- az olajhűtőben $20 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$;

A hajtómotor névleges teljesítménye 1800 kW ;

Motor hatékonysága $0,9$;

Átvitel hatékonysága $0,95$.

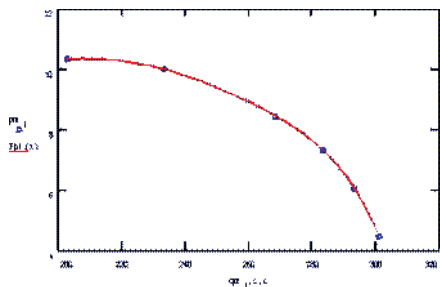


1. ábra TK-R16/8 "JOLANDA II" turbókompresszor felépítése [1]

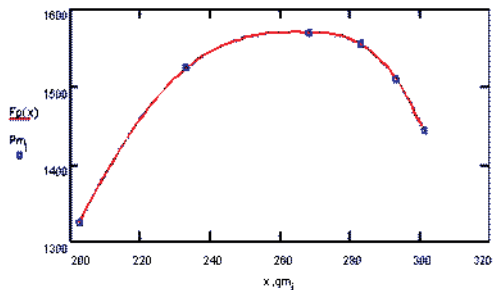
A gyártó által, a szállítás előtt elvégzett mérések (1. Táblázat) lehetővé tették a turbókompresszor két jelleggörbéjének megrajzolását, a $p = f(Q)$ fojtásgörbét 2. ábra a), és a teljesítmény jelleggörbét $P = f(Q)$, 2. ábra b).

1. táblázat
A gyártó által elvégzett mérések [1]

Beszívott levegő mennyiség [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$]	Kimeneti nyomás [bar]	Motor teljesítménye [kW]
12150	10,3399	1325
14000	10	1525
16100	8,45	1570
17000	7,35	1555
17600	6,05	1510
18075	4,475	1442,5



a)



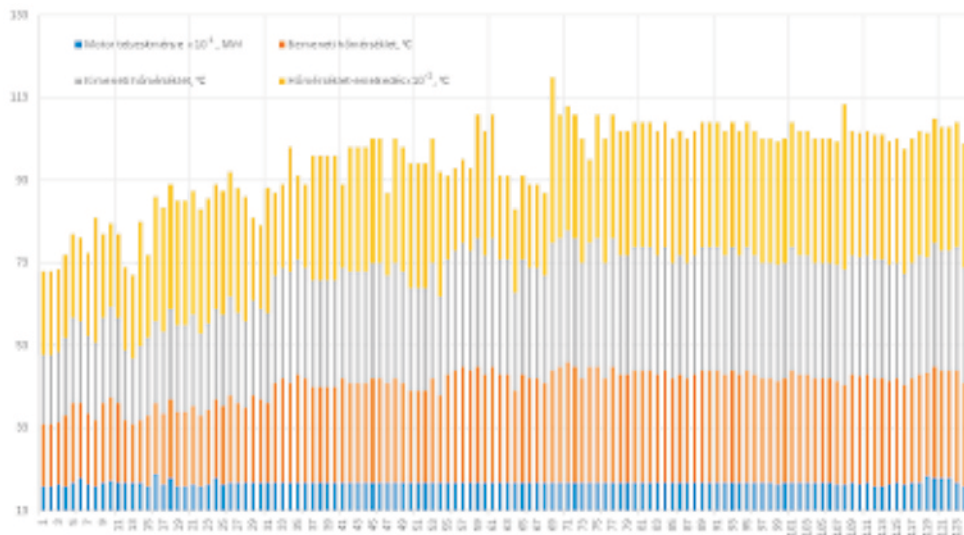
b)

2. ábra. A turbókompresszor jelleggörbéi.

A hűtővíz egy hűtőtoronyba kerül, ahol a levegő segítségével lehűlik, utána vissza kerül a turbókompresszor hűtőibe. Ez a folyamat, általában nyáron a hűtés és a turbókompresszor hatásfokát rosszul befolyásolja, és a sűrített levegő túl magas hőmérsékleten kerül a bányába.

1. A HULLADÉKHŐ MENNYISÉGÉNEK KIMUTATÁSA

Ahhoz, hogy pontosan ki lehessen számolni a hulladékhő mennyiséget, 124 mérést végeztünk [2]. Az adatok a 3. ábrában vannak feltüntetve.



3. ábra Mért adatok

A hidegebb hónapokban, ebben az esetben márciusban, a víz bemeneti hőmérséklete 15 °C, míg a nyári hónapokban elérheti a 28 °C-t.

A hőmérséklet emelkedés 2-4 °C, és függ a motor teljesítményétől, ami egyenesen arányos a sűrített levegő igény változásával. A hőmérséklet emelkedés átlaga 2,75 °C.

A bemeneti hőmérséklet a hűtőtorony kimeneténél volt mérve, a kimeneti hőmérséklet pedig a hűtőtorony bemeneténél, tehát a hűtővíz áramlása ennek megfelelően $170 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

A felvett hőmennyiség mértéke:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t = p \cdot V \cdot c \cdot \Delta t = 997,05 \cdot 170 \cdot 3600^{-1} \cdot 4,1816 \cdot 2,75 = 541,43 \text{ kW} \quad (1)$$

betűk jelentése: Q – hőmennyiség, kW; V – térfogatáram, $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$; Δt – a hőmérséklet változása; c – a víz fajhője 25 °C-on; p – a víz fajsúlya, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Amint látszik, a hulladékhő mennyisége igen nagy 541,43 kW, és ez mind a környezetbe kerül.

Ezen kívül, a nyári időszakban a hűtővíz magas hőmérséklete a turbókompresszor elégtelen hűtését eredményezi, ami hatásfokát negatívan befolyásolja, és a forró sűrített levegő pedig emeli a hőmérsékletet a fejtésben, ami rossz hatással van az emberekre [3].

Tehát két feladatot kell megoldani, egyrészt a hulladékhő hasznosítása és másrészt a turbókompresszor megfelelő hűtése. Mindkettő igen nagy energia megtakarítással járhat, ha meg lehetne oldani.

A legnagyobb probléma ebben az esetben, a hulladékhő hasznosítása szempontjából abból adódik, hogy a víz hőmérséklete igen alacsony, így hát nem lehet felhasználni úgy ahogy van más technológiai folyamatokban.

Az egyik járható út a hőszivattyúk alkalmazása, amit a következő részben lesz tanulmányozva.

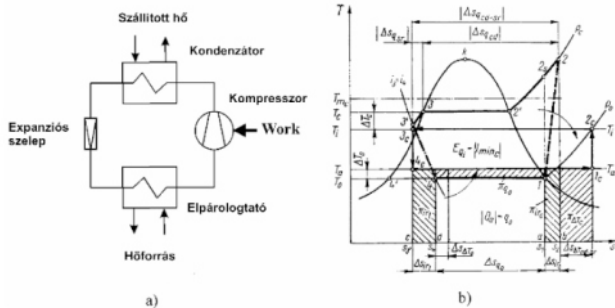
1. A HŐSZIVATTYÚ HATÉKONYSÁGA

Egy nagy kihívás a hulladékhő hasznosítása folyamatában az, hogy mire is fogjuk használni a visszanyert hőt. Egy bánya esetében, ahol sok használati meleg vízre van szükség, ennek az előállítása gazdaságos lehet a hulladékhő felhasználásával.

Az alacsony hőteljesítményű energiaforrások kiaknázására alkalmas hőszivattyúk a gőzkompresziós, víz-víz rendszerűek [4] [5]. Ez a típusú hőszivattyú alkalmas arra, hogy 40 °C alatti hőmérsékleten lévő vízből származó hulladékhőt hasznosítson a használati meleg vizet 50-80 °C-ra felmelegítve.

Az ilyen hőszivattyú matematikai modellje ki volt dolgozva a [6] értekezés keretén belül, tehát a továbbiakban annak a modellnek az alapján számítjuk ki a hőszivattyú hőtani jellemzőit.

A hőszivattyú hőtani jellemzői a következő kezdeti adatok használatával lesznek kiszámolva: a szükséges hőszállítás Q legalább annyi kell legyen mind a hűtővíz által felvett hőmennyiség $Q = 541,43 \text{ kW}$; $T_i = 65$ °C – a használati meleg víz hőmérséklete; T_a – környezeti hőmérséklet (hőforrás); $\Delta T_c = 5$ °C – a kondenzátor hőátadásához szükséges hőmérséklet különbség (hőszállítás); $\Delta T_0 = 5$ °C – a párologtató hőátadásához szükséges hőmérsékleti különbség; $T_{sr} = 10$ °C – alul hűtéshez szükséges hőmérsékleti különbség; az alkalmazott hűtőközeg R717 (ammónia).



4. ábra A hőszivattyú a) és a körfolyamat b)

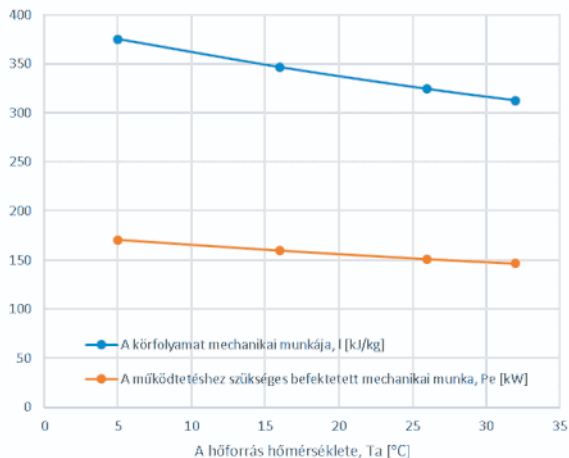
A hőforrás a turbókompresszor hűtő rendszerében felmelegedett víz, így a számításokat a legkisebb, átlag és legnagyobb víz hőmérsékletnek megfelelően végezzük el, 16, 26, és 32

Ezen kívül számításokat kell végezni 5 hőmérsékleten is ahhoz, hogy legyen összehasonlítási alap.

2. táblázat. A hőszivattyú hőtani jellemzői

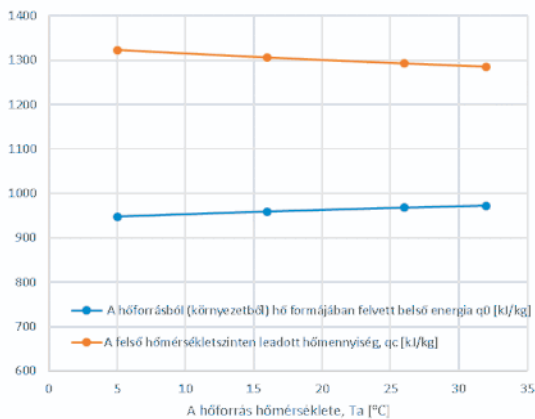
	Összehasonlítási alap	Legkisebb érték	Átlag hőmérséklet	Legnagyobb érték
A hőforrás hőmérséklete, T_a [°C]	5	16	26	32
A körfolyamat mechanikai munkája, I [kJ kg ⁻¹]	375,24	346,64	324,42	312,67
A működtetéshez szükséges befektetett mechanikai munka, P_e [kW]	170,67	159,73	151,04	146,39
A hőforrásból hő formájában felvett belső energia q_0 [kJ kg ⁻¹]	947,41	958,89	967,71	972,25
A felső hőmérsékletszinten leadott hőmennyiség, q_e [kJ kg ⁻¹]	1322,65	1305,54	1292,13	1284,92
Ideális (Carnot) teljesítménytényező COP μ_c	5,64	6,9	8,67	10,25
Elméleti teljesítménytényező COP μ	3,52	3,76	3,98	4,11
Tényleges teljesítménytényező COP μ_e	3,17	3,38	3,58	3,70

Ideális (Carnot) teljesítménytényező $COP \mu_c$	5,64	6,9	8,67	10,25
Elméleti teljesítménytényező $COP \mu$	3,52	3,76	3,98	4,11
Tényleges teljesítménytényező $COP \mu_e$	3,17	3,38	3,58	3,70



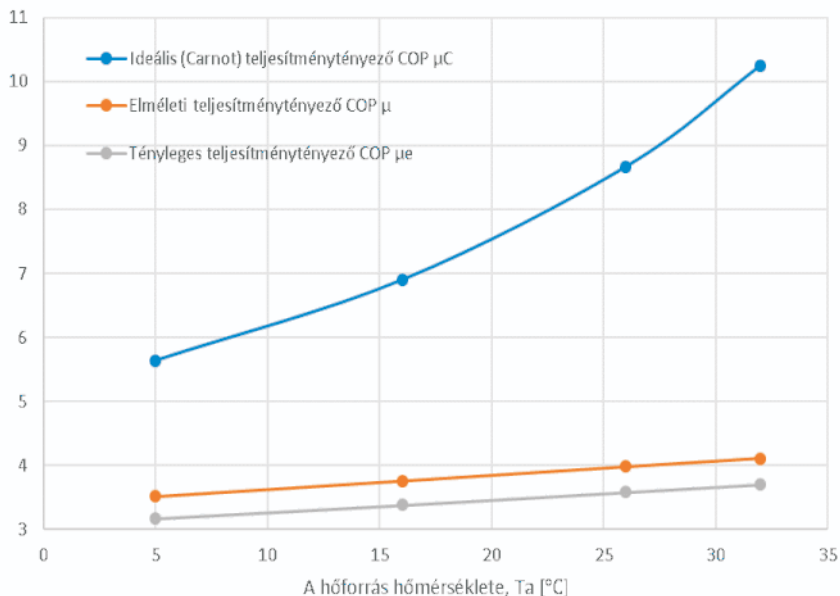
5. ábra

A körfolyamat mechanikai munkája és működtetéshez szükséges befektetett mechanikai munka



6. ábra

A hőforrásból felvett belső energia és a felső hőmérsékletszinten leadott hőmennyiség



7. ábra

Az ideális (Carnot) teljesítménytényező, az elméleti teljesítménytényező és a tényleges teljesítménytényező COP

A 2-ik táblázatban levő adatok a 5, 6 és 7-ik ábrában lettek feltüntetve.

Ezekben az ábrákban jól látszik, hogy a hőmérséklet emelkedésével, a körfolyamat mechanikai munkája és működtetéshez szükséges befektetett mechanikai munka mértéke csökken, 5-ik ábra.

A 6-ik ábrában látszik, hogy ugyanaz a függőség van a hőforrásból (környezetből) hő formájában felvett belső energia q_0 és a hőmérséklet között, míg a felső hőmérsékletszinten leadott hőmennyiség q_k növekedik a hőmérséklet emelkedésével.

A hőszivattyú legfontosabb hőtani jellemzői az ideális (Carnot) teljesítménytényező COP $\check{c}_c$, az elméleti teljesítménytényező COP $\check{c}$ és a tényleges teljesítménytényező COP $\check{c}_e$, szintén növekedik a hőmérséklet emelkedésével.

1. ÖSSZEGEZÉS

A fent bemutatott adatok alapján az alábbi következtetéseket lehet levonni.

A hulladékhő mértéke igen nagy, 541,43 kW, tehát érdemes foglalkozni ennek a hasznosításával.

A hőszivattyú használata ennek a hulladékhőnek a hasznosítására nagyon jól beválík, mivel a tényleges teljesítménytényező COP μ_e nagyon magas, és tovább nő a hulladékhő hőmérsékletének emelkedésével.

Bár ez a nagy mennyiségű hulladékhő hasznosítása nem jelent problémát technikai szempontból, meglehet, hogy gazdasági szempontból nem válik be mivel egy olyan fogyasztót kell találni, aki felhasználja ezt a folyamatosan keletkező hőmennyiséget.

1. IRODALOM

1. ***, *A TK-R16/8 "JOLANDA II" turbókompresszor műszaki könyve.*
2. Dosa, I., *Research on energetics of thermal and fluid dynamic processes in mining pneumatic installations*, Ph. D. thesis in Engineering; Specialty: Mining machines and installations; University of Petrosani, 1999.
3. Racz, M. D., Petrelean, D. C., *The Influence of Humidity on Air Temperature in Underground Mines as a Factor of Air Quality Assessment*, Journal: Calitatea, Volume: 20, No. S1, pp. 371, Editor: Romanian Society for Quality Assurance, 2019
4. Radcenco, V. et. al.: *Processes In Refrigeration Equipment*, Didactică si Pedagogică Publishing House, Bucharest, 1983, p. 372-390.
5. http://www1.eere.energy.gov/manufacturing/tech_assistance/pdfs/heatpump.pdf
6. Dosa, I. *Power Plant Waste Heat Recovery for Household Heating Using Heat Pumps*, University of Petrosani, Multiscience-XXVIII. microCAD International Multidisciplinary Scientific Conference, Miskolc, 10-11 april 2014.

POLITIKAI FORDULAT ELŐTT EURÓPA ENERGETIKÁJA

Dr. Petz Ernő okl. gépészmérnök, c. egyetemi tanár

ÖSSZEFOGLALÓ:

Európa egyesített energia- és klímapolitikáját mélyen áthatja a német Energiewende. Melynek tarthatatlanságát már megszavazói is érzékelik a közel tíz esztendeje folyamatosan növekvő és holnapra egekbe szökő költségráfordítások és lehetetlennek tűnő beruházási igénye miatt. A cikk az okok feltárásában van segítségünkre.

Az EU-választások eredményei világosan előrevetítik a várható politikai fejleményeket. Megerősödtek a zöld pártok, Németországban a gyengülő CDU után a második helyre rukkoltak előre a zöldek. Hatalmas mozgalmat szerveztek egész Európában a klímavédelem egyébként is felpörgetett témakörében, amely az iskolások pénteki „sztrájkolj és tüntess” mozgalmában csúcsonyult ki. Lógj az iskolából és demonstrálj, mert a politikusok és a felnőttek nem tesznek semmit a klímakrízis elkerülése érdekében. „Máris elkéstünk, tíz-tizenkét évünk van, hogy végre változtassunk!” A félelmekeltés mindenkor hatásos fegyver volt, most is az. De a jelenlegi nagy siker visszajára fordul, mert a klímavédelem ideológiája hamis, a zöldek pszichológiája és eszköztára mulandó. A zsákutcába vezérelt energiaellátás fogja a változást kikényszeríteni.

Hát mit is tudunk MI energetikusok? Tudunk és akarunk is számolni, a számok objektivitása számunkra perdöntő. A politikusok ezzel szemben inkább eszmékben, ideológiákban hisznek, és nem tudnak, és nem akarnak számolni. A klímapolitika, a klímavédelem pedig csupán eszköz a hatalom megszerzése, ill. birtoklása céljából, globális szinten a világkormányzás előkészítését szolgálja, hatékony manipulációs eszköz. Csak hát az egész stratégia ingoványra épül azáltal, hogy a közös klíma- és energiapolitika keretében az energiaellátást tévútra vezérli. Aki a biztonságos energiaellátást megtámadja, bukásra van ítélve. Ezért jobb lenne előtte egy kicsit számolni.

Az Európa Tanács legutóbbi ülésén például a bizottság betervezte egy 2050-ig szóló szigorú klímatervet, amit Orbán Viktor, a cseh és a lengyel kormányfővel együtt megvívott. Észtország tartózkodott.

A teljes dekarbonizáció lehetséges lépcsőfokai

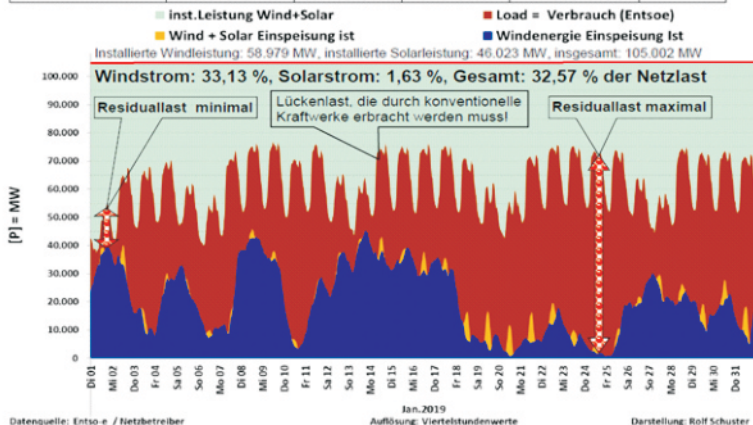
Mindenekelőtt tisztázandó, hogy a teljes dekarbonizáció azt jelenti, hogy a villamos energia termeléséből, az összes (fűtési és ipari) hőellátásból, és a jelenlegi belsőégésű (benzin, dízel) motorokkal ellátott hajtások területéről (közlekedés, szállítás) is ki kell vonni a hagyományos energiahordozókat. Tehát éles különbséget kell tenni a villamosenergia-ellátás és az összes energiaigény ellátása között, ugyanis sok esetben ezeket összemoszák.

Kiindulásként és jellemző példaként tekintsük át Németország jelenlegi energiastruktúráját. Az **1. ábra** a 2019. januári szél- és naperőművi áramtermelés teljesítmény-függvényeit ábrázolja (kék, ill. sárga színekkel). A barna függvény a fogyasztói igényt (terhelés) jeleníti meg. A területek a termelt, ill. fogyasztott energiamennyiségeket reprezentálják.

Stromerzeugungsmix und Leistungsbedarf im Januar 2019

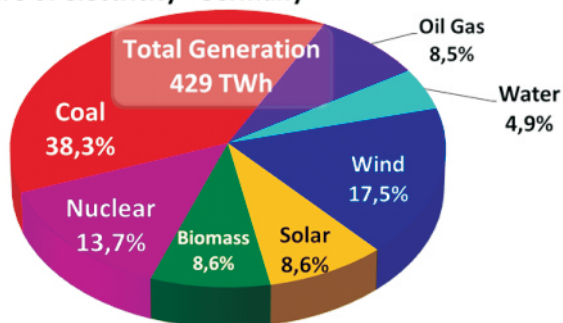
Nachfolgend sind die Viertelstunden-Mittelwerte der Leistung als Leistungsganglinie ab dem 1. bis zum 31. Januar 2019 aufgetragen.

Januar 2019	Netzlaster Deutschland	Wind	Solar	Wind + Solar	Prozent zu $P_{\text{inst.}}$
inst. Nennleistung		58.979 MW	46.023 MW	105.002 MW	
Maximumwert	77.130 MW	45.563 MW	13.137 MW	45.923 MW	43,74%
Mittelwert	61.313 MW	20.313 MW	1.002 MW	21.314 MW	20,30%
Minimumwert	37.274 MW	724 MW	0 MW	724 MW	0,69%
Summe Monat	45.617 GWh	15.113 GWh	745 GWh	15.858 GWh	



Az ábra feletti **táblázat** a fontosabb számszerű értékeket foglalja össze. A szélerőművek januárban a fogyasztói igények 33,13 %-át, a naperőművek 1,63 %-át fedezték, 105 GW beépített teljesítőképességük mellett. Januárban a szélviszonyok általában kedvezőbbek ezért az éves értékek ennél rosszabbak, amint a **2. ábra** szemlélteti.

Share of electricity Germany Jan.-Oct. 2018



Datenquelle: Entso-e Actual generation per production type

Darstellung: Rolf Schuster

2. ábra Az éves villamosenergia-termelés megoszlása (2018. jan.-okt.)

A megújuló erőművek már egy teljes második erőműrendszert képeznek, a villamos energia nagyobb hányadát (60,5 %) mégis az atomerőművek és a hagyományos (szén, olaj és gáz) erőművek termelik. Szélcsendes napokon a fogyasztói igényeket gyakorlatilag teljes mértékben ezek az erőművek fedezik, ezért nem állíthatók le.

Pillanatnyilag (több blokk leállítása után) már egyetlen szénerőművi blokk sem állítható le véglegesen az ellátásbiztonság veszélyeztetése nélkül. Tévedés tehát, hogy a kormány hezitál a klímacélkitűzések teljesítése területén, ugyanis kényszerpályán van. A teljes szénkiszállítás csak politikai elv, de nem végrehajtható. A jövőben sem lesz az, ami könnyen belátható, ha áttekintjük, hogy milyen lépcsőfokon kellene oda eljutni. Hát lássuk:

1. lépcsőfok. Akkor szél- és naperőművi kapacitást kellene létesíteni, hogy velük a teljes évi villamosenergia-igény (egyelőre maradjunk ennél) fedezhető. Igenám, de ez nem elégséges, minthogy a szélcsendes időszakokban a fogyasztókat tárolt energiából kell ellátni (hisz nincsenek azok a fránya szén-dioxidot okádó hagyományos erőművek). Abban szakmai közmegegyezés van (a sok-sokévi tapasztalatok alapján), hogy legalább két hetes szélcsendes időszakra elegendő energiát kell tárolni. Ennek megtermeléséhez a jelenlegi kapacitás hétszeresét kellene megépíteni, tehát durván 700 GW-nyi kapacitást. Hiszen csak a terhelési görbe feletti időszakos túltermelési csúcsok állnak rendelkezésre a tárolás céljából.

2. lépcsőfok. Jelenleg ilyen hatalmas villamos energia tárolására csak a Power-to-Gas technológia jöhet szóba, amelynek során az említett túltermelési megújuló villamos energia felhasználásával vizet bontunk (elektrolízis), azaz hidrogént állítunk elő, mint energiahordozót. Akkor vízbontó kapacitás szükséges, hogy a túltermelési csúcsok maximális teljesítménye is azonnal felhasználható legyen vízbontásra (mivel magát a villamos energiát közvetlenül nem lehet tárolni). Ha ennél kisebb a vízbontó kapacitás, akkor e termelési csúcsok idején szélerőműveket le kell állítani. Óriási új beruházás. Jelenleg Németországban összesen 50 MW-nyi kísérleti vízbontó állomás üzemel, de miniszteriumi szinten már készül a hidrogén-stratégia, a hidrogén-gazdaságban 2030-ig 45 000 munkahelyet terveznek. Három nagy cég összefogásával 100 GW bontókapacitásról fantáziálnak.

3. lépcsőfok. A hidrogén energiáját a szélcsendes időszakokban újra villamos energiává kell átalakítani, de mindenkor a villamos fogyasztói igényekhez igazodva. Ezért a hidrogént átmenetileg tárolni kell, tehát hatalmas gáztárolási kapacitást kell építeni. Újabb nagy beruházási igény.

4. lépcsőfok. A hidrogén ideális tüzelőanyag, de robbanásveszélyes, ezért célszerű földgázba keverni (20 %-os arányig ez megtehető), vagy metánná alakítani (metanizálás). Utóbbi esetben a gázátalakító „gázgyárat” is meg kell építeni. Újabb nagy beruházás. A gázátalakításhoz szén-dioxidra van szükség, de honnan lesz e hatalmas mennyiségű szén-dioxid? Csak újabb beruházással lehetséges, ha egyáltalán lehetséges.

5. lépcsőfok. Tehát van új gázhalmazállapotú tüzelőanyagunk, amelynek a felhasználásával most már szélcsendes időszakokban villamos energiát termelhetünk. Az 1. ábrából láthatóan egyes időszakokban (akár több napon keresztül) gyakorlatilag a teljes fogyasztói igényt e helyettesítő erőművekben kell megtermelni (nyíllal jelölve), azért minimálisan 100 GW korszerű (kombinált ciklusú) gázerőművi kapacitást kell létesíteni (az éves csúcsgigény ugyanis 75-80 GW). 500 MW-os blokkokkal számolva tehát 200 új blokk építése indokolt. Az ötödik nagy beruházás. Amennyiben nem hidrogéntüzelésű blokkok épülnek, akkor a metán elégetésekor az előállításához felhasznált szén-dioxidnak a füstgázokban való kibocsátásával kell számolni. Ez esetleg leválasztással visszanyerhető a 4. lépcsőfokban említett gázgyártáshoz. E két feladat megvalósítása most már az ötödik, ill. hatodik nagy beruházási lépcsőt jelenti.

6. lépcsőfok. Nem elegendő az erőműrendszer átalakítása. A magasfeszültségű országos hálózat területén is jelentős fejlesztéseket kell végrehajtani. Mindenekelőtt meg kell építeni az északról délre vezető egyenáramú földkábeleket és a hagyományos erőművek megszűnésével járó hálózati átalakításokat. Ki kell váltani azokat a vezetékszakaszokat, amelyeknek a túlterhelődése jelenleg is már sok gondot okoz. A hetedik, igen jelentős beruházási feladat.

A lépcsőfokok áttekintése után egy jogos kérdés: Ha az 5. lépcsőfok alatt említett széndioxid leválasztás és visszanyerés nem valósul meg, akkor helyettesítő erőművekként nem lenne logikusabb mindjárt földgáztüzelésű blokkokat építeni? Hiszen ezek ma már bevált sorozatgyártású egységek. Szén-dioxid kibocsátásuk alacsonyabb, és gyakorlatilag megegyezik a hidrogén átalakításával gyártott gáz felhasználásának esetével. Minek akkor e rendkívül költséges vargabetűt végigjárni, hiszen ebben az esetben nem kell a hétszeres szél- és naperőművi kapacitást megépíteni, és nincsen szükség a Power-to-Gas technológiára. Ha már az egész cirkusz a szén-dioxid kibocsátás megszüntetése céljából történik. Nulla széndioxid kibocsátással csak akkor számolhatnánk, ha a hidrogént közvetlenül égetnénk el az új gáztüzelésű erőművekben.

Még egy érv szól amellett, hogy a felvetett javaslatot érdemes megfontolni. Vajon milyen hatásfokkal lenne megvalósítható a tisztán megújulókra épített villamosenergia-ellátás? A soros energiaátalakítási folyamatok eredő hatásfokát az egyes átalakítási folyamatok hatásfokainak a szorzatából kapjuk. Minden energiaátalakítás veszteségekkel jár, amit a hatásfokkal jellemzünk. Az elektrolízis hatásfoka 75 %-ra, a gázátalakításé 80 %-ra, a korszerű gáztüzelésű blokkoké 55 %-ra tehető, amelyekkel 33 %-os eredő hatásfok adódik. Ez azt jelenti, hogy a 1. lépcsőfok alatt jelzett hétszeres szél- és naperőművi kapacitást újabb 67 %-al meg kell növelni, hogy a végén kellő mennyiségű villamos energia megtermelhető legyen. Összességében tehát mintegy 1000 GW szél- és naperőművi kapacitásra lenne szükség Németországban. Őrültség, nem?

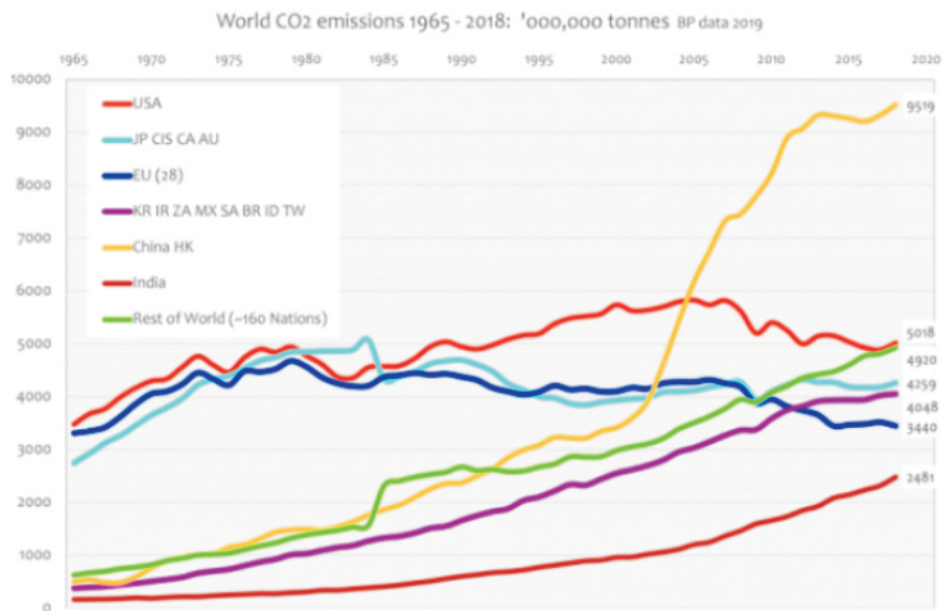
Ezek után már számolni (összeadni) sem érdemes a beruházási igényeket. Nincsen olyan gazdag ország (még Németország sem az), amely ezt a gigantikus beruházási összeget a gazdasága összeomlása nélkül képes lenne fedezni. Ezért az Energiewende célkitűzései pénzügyileg nem megvalósíthatók, sem a 2030-as határidőig, sem 2038-ig, sem a 2050-ig kitűzött célok. E mellett a szükséges technológiai és gyártási feltételek sem teremthetők meg.

Még súlyosabb következtetésre jutnánk, ha a vizsgálatot nem csak a villamosenergia termelésére, hanem a teljes energiaellátásra terjesztenénk ki, azaz az energiafelhasználás további 60 százaléka. Vajon átgondolták ezt azok, akik (pl. a fenti idézetekben) a teljes dekarbonizálásról álmodoznak?

Végkövetkeztetés

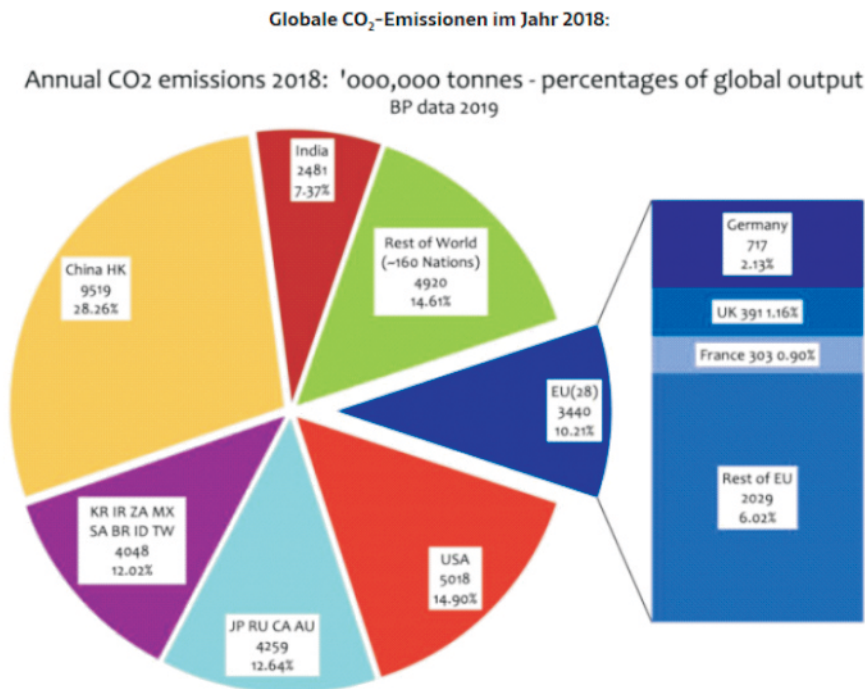
Azt tudjuk, hogy a közös klíma- és energiapolitika célkitűzései irreálisok. A szén-dioxid kibocsátának csökkentése céljából végrehajtandó dekarbonizáció felesleges, és ami még fontosabb, teljesen hatástalan a klímaváltozás feltartóztatása céljából. Tehát értelmetlen. A klímavédelem tévút, az erre fordított ráfordítások, és ezeken belül az óriási fejlesztési és beruházási összegek eredménytelenek, ezáltal fékezik a gazdaságot, elvonják a pénzt a tényleges környezetvédelemtől. A klímaváltozást nem lehet megállítani, minthogy az természetes hajtóerők eredménye. Egyetlen lehetőségünk, hogy alkalmazkodjunk hozzá. Ehhez viszont biztosítani kell a pénzügyi és technikai feltételeket. Ez lenne a kormányok, az országok, az EU és az ENSZ igazi feledata, és nem a „klímavédelem”.

A jelenlegi klímavédelmi politika káros következményei előbb-utóbb olyannyira nyilvánvalókká válnak, hogy a politikai kurzusok már nem lesznek képesek a negatív következményeket takargatni és elhallgatni. Napi témává válik majd a G7-ek, a G20-ak, az EU és az ENSZ szintjén egyaránt, keresve a kiutat e gyalázatos zsákutcából. A jelek már felismerhetők. Erkölcsileg és gazdaságilag azok a fejlett országok járnak a legrosszabbul, amelyek élen járnak a klímavédelemben, és kevésbé sérülnek majd azok az országok, amelyek igazán nem, vagy csak formálisan vesznek részt a klímavédelemben, mint az USA, Oroszország, Kína és India. S mithogy éppen ezek a legnagyobb szén-dioxid kibocsátók, ezért a Párizsi egyezményben megfogalmazott célkitűzések világszinten nem teljesíthetők. Ez könnyen belátható a **3. ábra** alapján, amely a szén-dioxid emisszió függvényeit ábrázolja 1965-től 2018-ig. Az emisszió 2008-tól az USA-ban (narancssárga színű görbe) és az EU-ban (sötétkék) csökken, mindenütt máshol nő. Rendkívül dinamikusan nő Kínában (sárga), kisebb ütemben nő Indiában (barna), a közepesen fejlett országokban (lila) és az eddig nem besorolt országokban (zöld). Japánban, a volt Szovjetúniú államaiban, Kanadában és Ausztráliában gyakorlatilag stagnál (világoskék). Az USA bejelentette, hogy kilép a Párizsi egyezményből. Kína és India aláírta ugyan a Párizsi megállapodást azzal, hogy Kína majd csak 2030 után vállalja a csökkentést, India pedig az emberi méltóságra hivatkozva egyelőre nem vállalt csökkentést, minthogy a lakosság 30 %-a még nem jut hozzá a villamos energiához. Mindezekből összefoglalóan megállapítható, hogy világszinten a dekarbonizáció megvalósítása csupán illúzió.



3. ábra A szén-dioxid emisszió alakulása (1965 - 2018)

Az ábra függvényeinek végpontjához (2018) tartozó állapotot a **4. ábrán** látható kördiagram szemlélteti. Ha az európai emisszió (kék színű körcikkely) akár nullára is csökkenne és feltételezzük, hogy az USA-ban (narancssárga) és a fejlett országokban (világoskék) a jövőben kismértékben tovább csökken az emisszió, az eredő tendencia továbbra is növekvő lesz.



4. ábra A szén-dioxid emisszió megoszlása (2018, millió tonna egységben)

A távolabbi jövővel - témánk szempontjából - már foglalkozni sem érdemes, mivel akkorra a klímavédelem már biztosan nem lesz a médiát uraló téma. Remélhető, hogy az országok, az EU és az ENSZ a valódi kihívásokkal fog felelősen foglalkozni.

A tévútra kormányzott energiapolitika az energiaellátásban egyre gyakoribb és egyre nagyobb anomáliákat (szélsőséges esetben akár rendszerösszeomlásokat (Black-outok bekövetkezését) okoz, ami végül szükségszerűen a klímavédelem totális bukásához vezethet.

BARNASZENEK ELGÁZOSÍTÁSA VEGYIPARI FELHASZNÁLÁSRA

Dr. Raisz Iván, Raisz Iván jr., dr. Sándorné dr. Raisz Ildikó

ABSTRACT

On 3 October 2018, the Energy Innovation Council was established in Budapest to support clean, sustainable and smart energy. At the inaugural meeting of the panel, Minister for Innovation and Technology László Palkovics said that the results of the council's work would be incorporated into the forthcoming National Energy Strategy. The panel's working groups will examine energy reduction, system management systems and electricity storage options, power and power generation, grid development, and consumer needs based on participants' experiences and suggestions, the ministry leader said.

The body is co-ordinated by the Ministry of Innovation and Technology (ITM) State Secretariat for Energy, who is justified by the Minister's inclusion of all areas related to innovation, such as economic development, sustainability, climate and energy. in addition to transport policy, info-communication and logistics, energy policy. The ministry leader noted that the National Energy Strategy is part of the Second National Climate Change Strategy. Andrea Kádár, Assistant Secretary of State for Energy at ITM, stressed that the issues set out in the 2011 Energy Strategy have now been decided and that the new challenges will require integrated, long-term, innovative and cross-cutting planning. He identified flexibility as the main goal of the developments, and mentioned the integration of small power plants, innovative energy storage options, changing consumer needs and long-term storage, treatment and processing of radioactive waste. The orientation of the Council's work calls for the utilization of existing energy carriers with technologies that enable the production of storage energy sources without significant burden on the environment.

The technology and equipment of the process are capable of processing a wide range of coal types, and are capable of producing high energy or energy carriers from them.

1. Bevezetés.

A tiszta, fenntartható és okos energia támogatására 2018 október 3-án megalakult az Energetikai Innovációs Tanács Budapesten. A testület alakuló ülésén Palkovics László innovációs és technológiai miniszter elmondta, hogy a tanács munkájának eredményeit beépítik a hamarosan elkészülő új Nemzeti Energiastratégiába. A testület munkacsoportjai a résztvevők tapasztalatai és javaslatai alapján vizsgálni fogják az energiacsökkentést, a rendszerirányítási rendszereket és villamosenergia-tárolási lehetőségeket, az energiaforrásokat és áramtermelést, a hálózatzfejlesztést, valamint a fogyasztói igényeket ismertette a tárcavezető.

A testület működésében koordinációs tevékenységet lát el az Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM) energiaügyért felelős államtitkársága, amelyet a miniszter azzal indokolt, hogy a tárcához tartozik minden olyan terület, amely az innovációhoz kapcsolódik, így a gazdaságfejlesztés, a fenntarthatóság, klíma- és közlekedéspolitika, az infokommunikáció, és a logisztika mellett az energiapolitika. A tárcavezető megjegyezte, hogy a Nemzeti Energiastratégia része a második Nemzeti éghajlati változási stratégiának.

Kádár Andrea, az ITM energiaügyekért felelős helyettes államtitkára hangsúlyozta, hogy a 2011-es energiastratégiában megfogalmazott kérdések mára eldőlték, a helyükre lépő új kihívások integrált, hosszútávra szóló, innovációs szempontú és minden területet átfogó tervezést igényelnek. A fejlesztések legfontosabb céljának a rugalmasságot nevezte, a legfontosabb kihívások között pedig a kiserőművek integrációját, az **innovatív energiatárolási lehetőségeket**, a fogyasztói igények változását és a radioaktív hulladékok hosszú távú elhelyezését, kezelését és feldolgozását említette.

A Tanács munkájának irányultságát nézve szükséges a ma meglévő energiahordozó anyagok olyan technológiával való hasznosítása, amely lehetőséget teremt tárolható energiahordozók előállítására a környezet jelentős terhelése nélkül.

Az eljárás szerinti technológia és berendezés alkalmas szénfésüléségek széles körének feldolgozására, képes azokból magas hatásokkal energiát vagy energia hordozót előállítani.

Az eljárás szerinti gázosító reaktorban csak meddő mentesített szén használható fel. A meddő előzetes eltávolítása a kisebb energia felhasználást, valamint a meddőben található ritka fémek egyszerűbb kinyerését szolgálja.

Ha a mechanikai előkezelés eredményes volt, akkor az alapanyag hamutartalma 5-15% közötti. A technológia alkalmazásával a szén tömegének ez a része, azaz 5-15%-nyi tömege kerül majd a ritkaföldfém irányú feldolgozásra. Ennek részleteivel nem foglalkozunk

Mivel nem égetés, hanem elgázosítási folyamatról van szó, ezért a vezérlést az egyes tengelyeken feltüntetett hidrogén, szén és oxigén tartalmat jelző háromszög diagram munkaterületére állítjuk be. Így információt kapunk arra nézve is, hogy milyen fajlagos oxigén áramot kell biztosítani az optimális szintézisgáz termelés érdekében.

2. A megoldandó probléma.

A hazai barnaszenek energetikai felhasználása során átlagosan 364 kg/MWh szén-dioxid emisszióval terheljük a környezetet. Másik nagy környezetterhelő kibocsátás a füstgáz kénmentesítése során keletkező, csak marginális mértékben hasznosított gipsz. Mátrai Erőmű adatainak felhasználásával [1] ez 62 kg/MWh, hozzávetőlegesen évi 600 ezer tonna.

Ezt a helyzetet jelentősen meg tudjuk javítani, ha a fosszilis tüzelőanyagban levő kARBONT a keletkező szintézisgázban már külső energiaforrás felhasználása nélkül vegyipari és/vagy energetikai célokat szolgáló szerves vegyületté alakítjuk.

Erre évszázados technológiai fejlesztések történtek, azonban ezek mindegyike kátrány keletkezésével járt együtt. Az akkori fejlesztések idején a kátrány még alkotóira bontva motorhajtási célokat szolgált és az aromás oldószerek kinyerésével vegyipari alapanyagként volt kezelhető. Napjainkban a kőolaj és földgáz rendelkezésre állásával a kátrány igény, felhasználás már idejét múlta. Meg kellett vizsgálnunk annak lehetőségét, hogy a rendelkezésre álló szénvagyon energetikai célokra hasznosítsuk a környezetet nem terhelő módon [2].

Olyan eljárást kellett tehát keresnünk, amelyik:

- a kén kinyerését elemi állapotban biztosítja,**
- kátrány keletkezése gyakorlatilag elhanyagolható,**
- a keletkezett szén-dioxid egy jelentős részét is felhasználja.**

Vizsgálatainkat kezdetben a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet finanszírozásával végeztük.

3. A kátrányképződés vizsgálata.

A vizsgálatok kiinduló pontja volt a felhasznált szének nedvesség-, illó- és hamu tartalmának meghatározása volt. Eredményeinket az 1. táblázatban mutatjuk be.

Minta	Nedvesség %	Hamu %	Illól %	Nedvesség mentes illó %
Farkaslyuk 2,8	18,3	5,91	52,1	33,8
Farkaslyuk 14	20,6	7,43	58,9	38,3
Farkaslyuk 2.3	21,6	5,63	52,1	30,5
Farkaslyuk 2.3			70,0?	48,4
Márkushegy 3	15,2	9,54	55,4	40,2
Márkushegy 9/2	17,1	17,5	57,1	40,0
Márkushegy 9/2			69,5 ? ?	52,4

× A nedvességgel együtt 750 °C-ig! × A nedvességgel együtt 820°C-ig!

1. táblázat. Vizsgálati minták nedvesség, hamu és illó tartalma

Az illó tartalom magában foglalt elgőzölgött, majd az inert atmoszférában elbomló kátrány szén is, melynek döntő része a gőzökkel távozott 1. ábra.



1. ábra. Illómentesített (6) és nedvesség mentesített (6) minták.

A nedvesség (ISO 589:2008) és hamu (MSZ ISO 1171:1993, visszavont) meghatározás a vonatkozó szabványoknak megfelelően történt. Az illóanyag tartalom meghatározását kisminták esetén MSZ ISO 562:2001 szerint végeztük. 200-600 g mennyiségű mintákkal is elvégeztük a méréseket előkészítő lépésként. 2-3 % negatív irányú eltérést tapasztaltunk a kigázosítás nagy tömegű anyagban történő hatáscsökkenése miatt. Ezeket a méréseket a vizsgálati mintával töltött, aknás kemencébe helyezett acél reaktorban végeztük, valamint teljes keresztmetszetében töltött porcelán és acél csöveket használtunk, csökkenecés fűtés alkalmazásával. Ebből levontuk azt a következtetést, hogy részben a hőátadás javítása, másrészt a bomlástermékek akadálytalan távozása érdekében fűtött köpenyű rendszerben ferde elrendezésű, kívülről hajtott forgó tengellyel kell a kísérleteket végezni, a betáplált nyersanyagot aknába kivezetve.

A keletkezett kátrányvíz és kátrány mennyiségének meghatározása csak a növelt méretű rendszerekkel volt elvégezhető. Ennek oka, hogy a vizsgált szénminták kátrány alkotói hőérzékenyek, a kis térfogatú, de nagy fajlagos felületű kerámia csónakok külső felületén a termikus bomlásból származó, különböző vastagságú elemi szén bevonat alakult ki. Az illó meghatározása során, nitrogén áramban végzett méréseknél az alábbi ábrán látható pirolízis szén kiválásokat tapasztaltunk (1. ábra).

Ez a tapasztalat, valamint az illó meghatározásakor keletkezett gázok analízise, megerősített minket abban a feltételezésben, hogy a kigázosítási műveletből keletkező nem szilárd alkotók (kátrány gőzök) az elgázosítási szakaszban a kívánt gáz komponenseket fogják adni.

4. A kátrány keletkezésének körülményei és hajtóereje.

Általános formula nem adható meg, hiszen az függ az alapanyagtól, a felfűtés dinamikájától és nem utolsósorban a kátrány keletkezését követő legmagasabb hőmérséklettől a szokásos berendezésekben. Általánosságban leírható, hogy mintegy **150 °C hőmérsékletig a fizikailag kötött gázok és víz** távozik el, majd **200 °C hőmérséklettől az alapanyagot alkotó molekulák bomlásából szén-dioxid, kén-hidrogén, metán, bomlásvíz és kátrány** keletkezik. 350-450 °C hőmérsékleten a szén lágyulási folyamatai játszódnak le, mely nem a szervetlen hamu alkotók olvadását jelentik. A fekete szeneknél 550 °C hőmérsékleten megszűnik a kátrány képződés és a hőmérséklet emelésével jelentőssé válik a kátrány bomlása. Munkánk fenti folyamatok a teljessé tételét tüztük ki célul. A fenti folyamatok lassan játszódnak le a koksizáló rendszerek párhuzamos, kívülről fűtött falai keresztül áramló hő hatására. A szilárd fázis a lágyulás-szilárdulás folyamatától eltekintve stacioner állapotban van. Ezt a stacioner állapotot kellett megváltoztatnunk.

5. Elgázosítási technológiák ismertetése.

Alapvetően három részben eltérő rendszerű elgázosító rendszert használnak, melyek alapvető különbsége a nyugvó, izzó szén ágyon keresztül vezetett gázban (és ebből következően a termékekben) különböznek jelentősen. Levegő, vízgőz, vagy ezek elegyének aláfűvatása történik, a termékgázok nem kerülnek visszajáratásra. Mindhárom eljárás jellemzője, hogy szén termikus behatásra **kátrányt fejleszt**, valamint **a keletkező kénhidrogén részben oxidálódik**. A generátor gáz és a kevert gáz gyártása során levegő befűvás hatására a nyert gáz jelentős nitrogén tartalommal rendelkezik. A vízgáz gyártás pedig csak külső hőközlés, vagy időszakos levegő befűvatással játszódik le, ami a kevert gázt eredményezi, mivel ugyan a vízgáz keletkezése endoterm folyamat, és a képződött termékek jelentős hőenergiát visznek magukkal. [3].

Mindhárom eljárásból hiányzik az eltávozó gázok/gőzök magas hőmérsékletű szénággal való érintkezése, ami meghatározóan alacsony hőmérsékletet és ezzel együtt járó hatásfokot eredményez.

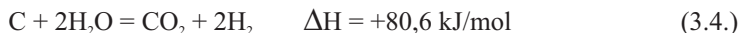
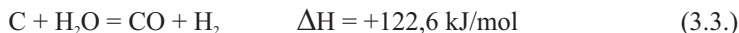
A széntartalmú anyagok gázosítására/elgázosítására szolgáló műveletek a különböző korú szenek és koks széntézisgázzá való alakítása kapcsán alakultak ki [4]. Az eljárás során a széntartalmú anyag egy részének szén-dioxiddá égése biztosítja azt a magas hőmérsékletet, melyen az endoterm folyamatokban - részben vízgőz felhasználásával hidrogén és szén-monoxid tartalmú gáz keletkezik. Az alkalmazott hőmérséklet több száz °C, az égési zónában elérheti az 1100-1300 °C hőmérsékletet. Az alkalmazott hőmérsékletet meghatározza a salak lágyulási hőmérséklete, többek között ezért is szükséges a meddő eltávolítása. A szükséges magas hőmérsékletet biztosító exoterm folyamat a szén egy részének teljes oxidációja: $C + O_2 = CO_2$

$$\Delta H = -394,8 \text{ kJ/mol} \quad (3.1.)$$

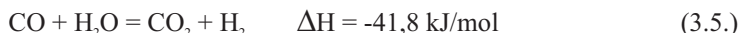
Ezt kísérí magas hőmérsékleten a keletkezett szén-dioxid redukciója szénen:



A víz jelenléte, mely a bevitt nyersanyag víztartalma, molekulabomlásból keletkezett víz, vagy direkt vízgőz bevezetés egyaránt lehet, a szénből, a molekula-arányoktól függően a hidrogén mellett szén-monoxidot, illetve szén-dioxidot eredményez:

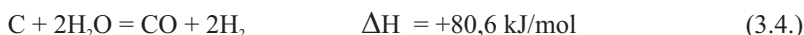
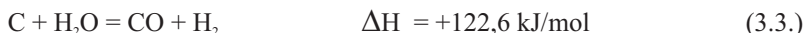
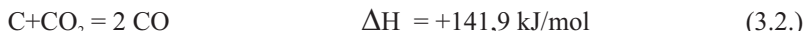


A hidrogén-koncentráció növelhető a szén-monoxid konverziójával, majd a keletkezett szén-dioxid vizes kálium-karbonátos kimosásával.

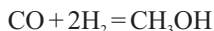


A konverzió katalitikus körülmények között külön reaktorban játszódik le, a szén-dioxidot kimossák a megfelelő szintézisgáz előállítására.

Nyilvánvaló, hogy a kátrány keletkezésével és a szintézisgáz nitrogén tartalmával nagy technológiai teher hárul a szintézisgáz további feldolgozására. Ezek figyelembe vételével terveztük meg az egyetlen reaktortestbe elhelyezett félkoks gyártó és elgázosító rendszert. Abban az esetben, ha a félkoks gyártása során keletkező szén-dioxidot, valamint vizet keresztül vezetjük az oxigén befúvással kialakított 1050 °C hőmérsékletű szén/félkoks rétegen, akkor azok külső források nélkül biztosítják a hidrogén és szén-monoxid gyártás egy jelentős hányadát. A három folyamat hőszínezete endoterm:



Az utóbbi folyamat előnybe részesítésével (optimalizálásával) a metanol gyártás nyersanyaga áll elő:



3. Kátránymentes ki- és elgázosítási laboratóriumi kísérleti eredmények

A fázisarányok meghatározására 25 mm átmérőjű, 800 mm hosszú csöveket használtunk. A felhasznált csökemencék hatásos fűtési hosszának megfelelően 110 mm hosszan töltöttük meg, kisebb mint 10 mm szemcseméretű kezeletlen szénnel. A cső betáplálási pontján 1 dm³/h nitrogén áramot használtunk a bomlástermékek kihordásának elősegítésére. Az anyaghalmozatot két végén acél hálózattal leszorítottuk, ezzel elérve a szénrel kitöltött csőprofil. Közeliítőleg 60 g mintát használtunk fel, minden mintát a pirolízis előtt és után szobahőmérsékleten lemérve. Az elvételi ponton jeges vízzel hűtöttük a kivezető fém csövet a kondenzáció elősegítésére. A nem kondenzálódó kátrány megkötésére a kondenzálódó folyadék fázissal nem érintkező gézburkolatba foglalt gyapot szűrőfelületet alakítottunk ki. A keletkezett gázokat gazométerben fogtuk fel. Eredményeinket a 2. táblázatban mutatjuk be. A hőmérséklet szabályozót 750 °C hőmérsékletre állítottuk be. Ingadozása ± 15 °C volt.

Minta	Víz, %	Kátrány, %	Svélgáz, %	Félkoksz, %
Farkaslyuk 2,8(11)	21	6	15	58
Farkaslyuk 14	22	9	16	53
Farkaslyuk 2.3	24	7	14	55
Márkushegy 3	19	11	18	52
Márkushegy 9/2	20	12	19	49

2. táblázat. Vizsgálati minták pirolízis termékei

4.1. Szénleparlási gázok reakciójának vizsgálata félkoksz ágyon.

400g nyers szén töltetekkel pirolízis kokszot állítottunk elő 750 °C hőmérsékleten. 1000 °C hőmérsékleten a keletkezett pirolízis gázok és kátrány átalakítása fő tömegében szén-monoxidot és hidrogént tartalmazó nyers szintézis gázt eredményezett. Az acél csőben az előzőekben leírt módú nitrogén bevezetése után helyeztük el a nyers szenet tömörítve 110 mm hosszán, majd 150 mm-rel utána az előre az ugyanazon szén mintából előállított félkokszot szintén 110 mm hosszban. A félkoksz hőmérsékletének előírt értékre állítása után elkezdjük a nyers szén hőmérsékletének emelését és vizsgáltuk a kilépő oldalon a gáz összetételének és kátrány tartalmát (3. táblázat).

Ebben a rendszerben a keletkezett gázokban a nitrogén koncentrációja 1% alatt, a kénhidrogén koncentrációja pedig 0,1% alatti, ezért ezeket nem vettük figyelembe a táblázatban közölt adatoknál. A nitrogén molekuláris állapotban volt, a kén-tartalom az erősen redukzív atmoszférában H₂S formát öltött. Mérését elektrokémiai úton szulfid-selektív elektróddal oldottuk meg.

Az intenzív kénhidrogén fejlődés a pirolizálódó nyers szén hőmérsékletének 520 °C fölé emelkedésekor volt megfigyelhető. A gázfejlődés a pirolízis hőmérséklet 750 °C-ra növelését követően drasztikusan csökkent, majd megszűnt.

A pirolizálódó nyers szén tömegcsökkenése 60 g behelyezett mintára 30-35 g volt, szignifikáns eltérés nem volt érzékelhető a felhasznált mintáknál. A szintén 60 g félkoksz, mint a pirolízis folyamat termékeinek reagense 1000 °C hőmérsékleten a keletkezett pirolízis vízből származó oxigénnel reagált szén fogyaszt eredményező módon szén-monoxiddá, illetve szén-dioxiddá, ugyanakkor a kátrány és a svélgázok bontásakor karbon lerakódás jelentkezett. Így a magas hőmérsékletű ágy fogyása csak mintegy 30-35 százalékos volt.

Ez jelentősen nő, ha a rendszer hőn tartását oxigén befúvással érjük el. Kátrány tartalom 1% alatt volt.

Minta	H ₂ , %	CO, %	CH ₄ , %	CO ₂ , %
Farkaslyuk 2,8(11)	42,5	49,5	7,5	0,5
Farkaslyuk 14	43,2	47,7	6,6	2,3
Farkaslyuk 2.3	44,3	50,75	3,4	1,55
Márkushegy 3	45,3	49,9	3,5	1,3
Márkushegy 9/2	47,6	49,5	2,5	0,4

3. táblázat. A termék gázok összetétele

4.2. Vízgőz és szén-dioxid bevezetése a félkokszos rendszerbe.

A következő vizsgálati szakaszban arra kerestük a választ, hogy a félkokszo formára kigázósított minták milyen mértékben alakíthatók át szintézis gáz komponensekké kívülről beadagolt vízgőz és szén-dioxid segítségével a fenti 1000 °C hőmérsékleten.

Ennek érdekében acél csőben a 4.1. pontban leírt módon összeállított rendszerbe szén-dioxid gáz, illetve vízgőz bevezetésével (folyékony állapotban adagolva, elgőzölgötetén keresztül) végeztük el a mérést a Boudooard egyensúly, illetve a vízgáz-reakció alkalmazhatóságát vizsgálva. Az acél cső közepén helyeztük el a szén mintából előállított félkokszt (60 g) 110 mm hosszban. A félkokszo hőmérsékletét fokozatosan emelve (inertizálás érdekében a melegítés kezdetétől 1 dm³/h szén-dioxid áramot alkalmazva), annak előírt 1000 °C értékre állítása után elkezdtek a gázfejlődés mértékét szem előtt tartva, maximum 200 mm vízoszlop túlnyomást megengedve bevezetni két különböző kísérletben a reagenseket (víz, illetve szén-dioxid).

4.2.1. Szén-dioxid reagens alkalmazása:

Az előírt hőmérséklet elérését követően 10 dm³/h gázáramot alkalmaztunk. A keletkezett gázt gázométerben gyűjtöttük és átlagmintákat analizáltunk. Az eltávozó gázok sem kén vegyületeket, sem kátrányt nem tartalmaztak. A gázösszetételeket az 4. táblázatban mutatjuk be. A hidrogén és metán tartalom arra utal, hogy a félkokszo gyártását követően még jelentős mennyiségű kátrány alkotó maradhatott, bár ezek az izzó szén ágyon maradéktalanul elbomlottak. Öt óra alatt mintegy 90 dm³ nyers szintézis gáz keletkezett. A reakció közben 28-30 g tömegcsökkenést mértünk.

Minta	H ₂ , %	CO, %	CH ₄ , %	CO ₂ , %
Farkaslyuk 2,8(11)	5,4	83,7	6,8	4,1
Farkaslyuk 14	3,2	85,1	5,3	6,4
Farkaslyuk 2.3	4,3	81,8	8,4	5,5
Márkushegy 3	6,2	78,9	5,4	9,5
Márkushegy 9/2	6,8	81,2	6,7	5,3

4. táblázat. Gázösszetételek 1000 °C hőmérsékletű szénágyon átvezetett szén-dioxid hatására.

4.2.2. Vízgőz reagens alkalmazása:

Az előírt hőmérséklet elérését követően 9 g/h víz áramot alkalmaztunk (az acélcsőben maradéktalanul elgőzölgött). A keletkezett gázt gázométerben gyűjtöttük és átlagmintákat analizáltunk. Az eltávozó gázok kén vegyületeként <0,01%, kátrányt <0,1% tartalmaztak. A gázösszetételeket az 5. táblázatban mutatjuk be. A szén-dioxid és metán tartalom arra utal, hogy a félkokszo gyártását követően még jelentős mennyiségű kátrány alkotó maradhatott, bár ezek az izzó szén ágyon maradéktalanul elbomlottak. Négy óra alatt mintegy 120 dm³ nyers szintézis gáz keletkezett. A reakció közben 23-26 g tömegcsökkenést mértünk.

Minta	H ₂ , %	CO, %	CH ₄ , %	CO ₂ , %
Farkaslyuk 2,8(11)	49,1	45,5	4,1	1,3
Farkaslyuk 14	48,1	47,5	3,1	1,3
Farkaslyuk 2.3	50,4	46,3	1,8	1,5
Márkushegy 3	52,1	42,1	3,5	2,3
Márkushegy 9/2	52,7	42,3	3,6	1,4

5. táblázat. Gázösszetételek 1000 °C hőmérsékletű szénágyon átvezetett vízgőz hatására.

5. Folyamatos technológiai felépítés

A kísérleti eredmények alapján a technológia összeállítása a következő lépés. Az eljárás szerinti gázosító reaktorban csak meddő mentesített szén használható fel. A meddő előzetes eltávolítása a kisebb energia felhasználást, valamint a meddőben található ritka földfémek egyszerűbb kinyerését szolgálja.

Ha a mechanikai előkezelés eredményes volt, akkor az alapanyag hamutartalma 5-15% közötti. A technológia alkalmazásával a szén tömegének ez a része, azaz 5-15%-nyi tömege kerül majd a ritkaföldfém irányú feldolgozásra. Ennek részleteivel nem foglalkozunk.

Mivel nem égetés, hanem elgázosítási folyamatról van szó, ezért a vezérlést az egyes tengelyeken feltüntetett hidrogén, szén és oxigén tartalmat jelző háromszög diagram munkaterületére állítjuk be. Így információt kapunk arra nézve is, hogy milyen fajlagos oxigén áramot kell biztosítani az optimális szintézisgáz termelés érdekében.

A Technológia fő eleme az egytestű és egyterű reaktor, ami azt jelenti, hogy a meddő mentesített szén ki- és elgázosítása egy megnyújtott, ferde reaktortérben történik. A kokszt előállító rendszerbe gáztömör zsilipes adagolóval, szén-dioxid védőgáz alkalmazásával történik az anyag betáplálása. A szén betáplálását előnyösen szakaszosan, és rendszeres időközönként végezzük. A koksztoló mintegy 30 fokos lejtésű orsós rendszerű, az anyag továbbításával egyenletes tömegáramot tud biztosítani és segíti a hőátadást a köpenyben ellenáramban áramló forró gázoktól.

A reaktor egy burkolt és szigetelt egységet alkot, amely rendelkezik a fenti szén beadagoló rendszerrel, továbbá oxigén és vízgőz beadagolási lehetőségekkel valamint egy szabályozott salak eltávolító rendszerrel (pl. rostély). Ez lehet hűtött vagy hűtés nélküli, anyagától függően. Az elgázosító rész külső fűtéssel működik, melyre felhasználjuk a reaktorunk alsó rostélya mellett kiáramló legalább 1000 °C hőmérsékletű gázkeveréket. Így tehát az elgázosításhoz szükséges hőt az egytestű és egyterű reaktorban generáljuk, ahol ezzel a hővel hőátadás révén felhevítjük az alapanyagot és azt a szén lepárlás klasszikus elemeire bontjuk. Az egytestű és egyterű reaktorban az egymást követő reakciók térben kialakult hőmérsékleti zónák szerint eltérő zónákban zajlanak le. A stabil működés érdekében a reaktorban stacioner állapotot tartunk fenn, azaz az egymást követő reakciók az egyenletes áramlásnak köszönhetően, mindig a reaktor azonos részén zajlanak le, éppen ott, ahol a reaktor kialakításakor megterveztük.

A reaktor fala kellő szigetelésű, azaz nem engedjük a keletkező szintézisgázok hőtartalmát a reaktor falon keresztül elveszni.

A reaktor folyamatos üzemelésre alkalmas, azaz folyamatos (vagy rendszeres) beadagolás mellett a reakcióhoz szükséges oxigént és vízgőzt is folyamatosan adagoljuk be, a keletkezett szilárd mellékterméket egy vízzáron keresztül távolítjuk el.

A fő terméket jelentő nyers szintézisgáz is folyamatosan áramoltatjuk át a reaktor hőátadó rendszerén keresztül az elgázosító köpenyébe, ellenáramú megoldással. A mintegy 200 °C hőmérsékletre lehűlt nyers szintézis gázok tovább hő hasznosítása a szén-dioxidot elnyelt vizes kálium-hidrokarbonát oldatból a szén-dioxid kiűzését oldja meg. Ennek érdekében már tovább hűtött, az elnyelt szén-dioxidot már nem tartalmazó kálium-karbonát oldatot közvetett légkihűtéssel alkalmassá tesszük a lehűlt nyers szintézisgázból a szén-dioxid elnyelésére.

A szén-dioxid mentesített gázokat vas(III)-hidroxid szilárd tölteten nyeletjük el, ahonnan vizes ammónium-szulfidos mosással eltávolítható.

Ezután történik meg az elemi kén kiválasztása az ammónium-poliszulfid oldat termikus kezelésével. Ezzel a módszerrel már a szén kén tartalma elemi kénként, mint másodnyersanyag rendelkezésre áll. Mivel a gázok jellemzően redukzív atmoszférát adnak a kén-hidrogén formában található.

A szén alapanyagtól függően akár 1200 °C-t is elérhetünk a reaktor gáz kilépési pontján, azonban a salak lágyuláspontja a meghatározó. Ugyanakkor ezzel a keletkezett félkokszerű alapanyag, valamint a gázfázis kellő hőfokra hevítését a reakciótermékek biztosítják. Így bekövetkezik az alapanyag tervezett szintű dekompozíciója. A parciális oxidációt és teljes dekompozíciót feltételezve CO₂, CO és H₂ gázok keletkeznek a reaktorban. A gázok összetétele alapvetően a beadagolt alapanyagoktól függ, de bizonyos határok közt az üzemelési paraméterekkel befolyásolni tudjuk.

A gázosításhoz oxigént (esetleg max. 2% levegő vagy 5% inert gáz tartalmú gázt) használunk, folyamatos üzemmenetben. A szintézisgáz H₂ tartalmának képzéséhez vizet adagolunk a reaktorba injektálással vízgőz formában, valamint a nyersanyag víztartalmával és nem utolsósorban gőz formában a reaktortér hőmérsékletének szabályozására. A reaktorban a reakció hőfokot az betáplált szén és a gázok áramlási sebességének a szabályozásával állítjuk be. Az égéshez szükséges oxigént és a szintézisgáz képzéséhez szükséges vizet közvetlenül a felhevített szénből nyert kocszra adagoljuk a reaktor belsejében elhelyezkedő bontó terekbe.

A szén-dioxid kimosása után a haloidokat 5 ppm koncentráció alá szorítjuk a megfelelően méretezett adszorber toronyban. A torony elnyelő képességét folyamatos gáz detektorral ellenőrizzük, kimerülés esetén egy párhuzamosan bekötött toronyra kapcsoljuk a gázáramot, míg a kimerült toronyból eltávolítjuk az elreagált megkötő anyagot, ami pl. mészkő alkalmazása esetén CaCl₂, azaz kalcium-klorid tartalmú anyag lesz, amely értékesíthető, így hulladékot nem képez!

Irodalom:

[1] Nagy Gábor: A Mátrai Erőmű működése és környezeti hatásai. kornyezet.elte.hu/kornytan/Zarovizsga/Vedes_prezi/110628/MagyGabor.pdf.

[2] Tamaga Ferenc, Farkas István: A kőszénbányászat helyzete és lehetőségei Magyarországon.

ME 2014-4.indd - Magyar Energetikai Társaság.

[3] Tisztaszén technológiák, szénelgázosítási kísérletek. Kállay András Arnold, Szemmelveisz Hodvogner Katalin, Woperáné Serédi Ágnes, Nagy Gábor.

[4] Reményi Károly: A szénhasznosítás új lehetőségei. Magyar Tudomány, 2001/11

[5] Veszélyes Hulladékok kezelése (ártalmatlanítása, illetve hasznosítása). Szerkesztette Raisz Iván. Készült a Környezetvédelmi Minisztérium megbízásából. 2002.

ÜVEGHÁZ GÁZOK, TÉNYEK ÉS ELKÉPZELÉSEK

Dr. Raisz Iván, Raisz Iván jr., dr. Sándorné dr. Raisz Ildikó

ABSTRACT

To a certain extent, the issue of carbonation / decarbonisation has become a political and business policy issue. Some details of this and their effects are presented in two areas. Comprehensive findings can be made by examining the data of the various energy carriers and reservoirs. Some details show inaccurate / incomplete data that are used to try to achieve product and technology priorities. On the other hand, we show how to reduce the carbon footprint of carbon based fuels by recovering and utilizing the carbon dioxide produced. In an example we have today, the paper cup example illustrates how to ignore real data can lead industries astray.

1. Bevezetés

A karbonizáció/dekarbonizáció kérdésköre bizonyos mértékben politikai és üzletpolitikai kérdéssé vált. Ennek bizonyos adatait és azok hatását két területen mutatjuk be. Átfogó megállapításokra juthatunk a különböző energiahordozók és tárolók adatainak vizsgálatával. Egyes részletek jól mutatják a pontatlan/hiányos adatokat, melyekkel operálva termék- és technológia prioritásokat próbálnak elérni. Másrészt bemutatjuk, hogy hogyan lehet a szénbázisú tüzelőszervezetek karbon lábnyomát csökkenteni a keletkezett szén-dioxid kinyerésével és hasznosításával. Egy napjainkban felkapott példán, a papír pohár példáján bemutatjuk, hogyan lehet a valós adatok figyelmen kívül hagyásával tévútra vezetni iparágakat, felhasználókat.

2. Meghatározó alapanyagok és technológiai lépések

Mindenek előtt vizsgáljuk meg, hogy milyen anyagokat és miért tekintenek üvegház gázoknak (ÜHG). Az 1. táblázatban összefoglaljuk a leginkább jelentős üvegház gázoknak tekintett komponenseket.

Gáz típusa	Szén-dioxid egyenérték	Élettartam (évek)	GWP Idő horizont		
			20 év	100 év	500 év
Szén-dioxid	1	>100			
Metán	21	12	62	23	7
Dinitrogén-oxid	310	114	275	296	156
HFC-134a (fluorozott szénhidrogének)	6500	13,8	3300	1300	400
HFC-23 (fluorozott szénhidrogének)	9200	260	9400	12000	10000
Kén-hexafluorid	23900	3200	15100	22200	32400

1. táblázat. Különböző gázok élettartama és globális felmelegedési potenciálja

A felsorolt gázok különböző hatékonysággal és élettartammal visszaverik az infravörös tartományban a Földről a világűrbe kibocsátandó energiákat. Ennek persze jelentős szerepe van abban, hogy az éjszakai órákban az igen jelentős energia leadás (kihűlés) ne bekövetkezzen be. A hatásmechanizmus során az egyes szerzők nem veszik figyelembe, hogy az elnyelési sávok részleges egybeesése miatt a visszatartási számításokban túlzások vannak. Az energiatermelési technológiák jelentős mértékben befolyásolják az ÜHG kibocsátást és a nemzetközi egyezmények által minimálisnak tartott kibocsátási eljárások alkalmazását presszionálják. A 2. táblázatban bemutatunk egy 2004-ben összeállított adatsort, melyben az adott energetikai technológiák kibocsátási tartománya található tonna CO₂/GWh egységben.

Technológia/alapanyag	Kibocsátási tartománya tonna CO ₂ /GWh egységben
Lignit	1062-1372
Szén	757-1085
Olaj	657-866
Földgáz	398-499
Napelemek	13-104
Vízenergia	4-120
Biomassza	15-49
Szél	7-15
Nukleáris	3-20

2. táblázat. Energia termelő rendszerek ÜHG kibocsátása.

A táblázatban szereplő adatok más szerzők szerint ettől lényegesen eltérhetnek. Jó példa erre a nukleáris energia termelésre jutó üvegház gáz kibocsátására az ENS elemzése [1]: A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA), a Világ Energia Tanács (WEC) és az OECD Nemzetközi Energiaügynökség (IEA) által közzétett tanulmányok, becslések szerint az életciklus alapján a nukleáris energiatermelés ÜGH kibocsátási intenzitása 2 és 59 tonna (szén-dioxid-egyenérték tonnában kifejezve) 1 GWh-ra jutó villamos energia esetében (t CO₂eq / GWh). Ebből következik, hogy nem helytálló az az állítás, hogy a nukleáris energiának nincs üvegházgáz hatása.

Jelentős eltérések adódnak a földgáz felhasználás kapcsán az egyes irodalmakban, illetve nem nyomon követhető a kitermelés és szállítás ÜHG kibocsátása. A palagáz kitermelési légszennyezése során már találunk, meglehetősen eltérő adatokat a kitermelési környezetszennyezésre. Meg kell jegyezni, hogy a fűrési égésből származó konkrét ÜHG-kibocsátások erősen függenek a kitermelhető földgáz mennyiségétől. A fűrés során eléggő CO₂ mennyisége a fűrés mélységétől függ. Minél alacsonyabb a kutankénti földgázhozam, annál magasabb a kitermelt földgáz 1 MJ-jára jutó ÜHG-kibocsátás. Erre vonatkozó ismertetést találunk az IP/A/ENVI/ST/2011-07 kiadványban [2]. Meg kell jegyezni, hogy a fűrési égésből származó konkrét ÜHG-kibocsátások erősen függenek a kitermelhető földgáz mennyiségétől. A fűrés során eléggő CO₂ mennyisége a fűrés mélységétől függ. Minél alacsonyabb a kutankénti földgázhozam, annál magasabb a kitermelt földgáz 1 MJ-jára jutó ÜHG-kibocsátás. A haynesville-i Louisiana pala esetében az egy kút életciklusára számított, ([Howarth et al 2011) tanulmányában jelzett földgázhozam meglepően magas (210 millió m³ a többi pala- és beágyazott gáz mezőknél feltüntetett 35 – 55 millió m³-hez képest). (Cook et al 2010) szerint a haynesville-i Louisiana pala esetében az egy kút életciklusára számított hozam középértéke 75 millió m³ a (Howarth et al 2011)- nál szereplő 210 millió m³ helyett. Ha a 75 millió m³ valós adat, és a visszafolyásból származó metánkibocsátás állandó, a tényleges metánkibocsátás 9,0% lenne a (Howarth et al 2011) 5. táblázatban feltüntetett 3,2% helyett. A haynesville-i Louisiana pala esetében a visszafolyásból származó ÜHG-kibocsátások 20 g/MJ-ről 57 g/ MJ-ra növelnék a kitermelt gáz tekintetében akár csak a palagáz termelési visszafolyásból származó ÜHG kibocsátást. Ez pedig még csak a kitermelési folyamatban a visszafolyási 15,8 tonna szén-dioxid/GWh terhelés. Érdemes foglalkozni a cseppfolyósított földgáz (LPG), mint az utóbbi időben növekvő mennyiségben földgázt továbbító rendszer kibocsátásaival.

A 3. táblázatban mutatjuk be az LPG tankerek üzemanyag fogyasztását és emisszióját mozgás közben és kikötői üzemmódban, valamint 1 tonna üzemanyagra jutó emittált gázokat g-ban [3].

	Üzemanyag kg/MWh	NOx	SO ₂	CO ₂	PM	Nem metán szerves gőz	CH ₄	N ₂ O	CO
LPG óceán	258	41	49	3179	7.6	2.4	0.05	0.08	7.4
LPG kikötő	278	33	49	3179	7.8	2.4	0.05	0.08	7.4

3. táblázat. LPG kibocsátások.

Az LNG-szállítás gazdaságossági vizsgálata során a VGF&hkl kifejti, hogy a földgáz nagynyomású szárazföldi szállítóvezetékes szállítása felső határát 4000 km-nél szokták meghúzni, mert e távolság felett már több gázt kell felhasználni a szállítóvezetési kompresszorok hajtására, mint a szállított gáz mennyisége. (A tengerbe fektetett szállítóvezetékek esetében ezt a határtávolságot 1200 km körül húzzák meg.) Ez egyben azt is jelenti, hogy 4000 km-en túl az LNG-szállítás már gazdaságosabb.

A hat meghatározó hazai kompresszorállomás 2017-ben $17,663 \cdot 10^9 \text{ Nm}^3/\text{év}$ földgázt szállított. A földgáz komprimálásához $61,395 \cdot 10^6 \text{ Nm}^3/\text{év}$, míg a fűtőgáz felmelegítéséhez $115 \cdot 10^6 \text{ Nm}^3/\text{év}$ földgázt használt fel.

Ez azt jelenti, hogy:

Szállított: $17,663 \text{ GNm}^3/\text{év}$ $34,6 \cdot 10^6$ tonna CO₂ kibocsájtásával jár elégetés után.

Felhasznált: $0,176 \text{ GNm}^3/\text{év}$ $0,345 \cdot 10^6$ tonna CO₂ kibocsájtást eredményez a komprimálás és hűtés/fűtés. Természetesen a felhasználási égetés ezt nagyságrenddel megnöveli. Ez csak a hazai felhasználásra, illetve az országon keresztül szállított gázra vonatkozik.

Világosabb képet kapunk a földgáz szállítási energia felhasználására és ÜHG adatokra, ha megvizsgáljuk a Beregdaróc 2 kompresszor állomás szállított és elégetett gázturbina fűtőgáz adatait [5], bár az adatsorokból hiányzik a direkt villamos energia felhasználás. 2017 februárban a komprimált gáz térfogata $820 \cdot 10^9 \text{ Nm}^3/\text{hó}$, a kezelés során felhasznált gáz térfogata $2,52 \cdot 10^6 \text{ Nm}^3/\text{hó}$. Az itt keletkezett CO₂ tömege mintegy $4,95 \cdot 10^6 \text{ kg}$.

Megfelelő adat áll rendelkezésünkre a hazai kompresszor állomások teljesítményéről és annak ÜGH terheléséről.

Ennek megfelelően nézzük meg a Magyarországon meghatározó orosz földgáz szállítási távolságát. Hivatalos adatokhoz nem hozzájutva, mintegy 4000 km a szállítási útvonallal mellett legalább a Beregdarócon t kivetett földgáz mennyiség kétszeresét kellett betáplálni.

A földgáz felhasználásakor tehát a szállító rendszerben és az energiatermelő rendszerben 1 GWH teljesítményre mintegy 200 tonna szén-dioxid keletkezik. Nem rendelkezünk információval a permafrost degradációja és üzemzavarok metán kibocsátásáról, de azok nagyságrendi növekményeket eredményeznek.

A földgáz szállítási útvonalak során a permafrost degenerációja indult meg és egyre jobban kiteljesedik. G. Matyshak közleményéből [4] komoly figyelmeztetések olvashatók ki. A gázszállító csővezeték közelében a talaj melegebb. A csővezeték lezáró talajok átlagos éves hőmérséklete 2-3-szor magasabb a zavartalan talajok átlagos hőmérsékleténél. A csővezeték lezáró talajok nyári hőmérséklete 5-10 ° C-kal magasabb és a csővezeték 2-3 hónapig fagymentes.

A laboratóriumi kísérletek kimutatták, hogy a csővezeték körüli talaj biológiai aktivitása jelentősen megváltozik: megnövekszik a mikrobiális biomassza, megnőtt a labilis szerves anyag (WEOC, WEON). A meleg gázzal rendelkező csővezetékek építése és hasznosítása (a metán-víz kristályhidrátok kialakulását kívánják megakadályozni) a földgáz melegítésével, ami önmagában jelentős energia felhasználás és ÜHG emissió a melegítő technológiák miatt) a Permafrost övezetben jelentős melegítő hatást fejt ki. A csővezeték által melegített sáv szélessége mindkét oldalon akár 30 méter is lehet. Tehát - észak-oroszországi gázvezeték-rendszer mentén több száz km² kriogén táj van az ütközési zónában. Ennek fő eredménye az állandó fagy lebomlása és az ökoszisztéma megváltozása. A természet a puffer rendszer, és képes szabályozni a hatást, de jelentős mennyiségű talajban megkötött metán emisszióját eredményezi. A meleg gázvezeték hatása az éghajlatváltozás hatásainak tanulmányozásakor tekinthető az északi ökoszisztéma meleg hatásai modelljének.

A megújuló energia források közé kell számítanunk a szél, nap és víz erőműveket, de nem lehet a biomasszát felvenni. Jó példa erre a Drax Erőmű - Nyugat-Európa legnagyobb szénerőműve volt, olyan, mint sok atomerőmű. A 4 Gigawatt teljesítményű létesítmény az 1970-es években és a '80 -as években épült, hogy felhasználhassák a rendelkezésre álló szénvagyonot. . Az olcsó feketeszen, amely az ipari forradalmat hajtotta végre, a legtisztább a fosszilis tüzelőanyagok közül. Az éghajlati szennyezés és a halálos levegőszennyezés ellen, tisztább energiaellátási alternatívákat vezettek be.

A biomassza tüzelés kezdeti lendülete a felhasználás elterjedésével egyre több mérési adatot eredményezett, ennek alapján nagy volumenű ellenőrző méréseket végeztek [6]. Angliában és egész Európában a megújuló energia legnépszerűbb forrása a fa. De a fák - elsősorban az Egyesült Államokban - darabolása és a fák égetése gyorsabban melegíti a bolygót, mint a szén. A Drax és hasonló cégek ugyanakkor pénzügyi támogatást kaptak a szénről a fára való áttéréshez. Ennek oka az EU éghajlati szabályainak beépített kiskapu. Ez a kiskapu a fa égetésével előállított villamos energiát „szén-semleges” vagy „nulla kibocsátású” energiaforrásnak tekintette, mint a napelemeket vagy szélturbinákat. Amikor a nagy európai országok erőművei fát égetnek, az általuk bejelentett szén-dioxid-szennyezés csak a fás tüzelőanyag előállításához és szállításához szükséges fosszilis tüzelőanyagok égetéséből származik. Az európai jogszabályok feltételezik, hogy a fából előállított tüzelőanyagok közvetlenül égés közben kibocsátott levegő szennyezésnek nincs jelentősége, mert azt a helyettesítő fák újra felszívják. A feltételezés kényelmes, de helytelen. Az éghajlattudomány több mint 20 éve visszautasítja azt. Nem veszi figyelembe azokat az évtizedeket, amíg egy helyettesítő erdő olyan nagyra nőhet, mint egy, amelyet energiaért vágtak le, vagy annak eshetőségét, hogy egyáltalán nem fog megújulni. A feltételezés azt is figyelmen kívül hagyja, hogy egy fa elveszti a szén-dioxid felszívódási képességét, miután kivágták, pelletizálták és elpárolgottak. A számviteli trükk lehetővé teszi az energiaipar számára, hogy évente több tízmillió tonna széndioxidot úgy engedjen a levegőbe, és úgy tesz, mintha az nem létezne.

A Drax adatainak elemzése azt mutatja, hogy kazánjai 15-20% -kal több széndioxidot bocsátanak ki, amikor fát égetnek, mint amikor szenet égettek. Ez nem befolyásolja még az erdő azon képességének elvesztését sem, hogy megszűnik, illetve nagyságrenddel csökken a szén-dioxid elnyelés, majd pótlólagos fásítás következik be. A faállomány a természeti viszonyok és fafajták függvényében átlagosan évi 5-7% fatömeg növekedést eredményez csak az adott időponti faültetvénynek.

A Drax nem az egyetlen erőmű, amely szénből fára váltott át, de ez a legnagyobb. Több fa pelletet importál, mint bármely más, mivel üttörője egy új biomassza-energiaellátási láncnak. (A biomassza energiája a szerves anyag elégetésére vonatkozik, amely energiát, hőt vagy elektromos áramot termel.) A Selby utolsó aktív szénbányájának beszállításakor a Drax elektromos áramának közel fele biomasszából származik - főleg fa pelletből. Ez adja Európa megújuló energiájának csaknem felét. A környezet terhelés számításakor nem vették figyelembe a pellet készítés és szállítás szén-dioxid kibocsátását.

A fa csendesén vált a legnagyobb forrássá az EU-ban „megújuló” energiának. Az Európában a faégetés ugyanannyi energiát termelt, mint tavaly 620 millió hordó olajat égettek el (mind az erőművekben, mind a ház fűtéséhez). Ez segít a nemzeteknek az EU éghajlat-változási törvényeinek papíron való megfelelésében, de nem a szellemben.

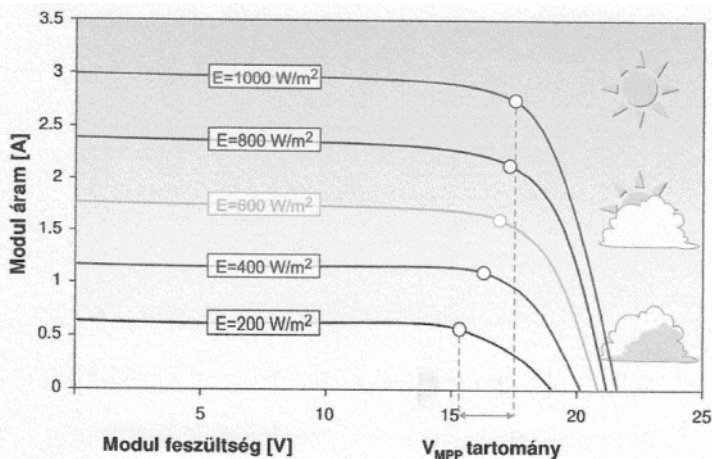
Az EU Környezetvédelmi Ügynökségének tudományos bizottsága 2011-ben figyelmeztetett, hogy a „bioenergia számviteli hibájának” óriási potenciális következményei vannak a bolygó erdőire és az éghajlatra.

A megújuló energiák között számon tarthatjuk az áramló víz és a szél energiáját, valamint a nap energiájának átalakítását. A két áramló közeg felhasználásának környezet terhelés adatai természetesen földrajzi elhelyezkedés és évszakok által determináltak, rendelkezésre állásuk a víz áramlása kapcsán energia tárolására is alkalmas. A napenergia felhasználás esetén bizonyos gondot okoz, hogy a napelemek teljesítményének hőmérséklet függését részletesen vizsgálva nem kívánatos eredményeket kaptak. Ezt vizsgálta Bodnár István [7]. A lényegét jól mutatja az 1. ábra.

A további kutatások, új anyagkombinációk valamelyest tompíthatják majd a helyzetet, azonban a ma tapasztalható napelem használat növekedési trend vissza fog esni. Az MIT kutatói [8] kiszámították, hogy minden egyes Celsius-foknyi melegedéssel 0,45 százalékos termeléseszköcsökkenést produkálhatnak a napelemes modulok. Noha a szilícium alapú egységek teljesítménye szerintük mindenütt esni fog (a szórás 15-50 kWh/kW közötti), a leginkább érintett területeknek az Egyesült Államok déli részét, Afrika déli részét, illetve Közép-Ázsiát találták.

3. Az előállított energia tárolása.

A különböző villamos energiát előállító technológiák eltérő felfutású és lecsengési karakterisztikával rendelkeznek. Az áramló fluidumokkal működő rendszerek esetében rövid lecsengéssel az áramtermelés megszüntethető, azonban a tárolási kérdéseket is vizsgálni kell. Kézenfekvő megoldásnak tekintik az akkumulátorok alkalmazását. ennek problémáit sem lehet elhallgatni. Az egyes akkumulátorokban a tárolási veszteség 15-25 % körül mozog, folyamatosan működtetett esetekben (raktárak targoncái) az alsó küszöb telítettség elérése után azonnal kezdődik a feltöltés és üzembe visszaállítás, így gyakorlatilag nincs holt időbeni veszteség. Természetesen az akkumulátorok előállítás is üvegház gázok kibocsátását eredményezi. A svájci „ÖKOMÉRLEG” cég (ESU-Services) japán környezetvédelmi jelentés adatai alapján számította ki a kibocsátást, amely 123 kgCO₂/kWh értékre adódott (a Maxwell Corp. gyártmánya).



1. ábra. Kristályos szilícium napelem modul I-V-karakterisztika görbéi különböző besugárzási értékek esetén állandó hőmérséklet mellett (Kép: Solarpraxis AG, Berlin, Germany).

A német energetikai és környezetkutatási intézet (IFEU, Heidelberg) által kiszámított kibocsátás 125 kgCO₂/kWh volt. A svéd IVL intézet tanulmánya (2017) még magasabb értéket tart reálisnak, mégpedig 150-200 kgCO₂/kWh-t.

Dr. Anisits Ferenc és, Dr. Tóth László: A lítium-akkumulátorok gyártásának és újrahasznosításának CO₂ mérlege munkájában tér ki erre [9]. Lényeges kérdés a töltési ciklusok száma és ennek értelmében az akkumulátor használati ideje. Itt is a piaci viszonyok javítása érdekében sokan figyelmen kívül hagyják a valós tényeket. A legújabb fejlesztések esetében az akkumulátor által gazdaságosan elviselhető töltések száma az 1000 körül mozog. A realitások megismerésére két, töltés közben folyadékűtést nem igénylő fejlesztés adatai:

BMW i3 22 kWh (18,8 kWh kivehető), LMO/NMC, 60 A prizmatikus cellák. Akkucsomag tömege: 204 kg

Hatótáv: 130-160 km, töltés ~4 óra otthon (230 V, 30 A); 30 perc villámtöltővel 80 %-ra, illetve (50 kW DC).

Nissan Leaf 30 kWh; Li-mangán, 192 cellás léghűtéses. Akkucsomag tömege: 272 kg. Hatótáv: 250 km, töltés 4 óra otthon (230 V, 30 A).

Tömegközlekedési járművek esetében egyre jobban terjednek a szupercellák (kondenzátorok), melyek a jármű fékezésekor termelődő energia felhasználását végzik.

A termelt villamos energia tárolásának egy másik módja, könnyen tárolható és kezelhető újabb energiahordozó előállítása. Ebben kiemelkedő szerepe volt Oláh Györgynek és kutatócsoportjának. A kezdeti kísérletek geotermikus energia segítségével előállított villamos energia és az ezzel termelt hidrogén, valamint a gőzzel feláramló szén-dioxid felhasználása teremtette meg az elfogadható költségű lehetőséget. További fejlesztések révén már olyan elektrolizáló rendszereket fejlesztettek ki, melyek megfelelő pH-jú víz bontásával 30 bár nyomású hidrogént és oxigént termelnek. A nyert oxigént tüzelőszervezetben felhasználva kapott széndioxiddal már a metanol gyártás alapanyagai megfelelő nyomáson rendelkezésre állnak [10].

4. Törekvések a keletkezett szén-dioxid kinyerésére és hasznosítására.

Az energetikai rendszerekben keletkezett szén-dioxid eltávolítására általában két módszer valamelyikét használják:

tüzelés utáni („post-combustion”) és tüzelés előtti („pre-combustion”) eljárás. Egyesek külön választják az oxyfuel tüzelést, amikor az égetésre növelt oxigén tartalmú (szélsőértékben tiszta oxigén) "égéslevegőt" használnak fel, de ez is égetés után következő eltávolítás, mely a magasabb szén-dioxid koncentrációból következően már egyszerűbb, gazdaságosabb eljárás. Persze tiszta oxigén alkalmazása esetén a tüzelőszervezet lényegesen drágább. Ennek egy közbenső megoldását mutattuk be [11], amikor a tüzelő szerkezet költség kordában tartása érdekében a levegő nitrogén tartalmát keringetett szén-dioxiddal helyettesítettük. Ebben az esetben nincs tüzelő szerkezet költség növekedés és atmoszférikus nyomású kálium-karbonát oldattal nyertük ki a szén-dioxidot extra, környezetet terhelő aminok mellőzésével. Az aminos és egyéb szerves ágensok használata során az elnyelető rendszerből távozó gázok toxikusak. EP2268774 számú szabadalmunkban a teljes szén-dioxid mennyiség elnyelése érdekében még 30 bar nyomást kellett alkalmaznunk, a [11] eljárásunkban már elegendő volt az atmoszférikus nyomás, mert csak az égéskor keletkezett szén-dioxidot kellett eltávolítanunk, az "oxigént hígító" szén-dioxidot nem.

Carbon Engineering (CE) vállalat 68 millió dollár (mintegy 19 milliárd forint) friss tőkét kapott az amerikai Chevron, Occidentaltól és az angol-ausztrál BHP-től, a világ egyik legnagyobb szénkitermelőjétől a széndioxid eltávolítására [12]. A dekarbonizálásáról szőtt kanadai elképzelés lényege, hogy a légköri levegőt egy ventilátorokkal teli hűtőtoronyba szívják be, ahol egy többlépcsős, bonyolult vegyi folyamatban dolgozzák fel a gázt. A folyamat eredményként a levegő szén-dioxidja elkülöníthetővé válik. Nyilvánvaló, hogy a légköri maximum 0,035% körüli szén-dioxid eltávolítás kisebb hatásfokú és nagyobb költségű, mint a direkt füstgáz mosás.

A megfelelő tüzelési eljárások a kapcsolt szén-dioxid kiválasztási technológiákkal versenyképessé teszik a széntüzelésű erőműveket, illetve szén elgázosító rendszereket az ÜHG kibocsátási konkurencia harcban.

Az energia termelő technológiák és nyersanyagok kiválasztásánál világossá kell tenni, hogy mely eljárásoknál van egyáltalán lehetőség a keletkezett szén-dioxid kiválasztására, majd hasznosítására. Ha azokat kis üzemekben kell kezelni (pl. gáz szállítási útvonalakon mintegy 150-200 kilométerenként (földgáz továbbító gázturbinák sora), vagy pl. egy Mátrai Erőmű füstgázának kezelése a feladat, akkor nagyságrenddel nagyobb és biztosan üzemelő rendszert eredményez. A gázturbinák esetében nincs lehetőség oxyfuel, vagy azt közelítő tüzelési eljárásokra sem. Végül, de nem utolsó sorban a hazai szén több mint 100 évi termelésre rendelkezésre áll és nem kell kockáztatni külföldi érdek- és politikai csoportok szerint a folyamatos üzemelést.

5. Technológiai összehasonlítás termék előállításának ÜHG kibocsátásának vizsgálata eltérő nyersanyagok felhasználásával.

5.1. Egyszer használatos csomagoló anyagok előállítása.

HORVÁTH Anikó és STIPTA József összehasonlító vizsgálatot végzett egyszer használatos üveg és PET palackokra [12]. Vizsgálataik során megállapították az energia felhasználás és a gyártási szén-dioxid kibocsátás értékeit.

<i>Típus: 1 liter térfogatra</i>	<i>Energia, MJ</i>	<i>Szén-dioxid kibocsátás, kg</i>
<i>PET palack egyutas</i>	7,08	0,568
<i>Üveg palack egy utas</i>	12,82	1,02
<i>PET palack visszaváltható 10 szerez felhasználás</i>	1,856	0,119
<i>Üveg palack visszaváltható 10 szerez felhasználás</i>	2,43	0,17

4. táblázat. Az üveg és a PET-palackok környezetterhelésének összehasonlítása

A fentiekből látható, hogy a nem visszaváltható PET-palackok életciklusa kevesebb energiafelhasználással jár, mint a nem visszaváltható üvegpalackoké; ezáltal a kibocsátott szén-dioxid mennyisége is jelentősen kisebb. A tízszeres csere forduló esetében az arányok még jobban eltolódnak az üveg kárára a nagyobb tömeg és a törékenysége miatt is.

Ezt követően az egy utas csomagoló anyagok vizsgálatánál az üveg helyett a papír bázisú anyagokat hasonlítjuk össze a szénhidrogén bázisú műanyagokkal, illetve ezen belül az LLDPE, mint az egyszerű használatos poharak alapanyagával.

<i>1 tonna gyártott termékre</i>	<i>Energia, MWh/t</i>	<i>Szén-dioxid kibocsátás, t/t</i>
<i>LLDPE</i>	1,83	0,28
<i>Papír</i>	5,7	0,5

5. táblázat. LLDPE és papír gyártási energia felhasználása és szén-dioxid kibocsátása (vonatkozó BAT alapján)

A papír gyártás során a szén-dioxid kibocsátáshoz hozzá kell számolnunk azt a szén-dioxid mennyiséget is, melyet a már kivágott fa nem köt meg. 1 tonna papír előállításához átlagban 2,5 tonna fát kell feldolgozni, melynek éves növekménye átlagosan 5% körül van, erre az el nem nyelt szén-dioxidra is kell gondolni, amikor papír pohárból fogyasztunk bármit.

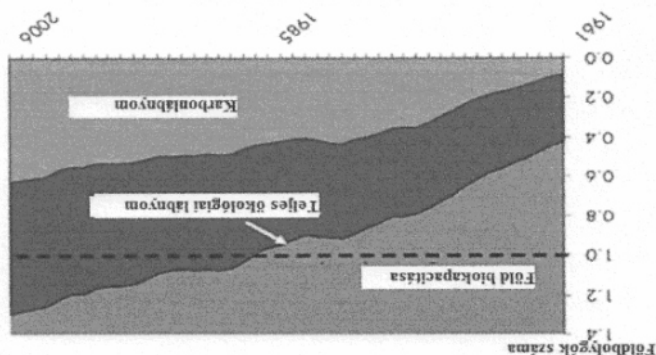
Egybevetjük az eltérő alapanyagok esetén az alapanyag gyártási energia felhasználását és szén-dioxid kibocsátását, valamint a gyártási folyamatok egyéb emisszióit. A felhasznált adatok az adott termékre hatályos BAT előírás szerint alkalmazottak. Ki kell térnünk a gyártási folyamatok egyéb résztvevőire is, melyek túlmutatnak a karbon lábnyomon és ökológiai lábnyomként aposztrofálják azt.

<i>Technológiai lépés</i>	<i>1 tonna gyártott termékre kibocsátott szennyező anyag, kg.</i>	
	<i>LLDPE</i>	<i>Papír</i>
<i>Víz felhasználás, m³/t</i>	1,8	80
<i>Füst/por kibocsátás g/t</i>	27	1200
<i>VOC g/t</i>	730	18*10 ³
<i>COD g/t</i>	68	50*10 ³
<i>Inert hulladék kg/t</i>	1,3	41
<i>Veszélyes hulladék kg/t</i>	0,8	0,2
<i>Kén-dioxid g/t</i>		3000
<i>Nitrogén-oxid</i>		1150

6. táblázat. a vizsgált technológiai lépések környezetet terhelő kibocsátásai, melyek jelentős kockázatot jelentenek a bioszférára.

Mivel az LLDPE gyártása során jelentéktelen a víz szennyezés, ezért a kiemelkedő toxikus fém vegyületek adatait nem vettük fel a táblázatba a papír gyártása esetében sem. Az eltérés még jelentősebb, ha figyelembe vesszük, hogy a cellulóz rostokat összetartó műanyag applikációkat használnak, ez lehet LLDPE, de akár melamin-gyanta is, mely mérgező.

Az egyszer használatos tárgyak (pl. műanyag poharak) környezet romboló hatása elleni küzdelemben nem szabad nagyobb környezet terhelésű cikkeket előállítani, azon az alapon, hogy az hamarabb elbomlik. A hulladékot kell gondosan kezelni és annak feldolgozásával a földből már kinyert szén vegyületeit átalakítással, elgázosítással és egyéb üzemszerűen működő eljárásokkal visszavinni az alapanyag forgalomba.

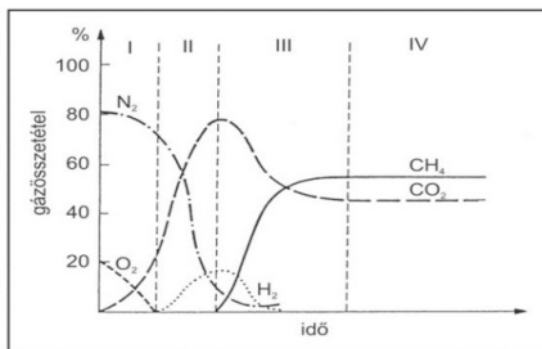


2. ábra. A Föld biokapacitásának összetevői [13]

Az ábrából jól látható, hogy nem elegendő az egyes technológiák ÜHG adatai alapján döntést hozni, az egyéb kibocsátások elemzése is szükséges.

5.2. Szennyvíziszap környezet terhelésének vizsgálata.

A szennyvíziszap komposztálásának folyamata jól gépesíthető, hőmérséklet tartománya maximum 20-70 °C, döntően aerob, de jelentős mértékben anaerob folyamatok is lejátszódnak. Jól mutatja ezt a 3. ábra [14].



3. ábra. komposztálás során keletkezett biogáz összetétel a komposztálási idő függvényében.

Megfigyelhető, hogy az anaerob szakaszban megindul a metán keletkezése és az eljárásban nyert biogáz átlagosan 55% metánt és 27% szén-dioxidot tartalmaz. Az eljárás során a levegő áramot fokozva csökkenthető a metán mennyisége, azonban ez folyamat hőmérsékletének csökkenésével jár együtt (kapacitás csökkenés következik be). Ha az üvegház hatás vizsgálatánál nem is vesszük figyelembe a jelentős villamos energia felhasználást, akkor is a szén-dioxid mellett keletkező metán 1kg-ja 23 kg szén-dioxidnak megfelelő üvegház gáz hatású.

Abban az esetben, ha a víztelenített, szárított kommunális iszapot elégetjük, akkor a teljes széntartalmat szén-dioxid formájában kapjuk meg, és nem kell a komposztálás során, majd a maradékból még a talajban keletkező jelentős ÜHG hatású metánnal számolnunk. A talaj/növényzet számára fontos kálium, foszfor, kalcium és nyomelemek rendelkezésre állnak

Az égetés során az iszapokban egyre nagyobb mennyiségben található gyógyszer maradékok is megsemmisülnek, valamint az iszap nitrogén tartalma nem fog túlzott ammónia termeléssel kárt okozni az ültetvényben.

Az ilyen ÜHG vizsgálatok is nagy segítséget nyújtanak a Föld bio-kapacitásának túllépésével együtt járó degradációs folyamatok elkerülésének

Irodalom

- [1] ENS Issue No. 21 Summer(July 2008)
- [2] IP/A/ENVI/ST/2011-07 A palagáz és palaolaj kitermelésének hatásai a környezetre és az emberi egészségre. PE 464.425.
- [3] Update on emissions and environmental impacts from the international fleet of ships: the contribution from major ship types and ports S. B. Dalsøren^{1,3}, M. S. Eide², Ø. Endresen², A. Mjelde², G. Gravir², and I. S. A. Isaksen^{1,3} Published: 24 March 2009 Atmos. Chem. Phys., 9, 21712194, 2009
- [4] G. Matyshak, O. Goncharova, A. Bobrik, D. Sukhova, N. Petrzhik, R. Kireev: Heat line in permafrost - a large experiment of transformation of the Arctic ecosystems. XI. International Conference on Permafrost. Potsdam, 20-24 June, 2016.
- [5] Energetikai szakreferensi jelentés ESZ-HU-2017FGSZ LG Energia Kft.
- [6] John Upton: Pulp Fiction, 2015 Climate Central.
- [7] Bodnár István: Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok, (2017) XII. évfolyam, 4. szám, pp. 195-191.
- [8] Ian Marius Peters, Tonio Buonassisi: On Climate Change and Photovoltaic Energy Production Physics and Society *last revised 18 Aug 2019*.
- [9] Mezőgazdasági Technika, 2017. október 9.p.2-4.
- [10] Iván Raisz: Eco-Methanol from municipal waste (Pilot system). 6th year of international conference Briquetting and Pelleting. Bratislava 25th-26th of January 2012.
- [11] Raisz Iván: Barnaszenek energetikai felhasználása hőerőművekben szén-dioxid és egyéb környezetet terhelő anyagok kibocsátása nélkül. Kiegészítő villamos energia tároló rendszer. A bányászat és a feldolgozóipar jövője. 51. Bányagépészeti és Bányavillamossági Konferencia. Balatongyörök 2018.09.27-28. ISBN 978-963-87684-7-6. p. 25-32.
- [12]. (David W. Keith, ,Geoffrey Holmes, David St. Angelo, Kenton Heidel: A Process for Capturing CO₂ from the Atmosphere. Published June 07 2018 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joule.2018.05.06>).

[12] Csomagolóanyagok környezeti hatásvizsgálata Nyugat-Magyarországi Egyetem, 9400. Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4. Magyarország, INNO-NATURA Környezetvédelmi és Innovációs Közhasznú Társaság, 9471. Nemeskér, Fő u. 18. Magyarország.

[13] Bakosné Dr. Böröcz Mária: Az életciklus elemzés módszerének használata és karbon lábnyom számítás alapjai Szent István Egyetem Szaktanácsadási és Továbbképzési Központ. Global Footprint Network alapján.

[14] dr. Barótfi István: Környezettechnika Mezőgazda Kiadó 5.11. fejezet.

[15]

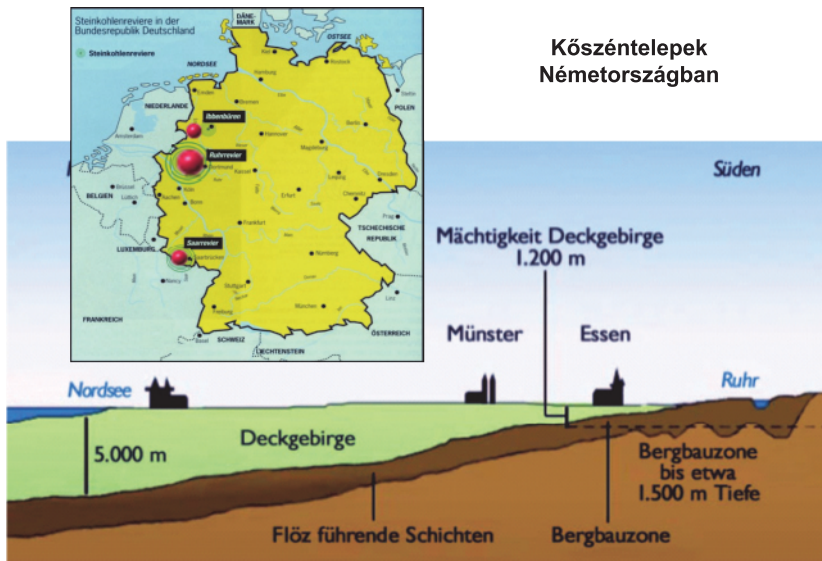


Szénfejtés fejlődése a külszíni bányásztól a táron át a mélybányászatig.

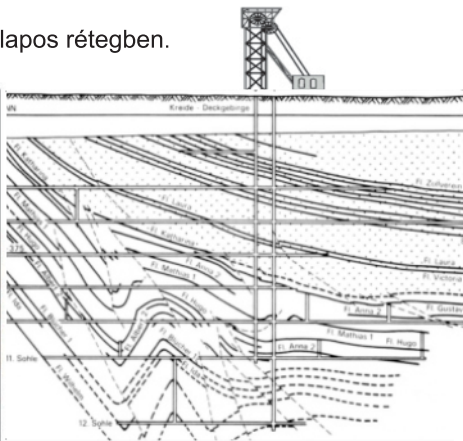
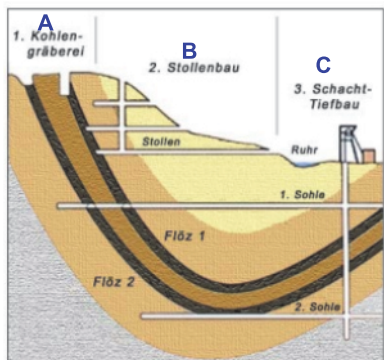


A német kőszénbányászat története.

- 1296** Az első német bányász egy dortmundi dokumentumban van említve.
„Conradus filius Conradi, Colculre de Schuren“ alatt
(Konrad fia Konrad, szénhűtő Schüren-ből)
- 1439** Adolf von Berg átengedte a szénjogosultságot Johann Schürennek.
- 1566** megalakult az első bányászati közösség (társaság).
- 1737** Az első kötelező biztosítás bevezetése „Knappschaft“ (bányásztestület)
- 1840** Egy millió tonna német kőszén kibányászása.
A 19. század közepétől az 1960-as évek végéig tartó időszakot „a kőszén századának“ nevezik. Ebben az időszakban a kőszén volt az első számú energia forrás. Ez volt az iparosítás alapja és motorja Németországban.
- 1949** Az első pánccélkaparó beépítése a Ruhr vidéken (Jacobi akna).
Ezzel együtt az egyedi tám nélküli frontfejtés és a gépesített széntermelés bevezetése a szengyaluval és a réselőgéppel – melyeket a nagyműtű Wesfalia Lünen és Gebrüder Eickhoff cégek fejlesztettek ki és állítottak be.
- 1956** Az éves széntermelés elérte a legmagasabb szintet 125 Mio tonnát.
- 2018 December 21-én az utolsó darab kőszén felszínre hozása– és lezárás.**

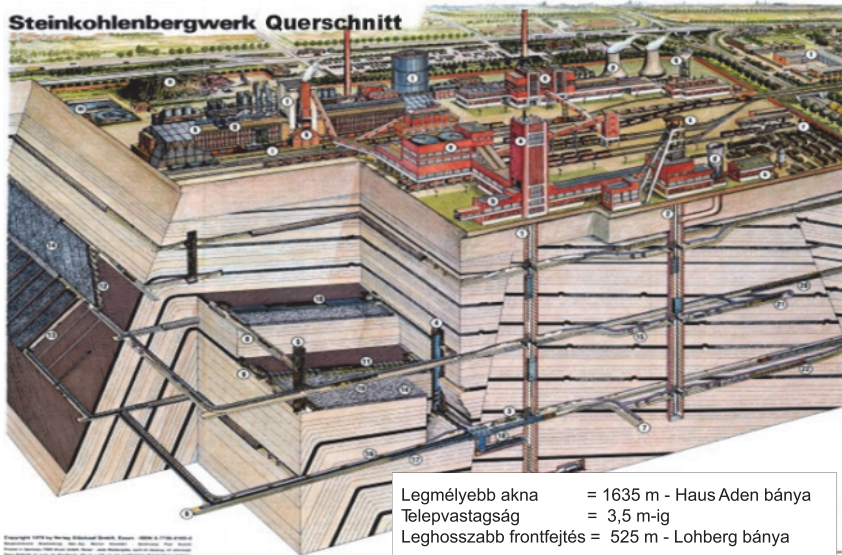


Széntelepek meredek, ferde és lapos rétegben.



A lyukban A történő külfejtéstől, a táron B át a C mélybányászati.

Steinkohlenbergwerk Querschnitt



Legmélyebb akna = 1635 m - Haus Aden bánya
Telepvastagság = 3,5 m-ig
Leghosszabb frontfejtés = 525 m - Lohberg bánya

A nagy lépés!

Gőzzel működő szivattyúk és vitlák.

A növekvő szénigény arra kényszerítette a bányászokat, hogy mélyebben hatoljanak a telepbe.

A fő probléma a felszín alatti vizek fokozott beáramlása volt.

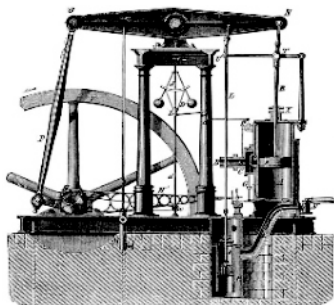
A bányászok a 18. század végéig viszont csak olyan energia forrásokat ismertek mint – a saját izomerejük, a lovak és az ökrök ereje, valamint a szél és a víz ereje. Ennek megfelelően a víz emelése nagy kihívás volt.

Ezt a nehézséget a gőzzel működő erőgépek, például szivattyúk és vitlák (szállítóberendezések) használatával sikerült leküzdeni.

Thomas Newcomen már 1712-ben használta az első gőzzel működtetett vízszivattyút az angol bányászatban.

A gőzzel működtetett szivattyú németországi első alkalmazására 1799-ben került sor a bochumi Vollmond aknában.

Ezt követően működtek az első szállítóberendezések is gőzzel.



A bányászat gépesítése felváltotta a kapát és a lapátot.



Fejtőkalapács



Rázócsúszda



Tárcsás láncosvonszoló



Páncél kaparó



Széngyalu



Réselőgép



1966-ig szolgáltak bányalovak a német bányászatban.

Ez idő alatt, 1913-ban
használták a legtöbb
– 11 742 – bányalovat.



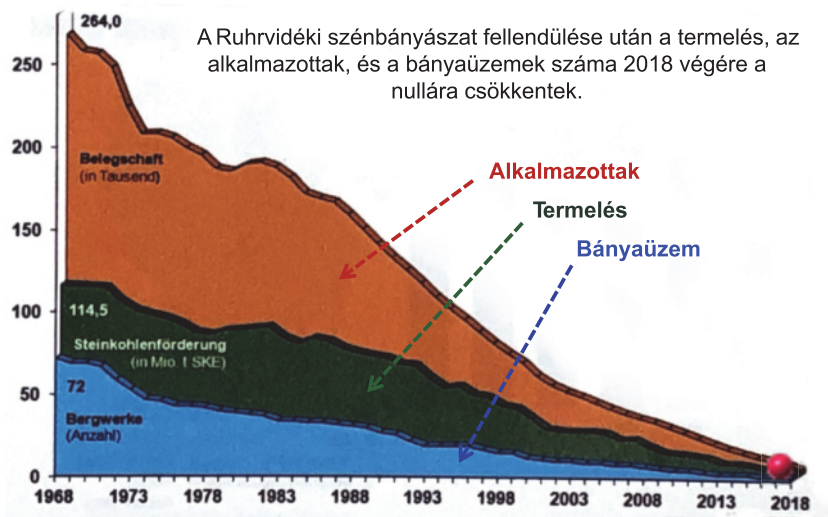
Az 1956-os év volt a legjobb éve a Ruhrvidéki szénbányászatnak.....



600 000
alkalmazott



125 Mio. tonna
termelés



Az utolsó szelet a teljesen gépesített szénjövésztési technológiából, a legmagasabb szintje jövésztéstechnikának.



Kb. 100 Milliárd tonna kitermelt kőszén után a műszak vége az aknában

„Schicht im Schacht“



Mennyi kőszén bányásztak ki Németországban?

A szénipari társulás 1792-ig visszamenőleg dokumentált adatai szerint

pontosan 9 924 003 285 tonna kőszén termeltek ki.

21,6 Milliárd tonna

kitermelhető kőszén még a föld alatt nyugszik.

A szénbányászat következményei.



A 2019-es év

Az Ibbenbüren és Prospel Haniel bányákban 2018-ben teljesített utolsó műszakkal lezárult egy fejezet a hosszú évek óta működő német köszénbányászatban.

A Ruhrkohle Aktiengesellschaft munkája azonban folytatódik.

A társaság továbbra is fontos feladatokat lát el.

Például az úgynevezett örökkévalóság feladatait.

Ezek olyan bányászati következmények, melyek örökké intézkedést igényelnek, ezeket az intézkedéseket 2019-től az RAG alapítvány finanszírozza.

Ezek magukban foglalják a bányavíz összegyűjtését és szivattyúzását, a talajvíz tisztítását és megfigyelését a korábbi bányák területén, valamint a felszíni víz kezelését a bányászathoz kapcsolódó mélyedésekben.

Nem részei az örökkévalóság feladatainak az épületekben, a földben vagy az utakban keletkezett úgynevezett bányakárok.

E károk rendbehozatalát közvetlenül az RAG AG végzi. Ez vonatkozik a 2018 utáni időszakra is.



A szénelhagyás realizálása illetve megvalósítása Németországban

Itt csak az egyik szimbolikus intézkedés történt.
Egy 360 MW-os kőszénérmű lerobbantása Dortmundban.

A kőszén jövőbeli alkalmazása Németországban.

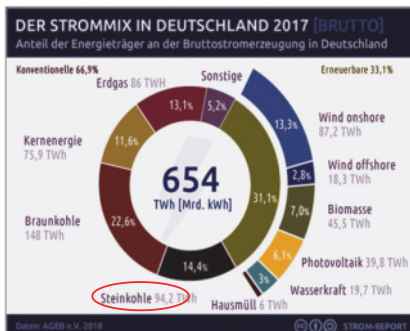
A németországi aktív kőszénbányászat 2018-as befejeződése után a kőszén továbbra is jelentős mértékben járul hozzá az energiaellátáshoz.

A kőszén iránti keresletet a jövőben az importált szén fedezi.

Például: a 2017-es évben összesen kb. 55 millió tonna kőszén került behozatalra Oroszországból, az Egyesült Államokból, Kolumbiából és Dél-Afrikából.



A kőszén erőművek továbbra is az árammixben.



Új kőszén-erőmű Datteln-ben

Import szénrel fűtve.

Csak egy blokkal, a legnagyobb teljesítményű kőszén-erőmű Európában.

Összteljesítmény 1 100 MW

Hatásfoka nagyobb mint 45%



Szén szállítás vízi úton.

Hogyan tovább? A cél tiszta!

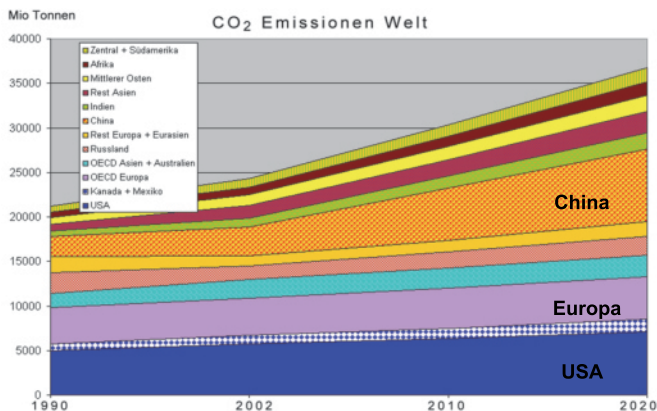
Az energia termelésből származó CO₂ kibocsátást csökkenteni kell a környezet és az éghajlat védelme érdekében.

Ugyanakkor, továbbra is garantálni kell az ellátás biztonságát és a megfizethető villamos energia árakat.

E célok összefogása a legnagyobb kihívás az energia váltásban.

Annak biztosítása érdekében, hogy minden cél megvalósuljon, a közeljövőben - mint áthidaló technológia - a hagyományos erőművek nélkülözhetetlenek. Azok adják a energiaváltás biztonsági hálóját

A 2015. évi párizsi éghajlat változási szerződésben kitűzött célok teljesítése és a globális felmelegedés jóval 2 °C alatti korlátozása érdekében meg kell szüntetni a szénbányászatot világszerte.



A CO₂ főleg szén, olaj és gáz égetésénél keletkezik, valamint a cementgyártásnál és más ipari folyamatokban.

A CO₂ koncentráció most körülbelül 45%-al magasabb mint az iparosodás előtti időkben (azaz 1750 előtt).

Azóta a globális felmelegedés már mintegy 1°C fokkal megnőtt

Így van – és így folytatódik a jövőben, ha a CO₂ kibocsátás értékét nem korlátozzák.

Németország esetében 2038-ra rögzítették a szénkivonást.

Mit jelent ez a szénkivonás?

Németország 2038 év végéig bezár minden olyan villamos energiát termelő erőművet amelyben barna- vagy fekete kőszénen égetnek.

Németország az első olyan fejlett ipari ország, amely ezt a dátumot rögzítette.

Németország 2022 után nem fog atomerőműveket üzemeltetni.

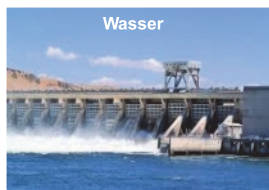
Németország a szénkivonás után - néhány gázüzemű erőmű kivételével - csak a megújuló energiaforrásokból, például szélből, napból és vízből termel majd villamos energiát.



Wind



Sonne



Wasser

De mi a helyzet világszerte?

Ugyan Németország döntött a szén kivonásáról, de világszerte nem ez a helyzet.

Mert a világ 120 legnagyobb szénvállalatnak jelenleg 59 országban éppen 1 400 új erőműve (Dreckschleudern) van tervezés vagy építés alatt.

Így a jelenlegi kapacitás még 670 Gigawattal bővül.

Ez a jelenlegi szén erőmű kapacitások egyharmadának felel meg.





TÁVFÜTÉSI SZOLGÁLTATÁS ELLÁTÁSI BIZTONSÁGÁNAK ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGÁNAK FEJLESZTÉSE A BELGRÁDI FÜTŐMŰVEKNÉL (ESETTANULMÁNY)

Király János okl. bányamérnök, területi képviselő MARKETINFO Bt.
Branimir Vidačić okl. gépészmérnök, igazgató Konyárnyiki Fűtőmű

ÖSSZEFOGLALÓ:

A távhő élvezetének kényelmét kimaradása jelentősen rombolja. Az ellátásbiztonság fokozásának egyik eszköze a visszatérő fűtő/hűtő víztömeg direkt szűrése. Ennek folyamatos üzemű lehetőségét mutatja be írásunk.

1. Bevezető

A Belgrádi Fűtőműveknél 38 hőforrásból termelik a hőenergiát, 2820 MW összes telepített teljesítménnyel. A fűtővízes hálózat teljes hossza kb. 750 km, amelynek több, mint 8500 hőközponti leágazása van.

A távfűtési rendszerhez 15 központi hőforrás tartozik, míg további 23 db az önálló és blokk kazánházak száma.

A Belgrádi Fűtőművek kb. 300 ezer lakásnak szolgáltat hőenergiát. Ezek teljes fűtött területe 17,3 millió m². Továbbá a szolgáltatási terjedelemben kapcsolódik még kb. 4,3 millió m² irodai és üzleti fogyasztói terület is.

2. Az üzemviteli probléma

Az egyes fűtő üzemek szolgáltatási körzetében a távolabb elhelyezkedő fogyasztók időnként nem jutottak elegendő hőenergiához. Ezzel kb. egyidőben a fűtővíz főtávvezeték visszatérő ágában -a kazánok előtt- jelentős (0,8-1,5 bar) nyomásesés jelentkezett. Természetesen mindkét esemény előre nem látható módon és általában egyszerre következett be.

A kedvezőtlen és tervszerűtlen események okát a fűtővíz főtávvezeték visszatérő ágába beépített szennyszűrő gyors eltömődési folyamatában találták meg.

Az alkalmazott szennyszűrő betét egy lapszűrő. Két darab perforált lemez közé beszorított szitaszövet, mely a szűrőházba a folyadék áramlási irányára merőlegesen, kvázi függőlegesen van beépítve. Fő funkciója az 1 mm-nél nagyobb mechanikai szemcsék kiszűrése. Feladatát üzemtől függően 500 és 3000 m³/órás vízhozam mellett látja el.

A probléma lényege: A lapszűrő betét szűrőfelületének szabad áteresztőképessége a távvezeték csőkeresztmetszetének kb. 50%-a. Tehát a szűrő a fűtővíz áramlásának útjában tiszta állapotban is jelentős szűkületet hoz létre. Fojtást eredményez, ami a nyomásvesztéset okozza. A relatíve kis méretű szűrőfelület rövid idő alatt eltömődik, ami tovább csökkenti a távhő ellátás biztonságát.

3. Főbb üzemviteli követelmények az új szűrőbetét megtervezéséhez

- A meglévő szűrőházakat nem lehet átalakítani
- A szűrőbetét működtetése ne igényeljen pótlólagos energiát
- Magas élettartam
- Szabad áteresztő képessége a régi szűrőbetét azonos paraméterének legalább 25-szöröse legyen
- Legalább napi 20 óra folyamatos üzemet biztosítson
- Legyen visszamosható
- Ellenállása tiszta állapotban 0,1 bar-nál kisebb,
- szűrési finomsága garantáltan 1 mm legyen.



1. ábra
Az eredeti lapszűrő



2. ábra
Ecofilt Mikrofilter szűrőegység

4. A műszaki probléma megoldása

A szűrőfelületet, amelyet a 2. sz. ábrán mutatunk be Ecofilt Mikrofilter szűrőgyertyákból alakítottuk ki, ahol az azonos méretű szűrőgyertya csoportok könnyen cserélhető modulokat alkotnak.

Az egyes modulokat védőrács védi a durva mechanikai behatásoktól. A szűrőbetét stabil pozícionálását is megoldottuk. Az alaplemez befoglaló mérete megegyezik a korábbi lapszűrőbetét külső méretével, ezért beépítéséhez nem kell a szűrőházat átalakítani.

Az Ecofilt Mikrofilter szűrőgyertyák magas élettartamúak (10-15 év), ezen túl igen magas az összeroppanással szembeni ellenálló képességük is (25-30 bar). Tiszta állapotban a szűrőbetét ellenállása 0,1 bar alatt van. Az így létrehozott a korábbinál 25-30-szor nagyobb szűrőfelület nemcsak a leválasztott szennyeződések lerakódását, hanem a tapasztalatok szerint a több napos folyamatos üzemeltetést is lehetővé teszi. A szűrő ellenállását folyamatosan figyelve a kívánt időben a visszamosás a korábbi technológia szerint -a szűrőház megbontása és a fűtés megállítása nélkül- elvégezhető.

5. Az üzemi eredmények összefoglalása

Az új szűrőberendezés tesztüzeme Belgrádban, a Konyárnyiki Fűtőműben 2018.09.05-től 2019.04.30-ig valósult meg, azaz egy fűtési szezonon keresztül.

Itt a fűtési rendszer víztöltete 10 ezer m³. A mérési időszakban kb. 16 millió m³ víz folyt át a szűrőkön, ami azt jelenti, hogy a teljes töltet kb. 1600-szor át lett szűrve 1 mm finomsággal. Üzem közben szűrő eltömődés miatt egyetlen alkalommal sem kellett megállítani a szolgáltatást. A szűrő ellenállása a 0,05 bar értéket nem haladta meg, tehát nem tömődött el. A kiváltott szűrőberendezéssel üzemeltetett korábbi fűtési szezonokban a szűrő eltömődése miatt 15-30 esetben kellett a szolgáltatást megállítani!

Megállapíthatjuk, hogy a fogyasztók távhőellátásának szolgáltatási biztonsága lényegesen jobb lett. A tesztüzem letelte után az Ecofilt Mikrofilterrel felszerelt szűrőberendezések folyamatosan tovább üzemelnek.

6. Az elért megtakarítások számbavétele

6.1. Az előző fűtési szezonokban a szűrők eltömődése miatt - megelőzési céllal - öblítéseket végeztek visszamosatással. Ekkor szezononként 10 ezer m³ vizet használtak el az öblítésekhez, jelentős költséggel.

6.2. Az előző fűtési szezonokban a távvezeték hálózatban végrehajtott átépítési, bővítési munkálatok után megnövekedett a szennyterhelés. Ennek következtében előre nem látható módon eltömődtek a szűrők, aminek következtében rendkívüli szolgáltatási leállások következtek be. Az elmaradt szolgáltatások csökkentették az árbevételt.

Az új szűrőberendezés tesztüzeme alatt 5 esetben végeztek bővítési és fejlesztési munkákat a fűtővíz távvezeték hálózaton. Egyik esetben sem kellett a távfűtési szolgáltatást leállítani, így nem történt árbevétel kiesés. Az elmaradt állásidő 20 óra, mely alatt a szolgáltatás folyamatosan biztosította a hőhasználók kényelmét. Az értékesített hőenergia többlet: 2400 MWh. Mely jelentős árbevétel többletet hozott a fűtőmű számára.

A tesztüzem tapasztalatai alapján kijelenthető, hogy az Ecofilt Mikrofilter beruházás megtérülési ideje egy fűtési szezon volt.

Az Ecofilt Mikrofilter iszapszűrők kiválóan teljesítették az elvárásokat. A felhasználók ellátásának biztonsága jelentős mértékben növekedett, ráadásul a víz minősége lényegesen jobb lett. Mindemellett az Ecofilt Mikrofilter iszapszűrők beszerzésére fordított összeg is igen gyorsan megtérült.

A MARÓTÁRCSÁS KOTROGÉPEK NEHEZEN JÖVESZTHETŐ KÖZETBEN VALÓ ÜZEMELTETÉSÉRE VONATKOZÓ KUTATÁSOK ÁTTEKINTÉSE

*Kovács József, András József, András Endre, Popescu Florin Dumitru,
Kertész Ildikó*

ABSTRACT

The Bucket Wheel Excavators (BWE), when operating in faces with hard intrusions (rock structures with increased cutting resistance) are submitted to loads exceeding those arising during the operation in normal conditions. The most vulnerable structural element of the BWE from the point of view of these loads is the boom. The unexpected occurrence of hard formations, produces shocks and vibrations, their unwanted effect being sudden failures of the constitutive elements and, in long term, fatigue, which increases the vulnerability of the mentioned structural element. In the paper we present the results obtained regarding these two aspects of the problem, i.e. the vibration analysis and the fatigue assessment using a new method, issued from the researches performed in the frame of BEWEXMIN project.

1. A marótárcsás kotrógépek gémszerkezetének rezgésvizsgálata

1.1. Bevezetés

Előbbi tanulmányok bemutatták, hogy a marótárcsás kotrógép gémszerkezete ismétlődő és változékony terhelésnek van kitéve. Az ebből eredő rezgéstípusú jel két komponensből tevődik össze. Az egyik a marótárcsa és a gép szerkezetének a saját rezgése, a másik pedig a jövesztési erő, illetve az egyéb dinamikus hatások által gerjesztett rezgés. Ezeknek közeli a frekvencia spektrumuk, ezért nehezen diszkriminálható az átlagos rezgésékből az, amelyik a jövesztési erő változásából ered. Ennek a kérdésnek a megoldása a jelen előadás egyik célja. Ezért, a gémszerkezet digitális modelljén előbb modális elemzést végeztünk, ennek alapján pedig a jövesztési erő egyszerűsített modelljét alkalmazva, mint gerjesztés, az egyszerűsített Rayleigh féle csillapított rezgésmodellt alkalmazva a megfelelő válaszfüggvényeket állapítottuk meg, a SOLIDWORKS programcsomag segítségével.

1.2. Anyag és módszer

A rezgésvizsgálatot egy, a gémszerkezet digitális modelljén végeztük, amelyet SOLIDWORKS programcsomaggal szerkesztettünk. (1. ábra)

A gerjesztő erők a marótárcsa tengelyére hatnak, (1. ábra) mint a jövesztési erők a tengelyre redukált eredője, amelynek időbeli változása a 2. ábrában van kimutatva.

A gerjesztő erők a marótárcsa tengelyére hatnak, (1. ábra) mint a jövesztési erők a tengelyre redukált eredője, amelynek időbeli változása a 2. ábrában van kimutatva.

Az ábrán a szimulált értékeket ábrázoltuk nélkülözve a jövesztési erők véletlenszerű komponenseit. A szabad rezgések kimutatására (amelyek a csillapítás megállapítására szolgálnak) a gerjesztőerő hirtelen megszüntetésével szimuláltuk.

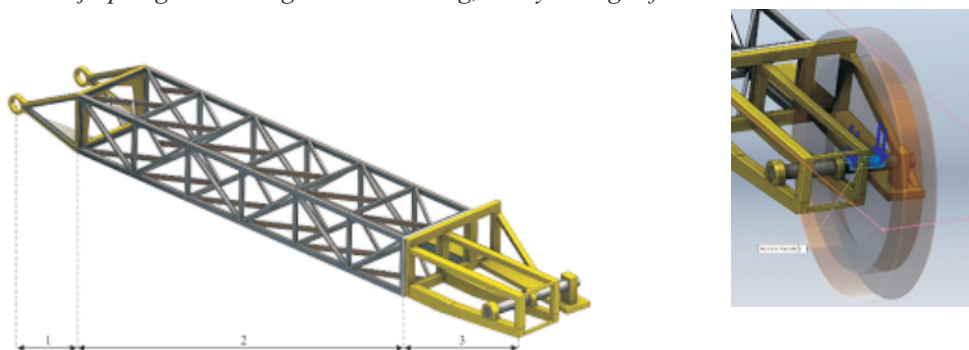
A szerkezet globális csillapítási együttható helyett az és Rayleigh féle csillapítási együtthatókat alkalmaztuk. Ezeknek értékeit előzőleg megállapítottuk, az ismert módszereket alkalmazva, modális rezgéselemzés alapján és a következő értékeket kaptuk:

$$\alpha = 0,247, \quad \beta = 1,613 \cdot 10^{-3}$$

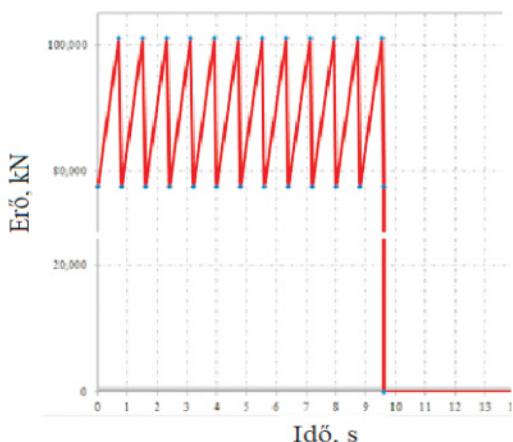
Ahol:

α - a Rayleigh egyenletének a tömegre vonatkozó tagja, amely az alacsony frekvenciákat jellemzi,

β - pedig a merevségre vonatkozó tag, amely a magas frekvenciákra vonatkozik.



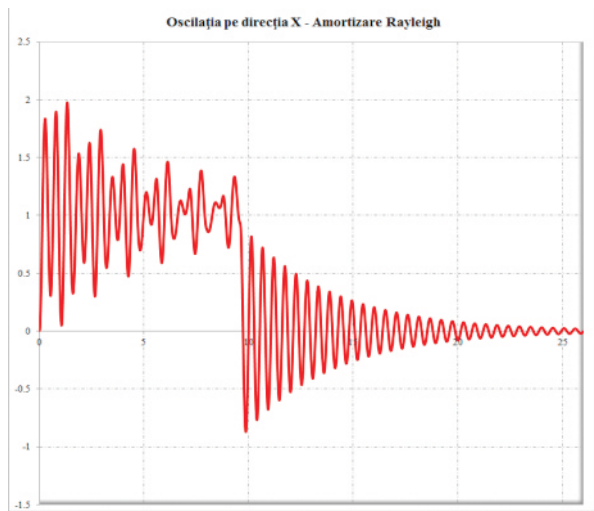
1.ábra A gémszerkezet modellje (bal) és a marótárcsa által ható erők (jobb)



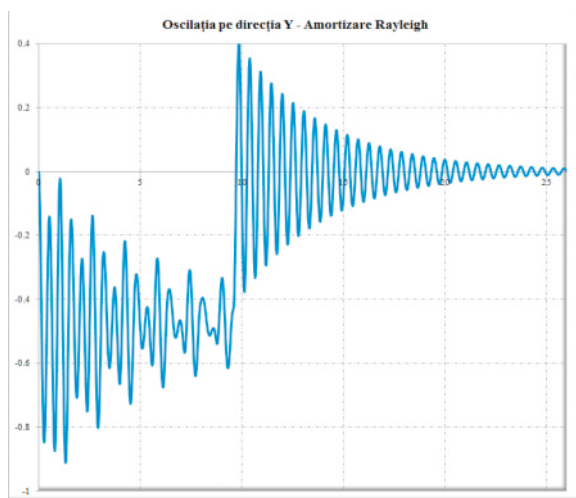
2.ábra A gerjesztőerő időbeli változása

A 3...5 ábrákban a rendszer válaszfüggvényei vannak ábrázolva a három tengely irányú rezgésekre vonatkozóan. A görbék alakjában három részt észlelhetünk:

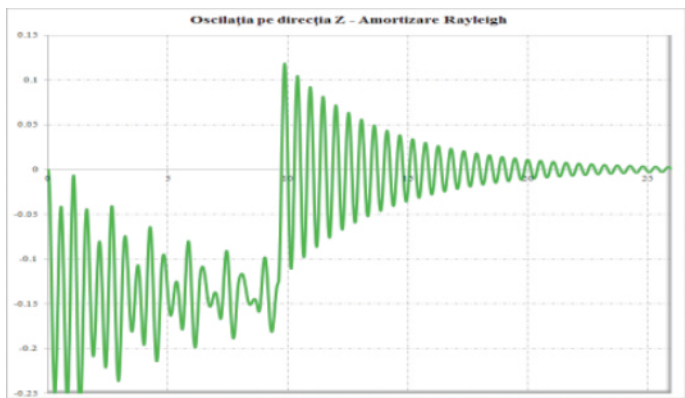
Az első a $(0 \dots 8)$ szekundum időtartamnak megfelelő, és az erő hatásának kezdete által gerjesztett tranziens folyamatot jelképezi ; a második a $(8 \dots 10)$ szekundum időtartamnak megfelelő, és a válaszfüggvény állandó rezgési folyamatra vonatkozik ; a harmadik a gerjesztőerő megszűnése utáni , a rendszer szabad rezgéseire vonatkozik. Itt észlelni lehet a csillapítás folyamatot.



3.ábra A rendszer válaszfüggvénye X tengely irányban

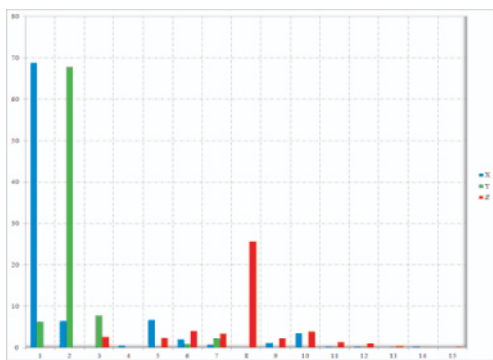


4.ábra A rendszer válaszfüggvénye Y tengely irányban



5.ábra A rendszer válaszfüggvénye Z tengely irányban

A 6. ábrában a modális tömegarányok hisztogramjai vannak ábrázolva, X, Y, és Z. tengelyek irányába. A megfelelő frekvenciaválasz spektrális görbe a 7. ábrában van kimutatva.



6. ábra Modális tömegarányok X, Y és Z tengely irányába



7. ábra A modális válaszspektrum

Következtetések

Úgy a modális elemzés, amelyben globális csillapítás együtthatót alkalmaztunk, mint a válaszfüggvény elemzés, ahol a Rayleigh féle csillapítás együtthatókat vettük figyelembe, kimutatták hogy a maximális elhajlás a 2,07 Hz. frekvenciának felel meg. Ennek a biztonsági sávja (1,656...2,484) Hz. Mivel hogy a gerjesztőerő frekvenciája 1,25 Hz, nem jelenhet meg rezonancia.

1. A marótárcsás kotrógépek gémszerkezete fáradásának vizsgálata

1.1. Bevezetés

A hosszú ideig ismétlődő terhelésnek kitett szerkezetek elemeinek felületi keménység mérés adatai felhasználása, mint a kifáradási állapot mutatója, aránylag új eljárás a szerkezetek elemzésében.

Ezen megközelítés tárgyát többnyire a fémből készült hidak, daruk, épületek tartószerkezete, tenger alatti fémszerkezetek, csővezetékek (amelyek főleg szeizmikus terheléseknek vannak kitéve) és más mechanikai alkatrészek, mint pld. a fogaskerek képezik.

A közelmúltban, a nagyméretű földmunkagépek, mint például a marótárcsás kotrógépek, tehertartó struktúrái, szintén ennek a megközelítésnek lettek a tárgyai.

Kísérleti kutatások alapján megállapították, hogy az acél esetében, a fáradás ellenállási együttható csökkenése összefüggésbe hozható a Brinell-keménység (HB) növekedésével. Annak ellenére, hogy az úgynevezett ciklikus keményedéssel és lágyulással kapcsolatban a szakembereknek különböző véleményük van, az acélelemek képlékeny alakváltozásnak kitett zónák közelében keményedését jelzi a szakirodalom.

Több elméleti megközelítés eredményeit is publikáltak, amelyek közvetve mutassák ki az összefüggést a keményedés és az ismétlődő terhelő ciklusok száma között.

Ilyen pld. az 1.a) ábrában mutatott, a fáradás ellenállási együttható (kifáradási arány) és a Brinell-keménység közötti meghatározott statisztikai korreláció. [7]

Egy másik hivatkozás a Bauschinger hatás új értelmezésére vonatkozik [8], ahol keményedés látható az ismételt hajlító terhelést szenvedő acél lemezek esetében (1. b) ábra).

A jelen dolgozatban tárgyalt keménység növekedést, az ismétlődő terhelési ciklusok számának függvényébe (ezeket a működési idő alapján határoztuk meg), úgy állapítottuk meg, hogy a kotrógép gémszerkezet elemeinek kritikus pontjairól gyűjtött mintákon mért keménység növekedését összehasonlítottuk az azonos márkájú eredeti acél mintákon, amelyeket törésig húzófeszítéssel terhelünk, a törés közelében mért keménységgel.

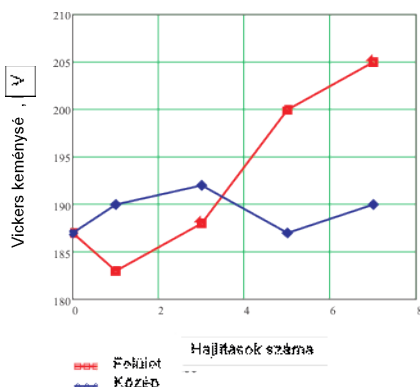
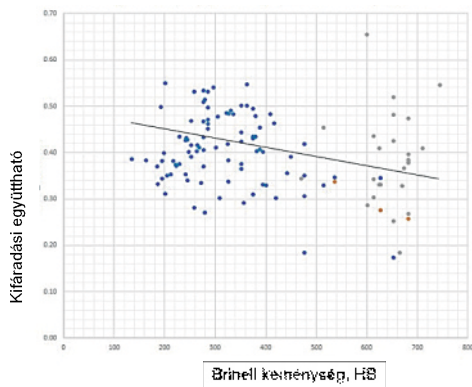
A keménység relatív növekedésének jelentős értéke, arra a következtetésre vezetett, hogy a keménységet a fáradás ellenállás mutatójának lehet tekinteni, azaz hogy a vizsgált szerkezet hátralevő (remanens) élettartamának értékeléséhez alkalmazható.

keményység növekedését a törés közelében, a minta sértetlen részének a keménységéhez viszonyítva;

- keménység és szakítószilárdság mérések a kotrógép gémszerkezetének elemeiből készített mintákon melyek az adott szerkezeti elem megújítása során után meghibásodás esetén helyettesítve lettek;

- keménység mérések in situ a kotrógép gémszerkezetének kijelölt elemeiben, amelyeket végeelem elemzés és meghibásodás történet alapján választottunk ki, egy hordozható roncsolásmentes keménység mérő készülékkel.

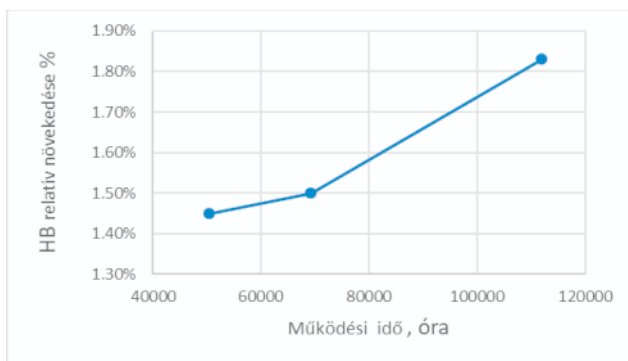
Az eredmények a 8. Ábrában vannak kimutatva.



a)

b)

8. ábra. a) Brinell-keményység növekedése a fáradás ellenállási együttható csökkenésével, [7]szerint; b) keményedés-lágyulás jelenség ismételt hajlítást szenvedett acél lemez [8] szerint

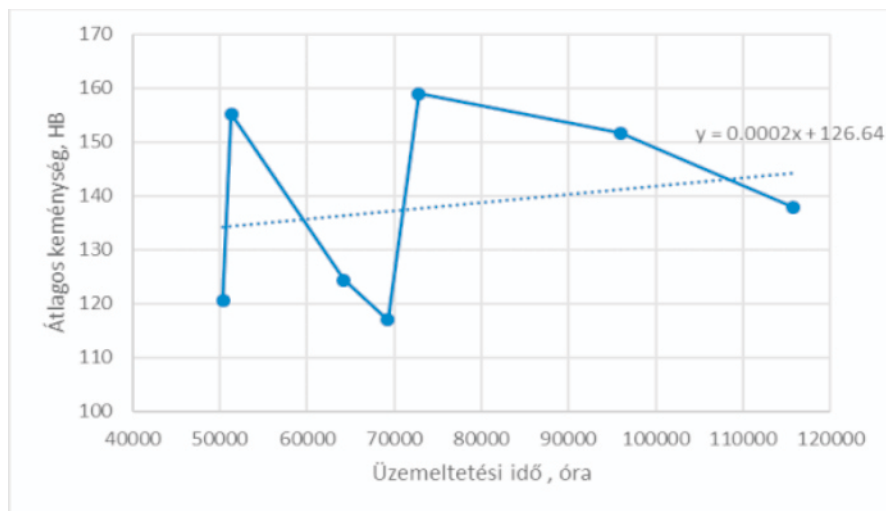


9. Ábra Brinell-keményység relatív növekedése a működési idő függvényében

A keménység mérést kiterjesztettük egy 7 gépből álló ERc1400-30/7 típusú kotrógép flottára az Olténia szén-medence különböző külszíni bányáiból, az azonos részegységre, ill. a gémszerkezetre vonatkozólag.

A 9. ábra a Brinell-keménység relatív növekedését mutatja, a 10. ábra pedig az átlagos keménység összefüggését a az üzemeltetési idő függvényében, a különböző kotrógépek esetében, amelyek gémszerkezeteiből mintadarabokat gyűjtöttünk.

Megfigyelhető, hogy az általános tendencia a keménység növekedése, az utolsó pont érték eltéréseinek oka az, hogy az acél, más jellegű, mint a többi kotrógép esetében, az egyéb eltérések az átlagosításnak és terhelési történetnek (azonos korú gépnek kevesebb üzemeltetési idő) tulajdonítható.



9. Ábra. A kotrógépek gém elemein mért átlagos keménység működési idő szerint

Mindamellet, a gémszerkezet különböző elemeinek a keménysége közötti különbség hasznos információkkal szolgálhat a különböző szerkezeti részek fáradás mértékéről, főleg azok azonosítására, amelyek esetében a meghibásodás valószínűsége nagyobb.

Két ERc1400-30/7 típusú kotrógép gémszerkezetén, amelyek ugyanabban a bányában, hasonló feltételek alatt működtek keménységmérést végeztünk, a gémszerkezet hosszan elhelyezett pontokban, a rácsszerkezetének hegesztett kapcsolatok közelében.

Az adatok feldolgozása után kapott eredményeket a 11. ábrán vannak szemléltetve. Az adatokból kitűnik, hogy átlagosan a keménységi tulajdonságok közötti különbséget nem befolyásolja annyira a kotrógépek működési ideje közötti különbség, mint a rácsszerkezet csomópontjai elhelyezése, az igénybevétel különbség miatt.

Ez a tény, más elemzésekkel összefüggve, hasznos lehet egy komplex, multifaktoriális diszkrimináció-módszer kidolgozásában a gém leginkább veszélyeztetett részeinek az azonosítása érdekében.

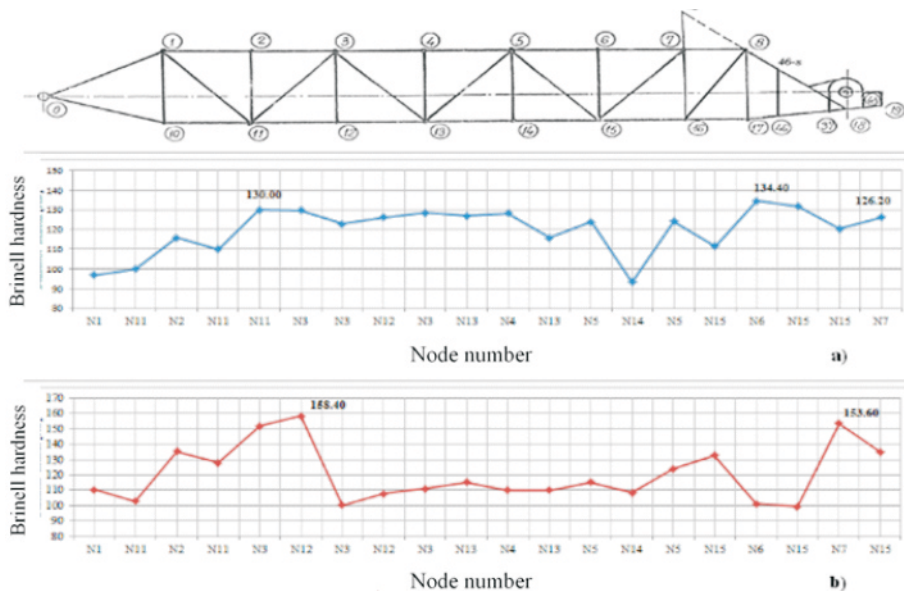
2.3. A kotrógépek életkorának hatása a meghibásodások gyakoriságára

A marótárcsás kotrógépek teherbíró szerkezetein, a működési idő folytán különböző károsodások történhetnek, főleg a fáradási ellenállás csökkenése miatt.

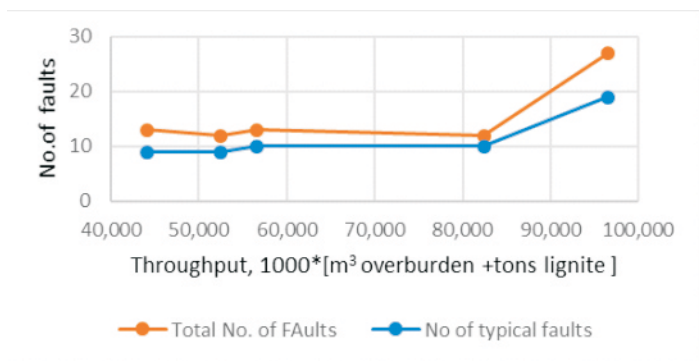
A vizsgált 25 kotrógépen, amelyek több külszíni bányában működtek, meghibásodási térképezést végeztünk, ill. a gép vázlatrajzán kijelöltük a meghibásodás fajtáját, a megfelelő szerkezeti elemen.

A meghibásodások számát, a gép életkorának függvényében, és a működési idő ill. a kitermelt meddőközét és lignit mennyiségét is számba véve, az 5. és 6. ábrákban mutatjuk be.

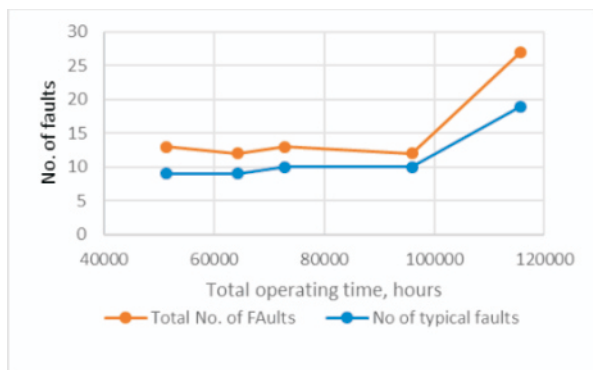
A meghibásodás intenzitás és a keménység növekedés közötti összefüggés segítségével, a meghibásodások valószínűségét lehetséges előre jelezni a keménységmérésekre alapozva, a 11 ábra szerint.



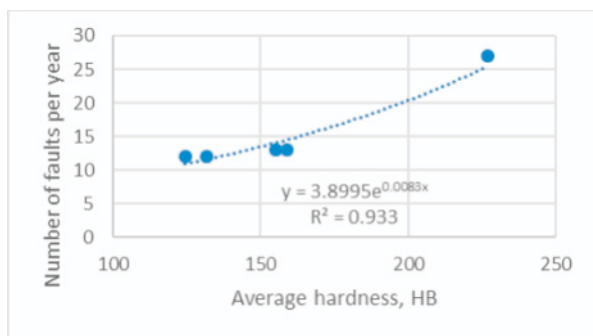
11 Ábra. Két különböző kotrógép gémszerkezetén mért keménység eloszlása



12. Ábra A meghibásodások száma, a gép által kitermelt meddőközét és lignit mennyiség függvényében



13. Ábra A meghibásodások száma, a gép életkorának függvényében



14. Ábra. Összefüggés a meghibásodás intenzitása és a keménység növekedése között

Következtetések

A fémszerkezetek mechanikai tulajdonságainak romlásának keménységmérésekre alapozott elemzése egy hasznos módszer lehet a bányagépek szerkezeti jellemzőinek vizsgálatában, és hasznos információkat nyújthat a gép teherhordó szerkezet összetevőinek állapotáról és annak az időben való változásáról.

A keménység jelentős relatív növekedése a szolgálati időtartam függvényében, arra a következtetésre juttat, hogy a keménységet a fáradási ellenállás mutatójának lehet tekinteni és a szerkezet hátralevő élettartamának értékeléséhez alkalmazni.

Különböző összefüggéseket mutattunk be a meghibásodások gyakorisága, működési idő, termelékenység között, amelyek hasznos információt szolgáltathatnak a kotrógépek szerkezeti állapotelemzésének számára.

A meghibásodási intenzitás a keménység növekedéssel való korrelációja lehetőséget ad a várható meghibásodások előrejelzésére az átlagos keménységnövekedés ismeretével

A keménység különbség a gémszerkezet különböző elemei között hasznos információval szolgál a különböző szerkezeti elemek kifáradási mértékének meghatározásához, amely az érzékelők elhelyezésének megállapítását segítik.

Az eredmények, egyéb elemzésekből eredő információkkal összehangolva egy komplex, multifaktoriális diszkrimináció-módszer kidolgozásához vezethetnek a gémszerkezet legveszélyeztetettebb részeinek azonosítása céljából.

A módszer, önmagában, egy új lehetőséget nyújt a kotrógépek állapotának felmérésére és a fennmaradó élettartamának előrejelzésére.

Irodalom

[1] S.M. Bošnjak , D.C.D. Oguamanam , N.Đ. Zrnić , *The influence of constructive parameters on response of bucket wheel excavator superstructure in the out-of-resonance region*, Archives of Civil and Mechanical Engineering, Volume 15, Issue 4, September 2015, Pages 977-985

[2] V. Yu. Chudnovskii, *Horizontal Vibrations of the Excavating Part of a Rotary Excavator and Their Suppression* , Journal of Machinery Manufacture and Reliability, June 2007, Volume 36, Issue 3, p p 224228<https://doi.org/10.3103/S105261880703003X>

[3] DIN 22261-2 *Excavators, Stackers and Auxillary Equipment in Brown Coal Open Cut Mines* Part 2 Calculation Principals, German Institute for Standardization, 2015.

[4] S. Boskovic; P. Jovancic; D. Ignjatovic et al., *Vibration as deciding parameter during revitalization process for replacing the bucket wheel drive*, JOURNAL OF VIBROENGINEERING Volume: 17 Issue: 1 Pages: 24-32 (2015)

[5]] E. Rusinski, S. Dragan, P. Moczko, D. Pietrusiak, *Implementation of experimental method of determining modal characteristics of surface mining machinery in the modernization of the excavating unit*. Archives of Civil and Mechanical Engineering. 12, 4, 471476 (2012)

[6] Ralph I. Stephens, Ali Fatemi, Robert R. Stephens, Henry O. Fuchs - *Metal Fatigue in Engineering* - ISBN: 978-0-471-51059-8.

[7] Tom Lassen, Naman Récho *Fatigue Life Analyses of Welded Structures*, , SBN: 978-1-905209-54-5, October 2006, Wiley-ISTE;

[8] Florin Vilceanu - Sorin Mihai Radu - *Methodology of establishing residual lifetime of lifting instalation by non-destructive methods*; 6th International Multidisciplinary Scientific Symposium, Universitaria Simpro 2014, 10-11 october 2014, Petroșani;

Acknowledgment

*The actual paper is supported by the European Union Research Found for Coal and steel by the research project **RFCR-CT-2015-00003-BEWEXMIN** „Bucket*

A RETYEZÁTI VÍZIERŐMŰHÖZ TARTOZÓ NELTIŞ SZELLŐZTETŐ AKNA ÁSÁSÁNÁL ALKALMAZOTT FELVONÓ BERENDEZÉS MŰSZAKI VIZSGÁLATA

Nan Marin-Silviu, Kovács József, Grecea Dănuţ, Tomuş Ovidiu-Bogdan, Vitan Dorel

Universitatea din Petroşani Petrozsényi Egyetem

ABSTRACT

A bányászat visszaszorítása miatt egyre több jó állapotban lévő gép és berendezés kap alkalmazást más iparágak keretében. Ezek között megemlíthető az energetika vízierőművekre alapozó ága.

Ezen dolgozat célja a címben említett és eddig a bányászatban használt felvonó berendezés tornya fémszerkezetének vizsgálata, úgy a klasszikus számítási módszer, mint a véges elemek módszere alkalmazásával. A felvonó fémszerkezetét a síkba vetítve egy egyszerű meghatározatlan statikus rendszerrel állunk szemben, amelyet a technológiai, illetve a tömegvonzási erők terhelnek. Erre alkalmaztuk az ismert 3D modellezést a Solid Edge program segítségével.

1. BEVEZETÉS

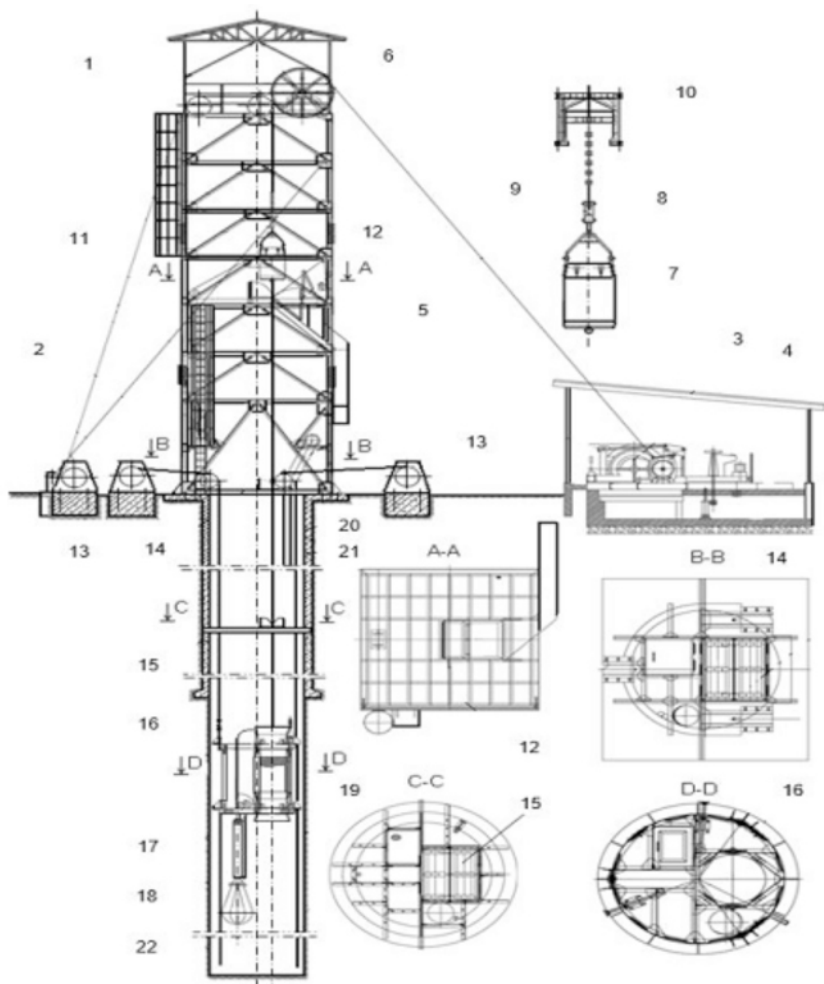
A korszerű térsadalom továbbfejlődése egyre több energiát igényel, ami nem lehetséges a villamos energia termelés növekedése nélkül. Minden állam arra törekszik, hogy egyre magasabb szinten álljon a villamos energia termelésébn, szállításában és fogyasztásában, minden lehetőséget megragadva és minden előnyös helyzetet és természeti adottságot kihasználva.

Románia esetében adott az a lehetőség, hogy az energia termelésben támaszkodjon a vízierőművek kiépítésére és használatára is. Pár évvel ezelőtt valósult meg a retyezáti vízierőmű rendszer, amelyet jelenleg tovább bővítenek újabb egységek megvalósításával. Ezeken a munkálatokon kerültek alkalmazásra az eddig a bányászatban működő és jó állapotban lévő gépek és berendezések. A jelenlegi dolgozat témája egy példa erre, éspedig egy felvonó berendezés műszaki vizsgálata annak érdekében, hogy a *Nelţiş* elnevezésű szellőztető akna ásásánál alkalmazható legyen.

2. AZ ELVÉGZETT KUTATÁSOK RÖVID BEMUTATÁSA

Ebben az esetben, amint ismert, a felvonó berendezésnél bődönnel dolgoznak. Jellemzőes erre az esetre, hogy az aknát 114 m-re ássák és utána a felvonó berendezést eltávolítják. A fontosabb adatok az 1. ábrán láthatók.

A felvonó berendezés tornya, amelyet a Solid Edge segédprogram segítségével 3D-ben a 2., illetve a 3. ábrán mutattunk be, egy vegyes szerkezetű, leszerelhető, L160 és L100 acélalakzatokból, betétekből és hevederekből álló építmény, ahol az alkotóelemeket hegesztéssel, illetve csavarokkal rögzítik egymáshoz.

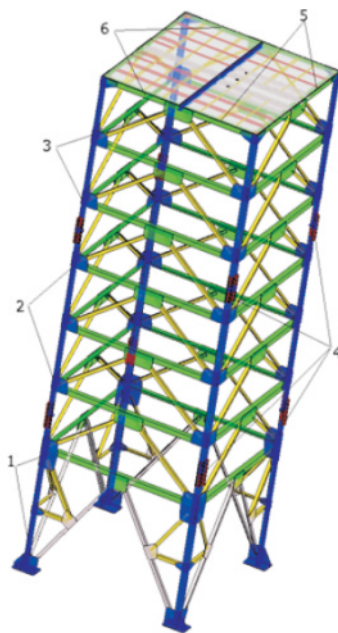


1. ábra A felvonó berendezés általános felépítése

ahol: 1 – felvonó tornya; 2 – lehorgonyozó rendszer; 3 – felvonógép háza; 4 – felvonógép;
 – 5 felvonó kötel Ø25; 6 – aknatoronytárcsa Ø2000; 7 – bődön 0,75 m³; 8 –
 karabinerhorog 3000; 9 – E169 kötélrögzítő eszköz; 10 – bődön irányadó szánja; 11 –
 bődön irányadó rendszere; 12 – kirakodó híd; 13 – kirakodó híd kezelési rendszere; 14 –
 merev biztonsági híd 1; 15 – merev biztonsági híd 2; 16 – mozgó munkahíd; 17 – LPPG
 típusú pneumatikus kábelcsörlő a rakodó kezeléséhez; 18 – KS-3 típusú pneumatikus
 megfogó; 19 – részleges szellőztető berendezés; 20 – vízvezeték; 21 – sűrített levegő
 vezeték; 22 – kötelhágcsó.

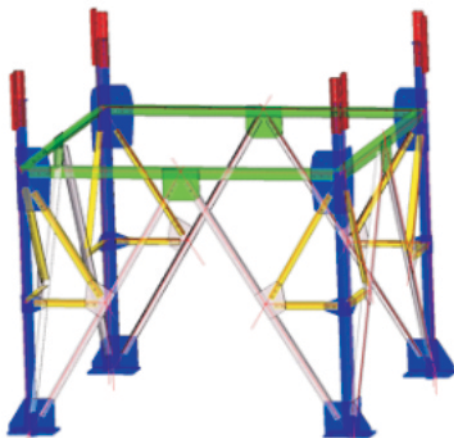
Egy olyan fémszerkezetről van szó amely három szakaszból áll, egy 5 m oldalú négyzet alakú keresztmetszettel és amelynek a magassága 16 m a aknatoronytárcsa tengelyéig.

Ennek a fémszerkezetnek a helyes felülvizsgálási számítása a terhelések analitikus úton való kifejezését és a biztonsági együtthatók pontos megválasztását igényeli.



2. ábra A torony 3D modellje

1 – alsó szakasz; 2 – középső szakasz; 3 – felső szakasz; 4 – a szakaszokat összekötő hevederek; 5 – 1. felső platform; 6 – 2. felső platform



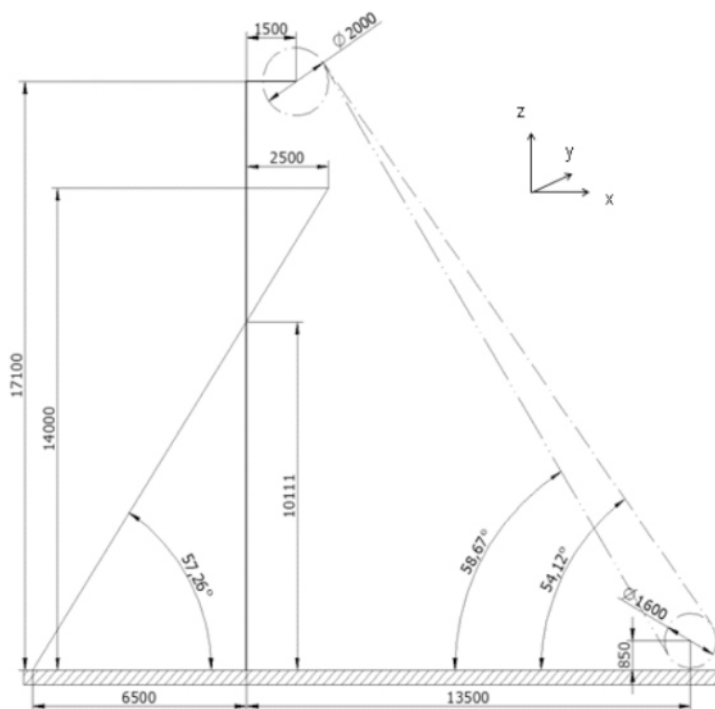
3. ábra A torony alsó részének 3D modellje, a semleges tengelyek helyzete (piros vonalak) és a rácsos gerenda kialakítása

A *Solid Edge* segédprogram és a 3D ábrázolás lehetővé tette a kritikus metszetek mértani jellemzőinek meghatározását, amelyek az analitikus számításokhoz szükségesek. Hasonlóképpen, ez az ábrázolás jelenti az alap megoldást, amely a véges elemek alkalmazásához szükséges diszkretizációt elősegíti.

A 4. ábrán a torony számítási modellje és a geometriai méretek láthatók, amelyek segítségével meghatároztuk a fémszerkezet terheléseit.

A toronyra ható erők egyik részét a felvonó kótelén át közvetített technológiai erők képezik, amelyeknek létrejöttét a bődönnel való szállítás és a mozgó munkahíd mozgásai határozzák meg, valamint az aknatoronytárcsa tengelyének csapágái közvetítik a toronyhoz, míg a másik részét a torony és a rászerezelt alkatrészek tömegvonzási erői alkotják.

A továbbiakban, úgy a technológiai, mint a tömegvonzási erőket koncentrálnak tekintettük. A technológiai erőket a Ø2000 toronytárcsa szimmetria tengelyéhez viszonyítva, míg a tömegvonzási erőket az alkatrészek súlypontjához viszonyítva alkalmazzuk. Az egész rendszernek a hivatkozási alapja, amelyhez az erők támadópontja viszonyul a talajszint, azaz, hogy a 0,00 magassági ponttal rendelkező hely, amelyre a felvonó tornyot szerelik fel.



4. ábra A toronyra ható erők számítási modellje

Az 1. táblázatban a matematikai összefüggések, a toronyra ható erők értékei, valamint az erők támadópontjai vannak feltüntetve.

1. Táblázat A felvonó toronyra ható erők értékei és támadópontja

Ssz.	Paraméter	Szimbólum	ME	Paraméter értékei
1	A torony alsó részének súlya	G_{ti}	N	41000
2	Az alsó rész súlypontjának helyzete	$(x_{ti}; y_{ti}; z_{ti})$	mm	(0; 0; 3000)
3	A torony középső részének súlya	G_{tm}	N	56300
4	A középső rész súlypontjának helyzete	$(x_{tm}; y_{tm}; z_{tm})$	mm	(0; 0; 8000)
5	A torony felső részének súlya	G_{ts}	N	44000
6	A felső rész súlypontjának helyzete	$(x_{ts}; y_{ts}; z_{ts})$	mm	(0; 0; 13500)
7	A felső platform súlya	G_{ps}	N	16100
8	A felső platform súlypontjának helyzete	$(x_{ps}; y_{ps}; z_{ps})$	mm	(0; 0; 16100)
9	A tető súlya	G_a	N	29100
10	A tető súlypontjának helyzete	$(x_a; y_a; z_a)$	mm	(0; 0; 19000)
11	Az alsó és felső lépcső súlya	G_{ts}	N	2500
12	Az alsó lépcső súlypontjának helyzete	$(x_{tsi}; y_{tsi}; z_{tsi})$	mm	(-1800; -3300; 4000)
13	A felső lépcső súlypontjának helyzete	$(x_{tss}; y_{tss}; z_{tss})$	mm	(-3300; -1800; 12000)
14	A bődön kirakodó hídjának súlya	G_{pd}	N	42320
15	A kirakodó híd súlypontjának helyzete	$(x_{pd}; y_{pd}; z_{pd})$	mm	(0; 0; 8100)
16	A Ø2000 aknatoronytárcsa súlya a rögzítő szerkezettel	G_{mm}	N	18900
17	A Ø2000 aknatoronytárcsa súlypontjának helyzete	$(x_{mm}; y_{mm}; z_{mm})$	mm	(1500; 0; 16700)
18	A Ø600 aknatoronytárcsa súlya a rögzítő szerkezettel	G_{m6}	N	2155
19	A Ø600 külső aknatoronytárcsák súlypontjának helyzete	$(x_{m6e}; y_{m6e}; z_{m6e})$	mm	(-2200; 0; 16300)
20	A Ø600 belső aknatoronytárcsák súlypontjának helyzete	$(x_{m6i}; y_{m6i}; z_{m6i})$	mm	(200; 0; 16300)
21	A torony összsúlya	G	N	234700
$G = G_{ti} + G_{tm} + G_{ts} + G_a + G_{ps} + 2G_{ts} + G_{pd} + G_{mm} + 4G_{m6}$				
22	A súlypont helyzete	x_G	mm	29,745

$K_1 = G_{ti} \ x_{ti} + G_{tm} \ x_{tm} + G_{ts} \ x_{ts} + G_a \ x_a + G_{ps} \ x_{ps}$ $x_G = \frac{K_1 + G_{ts} \ x_{tsi} + G_{ts} \ x_{tss} + G_{pd} \ x_{pd} + G_{mm} \ x_{mm} + 2G_{m6} \ x_{m6e} + 2G_{m6} \ x_{m6i}}{G}$				
23	A súlypont helyzete	y_G	mm	-54,334
$K_2 = G_{ti} \ y_{ti} + G_{tm} \ y_{tm} + G_{ts} \ y_{ts} + G_a \ y_a + G_{ps} \ y_{ps}$ $y_G = \frac{K_2 + G_{ts} \ x_{tsi} + G_{ts} \ x_{tss} + G_{pd} \ y_{pd} + G_{mm} \ x_{mm} + 2G_{m6} \ x_{m6e} + 2G_{m6} \ x_{m6i}}{G}$				
24	A súlypont helyzete	z_G	mm	10580
$K_3 = G_{ti} \ z_{ti} + G_{tm} \ z_{tm} + G_{ts} \ z_{ts} + G_a \ z_a + G_{ps} \ z_{ps}$ $x_G = \frac{K_3 + G_{ts} \ z_{tsi} + G_{ts} \ z_{tss} + G_{pd} \ z_{pd} + G_{mm} \ z_{mm} + 2G_{m6} \ z_{m6e} + 2G_{m6} \ z_{m6i}}{G}$				
25	A felvonó kötél húrjának dőlésszöge	α	rad	$54,12 \times \pi / 180 = 0,945$
26	A horgonykötél húrjának dőlésszöge	β	rad	$57,26 \times \pi / 180 = 0,999$
27	Az aknatoronytárcsa tengelymagassága	H	mm	17100
28	Az aknatoronytárcsa tengelye és a torony tengelye közti távolság	a	mm	1500
29	A rögzítő szerkezet és a torony tengelye közti távolság	b	mm	6500
30	A felvonó kötél fajsúlya	g_c	N/m	22,87
31	A felvonó kötél maximális hossza a toronytárcsa tengelye és az E169 kötélrögzítő között	l_{cm}	m	115
32	A felvonó kötél minimális hossza a toronytárcsa tengelye és a merev híd között	l_c	m	15
33	A bödön súlya	G_{ch}	N	3010
34	A szállítmány súlya	G_{ic}	N	11200
35	A karabinerhorog súlya	G_{cr}	N	1080
36	Az E169 kötélrögzítő súlya	G_E	N	860
37	Az irányadó szán súlya	G_{sg}	N	1920
38	A mozgóhíd súlya	G_{pm}	N	38000

39	A rakodó csörlőjének súlya	G_{tg}	N	5350
40	A rakodó súlya	G_g	N	9500
41	A rakodó munkahengerének súlya	G_c	N	2490
42	A bődön maximális szállító terhelése (II eset)	S_t	N	20700
$S_t = G_{ch} + G_{ic} + G_{cr} + G_E + G_{sg} + g_c l_{cm}$				
43	A mozgó híd indulási maximum terhelése	S	N	55680
$S = G_{pm} + G_{tg} + G_g + G_c + g_c l_c$				
44	A dinamikai együttható	C_d		1,6
45	A bődönszállítás vízszintes erőkomponense	H_{2d}	N	19410
$H_{2d} = S_t C_d \cos\alpha$				
46	A bődönszállítás függőleges erőkomponense	V_{2d}	N	59960
$V_{2d} = S_t C_d (1 + \sin\alpha)$				
47	A vízszintes dinamikus erőkomponens a mozgó híd indulásánál	H_{1d}	N	52220
48	A függőleges dinamikus erőkomponens a mozgó híd indulásánál	V_{1d}	N	161300
$V_{1d} = S C_d (1 + \sin\alpha)$				

3. KÖVETKEZTETÉSEK

A dolgozat célja tulajdonképpen az eredeti helyéről elköltöztetett és új körülmények között üzembe helyezett felvonó berendezés tornyának vizsgálata, úgy a klasszikus számítási módszer, mint a véges elemek módszere alkalmazásával. A torony fémszerkezete egy síkban modellezett keret, amelyet technológiai és tömegvonzási erők terhelnek.

A maximális technológiai erőket, amelyek a toronytárcsa szimmetria központjában hatnak és amelyeket ennek csapágypai közvetítenek a toronyhoz, két esetre számítottunk ki, és pedig az első a közet- vagy az anyagszállítás a bődönnel, míg a második a munkahíd elmozdulásai.

Figyelembe véve a berendezés fontosságát, a biztonsági szabályok 3-as biztonsági tényezőt írnak elő, míg a dinamikai együttható 1,6 kell legyen, amellyel sokszorosítani kell a technológiai erőket. Konkrétan, a torony acélszerkezetének számítása esetében a technológiai erők eredőjének komponensei $F_x = 19410\text{ N}$ és $F_z = 59960\text{ N}$ a bődönnel való szállításkor, míg $F_x = 52220\text{ N}$ és $F_z = 161300\text{ N}$ a mozgó híd indítása, illetve leállításakor.

A torony súlya, mint vektor, a függőleges z tengely irányába halad, melynek modulusza a berendezés komponenseinek összessége, ahol az erők támadópontja az alkatrészek súlypontjában van.

Az egyszerű meghatározatlan statikus rendszer megoldását a Mohr Maxwell Verescságin eljárás segítségével végeztük el, ahol kiszámítottuk a tengelyirányú erőket, a nyíró erőket és a hajlítási nyomatékokat, valamint a horgonykötelekben ható erőket az előbb említett két esetben.

A felhasznált *Solid Edge* segédprogram megkönnyítette a munkát, mert megengedte az adatok egyenes leolvasását, például a tehetetlenségi nyomaték és a szilárdsági modulusz a vízintes x és y tengelyekre vonatkozóan, valamint a metszetek területét és a maximális távolságokat az alkotóelemek közepes száláig.

A tanulmány egy szerződéses kutatás alapján készült és a közelmúltban alkalmazták az említett vízierőmű bővítésénél.

4. IRODALOM

1. Bădiță (Popescu), D., *Stadiul actual și tendințe modern în procesele tehnologice de execuție a lucrărilor miniere*, Raport de cercetare științifică nr. 1, Petroșani, decembrie 2011.
2. Băduț, M., Iosip, M., *Bazele proiectării cu Solid Edge*, Editura Albastră, Cluj-Napoca, 2003.
3. Magyari, A., Achim, M.I., *Culegere de caracteristici tehnice pentru alegerea și proiectarea instalațiilor de extracție miniere*, Litografia Institutului de Mine Petroșani, 1988.
4. Iliăș, N., Kovacs, I., Koronka, F., Andraș, I., Gruneanțu, I., Radu, S., Spafiu, G., *Manualul inginerului de mine*, Volumul IV, Masini miniere, Editura Tehnică, București, 1988.
5. Ladányi Gábor: *Strength assessment of a truss bridge for belt conveyors*; Annals of The University of Petrosani: Mechanical Engineering 19; (2017)

ASYMMETRICAL DISK TOOLS AS ALTERNATIVE FOR CUTTING TOOLS IN HARD ROCK MINING

1. Introduction

In underground mines, both in Poland and in the world, one of the most commonly used methods of hard rocks mining, in the process of row minerals excavation and drilling of exploratory and opening-out headings or tunnels is the mechanical method. It allows you to obtain large mining capacity or drilling speed, but also generates a number of hazards or restrictions, depending of used mining tools. The roadways, especially opening-out headings, are currently excavated in rocks with very unfavorable parameters. This applies above all to the high strength of the rock masive on uniaxial compression, which in many cases exceeds 120 MPa and its structure. Increasingly, it encounters rocks that have a homogeneous structure, which results in their mining encounters serious problems, especially when using mechanical methods. No less important factor is the content of minerals and inclusions in the rocks, causing rapid abrasion and wear of mining tools and in the case of inclusions, for example sphaerosiderites, the occurrence of sparks during mining process. The article presents the applied methods of mechanical mining of rocks, with particular emphasis on cutting and disc tools as well as hazards (dust, spark, wear) and limitations (rock compactness, machine dimensions) occurring in these methods.

1.1. Cutting tools - working principle, advantages and disadvantages

Two types of cutting tools are used on milling heads of mining combines - radial and tangential-rotary picks. On the edges of these picks are mounted sintered carbide inserts or posts. In spite of this, and correctly selected resting and movement cutting angles, these picks are exposed to rapid friction wear, even when soft rocks are mined. However, when mining compact rocks, working part of radial pick can be damaged due to the high bending forces.

These inconveniences have caused that nowadays on shearers or roadheaders for hard rocks mining, mainly tangential-rotary picks are used. Thanks to their design and the method of fixing, there are able to rotate in tool holders. These tools are more predisposed to mining rocks, even very hard ones, but they need to maintain proper parameters of their work. They are currently used on mining heads of almost all roadheaders and most of the longwall shearers. The view of the structural solutions of radial and tangential-rotary picks is shown in figure 1.

However, the disadvantage of the method of mining rocks by milling is the generation of dust and limitation of the use of this method, associated with the upper limit of rock strength to uniaxial compression or high compactness of these rocks. In connection with the high abrasiveness of such rocks, this results in excessive wear of cutting picks and a decrease in drilling speed. Excessive wear of the tool edge also leads to increased dustiness and the risk of explosion of mine gases, mainly methane, as a result of frictional sparking (fig. 2).

The new solution of special tools, which can replace traditional tangential-rotary picks was developed in AGH UST. This tools are adapted to attach in standard holders of tangential rotary pick which are commonly used for hard rock cutting, whereas design solution of the picks working part is different than those designed for the standard tangential rotary picks. The new pick is shown in figure 3. The cutting segment is bell or crown-shaped, and the working part is armed at the circumference with eight cone-shaped sintered carbide inserts. Such design solution, instead of traditional cutting with use of standard tangential rotary picks, should allow loosening rock fragments as a result of point pressures exerted by individual sintered carbide inserts. Moreover, non-uniform load of individual sintered carbide inserts should cause increase the tool rotary speed in the holder, at minimal side deflection angle of the cutting tool. The results of preliminary researches has been satisfactory. Significant rotations and very small wear of new tool were observed.

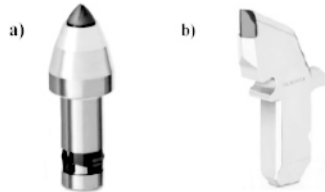


Fig. 1. Types of cutting tools used in cutting or milling: a) rotary-tangential pick, b) radial pick



Fig. 2. View of frictional sparking and dustiness during cutting of a rock sample with a rotary-tangential pick and wear of pick wedge

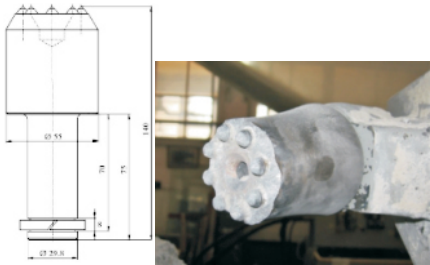


Fig. 3 Scheme of the new type of the crown pick and View of new crown pick with 8 carbide inserts with diameter 8 mm after the test

1.2. Disk tools - working principle, advantages and disadvantages

The second of the most commonly used methods in the process of mechanical mining of hard rocks is mining by means of static crushing, carried out with the help of wheel tools called disks. Disk tools used for this mining method can be symmetrical or asymmetric. This method consists in pushing the disc edge into a rock massive with the normal force perpendicular to its surface. As a result of this force, the uniaxial compressive strength of the rock is locally exceeded, rock massive is crushed and disk penetrates into the depth g . At the same time, the rolling force is applied to the holder, causing the tool to move along the surface of the mined rock. Rotary assembly the disk in the holder allows the disk to rotate around the axis. The ability to rotate the tool in the head reduces the friction forces, which reduces energy loss and generates less toll edge wear and dustiness, compared to cutting tools. In addition, the rotation of the cutting disc causes short contact of the edge section with the rock, which greatly facilitates the removal of heat emitted on the edge of the disk and ensures very long durability of the tool. The typical construction of disk tool consists of shaft, seal, hub, split ring and replaceable cutting ring and work principle are shown in figure 4. There are three types of symmetric disk tools: smooth disks, disks armed with carbide insert and toothed disks, in one and double or even triple blades versions. Their diameters can be even up to 500 mm.

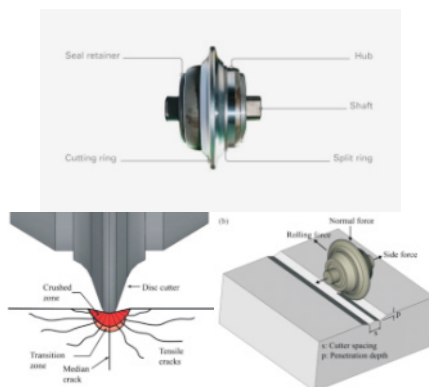


Fig. 4. The typical construction and work principle of a single symmetric disk

Smooth single blade disk tool can work without visible wear even up to few kilometers of roadway or tunnel advance. In comparison cutting tool lifetime is not more than several cubic meter of mining per piece. The disadvantage of mining by static crushing is the need to ensure a high pressure force of the tool. Destruction of the stone rock structure occurs as a result of exceeding its uniaxial compression strength. According to the available data, the value of the pressure force per disk tool can be as high as 300 kN. In the case of a large number of disk tools on the mining head, this gives a very large value of the total pressure force (depending on the diameter of the body up to 25,000 kN) and many times more value of side expanded force to ensure the stability of TBM work. The mining machine must transfer the reactions coming from the mining head and stabilizing struts. The occurrence of large values of reaction forces occurs large mass (up to 3,500 Mg) and dimensions of the machine (the length of the TBM reaching up to 400 meters).

A clear drawback of the static crumpling method is necessity to provide large pressure forces to the disks. Whereas, asymmetrical disk tools have been used as mining tools for longwall shearers to increase output of a large size grade. Conducted industrial tests demonstrated usefulness of such equipment for obtaining higher product graining. Asymmetrical disk tools are applied in the technique of mechanical mining not only as crushing devices but also in the undercutting method.

The principle of the undercutting method is mining a rock by its cutting off towards a free space. A disk tool affects the rock tangentially to the surface of the mined body, similarly as for cutting tools, but the difference is that here it uses the disk rolling movement which efficiently eliminates sliding friction in favour of rolling friction. Figure 5 presents a diagram of mining with the undercutting method. Application of disk tools in that way lowers energy consumption and pressure forces. It allows designing mining machines with respectively lower energy demands, and lower requirements concerning stability than in case of machines equipped with classical crushing disks, operating perpendicularly towards the surface of a mined body. The view of the Wirth machine used undercutting method and the effects of its work is shown in figure 6

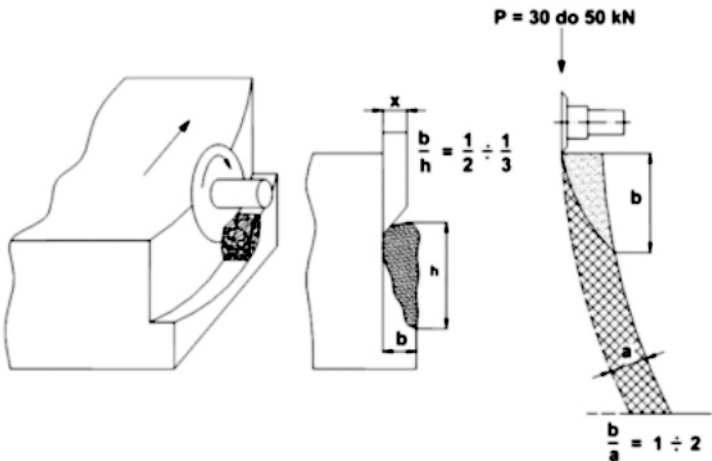


Fig. 5. Diagram of the undercutting method mining principle



Fig. 6. view of the Wirth machine used undercutting method and the effects of its work

2. Future of asymmetrical minidisk tools application

There were other concepts of use on the mining heads mainly asymmetrical disks, in which the basic idea was to use the disk as a chipping tool. Thanks to this, energy consumption and the value of the pressure force are smaller, which gives the possibility of constructing a mining machine with lower energy parameters, smaller requirements due to stability criterion, as in the case of classic disks operating perpendicular to the rock surface. In the case of machines using this technique, inter alia, by Aker Wirth and Atlas Copco, this method showed full usefulness. The only drawback was the complex way of machine control and the large value of reaction forces operating on the machine.

That is why the idea of the undercutting method was developed in the Department of Mining, Dressing and Transport Machines, AGH University of Science and Technology, in order to design an innovative construction of mining head, equipped with mini asymmetrical disk tools.

As a result of thorough analysis of the world technique condition, and results of own tests of rocks mining with asymmetrical disk tools (of diameter up to 160 mm), the Department started tests to devise a new conception of a mining head. In this design motion of tools will be forced, and will cause mining of a rock body with tools along complex movement trajectory. It allows crossing of mining lines of individual disk tools, and facilitates mining compact rocks through breaking off rock furrows. Disk tools were mounted on separate plates that could rotate on the mining head body, and are propelled independently from it. The works were performed in cooperation with the REMAG Company. The view of ready mining head mounted on the FR250 roadheader is shown in figure 7.



Fig. 7. A view of FR250 roadheader with new mining head with disk tools before the field tests

The preliminary tests were performed on artificial large size concrete block of uniaxial compressive strength up to 80 MPa prepared at REMAG Company. The best effects of the work large graining of the output, low engines load, and limited vibrations were obtained for the head body rotations at counter clockwise direction of value 20 rpm, and the plates rotations at clockwise direction of value 60 rpm. The change of direction of the head body or plates with disk tools rotation onto the opposite had a highly negative influence on the engines load and disk tools, and the plates wear.

In order to check the influence of mounting and the deflection angle of the rotational axis of the disk tool, new exchangeable holders of these tools were made which allow disk tools mounting at an angle of -5° , 45° and 90° relative to the surface of the plate. Only the disk tools mounted at an angle of -5° allowed for proper work, without significant wear.

During the tests, using disk tools made of different materials and by various methods, the efficiency of mining was checked. Disk tools had the same diameter - 170 mm and wedge angle of 45° . They were made of tool steel, Hadfield or low-alloyed cast steel and ADI spheroidal cast iron. The tools manufactured from tool steel type NZ3 were full-hardened, to a hardness of over 55 HRC. The tools manufactured from tool steel type 36HNM were surface hardened and tempered. Tools made of cast steel and cast iron were machined after casting. After this mechanical treatment, it was noticed that especially tools made of cast steel had numerous castings defects - blisters and pores. These tools have been disqualified.

The best results were obtained for tools made from tool steel type 36HNM. After one hour operation there were not significant traces of wear observed. In the case of disk tools made from tool steel NZ3, already after very short work numerous edge breaks as well as cracking and breakage of the part of tools were noticed. However, in the case of disk tools made of ADI cast iron, no breakage of the tool edge but its systematic abrasive wear was observed. The outside diameter of cast iron tools after about 30 minutes of work was decreased to value of about 135-140 mm. This diameter value did not allow further work. The wear view of tools made from tool steel NZ3 and ADI type cast iron is shown in figure 8.



Fig. 8. A view of disk tool wear: A) made from steel type NZ3, B) made from ADI cast iron

References

- [1]. Brochures and information materials of Aker Wirth,
- [2]. Brochures and information materials of Robbins, -
- [3]. Kotwica K at all 2016 Wybrane problemy urabiania, transportu i przeróbki skał trudnourabialnych, Part 1. *Wydawnictwa AGH* - 3
- [4]. Kotwica K at all 2017 Wybrane problemy urabiania, transportu i przeróbki skał trudnourabialnych, Part 2. *Wydawnictwa AGH* - 3
- [5]. Kotwica K at all 2018 Wybrane problemy urabiania, transportu i przeróbki skał trudnourabialnych, Part 3. *Wydawnictwa AGH* - 3
- [6]. Weber W 1994 Drażenie chodników o różnych przekrojach przy pomocy techniki tylnego wycinania.- Maszyna firmy Wirth-HDRK „Continuos Mining Machine” Referat na Sympozjum TMB Herne nt. Drażenie chodników w górnictwie węgla kamiennego. Siemianowice Śl. - 11

ÉLETÜNK AZ ENERGIA 19. A MEGÚJULÓKBÓL TERMELT ÁRAM HATÁSA ENERGIABIZTONSÁGUNKRA

*Livo László okl. bányamérnök, geotermikus szakmérnök,
c. egyetemi docens, ügyvezető MARKETINFO Bt.*

ÖSSZEFOGLALÓ:

„A nagy rendszer-üzemzavarokat nem lehet teljesen elkerülni. A legtöbb, amit tehetünk, hogy csökkentjük fellépésük valószínűségét és megpróbáljuk korlátozni kiterjedésüket és időtartamukat. A katasztrofális üzemzavarok rendszerint a villamosenergia-rendszer szélsőségesen igénybevett, túlterhelt üzemállapotában lépnek fel és általában egy váratlan hiba indítja el a folyamatot.”, Arun G. Phadke^{1*}

Azt gondoljuk az idézetben foglaltak mára túlhaladottá, különösen Európában kérdésessé váltak. Azonban gondolataira érdemes odafigyelnünk. Az európai egyesített villamos energia rendszerben megalakulása óta olyan mélyreható szerkezeti változások történtek, melyek a minden határon túlnövő személyes energia fogyasztás tükrében a hozzáférés biztonságát minden más igénynél előbbre helyezik. A leginkább szembeűnő változás hogy Németország szükségletéhez képest kétszeres villamos erőmű parkkal rendelkezik. Hagyományos erőművei mellé kiépített 105.000 MW szél- és nap energiát használó erőmű rendszert is. A megújulókból termelt villamos energia kötelező átvétele (5. sz. ábra) miatt minden az ENTSO-E^{2*} szövetséggel érintett országban a fizikálisan is összekacsolt, nemcsak Európai Unió villamos hálózati rendszert irányítókra és a hagyományos áram termelőkre egyre nagyobb mennyiségű szabályozási feladat hárul. (4. sz. ábra) A megváltozott körülmények közötti zökkenőmentes üzemvitelhez szükséges természettudományos alapokon nyugvó hardver és szoftver eszközök hiánya egyre inkább érezhető a hétköznapi energiafogyasztó számára is.

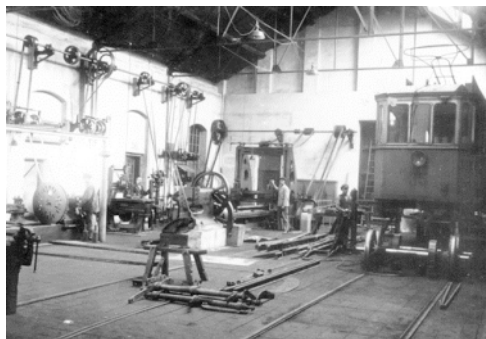
A villamos energia tömeggyártását és felhasználását az árutermelés iránt mutatkozó növekvő kereslet indította el, majd az ipari termékek sorozatgyártásának bevezetése gyorsította fel. A globalizációs cél ma a csak villamos energiát használó emberiség felé mutat.

Visszapillantva a terjedési modell egyszerű. A gyártulajdonos dinamót telepített mellyel termelt áram hajtotta transzmissziós^{3*} gépeit és világított lakásában. (1. sz. ábra) A transzformátorok majd a két-, később több fázisú generátorok alkalmazásával egyre nagyobb mennyiségű villamos energiát egyre távolabbi fogyasztókhoz tudtak -szerény bevétel fejében- eljuttatni.

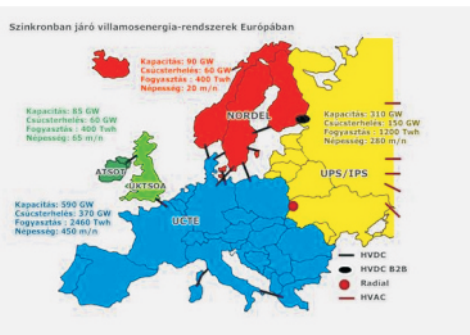
1* Arun G. Phadke egyetemi tanár, Virginia Tech Állami Egyetem (USA)

2* ENTSO-E = **European Network of Transmission System Operators** (Európai Villamosenergia Átviteli Hálózat)

3* transzmissziós: egyetlen központi villamos motorral laposszj áttételeken keresztül meghajtott



1. ábra
Transzmissziós hajtás



2. ábra
Az összekapcsolt szinkronjáró rendszerek kiterjedése

Kezdetben vonalas (sugaras, két dimenziós) hálózat alakult ki, ahová a vezeték rendszer mentén a fogyasztók egymást követve kapcsolódtak. Később a sugarakat a fogyasztás mértéke szerint szétválasztották. Majd ahogyan újabb erőművek épültek -nem mindig azonos frekvenciával szolgáltatva az üzleti érdek szerint- a sugarak találkoztak, de nem kapcsolódhattak össze. Még később Európában az 50 Hz^{4*} frekvenciájú váltófeszültség egységes használata alakult ki. Így a sugarakat és akár az erőműveket is össze lehet kötni. Végül a folyamat a „tegnapi” helyzetben tetőzött, mely egyes országok „szinkron járású”^{5*} rendszerekben való villamos összekötését jelentette. (2. sz. ábra) Ma ezeket a rendszereket az ENTSO-E egyesíti az egységes tőzsdei piac működtetése céljából. Lehetőséget adva az EU-n kívüli országok kereskedőinek export-import villamos áram kereskedelmére is.

A szinkron járó hálózatot az országhatárok - nagy területű országban, vagy üzleti érdekek alapján- a szabályozási egységek (TSO-k) részekre tördelik. Ezekben a részekben az átjárást megkötött üzletek, véletlen haváriák, szabályozási együttműködések biztosítják. Elvileg az energia folyam iránya gyakran és gyorsan változni kényszerülne ami e hálózatnak nem természetes adottsága, hanem tervezői, kereskedői és üzemeltetői óhaj.

Az energia áramlás természetes iránya mindig a magasabb potenciálú helyről az alacsonyabb felé mutat! Mivel a vezetékeken folyó elektron áramlás sebessége véges, az áramlási irány megfordulásához a vezeték hosszúságától és az energia pillanatnyi mennyiségétől is függő időtartam szükséges. S ha ez a biztonsági berendezéseken beállított működési időt meghaladja, az áramlási irány változása helyett könnyen áramkimaradást kapunk. Ilyenkor a hálózat természetes egységeire szakad, s ez az állapot a sikeres szabályozási beavatkozás módjával a hiba megtalálásáig fennáll, illetve a probléma ismétlődik.

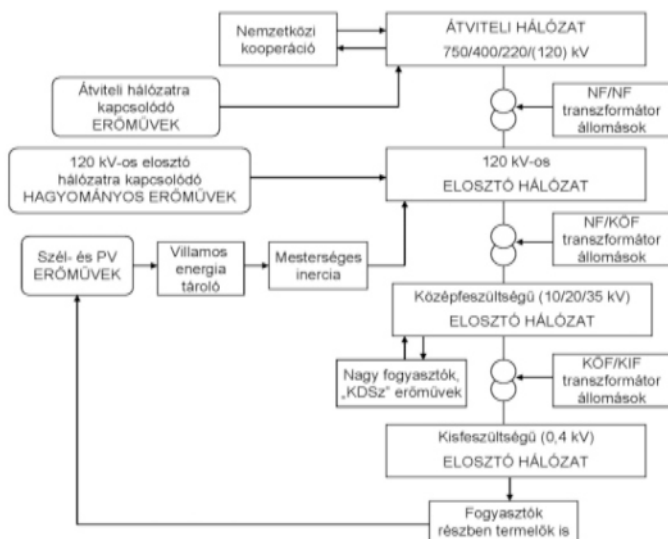
4* Hz = a másodpercenkénti rezgések számának (frekvencia) mértékegysége

5* szinkron járású = a generátorok forgó részének folyamatosan azonos helyzete azonos frekvencia és a termelt feszültség azonos fázisa mellett

A megújuló áramfejlesztés ötlete és megvalósítása is sokkal régebbi keletű mint a környezetvédelem és a fenntartható fejlődés eszméjének 1973-as megjelenése. A tengerparti országok egy része a szelet 10-50 kW-os dinamók üzemeltetésével már az 1800-as évek végén villamos áram termelő munkára fogta. A világ első geotermikus erőműve Larderelloban (Olaszország) 1911-ben épült. Gibárt (Magyarország) 500 kW-os vízi erőműve Ganz Ábrahám szabadalmaztatott hidraulikusan állítható lapátszögű járókerekekkel 1903 óta üzemel.

A villamos hálózatok mint azt korábban említettük sugarasak voltak majd hurkoltakká és/vagy körhálózatokká váltak. Az ellátás biztonsága tekintetében az erőművek összekötése illetve a körhálózatok kialakítása alapvető javulást hozott. Az áramtermelés összehangolását, az úgynevezett rendszer irányítást a piaci verseny kényszerítette ki. Segítségével a versengő erőművek egy-egy hiba vagy havária bekövetkezése esetén akár ki is segíthették egymást. (3. sz. ábra)

A nagy távolságok, a növekvő áramigény és a hálózati energia veszteség csökkentése miatt kialakultak az egymást transzformátor állomásokon (alállomás) keresztül tápláló nagy- közepes és kis feszültségű hálózatok. Az erőművek döntő részben ahogyan napjainkban is, fosszilis energia hordozókból termeltek. Először a szénféslesek majd az olaj termékek az égethető gázok, manapság a földgáz és esetleg az urán alapú atomenergia is a villamos erőművek primer energia hordozója. Az erőműveket álló- és folyóvizek mellé telepítették a hűtési igény kielégítése céljából.



3. ábra Hálózatok egy lehetséges új hierarchiája, blokkvázlat

A megújulók szerepe a 20. század végén kezdett felértékelődni, s ha a trend nem változik, a 21. században ha nem is uralkodóvá, inkább tömegessé válhat.

Gyakorlatilag az összes megújuló primer energia forrásból lehet villamos áramot termelni, mint azt a 1. sz. táblázat mutatja. Európai mértékű jelentősége azonban csupán a nap-, szél- és a vízi energiának van. Ne tévesszen meg bennünket a pillanatnyi helyzet, hogy leginkább a szélerőművek sokasodnak. Ha majd a mainál jobb technológiákat találunk rá, a napfényből nyert villamos áram a szélénél sokkal nagyobb mennyiségű lehet. (Részletek az Életünk az Energia 17.- Nap és Atom Szén nélkül? c. cikkünkben.)

Magyarország megújuló áramforrásai (x = van; – = nincs)

1. sz. táblázat

sorszám techno- lógiaiák	megújuló	termelt áram	inercia ^{6*}	átalakítás	energia tárolás lehetősége
1	naperőmű	váltó	x	-	x
2	PV napelem	egyen	-	x	-
3	(geotermia) földhő	váltó	x	-	x
4	víz	váltó	x	-	x
5	szél	egyen	-	x	-
6	biomassza (biogáz is) (bioetanol is)	váltó	x	-	x
7	kommunális hulladék	váltó	x	-	x

A táblázatban szereplő egyenáramot termelő technológiák váltó árammá alakító eszközt és vele arányosan meddő komponenst mesterségesen előállító egységet is igényelnek. A PV (fotovoltaikus) napelem és a szélgenerátor is célszerűen energia tárolást is kíván(hat) a jobb kihasználás és a hálózat szabályozhatósága érdekében. Napjainkban egyelőre a mesterséges inercia, a nagymennyiségű energia tárolás szükségessége és egyéb, a megújulók tömeges alkalmazása miatt jelentkező problémák felismerése, megértése folyik.

Európa-, benne hazánk villamos hálózati rendszere a történelmi fejlődés kapcsán adott, az új áramtermelési technológiákat tehát ide kell beilleszteni. A megvalósítás napjainkban egyszerű NF,^{7*} KÖF^{8*} vagy KIF^{9*} hálózati rákapcsolással történik. A megújulós eredetű villamos áram mennyisége mára időnként túllépi a hálózat és a fogyasztók számára a fizika törvényei szerint elviselhető természetes mennyiséget. Az időjárás, gyors változása miatt többek között hirtelen áram hiányt vagy többletet okoz. Külön gond, hogy ezt nem azonos feszültség szinten teszi.

Villamos hálózataink stabilitásának korábbi, mai és várható mértékét mutatja a 4. sz. ábra.

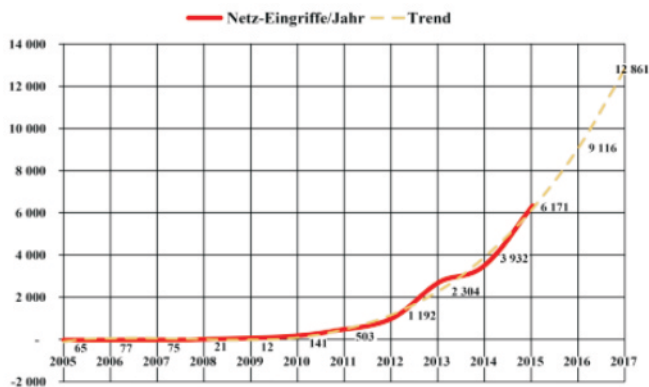
6* inercia = a generátorok forgórészének mechanikai tehetetlensége (Részletek az Életünk az Energia 13. -

Villamos rendszer irányítása c. cikkünkben)

7* NF = Nagyfeszültségű hálózat

8* KÖF = Középfeszültségű hálózat

9* KIF = Kisfeszültségű (fogyasztói) hálózat



4. ábra Rendszer beavatkozási események száma

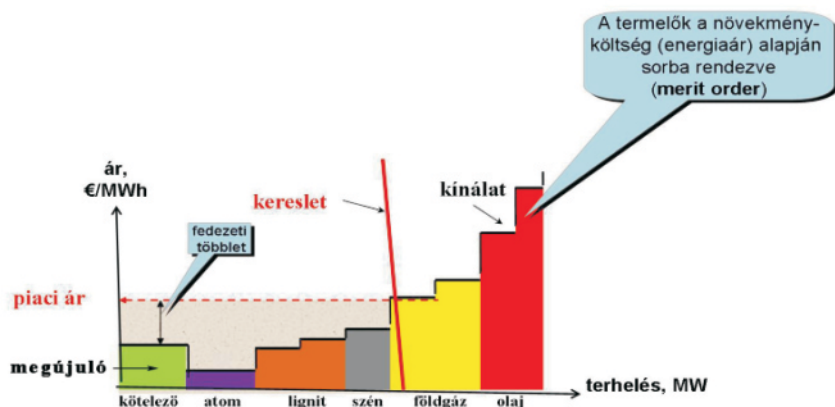
Az ábrán felismerhetjük a beavatkozások számának hatványfüggvénnyel közelíthető várható növekedését $f(x) = \sum_{n=0}^3 c_n \cdot x^n$, ami a rendszerbe idény függően és

természetiszeszély mentén betáplált megújuló áram következménye. A tényszám 2017-ben elérte a tízezer alkalmat, mely a kiterjedt európai hálózatban napi szinten 25-30 db szabályozási eseményt, beavatkozást jelentett. A probléma nagyságát szemlélteti, hogy akár több ország rendszer irányítóinak napi 25-30 alkalommal történő hibamentes együttműködése szükséges az üzemvitel fenntartásához. A legtöbb esetben ez az intézkedés sor ma már szinte teljes mértékben nagyszámú fosszilis erőmű és/vagy fogyasztó le- illetve rákapcsolásából áll. A korábbi sikerre vezető beavatkozási protokollok a nagy mennyiségű megújuló áram -vagy annak hirtelen hiánya miatt- egyre kevésbé végrehajthatók. Mint legutóbb 2019. január 10-én 20⁰⁰-kor Németországban bekövetkezett teljes szélenergia kiesés miatt a helyreállítás csak 1500 MW^{10*} teljesítmény igényű franciaországi fogyasztó lekapcsolásával volt lehetséges. (részletek a „Kacérkodunk az ördöggel?” c. cikkünkben)

Az összekapcsolt rendszer szabályozása komoly matematikai aparátust igényelt kezdetétől fogva s még inkább így lesz ez a jövőben. A villamos hálózat viselkedésének előre jelzésére szolgáló modellekben alkalmazott mérnöki számítások eszköze a Gráf elmélet, melynek alapjait Leonhard Euler (1707-1783) svájci matematikus, fizikus fektette le. Munkája táptalajt nyújtott Gustav Kirchhoff (1824-1887) német fizikus számára, aki Georg Simon Ohm (1789-1854) német fizikus áram és feszültség között kapcsolatot teremtő elméletét három dimenziós rendszerekre terjesztette ki. A 20. században Rényi Alfréd (1921-1970) magyar matematikus, Erdős Pál (1913-1996) szintén magyar matematikus együttműködésével a véletlen gráfok (hálózatok) tulajdonságait fejtegette meg. A tudomány alkalmazása a véletlenszerűnek tekintett villamos hálózat elemei közötti gyenge és erős kapcsolatok ismerete az egész világon a hálózat stabilitásának növekedését okozta a szolgáltatói költségek jelentős csökkenése mellett.

10* 1500 MW Magyarország saját folyamatos áramtermelő kapacitásának mintegy 40%-a!

Meg kell említeni a megújuló energia és a pénzügyi realitás elsőségét is, mely a német Energiewende^{11*} után Európai Unió előírás is lett. Természetesen „egyezően” az áramszolgáltatók gazdasági érdekeivel, de mégis politikailag és fizikailag is preferálva a megújuló áram termelőit! Röviden szólva a 5. ábrán látható szabályozás olyan, hogy a menetrendtartó és a jól szabályozható fosszilis erőművek ritkán „juthatnak szóhoz”. Hiszen Németország az általa termelt villamos energia több mint 50%-át exportálja az ENTSO-E keretein belül. (Részletek az Életünk az Energia 13.- Villamos rendszer irányítása és a 17.- Nap és Atom Szén nélkül c. cikkünkben)



5. ábra Erőművek jogi és pénzügyi üzemeltetési sorrendje az EU-ban

A kereslet csökkenése esetén (délelőtti munkaidőben) a piaci ár zuhan így a gáz-erőművek egyáltalán, a szén- (és lignit) erőművek csak részben termelhetnek. Ebben a helyzetben például a meddő áram termelése lényegesen a kereslet alá eshet. Ami nemcsak rendszer irányítási eseményt, hanem mint azt később látjuk, az egyesített hálózat szétesését is okozhatja. Ez pedig az érintett szabályozási körzetekben a „black-out” rémét vetíti előre, mely az áramszolgáltatás akár több napos kimaradását is jelentheti az adott országban, országgrészben és a vele szoros kapcsolatban állókban is. A helyzet nehézségét fokozza, ha a „szoros kapcsolat” a pillanatnyi tözsdei összekapcsoltság- és nem a Természet függvénye.

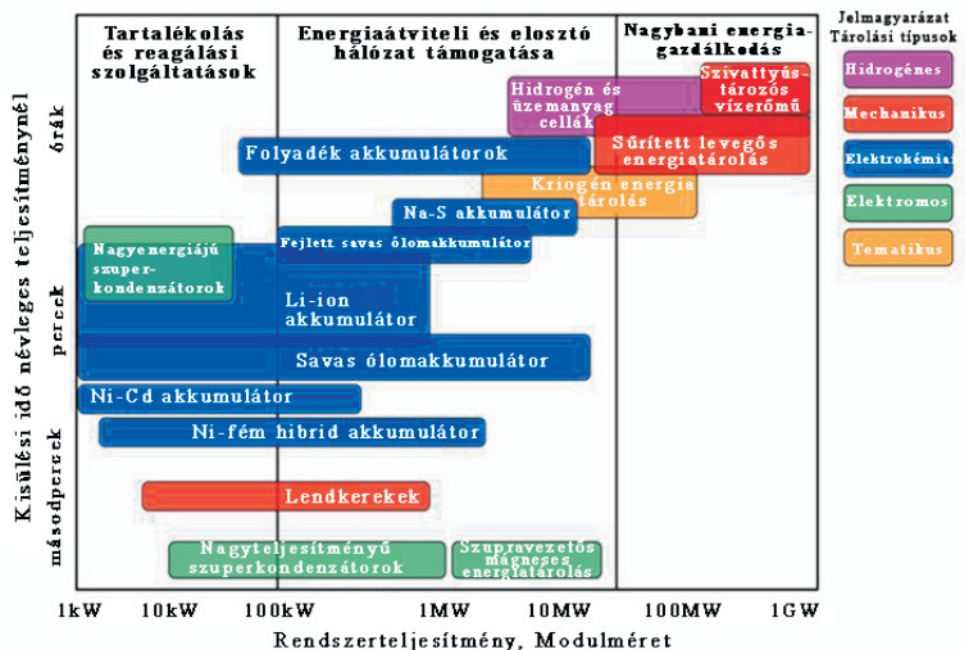
Szelidebben szólva úgy tűnik hogy, az egyesített hálózati rendszerbe bekerülő szél- és nap energiából származó villamosság elérte azt a mértéket, mely úgy a hálózat hardverében, mint a rendszer irányítási szoftverében, de legelső sorban a hálózat tulajdonságainak és várható viselkedésének felderítésében és megítélésében (jelentős) változást kíván!

11* Energiewende = Energia fordulat, Energia rendszerváltás (politikai kifejezés)

Úgy gondoljuk a természettudományos alapok mára megvannak. A Gráf elmélettel való elégedettség elmúltával a számítástechnika és főként az informatika 20. századi gyors fejlődése, a mérési pontosság utolérhetetlen gyorsaságú növekedésének következtében a Hálózatok Tudománya és a véletlenszerűnek tűnő események hatását boncolgató Káosz Elmélet is új felfedezések táptalaja lett. Kiderült hogy az eddig véletlenszerűnek vélt hálózatok egy része skálafüggetlen. Megismerhető természeti törvényeknek engedelmeskedik azokkal leírható. E tudományágnak is van neves magyar képviselője Barabási Albert-László (1967-) személyében aki a villamos hálózatok esetében is tett néhány szemléletváltásra ösztönző megállapítást. Könnyebb elfogadnunk e téren is a Természet meghatározó szerepét, ha figyelembe vesszük, hogy az emberiség bármit alkot az azonnal a Természet részévé válik.

A skálafüggetlen hálózatok egyik fontos jellemvonása az erős hibatűrő képesség. Viszont a váratlan támadásokkal szemben – a villamos rendszer esetében ilyen a szél hirtelen feltámadása vagy megszűnése – védtelen. Ma ezek ellen nagykapacitású számítógépeken a káosz elmélet eredményeit is figyelembe véve szimulált meteorológiai előrejelzések segítségével alkotott illetve gyorsan változtatható üzemelési menetrendekkel védekezünk. Ugyanezt a megoldást alkalmazzuk a napsütés- felhősödés okozta energia termelés változás prognosztizálására is. Ez napenergia esetén egy használható módszer, azonban szélre való alkalmazása a rendszert irányítóknak számára sok bosszúsággal, egyre nagyobb számú torokszorító beavatkozási stresszel terhelt folyamatot eredményez. A napenergia mennyiségi feldolgozására szolgáló fotovoltaiikus napelemek szilícium alapúak. E berendezés kiváló tulajdonsága, hogy az ember számára látható fény tartományában és az ennél nagyobb hullámhosszúságú napsugárzási tartományban is érzékeny. Így a skálafüggetlen villamos hálózat -a napfűrdőző emberrel szemben – nem érzékeli támadásnak a napsütés frekvencia spektrumának jelentős csökkenését. A szélerősség változása azonban egészen más jellegű. Ez valóban támadást jelent a természeti adottságánál fogva skálafüggetlen villamos hálózat számára! (Részletek az Életünk az Energia 17.-Nap és Atom Szén nélkül? c. cikkünkben.) A fogyasztók egy része mindezt az előre kötött szerződés ellenére váratlan energia hiánnyal (lekapcsolással) éli meg. (4. sz. ábra)

Megpróbáltuk a skálafüggetlen hálózatok megismert tulajdonságait alkalmazva az egyetlen szabályozási egységű Magyarország villamos hálózatát gondolatban újjá építeni, olyanra mely forma nézetünk szerint jobban megfelel a „véletlen támadások” kivédése igényének. A mainál jóval kevesebb lekapcsolást, szabályozási beavatkozást kíván. Egyenletesebb frekvenciamenetet és állandó nyugodt feszültségszintet eredményez az egymás fölül rendelt feszültségszintű hálózatokon. (3. sz. ábra) A gondolat kísérletben felhasználtuk a napjainkban sokat emlegetett tárolást, melyre megnyugtató megoldások még nem, csupán elgondolások és kísérletek születtek. (6. sz. ábra) Példaként megemlítjük Németország legnagyobb kapacitású szivattyús-tározós vízi erőművét. Ami a maga 1060 MW teljesítményével 8 órán keresztül tud óránként 1000 MWh villamos energiát a hálózatba táplálni 12 millió köbméter víz mozgatásával. Ez az energia mennyiség hazánkban nyári csúcspotyosztás mellett kicsit kevesebb mint 8-szor fél órára lenne elegendő a villamos energia import kiváltására. A tárolás kérdésével -mely külön tanulmányt érdemel- érdemes óvatosan bánnunk hiszen Dunánk átlagos vízhozama Budapestnél mintegy 2300 m³ másodpercenként. Az említett tárolót mintegy 1,5 óra alatt töltené fel! Jogos lehet egy olyan gondolat, hogy a tárolást az energia termelés helyszínén érdemes megoldani. Így kisebb egységekből felépítve országos méretben gondolkodva nagy mennyiségű villamos áramot tárolhatunk. (3. sz. ábra)



6.ábra Tárolási technikák alkalmassága

A skálafüggetlen hálózatok irányultsággal rendelkeznek. Ez is megfelel a villamos energia ellátó rendszerünknek, hiszen benne az energia áramlása a termelőtől a fogyasztó felé mutat. Azonban napjainkban e rend is felborulni látszik azért, mert egyre több fogyasztó termelő is egyben. A skálafüggetlen hálózat adott részének -fotovoltaikus napelem parkok esetében, melynek nálunk a KIF-re csatlakoznak- irányultsága ezzel megváltozásra kényszerülhet ami nem szerencsés, hiszen az irányváltás mint korábban láttuk, hosszú időt igényel és a hálózat pillanatnyi irányultsága miatt gyakran létre sem jöhet.

A 3. sz. ábrán gondolat kísérletünk eredményét mutatjuk be. A megújulókból termelt villamos energia helyi felhasználása például sziget üzemben kézenfekvőnek látszik. Így csupán akkor kell a közüzemi hálózathoz vételezni ha a saját energia valamilyen ok miatt elfogyott. (Mint azt a saját erőművel rendelkező nagyfogyasztók teszik.) A megoldás előnyös azért is mert így csökken a hálózati veszteség és az energia tárolása valamint a felhasználni kívánt meddő komponens termelése helyben, hálózattfejlesztés nélkül megoldható.

A következő gondolat, hogy a megújulás háztartási- és kiserőművek által termelt villamos energiát gazdaságilag optimális méretű körzetekben külön hálózaton összegyűjtve egy központi tárolón és mesterséges inercia központon át kapcsoljuk a KÖF hálózatra.

A harmadik változtatás, mely részben már gyakorlat, hogy hagyományos erőműveink kihasználva megújulás lehetőségeiket megépítve a megfelelő méretű villamos energia tárolót, a mai hálózati kapcsolatokon keresztül kapcsolódjanak.

Meggyőződésünk, hogy egy új tudományos alapokon nyugvó átgondolt termelési és fogyasztási rendszer működése megfelelő méretű számítási kapacitáson modellezhető, előre vizsgálható. A kutatás olyan megoldást eredményezhet, ami a hazai villamos hálózat üzembiztonságát a kívánt szintre visszaemeli. Ezzel helyreállítja a hazai villamos energia ellátás biztonságát, nem utolsó sorban utat nyit a megújulókból termelt villamos áram volumenének természeti korlátok nélküli növeléséhez a Természet jobb ismerete és a vele való együttműködés kiteljesedése kapcsán.

VOLT EGYSZER EGY „EOCÉN PROGRAM”...

Az Eocén Program gépesítése Tatabányán

Mokánszki Béla okl. Bányamérnök

1976-ban az ország döntéshozói új energiastratégiát hagytak jóvá, mellyel az 1973-as évek olajválságának hatásait próbálták enyhíteni. Döntés született az Eocén programról, a márkushegyi, dudari, balinkai, nagyegyházi, mányi, lencsehegyi bányák megépítéséről.

Az alábbiakban a Nagyegyházi Bányaüzemre szeretnék fókuszálni több okból:

- Szerintem a szakma legnagyobb kihívása volt, mivel háromtermékes bányának indult
- 40 éve kezdődött a megvalósítása
- Bányagépész szakos hallgatóként itt készíthettem a diploma munkámat.

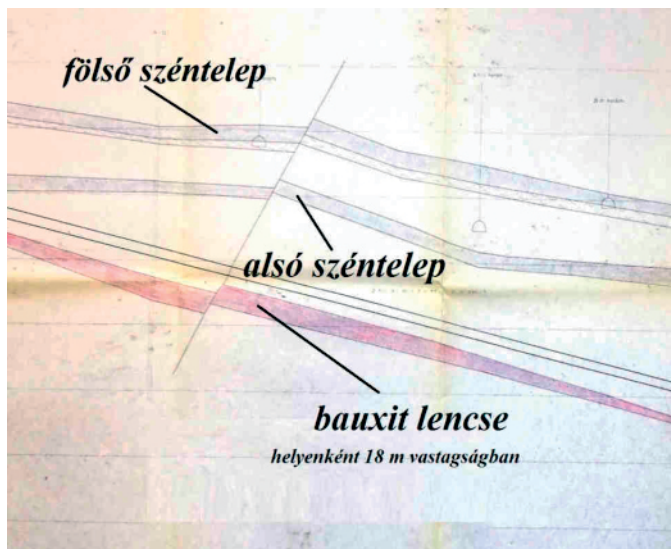
Valamint szeretnék azokra a kollégákra emlékezni, akik már nem lehetnek közöttünk. Volt egy nótá „Kislak áll a nagy Duna mentében” dallamára, Solymos Péter okl. bányamérnök alkotása.

„Túl a hídon áll egy árva bánya
A mi bányánk a szép Nagyegyháza
Érte szívünk egy ütemre dobban
Nem csinálja nálunk senki jobban”



Nagyegyházi bánya átnézeti térképe

Háromtermékes bányának indult, mert a széntelepek alatt jelentős mennyiségű, jó minőségű bauxitvagyonot mutattak a kutatások. Mindezeket rengeteg víz vette körül. Ezért a három termék: szén-bauxit-ivóvíz lett volna.



szelvény részlet

NEHÉZIPARI MŰSZAKI EGYETEM
BÁNYAGÉPTANI TANSZÉK
3515 MISKOLC-EGYETEMVÁROS
TELEFON: 13-691/18-15

DIPLOMATERV

M o k á n s z k i B é l a

bányagépészeti és bányavillamossági mérnökjelölt
részére

Végezze el a Tatabányai Szénbányák nagyegyházi bányauzem nagyszelvényű, komplex-gépesített vágathajtásainál alkalmazott két jellemző géplánc elemző kritikai vizsgálatát. Térjen ki a vágathajtási gépláncok technológiai felépítésének ismertetésére, az egyes gépláncok és a velük elérhető vágathajtási teljesítmények elemző vizsgálatára. Vizsgálja meg az alkalmazott kiszolgálás és a teljesítmények összefüggéseit. Tegyen javaslatot a kiszolgálás javítására.

Elemesse az üzemzavarok okait a gépláncoknál.

A feladat kidolgozásához szükséges további adatok a Tatabányai Szénbányáknál rendelkezésére állnak.

- . - . - . -

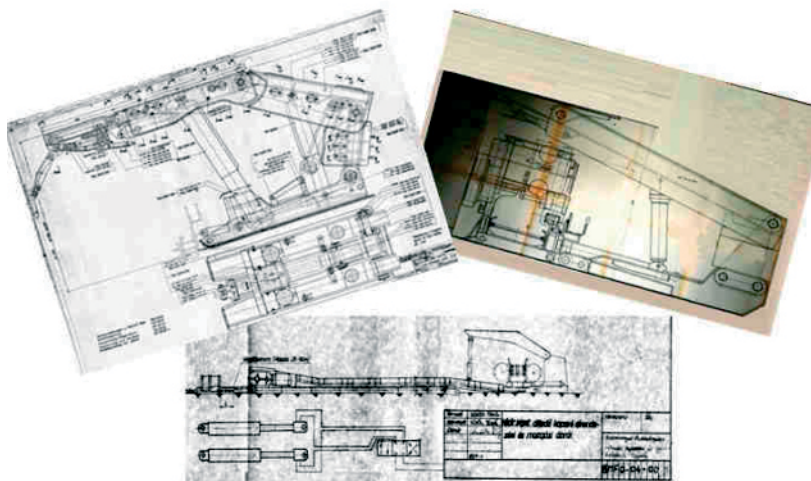
Tanszéki konzulens: Sümei István egyetemi adjunktus
Üzemi konzulens: Juhász András okl. gépészmérnök

A bányáépítés jelentősen eltért a régi, bevált mélyműveléses gyakorlattól.

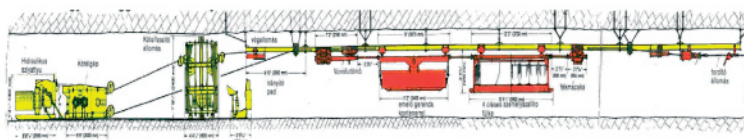
- Nagy „álmódosások” voltak a bánya feltárására.
- Nagy beruházás volt, a kivitelezők sokaságával.
- Nyugati gépbeszerzésekre is lehetőség nyílt.
- Az új gépekhez, új technológiákhoz új szemlélet kellett.

(Sajnos mindehhez a belső üzemekből kezdetben a „leadott szakemberek” érkeztek.)

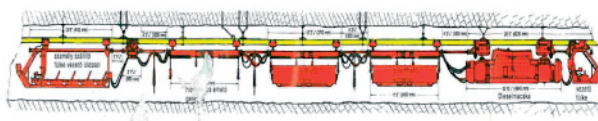
A rajzasztalokon elkezdődött az új berendezések összeépíthetőségének vizsgálata. Sok „új gondolat” (szabadalom, találmány) született.



Fejtési berendezések rajzai



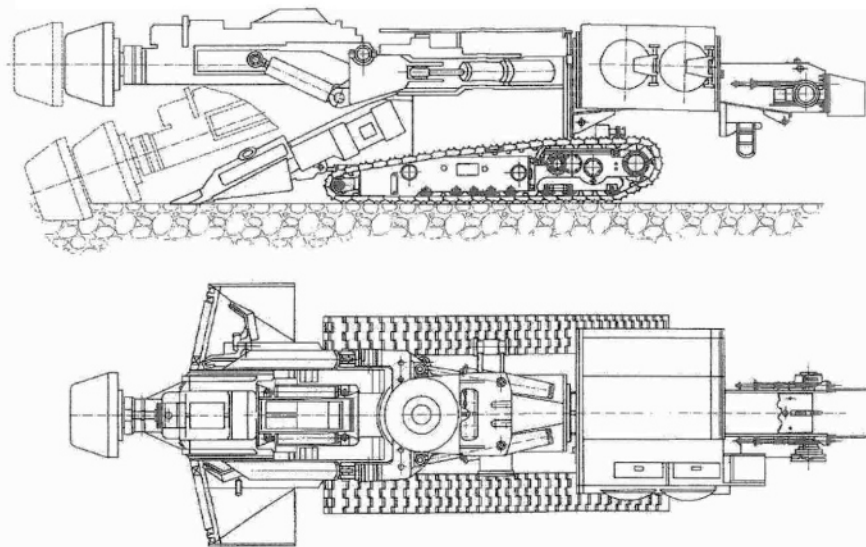
kötélvontatással



diesel-hidraulikus hajtással

Scharf függősinés szállítási rendszer megoldásai

Nagyteljesítményű, stabil gépek kellettek a nagyszelvényű vágatok hajtásához.



Típus: 4PP-2M	
Származás: Szovjetunió	
Üzembe helyezés éve: 1988	
Teljes tömeg:	64t
Kitörési szelvény:	9-25 m2
Megengedett telepdőlés:	±12°
Max. jövesztési magasság:	4,5m
Max. jövesztési szélesség:	6,2m
Technikai termelékenység:	0,4 m3/min
A gép menetelési sebessége:	0,05m/s
A kőzet egyirányú max. nyomószilárdsága:	60 MPa
A villamos motorok tápfeszültsége:	500V
Beépített össz. villamos teljesítmény:	365kW

A Nagyegyházi Bányauzem Ny-I. lejtősakna hajtásnál a 212. méterben 1977. november 16-án helyezték üzembe a DOSCO MK-2A tip. vágathajtó gépet. Úgy vélték a gép rakodási képessége a körkaparóval hatékonyabb lesz, mint a fenti ábra 4PP-2M harácsoló karos megoldása.

A vágathajtó gépek mögé kihordó szalagok kerültek, melyek átfedést biztosítottak a gép és a vágatban lévő szállítóberendezés között. Az utóbbit nem kellett ezért folyamatosan hosszabbítani. A szerelési, szállítóberendezés hosszabbítási időt később a hevedertárolós szalagpályák használata csökkentette. A berendezés 1978.szeptember 08-ig 811 m-t haladt előre, majd a lejtősaknából nyíló Scharf átrakodó állomás vágatát hajtották vele. A gép hátránya volt, hogy egy állásból nem tudta a teljes vágatszelvényt kivágni. Egyik, majd a másik oldal jövesztésére kellett átállnia, ami nedves, sáros környezetben nem ment könnyen.



DOSCO MK-2A

A Ny-II. lejtőszakna hajtásnál LHD (Load-Haul-Dump) technológiát alkalmaztak. A jövesztés kontúrrobbantással (a kerületen növelt lyukszámmal) történt, a robbantólyukak fúrásához fűrő kocsit használtak. Az EIMCO homlokrakodó Secoma fűrő kocsit jó párosításnak bizonyult. A homlokrakodóval a kihordó szállítóberendezés esetleges üzemzavarából adódó kieső időt „félredeponálással” próbálták csökkenteni. Az EIMCO megoldotta a biztosító és szerelési anyagok munkahelyre szállítását is.

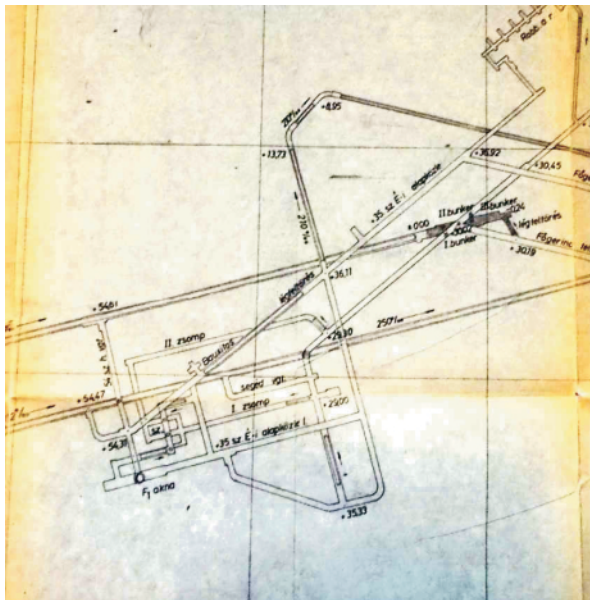


EIMCO 911-B

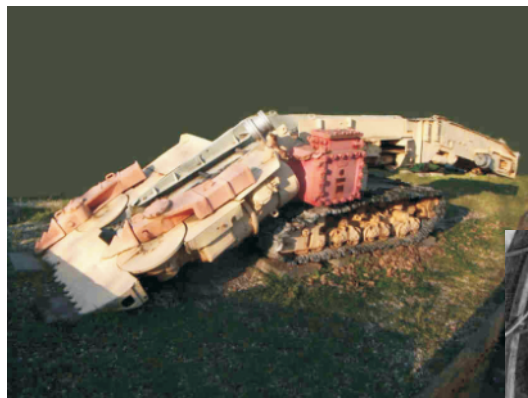


Secoma ATH-15

Elkészültek a központi bányatérsegek, majd a főgerinc vágatok. Kezdődhetett a fejtés előkészítő vágatok hajtása. Ezekhez újabb gépek érkeztek.



Központi bányatárségek F1 akna



PNB-2B rakodó gép



A bauxit feltáráshoz már „nagy EIMCO” rakodó gépet használtak.



EIMCO 912 rakodógép

A víz és márga egymásra hatása miatt a talpduzzadások mindennaposak voltak. A talpszedést talpnyesők könnyítették. (igaz ennek a munkának a szalagpályák voltak a „szenvető áldozatai”)



Hausherr cég **UNISENK** típusú talpnyeső gépe

Az elővájások termelvénye egyre hosszabb szállítóberendezés soron került ki a munkahelyekről.

Egy egy leállás után az újraindulás már sok időt vett igénybe, jelentősen hátráltatva az elővájó gépek munkáját. Szükségessé vált a jövesztett anyag munkahelyen történő deponálása. Ehhez nagy segítséget nyújtott a munkahelyi kaparóra szerelt, szekciókra bontható vágatbunker, mely UNIBUNKER néven került az eocén bányák gépei közé.

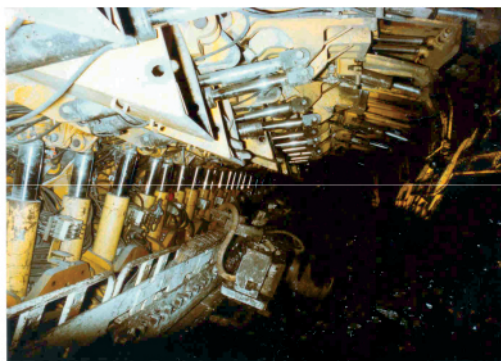
A bunkersorba a tetején futó gumiszalagról lekotró segítségével került a termelvény, amit később a hidraulikusan működő ajtókon keresztül a munkahelyi kaparóra adagoltak.

Sajnos a nedves, márgás, szenes anyag a tároló térbe sűrűn betapadt. A keretben csúszó ajtók megszorultak, az őket mozgató hidraulikus hengerek tönkrementek. “A gondolat jó volt, de nem váltotta be a hozzáfűzött reményeket”.



UNIBUNKER Scharf mozdannyal

1981. júniusában megkezdődött a széntermelés. A fejtéseken a legmodernebb fejtésbiztosító berendezések és jövesztőgépek üzemeltek. A rengésveszély miatt a pajzsok hidraulikus rendszerébe olyan gázos biztonsági szelepek lettek beépítve, melyek képesek voltak a hirtelen dinamikus hatást csökkenteni. A jövesztőgépek rádió távirányításúak voltak, vontatásuk nem gépláncon, hanem fogaslécen történt.



MHW 320 csapolónyílós pajzs



MHW 4400 lemniskátás pajzs



1GS-68 jövesztőgép



VHP 118 köríves, bakos, bölcsős pajzs



EDW 200 jövesztőgép
rádió távirányítással

A fejtések szállítógáti keresztvezőjeibe olyan biztosító berendezések kerültek, amik megoldották a szárnyi kaparó meghajtásának rögzítését, de mozgathatóságát is, és egyben átadóhelyet biztosítottak a fejtésen jövesztett anyag fővágati átfedő kaparóra kerüléséhez. Kezdetben az oroszlaní fejlesztésű négy támos OVK pajzsokat használták, majd a THYSEN pajzsok átalakításával megszületett a tatabányai változat KP-6 jelöléssel. A fejtések szállítóberendezései is nagyobb teljesítményűek és robosztusabbak lettek. Jellemzően a RYBNIK 80 középén kétláncos kaparó volt a járatos, 3x90 kW teljesítménnyel.

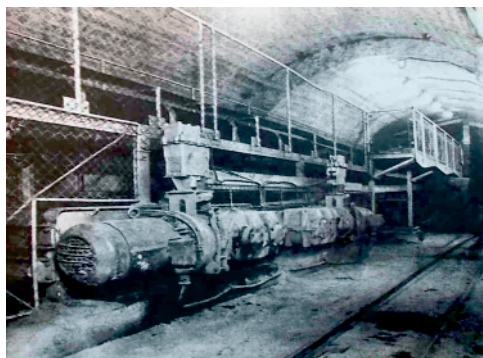


OKV vágatkeresztvezőesi pajzs



RYBNIK-80 láncosvonszóó

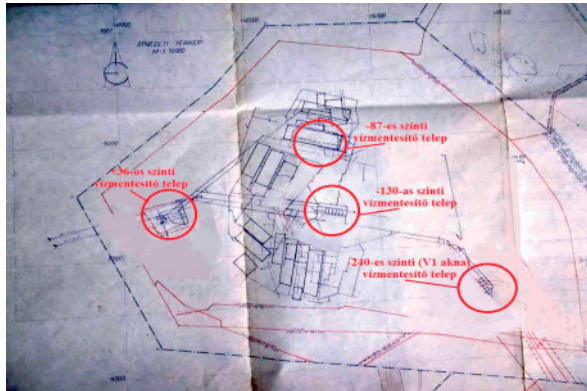
Később a bánya kb. 9 km szállítószalag rendszeréből minden gerinc vágati szalag személyszállítóként üzemelt. Volt olyan fejtés is, melynek a szállítívágatán személyszállító szalagon lehetett utazni. Nagy eredményként könyveltük el, hogy a kéthátású személyszállítás mellett a hatóság a termelvénnyel együtt történő személyszállítást is engedélyezte.

[illegible]

A személyszállító szalagok a biztonsági berendezésekben, a fel-leszálló állomásokban, a hevederkötések referencia jeles ellenőrzésében tértek el a normál szállító szalagoktól.

A „harmadik termék”.

Már a főfeltáró vágatok hajtásánál kiderült, hogy a bánya tényleg vízveszélyes. Fakadó vizek, vízbetörések nehezítették a feltárást. A vizek fogadására, kezelésére nagyméretű vízmentesítő telepek létesültek.

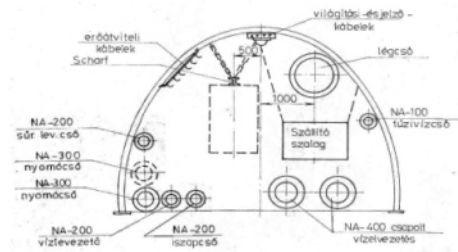


Vízmentesítő telepek elhelyezkedése

Vízemelésre a szivattyú típusok széles palettáját alkalmazták, melyek különböző méretű és funkciójú csöveken át pumpálták a vizet a vízmentesítő telepekre.



FLYGT BIBO szivattyúk



Csővek elhelyezkedése a vágatszelvényben

Sok esetben szándékos vízfakasztások történtek. Ezek a vízbiztonság miatti, illetve víznívó süllyesztő csapoló fúrások voltak.



TURMAG P-600 fűrógép



A csapolás vize szabadra engedve

A Nagygyházi Bánya harmadik terméke az ivóvíz volt, mely a csapoló fúrások zártrendszerű csőbe fogásával külön „ivóvízes szivattyúk” segítségével került a regionális ivóvíz hálózatba.

A tervekben 20 m³/min ivóvíz került volna átadásra. Ebből 1989-ig 5,6 m³/min valósult meg.

Sajnos a vízcsapolások ellenére több helyen, váratlanul előbukkanó, nagymennyiségű hordalékot hozó vízbetörések nehezítették a bánya működését. A hordalék kezelése okozta sokszor a legnagyobb gondot. Hiába voltak a víz fogadására előre kialakított munkahelyi zompok, nagyteljesítményű szivattyúkkal, a hordalék pillanatok alatt ellehetetlenítette a működésüket.

Volt olyan fejtés, ahol a hordalék teljesen elöntötte a pajzsokat. Ezek kiszérése csapolóvázat kialakításával és a vízbetörés vizének „lecsapolásával” vált megoldhatóvá.



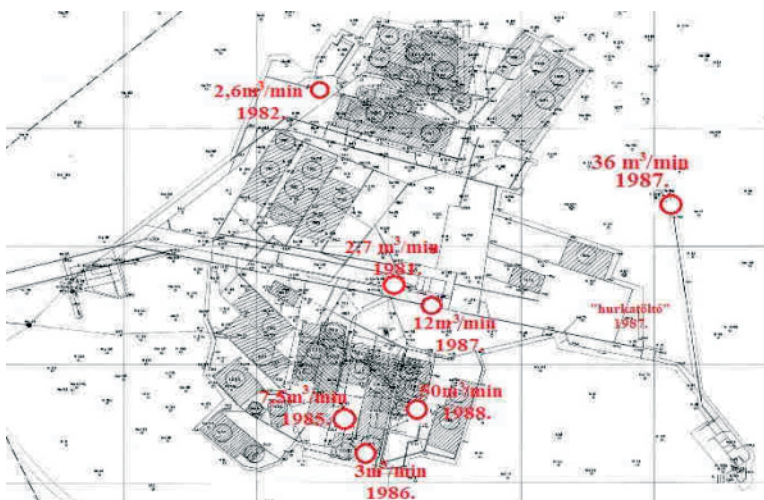
D-II-223 fejtés MHW 320 eltemetett pajzsai



„mert a víz az úr”(néha)



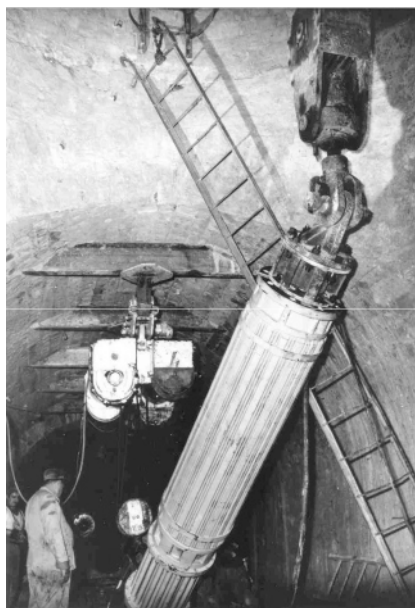
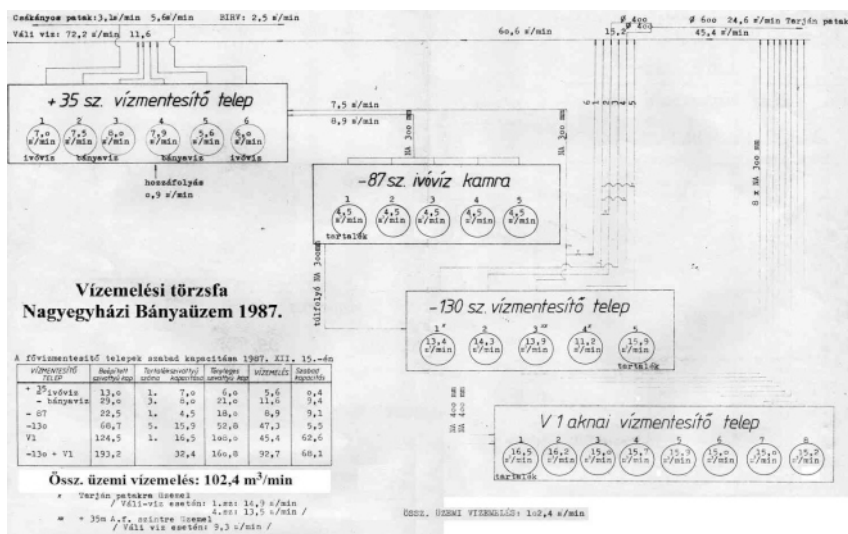
Néhány m3 víz szabadon „csordogál”



A Nagyegyházi Bánya vízbetörései

„Hurkatöltőnek” kereszteltük el a vágatba teljes szelvénnel benyomuló átázott márgás anyagot, ami a geostatikus nyomás hatására 20~25 m/műszak sebességgel kb. 80 m vágatot tett tönkre az É-IV. mezőben.

A fővízmentesítő telepek elhelyezkedése, kapacitása és a vízkezelés (ülepítők, zsonpok méretei), vizek „kormányozhatósága” (mivel a fővízmentesítő telepek csövekkel is összekötöttek voltak) lehetővé tette a biztonságos vízemelést. Még a legnagyobb vízbetörésnél is a másik mezőben zökkenőmentesen folyt a széntermelés.



A -130-as és -240-es szinti fővízmentesítő telepeken (ahonnan közvetlenül a külszínre pumpálták a vizet) RITZ gyártmányú bűvár szivattyúk üzemeltek, szivattyú kutakban.

Villamos teljesítményük 1350 kW, szállítási kapacitásuk 15 m³/min volt 350 m emelőmagassággal.

1988-ra már a „vízbetörés vízelzárása” is működött.

Sajnos a világ változása a Nagygyházi Bányát is érintette. A szanáló szervezet a tartós szüneteltetésről döntött. A gépek kiszerezésre kerültek, majd 1990. januárban a szivattyúkat leállították, a bánya fokozatosan feltel vízzel.

Nagygyháza mára már, csak nosztalgikus emlék maradt sokunk számára.

Jó szerencsét! Mokánszki Béla

A FENNTARTHATÓ HULLADÉKGAZDÁLKODÁS ENERGETIKAI ÉS BÁNYÁSZATI ÖSSZEFÜGGÉSEI AVAGY „HULLADÉKBÓL KONNEKTORBA”

Molnár Szabolcs

ABSTRACT

Kulcsszavak:

Hulladékégetés, hulladékból energia, energetikai környezetvédelem

Napjainkban egyre fontosabbá válik a fenntartható fejlődés biztosítása, melyről igen elterjedt a közbeszédben beszélni, illetve a különböző sajtótermékekben is számos írást találunk.

Az energia, a bányászati eljárás technikák, a hulladék és a környezet szavakat napjainkban egymással szoros összefüggésben kell használnjuk, ha fenntartható gazdálkodásról beszélünk, legyen szó energiagazdálkodásról, környezetgazdálkodásról, művelőviségről vagy akár körforgásos gazdálkodásról.

Mindennapi tevékenységünk során hulladékot termelünk, mely a mindennapjaink részévé vált. A hulladékok „előállításával” egyidejűleg a természeti erőforrásainkat is számúzzuk a gazdaság anyagátalakító – termelési és fogyasztási - (kör) folyamataiból. Sok esetben, olyan energiaforrások és másodnyersanyagként alkalmazható anyagokat pazarolunk el, melyek nemcsak szűkösen állnak rendelkezésünkre, hanem azoknak a természeti környezettől való elsajátításukkal az ökológiai lábnyomunkat mélyítjük az ökoszisztémánk érzékeny talaján.

Az „energiák termelése”, az alapanyagok előállítása során a természeti erőforrásainkat kiaknázzuk, igénybe vesszük a természet „szolgáltatásait”. Belátható tehát, hogy az energia, a bányászat és a környezet szó szorosan összefügg egymással.

HULLADÉKGAZDÁLKODÁS, ENERGETIKA, GAZDASÁG

A történelemben visszatekintve a hulladék feldolgozásának a kérdése már az ősi társadalmakat is foglalkoztatta. A történelem előtti ember (200 – 250 000 évvel ez előtt) volt az első „Homo Recyclicus”: Amit a neandervölgyi ősember felhasznált, azt csaknem teljesen hasznosította is. A nem fogyasztható maradékot elásta vagy a meleget adó táborútízába vetette. Hozzávetőleg 10 000 évvel ezelőtt, a neolitikum kezdete jelentette az ember által szervezett első ökoszisztémákat. [6.] Az ekkor végbement első technológiai forradalomnak a mezőgazdaság kialakulását vehetjük, mely alapjaiban megváltoztatta az ember és a természet kapcsolatát. A társadalom az egyszerű gyűjtögető életmódról áttért a földművelő, termelő életmódra és ettől kezdve az emberiség képes volt az élelmezésükre szelektált növényfajtákat termelni. [4.]

Birtokba vette tehát a napenergiából a növények által előállított anyagok nagy részét, elkezdte kiaknázni a természet adta lehetőségeket. A történelmi időskálán, az idő változásával az energia felhasználásunkkal hasonlóan a környezetünkhöz való viszonyunk is nagymértékben megváltozott. Amíg a természetes ökoszisztémákban az elhalt szerves anyag formájában lévő hulladékot a lebontók leépítik, addig az ember által szervezett ökoszisztémákban a hulladék összegyűlik, ami alapjaiban véve határozza meg a hulladékgazdálkodást. A civilizáció kialakulása városállamok megjelenését hozta maga után. Az egy helyben való hosszabb idejű letelepedés addig nem jelentkező problémákat jelentett a környezet terhelésével kapcsolatban. Ehhez kapcsolódóan született meg az első ismert hulladék-lerakással foglalkozó városi rendelet, mely i.e. 500 környékén született Athénban. Ez a rendelet a szemetet szétdobálókkkal szemben büntetést helyezett kilátásba, illetve a városi hulladék lerakására a várostól mintegy 2 km távolságban jelölte ki a helyet. [5.]

Napjainkat a komplex folyamatok kialakítása jellemzi. Ez alatt azt kell érteni, hogy mind az energia-, mind a hulladék, mind a környezetgazdálkodásban összetett folyamatok alakultak ki. Például az integrált energiagazdálkodás azt célozza, hogy minden esetben a leghatékonyabb megoldást találjuk meg a szóban forgó probléma megoldására. Az energia gazdálkodás, energia hatékonyság tehát nem korlátozódhat a már megtermelt energiával való gazdálkodásra, hanem szükség esetén már a természeti erőforrások kitermelésénél vagy a gyártási folyamatok területén módosítást kell tenni a komplex probléma kezelésének érdekében.

1. A hulladékpiramis

A fejlettebb országokban a hulladék mennyisége ugyan csökkenő tendenciát mutat, azonban a fejlődő országokban – részben a népesség számának növekedése miatt – az elhasznált termékek bővülő újratermeléséről, vagyis a hulladék mennyiségének növekedéséről beszélhetünk. A periodikus újratekeltetés miatt a települések hulladékának elhelyezése, megsemmisítése vagy hasznosítása egyre nagyobb kihívások elé állítja a mérnököket. A nagyvárosok növekvő hulladékmennyiségének kezelése szükségszerű és ezen belül az energetikai célú termikus hasznosítás, mint lehetőség vetődik fel.

Energetikusként úgy is fogalmazhatnánk, hogy az én szemszögömből a hulladék nem más, mint rossz helyen tárolt alapanyag. Fizikai szemszögből a termék előállítása alapanyagaiból az entrópia csökkenésével, míg a hulladékkezelés az entrópia növekedésével jár. Mivel előbb-utóbb minden hasznos termékből hulladék lesz, a gazdasági tevékenység során az alacsony energiájú alapanyagból, magas entrópiájú hulladékot állítunk elő.

Nagyon fontosnak vélem kiemelni, hogy nem az energetikai célú hasznosítás a legcélszerűbb megoldás! Napjainkban kialakult integrált, hierarchikus hulladékkezelési rendszer szerint kell lehetőleg eljárni. Az ajánlott hulladéksorsot a 2008/98/EK irányelv szerint kell kialakítani, melyet a hulladékos terminológia hulladékpiramisnak nevez (1. ábra). [1.]



A hulladéksors piramisából következik, hogy természetesen a hulladék keletkezésének megelőzésére kell a legnagyobb hangsúlyt fektetni. Azonban napjainkban utópisztikus elképzelés lenne olyan technikákban, technológiákban és olyan termelési folyamatokban gondolkodni, amelyek egyáltalán nem eredményeznek hulladékot. A hulladékhasznosítási prioritások, az egyes hulladékkezelési eljárások alkalmazása a gyakorlatban országonként különböző.

1.1. Az energetikai hulladékhasznosítás

A megválasztott hulladékkezelési eljárásokat sok minden befolyásolja. A megfelelő technológia kiválasztását meghatározza a hulladék minősége és mennyisége, melyeket az adott település társadalmi munkamegosztásban betöltött szerepe, az életszínvonal, az település lélekszáma, beépítettsége, az adott ország (vagy régió) termelési kultúrája is befolyásol.

Azonban a technológiák megfelelő ismerete kell az alapja legyen mindennemű döntésnek, vagy akár csak vélemény alkotásnak. Hiszen például az energetikai célú hulladékhasznosítás sem azonos és egyenlő a hulladékok elégetésével (1. táblázat).

1. táblázat. Hulladékok energetikai hasznosításainak eljárásai [9.]

	oxigén jelen van a folyamatban	oxigén kizárásával megy végbe a folyamat
fiziko-kémiai átalakítás	termikus oxidáció: égetés	hőbontás: száraz lepárlás, elgázosítás, pirolízis
mikrobiológiai átalakítás	aerob erjedés: komposztálás	metános erjedés: metanolízis, biogáz előállítás alkoholos erjedés: etanol- előállítás

A hulladékok energetikai hasznosításának több útja lehetséges. Oxigén jelenlétében a szemét elégetése a gőztermelésre, s ennek bázisán a hőhasznosításra, a hőellátásra, a villamosenergia-termelésre vagy a kapcsolt energiatermelésre ad lehetőséget, mely a hulladék fiziko-kémiai átalakításának nevezzük. Hasonlóan aerob körülmények között megy végbe a mikrobiológiai átalakítás is, melyet oxigén jelenlétében komposztálásnak nevezzük.

Amennyiben az oxigén kizárásával megy végbe a folyamat, úgy a fiziko-kémiai eljárások csoportjába tartoznak a hőbontási eljárások. Ezen eljárások során a különféle polimertermékek (hőre lágyulók és térhálósak egyaránt) alkalmasak lehetnek vegyipari pirolitikus bontás útján (a makroláncok kontrollált tördelése révén) kismolekulás szerves vegyületek előállítására. Új szintézishez alkalmazható közbülső termékek, intermedierek állíthatók így elő, például PMMA-ból (poli(metil-metakrilát) hétköznapi nevén plexi) a metilmetakrilát (MMA) monomer 450 °C-on végzett pirolízisben visszanyerhető, vagy a polisztirol (PS) 580 °C-os pirolízise tiszta sztirol monomert eredményez. [3.]

Energetikai hasznosítási lehetőség a biogáztermelés és ehhez kapcsolódva gázmotorok, gázturbinák és gáz/gőzerőművek alkalmazása is.

1.2. Emisszió mentes városok

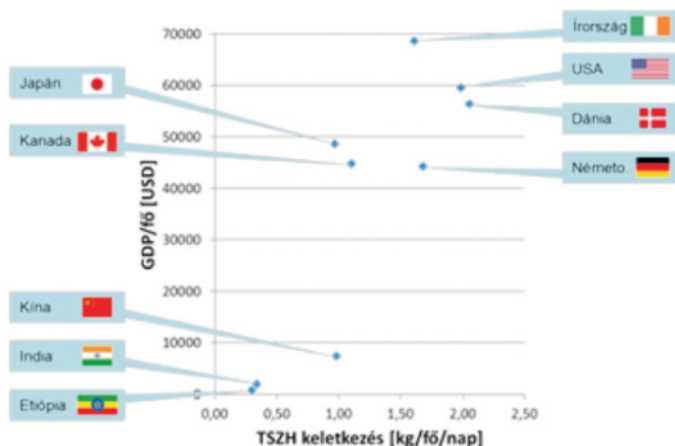
Napjaink egyik fontos kihívása és egyik legnagyobb környezetvédelmi problémája – a túlnépesedés és a városiasodás jelensége. 2005 óta a világtörténelemben először él több ember a világon városokban, mint falvakban. Az urbanizálódott területekre „beköltözés” folyamatos, ez rendkívül nagy hatással van a bolygónk erőforrásaira. [11.]

Az emberek városokba tömörülnek és a városokban élők száma folyamatosan növekszik. Ez mind energetikai szempontból, mind környezetvédelmi és hulladékgazdálkodási aspektusból komoly kihívásokat támaszt a szakemberek elé. Egyrészt a városokat energiával kell ellátni, másrészt a megnövekedett lokális népsűrűség koncentráltan keletkező és megnövekedett hulladékmennyiséget is jelent. Megoldásként adódik, hogy a hulladékégető erőművekben előállított villamos energiának és a távhőnek kiemelt szerepet biztosítsunk a városok energiaellátásban.

Amennyiben a fenntartható fejlődés útjára szeretnénk lépni, ahhoz egyértelműen meg kell határoznunk a célunkat. Jelen esetben ez a dekarbonizációt szem előtt tartva nem más, mint hogy emisszió mentes városokat alakítsunk ki.

Hulladékgazdálkodási aspektusból a fenntartható fejlődéssel kapcsolatban meg kell különböztetnünk az egész Földre vonatkoztatható általános megállapításokat, és a mi régióinkra (illetve a mi hazánkra) vonatkozó szempontokat. Amíg például a fejlődő országoknál elsősorban a mennyiségi kérdések jelentik az alapproblémát, a fejletteknél viszont a minőségi kérdések állnak elsősorban a fejlődési kérdések középpontjaiban.

A fejlődő és a fejlett országok hulladékgazdálkodással kapcsolatos különbségeit az egy főre vetített, fajlagosan keletkező települési szilárd hulladék mennyiségének és az egy főre jutó GDP összehasonlításából láthatjuk (2. ábra).



2. ábra. Egy főre jutó GDP és a keletkező települési szilárd hulladék kapcsolata

Ha a GDP-t abszolút értékben nézzük, akkor USA, Kína, Japán áll a képzeletbeli dobogó első három helyén. Azonban más képet kapunk, ha a GDP-t fajlagosan nézzük, vagyis le vetítjük egy főre. Amennyiben ezt összevetjük az adott ország egy főre jutó települési szilárd hulladék keletkezésével, akkor a világ országait besorolhatjuk a fejlett és a fejlődő országok halmazába (Kína mint sok másban is kivételt jelent).

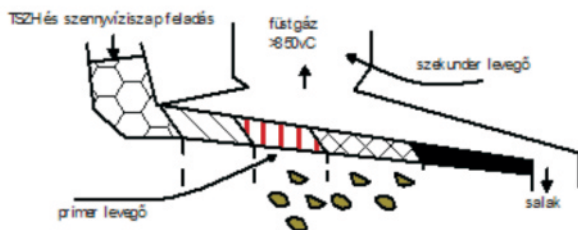
A fejlődő országokban az egy főre jutó keletkező hulladék mennyisége jelentősen alacsonyabb, mint a nyugati társadalmakban. Azonban a hulladék kezelésének - ezekben a társadalmakban elsősorban mégis a mennyiségi kérdéseit kell megoldani. Sajnálatos tapasztalat, hogy vagy egyáltalán nincs, vagy nem elégséges a hulladékfeldolgozási technológia. A hulladéklerakók nem megfelelő szigetelése miatt a környezetet komoly terhelés, sok esetben szennyezés éri. Ezen országokban a hulladékégető erőművek létesítései megoldást jelenthetnek a hulladékkezelés hiányosságából adódó problémákra. Az égetés során szinte tökéletes a higienizáció, és a hulladékmennyiség – mind térfogati, mind tömeg szempontjából – megfelelő csökkenésével lehet számolni.

Nyugat-Európában és a fejlett országokban elegendőnek mondható égetőművi kapacitás épült ki. Természetesen itt sem „dőlhetünk hátra”, az energiahatékonyság irányába tett fejlesztésekkel (például füstgáz kondenzáció), illetve egyéb korszerűsítésekkel az égetőművek technikai színvonalát fejleszteni lehet. Kelet-Európában az égetőművek beruházásai napjainkban is tartanak és várható további égető erőművek átadása is. A fejlett országokban a fejlesztések meghatározója az égetés során visszamaradt salak és hamu kezelésének fejlesztése, az energiahatékonysági és a káros anyag kibocsátás csökkentésére irányuló újítások.

2. Salak kezelése, hasznosítása és elhelyezése

A hulladékégetés folyamata során a bányászati technológiáknak a salakkezelésben és az égetés során visszamaradt anyagok feldolgozásában van kiemelt szerepük.

A települési szilárd hulladék égetése során a hulladékban kémiaiilag kötött energia felszabadításán és annak hasznosításán van a hangsúly. Azonban az égetés során szilárd égésmaradék keletkezik, mely elsősorban a rostélyon áthulló, illetve a tüztérből távozó maradékokból (salak, hamu), másodsorban a huzamokban, illetve az elektrofilterekben leválasztott maradékokból (szállópor, szállópernye) tevődik össze.



3. ábra. A salak keletkezése

A salakot a tüztér végén kialakított nedves rendszerű salakeltávolító hűti le és hordja ki salakbunkerba vagy egy átmeneti tárolóba. A rostélyokon áthulló maradékot – a salakmennyiség 1-3%-a – vagy közvetlenül gravitációs módon hűtőbe ejtik, vagy külön technológia szállítósoron – általában szállítócsigával szállítja a –hűtővízbe.

Az elektrofilterekből és a huzamokból származó pernye kezelését a szerint alakítják ki, hogy mi lesz a sorsa a visszamaradó salaknak. Amennyiben a salak rendezett tárolóra kerül, úgy a pernyét és a salakot közösen kezelik.

Elsősorban kisebb égetőművekre jellemző, hogy nem történik vasvisszanyerés a salakból. Ebben az esetben egy erre telepített daru közvetlenül a szállító járműre pakolja a salakot és végleg lerakóra kerül.



4. ábra. A salak kezelése

Amennyiben a salakot további feldolgozás és értékesítés céljára szánják, úgy azt a bányászati eljárás technikában is megismert technológiákkal teszik alkalmassá, hogy másodnyersanyagként fel lehessen használni és értékesíteni lehessen. Az eljárás technikai folyamat rostálásból, mágneses vasleválasztásból, aprításból és osztályozásból áll (4. ábra).

A salakot jellemzően először egy kaliberrácson, majd egy dobostán vezetik át, mielőtt a salakot a szállító szalag felett elhelyezett mágneses szeparátorok alatt vastalanítják, általában két elektromágneses szeparátort alkalmazva. Ezek segítségével kinyerik a vas nagy részét. A vasat bálázást követően értékesíteni lehet.

A vas tartalmaz még salakszennyezőket, melyek mennyiségét további vibrációs rostálással célszerű csökkenteni.

A települési szilárd hulladékégetők salakját is lehet értékesíteni, elsősorban az építőiparban. Útépítéseknel, akusztikai védő dombok esetében megfelelő másodnyersanyagot jelent a kezelt égetőművi maradékanyag. A rostálást, majd a mágneses szeparálást követően aprítják a salak maradékanyagot, utána pedig általában két vagy három frakcióra osztályozzák.

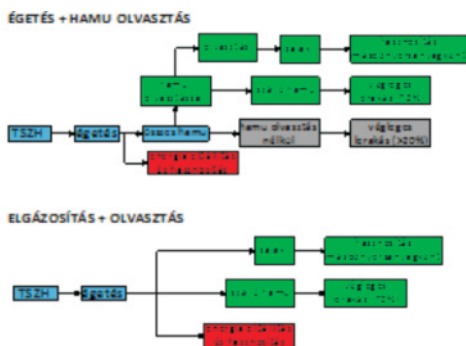
Meg kell azonban jegyezni, hogy a bemutatott salakfeldolgozó technológia jelentős beruházási (plusz) költséget jelent. Általában megfelelő méretű égetőművek esetén telepítik, abban az esetben, ha a salak értékesítéséből befolyt bevétel fedezi az üzem működési és működtetési költségeit.

2.1. Salakolvasztás

A hulladékégetési technológiák egyik kutatási iránya az égés során visszamaradt égéstermékek hasznosításának a fejlesztése.

A hulladék égetés során az égést biztosító tüzelőanyag rendkívül heterogén összetételű. A változatos és tág határértékek között mozgó kémiai összetételű anyagok elégetése bonyolult égési viszonyok között zajlik. A hulladék anyagáram tökéletes elégetéséhez megfelelő hőmérséklet és az átlagosnál nagyobb mennyiségű égési levegő, illetve a helyes áramlási viszonyok kialakítása és elegendő tartózkodási idő biztosítása szükséges.

Az égetés során alkalmazott hőmérséklet megválasztása kulcskérdés. Általános szabályként elmondható, hogy a kazán tűzterében minimálisan 850°C-ot kell tartani a bűzmentes, tökéletes égés érdekében, illetve a dioxinok és furánok keletkezésének minimalizálása miatt. A tűztérhőmérséklet felső határát a hulladékban található szervesetlen részek – salak és pernye – igen nehezen meghatározható olvadási tartománya határozza meg. A fejlett országok hulladékégetőiben a hulladék hamutartalmának lágyulási-olvadási tartománya 1000-1400 °C között található. A legtöbb égetőben 1000-1100 °C között van a tűztér hőmérséklete. Ebben a hőmérséklet tartományban lezajló égetés során a hamu olvasztás nélküli technológiáról beszélünk. Ezen eljárás során a végleges lerakásra kerülő salak az eredeti tömeg 20-25%-a (5. ábra). [2.]



5. ábra. A maradékanyag kezelés fejlesztési lehetőségei

Az égetés végezhető magasabb hőmérsékleti tartományban is. Amennyiben a tüztérhőmérsékletet 1200-1700 °C érték között választjuk meg, úgy salakolvasztásos hulladékégetési technológiáról beszélünk. [9.] Ebben az esetben a szilárd maradékanyagok olvadék formájában távoznak az égéstérből. Az olvasztási technológiával a szálló hamu lerakása sokkal kisebb lesz. A végleges lerakásra kerülő hamu tömegaránya 2% alatt lesz (5. ábra). Az olvadék formájában távozó salak pedig értékes másodnyersanyagként kerülhet további hasznosításra.

2.2. Az elgázosítás

A hőbontási eljárások speciális típusai az elgázosítási módszerek. Ezen technológiáknál a szerves anyagok hőbontása 850 – 1800 °C hőmérsékleti tartományban, segédanyagok – levegő, oxigén, vízgőz – segítségével zajlik le, a lehető legnagyobb gázkihozatal érdekében. Az elgázosításhoz szükséges energiát a szerves anyagok parciális égetése biztosítja. A keletkezett gáztermék döntően hidrogént és szén-monoxidot tartalmaz, mely gáz halmazállapotú termék elsősorban energetikai hasznosításra kerül.

Az elgázosítási eljárások nagymértékű fejlődésnek indultak az elmúlt évtized során. Számos előnye miatt a jövő egyik meghatározó technológiája lehet. Kedvező tulajdonsága, hogy kevesebbek a keletkező, tisztítandó gázmennyiségek. A hulladékégetés egyik leginkább támadott területe a rákkeltő gázok, elsősorban a klór tartalmú anyagfrakciók égetéséből származtatható dioxinok és furánok keletkezése. Az elgázosításnál a nagymolekulájú szénhidrogének, főként az ártalmas klórtartalmú vegyületek magas hőmérsékleten történő lebontásával redukáló atmoszférával a dioxinok és a furánok képződése gátolva van.

Az elgázosító reaktorból tiszta gáztermék kerül ki, mely akár szintézisgázként, akár energiakinyerésre is hasznosítható. [7.]

Nagy előnye az elgázosítási technológiának, hogy a nehézfémek megkötésével üvegszerű salakgranulátum állítható elő, melynek egyrészt a másodlagos környezetszennyező hatása minimális, másrészt könnyebben hasznosítható végtermék keletkezik a folyamat végén. A visszamaradó végtermék elsősorban építőanyagként térkö, útépítésben aszfaltozaskor, építoblokk formájában hasznosítható, de akár talajjavító anyagként is felhasználható.

3. Összefoglaló úton a dekarbonizált világ felé

A hulladékégetés során energia szabadul fel, melyet a városok energiaigényének – vagy drasztikusabban fogalmazva energiaéhségének – kielégítésére használhatunk fel.

Természetesen azt is szem előtt kell tartunk, hogy az égetéssel a hulladékok értékes (másod)nyersanyagait számúzzuk a körforgásos anyaggazdálkodásunkból. Sok esetben azonban olyan anyaghalmazt égetünk el, ami vagy nem hasznosítható már újra másodnyersanyagként, vagy a hasznosításának nagyobb környezeti hatása van, mintha az adott gyártási folyamatba elsődleges alapanyagot használnák fel. Összességében elmondhatjuk, hogy a hulladékégetés alapvetően a lerakás alternatívája és nem csökkenti a szelektív gyűjtés, illetőleg az anyagában történő hasznosítás hatékonyságát.

Céljaink eléréséhez - úton a dekarbonizált világ felé fontos, hogy az energetikai rendszerszemléletet és a környezetvédelmi aspektusokat is szem előtt tartsuk. Nemcsak a primer energiahordozó készleteink végesek, hanem a rendelkezésünkre álló nyersanyagokkal is takarékoskodnunk kell, felhasználásukat racionalizálni szükséges. Az energetikai hatékonyságunk növelésének további lehetősége, hogy a termeléshez szükséges alapanyagokat nem elsődleges, hanem másodlagosan előállított, illetve már egyszer (fel)használt anyagokból, úgynevezett másodlagos alapanyagokból vegyük. Egyrészt így nem kell a Földünk nem megújuló ásványi nyersanyag készleteit kiaknázni, másrészt a föld alatt elhelyezkedő ásványi nyersanyagból az ipari felhasználásra alkalmas állapotba hozott fémtermékek előállításának energiaigénye is jóval csekélyebb.

komponens	elsődleges fém [GJ/t]	másodlagos fém [GJ/t]
magnézium	400	11
alumínium	270	14
réz	115	19
cink	30	10
ólom	70	18

2. táblázat. Fém alapanyagok előállításának energiaigénye [10.]

A hulladékok újratermelődése miatt – elsősorban a települések hulladékát – azok elhelyezéséről, megsemmisítéséről vagy hasznosításáról gondoskodnunk kell. A jövő számos kihívást tartogat a mérnökök számára: A túlnépesedés, az urbanizációs hatás, a folyamatosan termelődő (és folyamatosan megújuló) hulladékok kezelésének kihívásai a mérnököket megoldandó feladatok elé állítják. Az energetikai célú feldolgozásban rengeteg kiaknázatlan lehetőség van, melyhez a bányászati eljárás technológiákban alkalmazott módszerek és eszközök biztosítják az alapot.

Irodalom

- [1.] 2008/98/EK Az Európai Parlament és a Tanács Irányelve
- [2.] Bánhidý János: *szóbeli közlés*
- [3.] Czvikovszky – Nagy – Gaál (2006): *A polimertechnika alapjai*, Műegyetemi Kiadó, Budapest ISBN 963-420-621-2
- [4.] Dr. Pécz Tibor előadásain készített jegyzetek, Pécs 2017 (PTE-MIK, Környezetvédelem alapjai)
- [5.] Makra, L. 2002. Szemelvények a környezetszennyezés történetéből, különös tekintettel a levegő szennyezésére
- [6.] Molnár Szabolcs 2018. „Energiahulladék”, avagy energia hatékonyság a termelésmenedzsmentben, *Energiagazdálkodás* 59. évf. 1-2. szám

- [1.] Molnár Szabolcs 2018. Molnár Szabolcs 2019. Energetikai célú hulladékgazdálkodás jövője, XXII. Kapcsolt hő- és villamosenergia-termelési konferencia, Balatonfüred, konferenciaelőadás
- [2.] Molnár Szabolcs 2019. Energetikai fenntartható fejlődés, *Energiagazdálkodás* 60. évf. 1-2. szám
- [3.] Olessák Dénes Szabó László (1984): *Energia hulladékból*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest alapján
- [4.] Prof. Dr. Csőke Barnabás előadásain készített jegyzetek, Pécs 2017 (PTE-MIK, Hull. Gazd. Műszaki és informatikai eszközei)
- [5.] United Nations Environment publications for World Environment Day (2005)

CSELEK A NYERSANYAGPOLITIKÁBAN

Dr. Vojuczki Péter okl. bányamérnök

ÖSSZEFOGLALÓ:

A történelmi analógiák ismerői tudják, hogy a fájdalmas eseményeket megelőző, túlélő magyar bányászat miként hozott létre, rendre szinte a semmiből, a jövőbe mutató termelési szervezeteket, erősítette a létünk értékeiben gyökerező országépítést. Most soha nem tapasztalt mélységbe zuhant a szakma. Miért következett be ez a hatalmas zuhanás és miért tört pácát a társadalom az évszázadokig megbecsült érc- és szénbányászat, és a szénenergetika fölött? Késik a hiteles válasz ezekre a kérdésekre, homály fedi az ágazat sorsáról hozott döntések keletkezésének valódi okait, körülményeit, dokumentumait.

Az 1970-es években, az energia- és a gazdaságstruktúra előnyös korszerűsítésének ígéretével, a hatalom megindította a szén kiváltását kőolajjal, majd földgázzal és atomenergiával. Noha már a hatalmas átalakítás kezdetén tudott volt, hogy az új rendszer nyersanyagellátásának biztonsága és költsége nem garantált, és az energiahordozó árak, valamint az ellátáshoz kapcsolódó beruházási költségek növekedése és műszaki jellegű bizonytalansága hátrányossá teszi a szerkezetátalakítást, az elhatározás érvényben maradt. Kádár János az urántermelés megkezdése után közel 15 évvel, az atomerőmű építésével kapcsolatos megállapodás megkötése után 6 évvel az MSZMP Központi Bizottságának ülésén (1972.11.14-15.) azt nyilatkozta az atomerőmű építésének felelősségéről, hogy „Nem tudom, ki hogyan áll az atomerőművel. Én a négy polgárimmal nem tudok felelni műszakilag az atomerőmű miatt. Vagy a vizet felejtik el hozzá megtervezni, vagy ionokat, vagy valami mást. Nekem fogalmam sincs, hogyan vállalhatjuk a felelősséget ezért.” A nem uralható államközi rendszerekbe tévedt hatalom a „cső- és atompolitikával”, a katonai erő és a nyersanyag potenciál egymást kiegészítő fejlesztésének kötelezettségével szemben erőtlén volt.

Átmeneti elbizonytalanodást követően folytatódott a globalizációba sodródás. Indoklására kitalálták a „szegények vagyunk ásványi nyersanyagokban” tudománytalan általánosítást. Ezzel megnyílt az út a hazai bányászatot feleslegessé tevő korlátlan nyersanyag-, berendezés- és szolgáltatásimport előtt. A bányászat hasznáról, a társadalmi tisztajövedelem jellegű hozzáadott értékről, az adókról, járadékokról, bírságokról, járulékokról azóta nem készülnek a lakosság tájékoztatására kimutatások. Nem kerülnek nyilvánosságra olyan adatok, amelyekből fény derülhet arra, hogy a magyar nemzetgazdasági érdekeknel „magasabb szempontok” érvényesülését szolgálja a gazdaság szerkezetének módosítása.

A tájékozatlan emberrel könnyű elhitetni, hogy a magyar gazdaság ereje és nemzetközi működési feltételrendszere mellett a saját termelés helyett érdemesebb importálni a nyersanyagokat fejlett ipari termékekért cserébe. A tendenciózus tájékoztatás az alapvető oka annak, hogy a társadalom alábecsüli az energiahordozókhoz-, a szállító vezetékekhez való hozzáférés, a nukleáris villamosenergia termelés politikai-, katonai-, műszaki és gazdasági kockázatait. Azzal, akinek hiteles információi vannak, és maga állítja össze, hogy kinek és mit hisz el, aligha lehet a gazdaságos saját termelést szembe állítani az importtal.

A nyersanyagok termeléséről és felhasználásáról

A világ nyersanyagtermelése a fogyasztáshoz igazodóan folyamatosan növekszik, mert a nyersanyagfogyasztás legfontosabb mozgatórugói a GDP nagysága és a lakosság létszámának növekedése. A felhasználás szerkezetében vannak lényeges változások. Teret nyernek a bányászati termelés csökkenése irányában ható anyaghatékonyság és az újrafeldolgozás, amelyek az egyes nyersanyagok felhasználásának csökkentése irányában hatnak. Növeli viszont a bányatermékek iránti igényt az, hogy bonyolultabbá válnak a gyártott termékek, csökken az életciklusuk és bővül a ritkafémek felhasználása. A fosszilis energiahordozók felhasználásának trendje növekedést mutat, a piaci részesedésük arányaiból és szerkezetéből ítélve a fogyasztásuk még sokáig nem fog csökkenni.

Európa öngyilkosságáról

Nyugat- és Közép-Európában erős a bányászatellenesség. Az EU-ban ma két alapvető politikai kérdés van, az energiaellátás és a környezetvédelem. A prioritás az utóbbié, miközben tudott, hogy az országok gazdasági helyzete mérhető az egy főre jutó nyersanyagfogyasztással. Az elmaradt országokban a fogyasztás évi 1 tonna alatti, a fejlett országokban meghaladja az évi 20 tonnát. A világ lakosságának nagyobb részét képviselő országok ezért, egyrészt, elutasítják a fejlődéshez való jogot korlátozó, dilemmás klíma- és környezetvédelmi előírásokat, másrészt, a szegények kevésbé hajlandók állni a gazdagok többletköltségeit.

Európában a dilemma abban nyilvánul meg, hogy a saját bányászatát üldöző politika nem összeegyeztethető a gazdaságok versenyképességével és a „nyersanyag termelés import” aránytalansága kiszolgáltatottságot okoz. Az EU 28 országa fogyasztja el a világon másutt kitermelt fontosabb fémek 15-20%-át, a klímavédelem élharcosának tekintett Németország évente több, mint 220 millió tonna szenet éget el. Az állam bőkezű támogatásával megvalósuló úgynevezett környezetbarát megoldások súlyos etikai és gazdasági problémákat okoznak, ugyanis az általuk ajánlott technológiák használatba vétele környezetet károsító, ám nélkülözhetetlen ritkafémek iránti igénynövekedéssel valósítható meg. Azon nem tudnak változtatni a zöldpolitikuskok demagóg kommunikációs megnyilvánulásai, hogy a fogyasztandó nyersanyagokat valahol meg kell termelni. Ráadásul nagyon veszélyes elvárni másoktól, hogy helyettünk, nekünk kedvezve termeljék meg az általunk fogyasztott alapértékeket. A politikai korrektség jegyében a médiában nincs vita arról, helyes-e, hogy az EU nyersanyagellátásának biztonsága nem éri el a szükséges mértéket, ám a lakossága az elfogadható ellátási kockázatot nem különbözteti meg a szokásos létfeltételek között felmerülő kockázatoktól. Amíg rá nem jön arra, hogy félrevezetik.

A nagy cél alá rendelésről

A második Világháború után a béketeremtés eleme volt a nyersanyagerőforrások feletti uralom átrendezése. Amint a győztes bírtokába jutott hazánk ásványvagyonra és a bányák többsége, megkezdődött zabolátlan kizsákmányolásuk a háborús jóvátétel címen. Mi nem élveztük világhatalmi tényezők támogatását ennek korlátozására, mert a nemzetközi közösség igazolva látta a megszállt területek erőforrásainak mértéktelen igénybevételét. Az erőforrásainkban rejlő potenciál kiaknázására, a bányák és

megfeszített művelésén túlmenően, intenzív földtani kutatás bontakozott ki, mely jelentős eredményt hozott. A világon a fontosabb nyersanyagok termelés és érték szerinti sorrendjében az első öt közül négy helyen az energiahordozók találhatók. Az első és a harmadik helyen álló kőolaj- és földgázvagyonunk valóban nem elegendő a téves elképzelések alapján kialakult fogyasztásunk kielégítésére, de az ellátás biztonságát javítja. A második és ötödik helyen található szenek azonban bőségesen rendelkezésünkre állnak. A villamosenergia termelésre alkalmas szénvagyonunk a jelenlegi igénybevétel többszörösét is lehetővé teszi. Az ellátottsági mutatók magas értékei az érc- és ásványbányászatban is a hazai ásványvagyon rossz kihasználására hívják fel a figyelmet és mutatják, hogy nem a természet gördített elénk feloldhatatlan korlátokat.

Aszénről

Ma már sokan nem tudják, hogy a geológiai kutatás eredményeként az ország közepesen ellátott nyersanyagokból, az 1960-as években hazai termelésből származott a nyersanyag-szükséglet kétharmada. A háborús károk helyreállításához, az élet megindításához hatalmas volt a hozzájárulása a szénnek, mint az akkor egyetlen – és még sokáig a legjelentősebb – hazai energiaforrásnak. Több mint 1,6 milliárd tonna szenet termelt ki a magyar bányászat. A gazdaság szerkezetében betöltött szerepének jellemzését szolgálja két elhallgatott tény összekapcsolása: az egyik, hogy szénből és lignitből lehetett a legolcsóbban előállítani a villamosenergiát, a másik tény pedig az, hogy a hazai villamosenergia termelés energiafelhasználása soha nem haladta meg az 1970-es évek 25 millió tonna körüli széntermelésének hőtartalmát. A széntermelés 1964-ben érte el csúcst, akkor 31,4 millió tonna volt.

Abékés atomról

Az **uránérc** a szovjet atomhatalmi pozíció érdekében jelent meg a magyar bányászat termékeinek sorában. A magyar gazdaság önmagában nem alkalmas arra, hogy a „békés atom” program keretében részesévé váljon az uránoxid gyártásával a nukleáris versengésnek. A magyar urán bányáüzemeket 1955-ben kezdték mélyíteni, 1956-ban víz alá kerültek. A művelés 1957-ben kezdődött és 1976-ban érte el a 860 ezer tonna körüli csúcst. A termelt uránt a Szovjetunióba szállították, a „Magasabb szempontoknak” megfelelően majdan megépülő magyar atomerőmű fűtőelemeinek később kezdődő importja fedezeteként. Az információs térben nem tárgyalt okokból a Kormánymegállapodás 11 évvel később, 1966. 12. 28-án kelt.

Az uránbányászat 1960-as években felmerülő költségeire is rávilágít egy idézet Walter Ulbricht Nyikita Hruscsovnak 1958-ban írott leveléből: „Gazdasági erőnk többségét az uránérc kutatása és előkészítése emésztette fel, ...a szocialista tábornak több év folyamán ellentétel nélkül több, mint évi 1 milliárd Márka értéket szállítottunk...”.

1990-ben az atomerőműben termelt villamosenergia költségben a fűtőanyag a tökejaradék nélküli fajlagos költség 32%-a volt. A fűtőelem gyártásában, a természetes uránból nyert villamos energiára vetítve, a költségek 51%-a jutott a természetes uránra, így a fűtőelemre eső haszonból az urán részesedése közel 2 milliárd Ft volt, amiből az következik, hogy akkor a bányászat nem volt veszteséges. Az uránbányának mégis szomorú vége lett. A nemzetközi helyzet megváltozásával az amerikaiak hatalmas

mennyiségben vásároltak katonai uránt az oroszoktól, ami következtében az uránárak letörtek és az uránbányászat világszerte nehéz helyzetbe sodródott. Amikor 1997-ben az urán piaci ára mélypontra jutott, a Pécsi uránbányát- és sárgapor előállítását brutálisan megszüntették. Az árak nem sokkal később megsokszorozódtak. A pusztítás azonban olyan mértékű volt, hogy aligha lehet remény a hajdani színvonalas uránbányászat újraindítására. Ezért a Paksi Atomerőmű uránigényét a belátható időtávlatban egyre drágábban külföldről fogjuk (ha tudjuk) beszerezni. Az amerikai nukleáris nagyhatalom elnöke szerint országa „... függése a külföldi, állami tulajdonú uránforrásoktól veszélyezteti a nemzetbiztonságot. ...”

Aszénhidrogénekről

Az 1937-ben meginduló és egyre többet termelő szénhidrogénbányászat hatalmas lépés volt az energia- és a gazdaság szerkezetének korszerűsítése felé. A szénhidrogének kutatására 1950-1990. között átlagosan évi 350 km fúrás mélyítettek, hosszú ideig fenntartva a közel 2 millió tonna kőolaj- és 7 milliárd köbméter földgáz termelést. 1990. óta korszerűbb technikával sokkal kevesebbet kutatnak. A magyar határig eljutó orosz kőolaj- és földgázvezetékek megépítése óta a forgalmazott nagy gázmennyiség szezonális ingadozásának tompítására létrehozott földalatti gáztárolókat is a szénhidrogén bányászat működteti.

A bauxitról

Az 1926-ban elkezdődött bauxitbányászatunk jól érzékelteti az ásványvagyonunk földrajzi helyzetének jelentőségét is. Minőségét, települési adottságait tekintve a világon sok kedvezőbb bauxit előfordulás található. Itthon mégis lehetséges volt a versenyképes timföld előállítása, amely jelentős nemzetgazdasági haszonnal a hazai alumíniumipar alapját képezte. A bauxitbányászat történetéhez kapcsolódva érdemes bemutatni a magyar ásványvagyonnal való gazdálkodás rendszerének egyik nagyon negatív jelenségét: nevezetesen azt, hogy a nemzetgazdaságra és a jövőre nézve milyen káros a politikai döntések kierőszakolását elősegítő áltudományos cselekvés. 1989-ben hibás politikai döntés meghozatalát segítette elő az, hogy a hévízi tóforrás vízhozamának és hőmérsékletének csökkenését a bauxitbányászattal hozták összefüggésbe, tönkre téve ezzel a bauxitbányászatot és a magyar gazdaságnak a legtöbb devizát kedvezően kitermelő alumíniumipart.

A Recski ércről

A világviszonylatban is jelentős Recski érclelőhelyen a céltudatos földtani kutatás eredményei alapján új bánya főfeltárása valósult meg. A kitermelés a beruházás befejezéséhez szükséges tőke híján nem kezdődött meg. Csak remélni lehet, hogy a jövő gazdaságtörténetei valamikor is tisztázni fogják: milyen arányban járultak hozzá a beruházás leállításához a szénhidrogének importjának növelésével és az atomerőmű építésével kapcsolatos beruházások terhei és miért kezdték meg 1999-ben a bánya elárastását. A Recski érckombinát innovációt hozott volna. Ha az építését nem állítják le, nem marad el a térség fejlődése és mai áron számolva, az évi egy milliárd dollárra tehető bevétel. Az ércbányászat közvetlenül 5500–6000, a kapcsolódó szakmákkal

együtt 17–18 ezer munkahelyet teremthetne a régióban. És nem csorbulna a megélhetéshez való jog.

Agazdaságosságról

Amíg csak azokat a nyersanyagokat importáltuk, amelyek termelését a hazai adottságok nem, vagy csak korlátozott mértékben tették lehetővé az ország gazdasági szerkezete erősen diverzifikált, nyitásra alkalmas maradt és hitelek felvétele nélkül fizette a háborús jóvátételeket. Az másra tartozik, hogy ez utóbbiakra az akkori nemzetközi helyzetben lehetőség sem volt és az energetikai fejlesztések nagyon leterhelték az ország költségvetését. Egyes gazdaságtörténészek szerint az 1960-as években hivatalos áron számított értékük meghaladta a nemzeti jövedelmünk 10%-t, a termeléshez, felhasználáshoz, átalakításokhoz szükséges berendezések évenkénti beruházási szükséglete pedig az évi nemzetgazdasági beruházás 20%-t. Ezek a tények fontosak azért, mert rámutatnak a teherbíró képesség túlfeszítésére, amely a lakosságból jogosan váltott ki ellenérzést. Hasznos lenne azt is megtudni, mekkora külön-külön a részesedése a ráfordításokból az ágazatoknak, hogy a túlterhelés ne legyen felhasználható a szénbányászat hitelének rontására, mert a gazdasági mérlegelést kerülő iparfejlesztés hatása a napjainkig érvényesül. Oroszországból származik a kőolaj, a földgáz, a nukleáris fűtőanyag import, oroszok tervezhetik és építhetik az új erőművet Pakson.

Vajon mennyivel kevésbé túlterhelt a költségvetés, amióta nincsenek szénenergetikai beruházások? Mi a szerepe a költségvetés túlterhelésében a napjainkban a gazdasági szerkezet átalakítására megépített petrokémiai üzemeknek, szénhidrogéneket tüzelő erőműveknek, energiahordozókat szállító csővezetéknek és villamos távvezetékeknek, az atomerőműnek. Az élettartamuk során nagyobb fajlagos hasznot, hozzáadott értéket hoztak, mint a kiváltott szénenergetikai létesítmények? A makrogazdasági kölcsönhatások és a nyersanyagiparban végbemenő változások összevetésével kirajzolódó lesújtó kép nem a jobbulás felé mutat.

A környezet- és természetvédelemről

Jó félévszázada a környezetvédelem lett az „előre nem látható” piac bányászatra lesújtani képes „láthatatlan keze”. Azt megelőzően egyetértés volt a környezetet védőkkel abban, hogy rendet kell tartani, nem kell szemetelni, a bányászat befejeztével a területet lehetőleg jobb állapotban kell visszaadni, mint amilyen volt, amikor igénybe vettük. Az önköltséget növelte a kötelezettség, de teljesíthető követelmények voltak, mert a bányászatban nem keletkeztek természetes úton nem bomló anyagok.

Csak később derült ki, hogy a politikusok a bányászatot léteiben fenyegető fegyverré tesznek egy tiszteletre méltó társadalmi törekvést, amikor fondorlatosan előbb féltetni kezdték a jövő generációkat attól, hogy a bányászati termelés növekedése miatt elfogy a Föld ásványi nyersanyagvagyon, majd attól, hogy nem lesz fenntartható a fejlődés. A magyar politikában ezek a hiedelmek jó táptalajra találtak, mert bizonyítást nem igénylő érvként lehetett rájuk hivatkozni a hazai bányászatot ellenzők kórusában.

Kényelmes politikai befolyásolási eszközzé vált 1990-től az amerikai – szovjet globális közös cselekvés jegyében elfogadott klímapolitika. "Az ökológiai problémák olyan méretet öltöttek, hogy felmerül az emberiség túlélésének kérdése" fogalmaz a torzszülött klímapolitikai paktum egyik aláírója, majd kiegészül a feljegyzése azzal,

hogy "az erők világban végbement nagy átcsoportosítása ... a legnagyobb realitás, amelyet se nekünk, se önöknek nem szabad egymás ellen kihasználni".

2015-ben 65 milliárd tonnát elérő fogyasztás fedezésére elegendő ásványvagyon, a szükséges termelési- és szállítási rendszerrel, valamint tőkével néhány óriásvállalat birtokában volt. A CO₂ elleni háborúban az EU a teljes ÜHG kibocsátás 10%-t adta, Magyarország az EU-é 1,4%-át! Micsoda szabályokat követünk, miközben most már az energiaszükségletünk közel 2/3-át import fosszilis energiahordozókkal fedezzük, a felhasznált földgáz több, mint 80 %-a, a kőolaj közel 95%-a import, az urán 100%-a import, hogy a saját szénvagyonunk hasznosítását korlátozzuk. Azt viszont nem tudja senki megmondani, milyen mértékben melegíti a klímát a széndioxid, azt sem tudják, hogy mennyi ideig marad az atmoszférában. Nem különös, hogy mint évtizedek óta, most is a szén a támadás célpontja. Akik a hazai szenet a Föld legnagyobb ellenségévé léptetik elő megjelölhetnék végre a klímaoptimumot a tiszta zöld energia előállításához. Nem gondolják, hogy enélkül a zöld energia, haszontalanul, sok pénzbe kerül, bizonytalanságot gerjeszt, szétrombolja az emberek értékrendjét és ideológiai rendszereit, pont úgy, mint egy háború?

Az innovációról

Az innováció a nyersanyagok feltárási, kitermelési és hasznosítási kultúrájának jobbítása a természet észlelése és az intuíció alapján. Napjainkban a helyi természeti adottságoktól elszakított tudomány adós olyan műszaki megoldásokkal, amelyek alkalmazásával megoldható a lakosság biztonságos megélhetése. Nálunk eljutottunk oda, hogy az intézményeink nevéből eltűntették a bányászat szót is, politikai szinten kinyilvánítják, hogy hazai olajmezők és ércbányák nincsenek, a bányagépgyártás, a bányászati tudományok oktatása felesleges. A túlhatalom minden észérvet felülírt. A gazdaságpolitikusok tudják, hogy ezek az intézkedéseik sértik a gazdaság bevált alaptételeit. Nem tudni miért hitték, hogy valaminő körülmények igazolni foják őket. Hetven év tanulsága szerint csak a hatalom volt ilyen. Most baj van, mert a mérnökök és a tudományos kutatók kreativitása kérdésessé válik. Ilyenkor egyetlen lehetőség marad, ki kell mutatni és meg kell szüntetni a kreativitást kioltó okokat. Nálunk a nyersanyagimportra alapozott gazdaságfejlesztés csődöt mondott, hirdetőinek nincsenek gazdaságos építő javaslataik értékképző munkafolyamatok teremtésére. Észre kell venni, hogy az új világrend a létfontosságú természeti erőforrások, gazdasági tevékenységek és összjövödelmek újrafelosztásának rendszerét szervezi. Nem várhatjuk szájtátva azt, hogy a „piac láthatatlan keze” valahogy rendezi helyettünk a jövőnket. Jobb, amíg nem késő, teret engedni a mérnökök olyan kreativitásának, amelyet, például, a környezet megóvására irányuló előírásokat betartva a hazai gyenge minőségű lignit gazdaságos kitermelési-, eltüzelési megoldásainak kialakításakor mutattak.

Következtetések

A lakosság zöme a rendszerből kiragadott féligazságokat hall a bányászatról és azt gondolja, amit a médiában szakmai köntösbe burkolva mesélnek. A gazdaság történetének megírására hivatott tudósok egy része, sajnálatosan, tartózkodik a nyersanyagpolitika kritikai értékeléstől, mert nem jut megfelelő információhoz. Az erőforrásokat uraló nagypolitika bugyrai helyett, részben érthetően, inkább kevésbé hűsbavágó témákat kutatnak, féltve az objektivitást a távlat kellő hiányától”. A

mértékadó közgazdászok pedig nagyon rutinosan kerülnek a vitát, a tényeket és a nézetek ütköztetését. Talán már nem is tudnak objektíven foglalkozni a hazai bányászattal, olyan régen nem teszik. Jobbnak látják elbújni a “szegények vagyunk nyersanyagokban”, „nincsenek nyersanyagaink” tudománytalan jelszavak mögé. A propagandagépezet így gátlások nélkül terjesztheti a féligazságokat. Ahhoz, hogy a lakosság valódi és önálló képet alkosson magában a hazai erőforrásaink jelentőségéről meg kell törni a tudósok csendjét és a féligazságok terjesztőinek információs túlhatalmát.

A jelen történéseinek befolyásolására akkor nyílhat mód, ha a közreadott tények meggyőzik a társadalmat és a mostani döntéshozókat arról, hogy érdemes túladni az ancien rezsimtől örökölt, makacsul uralkodó közgazdasági tanon és önálló gondolkodással közelebb hozni a bányászatot a társadalomhoz. Már az is hatalmas előrelépés lenne, ha meg lehetne fékezni a további károkozást és megnyílna az út az ismert javaslatok megvalósítása előtt, hogy a bányászatnak most is lehetősége legyen korszerű műszaki-gazdasági színvonalú, nemzetgazdasági jelentőségű megújulás megalapozására.

A NÖVÉNYEK SZÉNÜLÉSI FOLYAMATA

Dr. Kamarás Béla, energetikus szakmérnök

Energetikus szemlélet alapján készítettem el a növények szénülési folyamatának ismertetését. Cikkemben a szénülési folyamat egyes fázisait határozom meg. A növények szénülési folyamatának termékei a tőzeg és különböző szenek, a képződött metán és egyéb gázok. A szénülés egyes fázisaiként a tőzeg és szénfajták megnevezést választom.

E témában tartott előadásaim során megismertem kiváló geológusok véleményét is, melyek figyelembevételével állítottam össze dolgozatomat.

Dolgozatomban megkísérlem meghatározni: „1 t növény bomlása során keletkezett különböző szenek, képződött metán és egyéb gázok mennyiségét.”

A tömegmérlegre, az energiamérlegre épülő számításaimat az egyszerűbb áttekinthetőség érdekében hamu- és nedvességmentes állapotra készítettem el, melyet az értékeléseknél figyelembe veszek.

NÖVÉNYEK SZÉNÜLÉSI FOLYAMATA

A tengeri algák felhalmozódásával létrejött szénképződés a bányászat szempontjából jelentéktelen. A szárazföldi növények megjelenésével, kiterjedt, tömeges térhódításával keletkeztek a valódi széntelepek. A szárazföldi eredetű szén előfordulások a felső-devon korból ismeretesek (Kuznyeckei medence, Medve szigetek). Nagymérvű – bányászati, gazdasági szempontból is jelentős – széntelep képződés a karbon korban történt 330 millió évvel ez előtt. A széntelepek olyan üledékgyűjtő medencékben képződtek, amelyek lassú süllyedésével párhuzamosan dús növényzet halmozódott fel. A hegyképződések is elősegítették a növényzet letakarását.

A tömeg- energia mérlegre épülő – növények szénülési folyamatának vizsgálatával a szakirodalomban nem találkoztam, ezért azt a továbbiakban részletesen ismertetem. Számításaim alapját képezi a növények szénülési folyamatát meghatározó összefüggés:

$$\text{NÖVÉNY} = \text{SZÉN} + \text{METÁN} + \text{EGYÉB GÁZOK}$$

Tömeg és energia mérlegre épülő számításom alapadatai (kg):

(K, Raznjevic: Hőtechnikai Táblázatok)

	C	+	H	+	O,N	=	Összesen	Fűtőérték/kWh(kg)
NÖVÉNYEK	500	+	60	+	440	=	1.000	5,22
SZENEK – tőzeg	600	+	58	+	342	=	1.000	6,28
– lignit	680	+	51	+	269	=	1.000	7,68
– barnaszén	700	+	52	+	248	=	1.000	7,91
– kőszén	835	+	51	+	114	=	1.000	8,96
– antracit	940	+	20	+	40	=	1.000	9,54
METÁN	750	+	250	+	–	=	1.000	13,90

1 t NÖVÉNY BOMLÁSI FOLYAMATÁT BEMUTATÓ SZÁMÍTÁSAIM (kg)

		C	+	H	+	O,N	=	Összesen	Fűtőérték (kWh/kg)
TÖZEG	61% tözeg	366	+	36	+	208	=	610	3,83 (73%)
	10% metán	75	+	24	+	-	=	99	1,39 (27%)
	29% CO ₂ , O ₂ , N ₂	59	+	-	+	232	=	291	-
	100% növény	500	+	60	+	440	=	1.000	5,22 (100%)
LIGNIT	39% lignit	265	+	20	+	105	=	390	3,00 (57%)
	16% metán 120		+	40	+	-	=	160	2,22 (43%)
	45% CO ₂ , O ₂ , N ₂	115	+	-	+	335	=	450	-
	100% növény	500	+	60	+	440	=	1.000	5,22 (100%)
BARNASZÉN	36% barnaszén	252	+	18	+	90	=	360	2,85 (55%)
	17% metán 128		+	42	+	-	=	170	2,37 (45%)
	47% CO ₂ , O ₂ , N ₂	120	+	-	+	350	=	470	-
	100% növény	500	+	60	+	440	=	1.000	5,22 (100%)
KŐSZÉN	29% kőszén	242	+	15	+	33	=	290	2,72 (52%)
	18% metán 135		+	45	+	-	=	180	2,50 (48%)
	53% CO ₂ , O ₂ , N ₂	123	+	-	+	407	=	530	-
	100% növény	500	+	60	+	440	=	1.000	5,22 (100%)
ANTRACIT	23% antracit	216	+	5	+	9	=	230	2,16 (41%)
	22% metán 165		+	55	+	-	=	220	3,06 (59%)
	55% CO ₂ , O ₂ , N ₂	119	+	-	+	431	=	550	-
	100% növény	500	+	60	+	440	=	1.	5,22 (100%)

Az anyag és az energia szemléletre épített vizsgálatom alapján úgy ítélem meg, hogy az a szénülési folyamat bemutatására alkalmas. Az egyes fázisokban elkészített tömegmérleg a zárt térben történő változásokat jól mutatja be. Az ezen adatokat felhasználó energia mérleg is alátámasztja annak hitelességét. Az öt fázisra meghatározott számításaim alapján a növények szénülési folyamata áttekinthető.

A szénülési folyamat egyes fázisában az „1t növényből képződött szén, metán, egyéb gázok változása (kg).

A szénülési folyamat fázisai:	szén	metán	egyéb gázok	Összesen
NÖVÉNY ---- TÖZEG	+610	+ 99	+ 291	= 1.000
TÖZEG ---- LIGNIT	220	+ 61	+ 159	= 0
LIGNIT ---- BARNASZÉN	30	+ 10	+ 20	= 0
BARNASZÉN --- KŐSZÉN	70	+ 10	+ 60	= 0
KŐSZÉN ---- ANTRACIT	60	+ 40	+ 20	= 0
ANTRACIT	+230	+220	+ 550	= 1.000

A szénülési folyamat legintenzívebb fázisa, amikor a tözegesedés következik be. Ezt egyértelműen mutatja a jelentős metán és az egyéb gázképződés. A következő lignit fázisban a keletkezett metán továbbra is igen nagy. A barnaszén és a kőszén szénülés mellett meglepően kevés metán jön létre.

Az antracitban mint a szénülési folyamat utolsó fázisában a metán tartalom már olyan alacsony, hogy az már eltűzésre nem is alkalmas, az alacsony „illótartalom” miatt.

A KONFERENCIA RÉSZTVEVŐI

Ács-Varga Kft.

8060 Mór, Érmellék u. 11.

Tel.: 06-20/2860070

Ács József

Ácsné Varga Zsuzsanna

AGH Krakow

30059 Kraków Al Miskiewicza 30.

Tel.: 48-12 633 5162

Krzysztof Kotwica

Jacek Felix

Argon-Ker Kft.

1143 Budapest, Hungária krt. 134

Tel.: 06-1/222-4549

Ivancsó János

Kapás Zoltán

Basalt-Közpékkő Kőbányák Kft.

8321 Uzsa, Lázhegy u. 1.

Tel.: 06-87/436-312

Fax: 06-87/436-157

Fekete Zoltán

Kuris Károly

Bányászat-Ipar-Technika Kft.

2800 Tatabánya, Vértanúk tere 8/A.

Tel.: 06-34/302-342

Fax: 06-34/302-342

Labudek Csaba

Bosch Rexroth Kft.

1103 Budapest, Gyömrői út 104.

Tel.: 06-1/422-3200

Fax: 06-1/422-3201

Hermán Lajos

Szöke Gábor

Conti Tech Rubber Industrial Kft.

6728 Szeged, Budapesti u. 10.

Tel.: 06-1/401-0712

Fax: 06-1/401-0713

Ferencz Attila

ENVIRO-PHARM Kft.

3561 Felsőzsolca, Gózon L. u. 4.

Tel.: 06-20/9775287

Dr. Raisz Iván

E.ON Dél-Dunántúli Gázhálózati Zrt**Gázhálózati Osztály**

7626 Pécs, Búza tér 8/a

Hódosi József

Euro Gumi Kereskedő Kft.

2045 Törökbálint, Torbágy út 13.

Tel.: 06-46/555-399

Fax: 06-46/433-113

Hell István

Katona Gergely

Katona János

Nagy István

Pálfi Tibor

Samu Gergely

Vas János

Végh József

Forgács Bt.

2089 Telki, Muskáti u. 6/a

Tel.: 06-26/372-726

Fax: 06-26/372-726

Forgács László

Gépsystem Kft.

8900 Zalaegerszeg, Bánya út 2.

Tel.: +36-30/485-7101

Horváth Bálint

Horváth Elek

Horváth Gergely

Göri Bau Kft.

3532 Miskolc, Gépész út 6.

Tel.: +36-20/973-0110

Göröncsér Zsolt

Horoszcóop Kft.

1185 Budapest, Üllői út 310-312

Tel.: 06-29-550-750

Orosz Andrea

Kasamas Hungaria Kft.

7101 Szekszárd, Páskum u. 2.
Tel.:06-74/410-748
Fax:06-74/410-183
Schmidt József

KEVEWELD Kft.

5420 Túrkeve, Kinizsi u.49.
Tel./fax:06-56/362-849
Takács András

Kiva-Tech Kft.

3700 Kazincbarcika Kölcsey u. 10..
Tel.: 06-20/5593540
Rónaföldi Zoltán
ifj. Rónaföldi Zoltán

KÓKA Kő-és Kavicsbányászati Kft.

1117 Budapest, Gábor Dénes utca 2
Infopark D épület..
Tel.:06-1/358-5048
Fax:06-1/358-5465
Márton András

**Magyar Bányászati és Földtani
Szolgálat**

1145 Budapest, Columbus u. 17-23.
Tel.:06-1-301-2900
Fax:06-1-301-2903
Salzinger György

**Magyar Elektrotechnikai Egyesület
Oroszlányi Szervezete,**

2841 Oroszlány Pf.: 23
Juhász Attila

MARKETINFO Bt.

3100 Salgótarján, Pf. 304.
Tel.:06-32/ 420-372
Fax:06-32/420-372
Branimir Vidačić
Király János
Livo László
Robert Kovač

Mátrai Erőmű Zrt.

3272 Visonta, Pf.: 21.
Tel.: 06-37/328-001
Bokros Attila
Dr. Fehér Szabolcs
Márkus Péter
Simon Csaba
Tóth Péter

**Mátrai Erőmű Központi Karbantartó
Kft.**

3271 Visonta
Erőmű u. 11.
Tel.: 06-37/334-738
Majoros Ottó

METAL-CARBON Kereskedelmi Kft.

1089 Budapest, Orczy u. 32/B
Tel.:06-1/459-3100
Fax.:06-1/459-3198
Fábiánné Somorjai Ágnes
Dr.Szirtes László
Szirtes Zoltán

Miskolci Egyetem

3515 Miskolc, Egyetemváros
Tel: 06-46/565-111
Dr. Debreceni Ákos
Dr. Ladányi Gábor
Dr. Molnár József
Morvai Tibor
Dr. Virág Zoltán

Petrozsényi Egyetem-Románia

332006 Petrosani, Universitatii str., 20
jud. Hunedoara
Tel: +40722262067
Fax:+40254543995
András József
Dósa János
Kovács József
Nan Marin Silviu
Tomus Ovidiu Bogdan

Pöry-Erőterv Zrt.

1117 Budapest, Infopark sétány 3.
Tel.:06-1/455-3600
Molnár Szabolcs

Sandvik Mining and Rock

Szatmárnémeti, Dsida Jenő 11.
Tel.:00 40 722 463120
Bende László

Taurus Techno KFT.

1173 Budapest, Pesti út 8-12.
Tel.:06-1/253-5036
Fax:06-1/253-5030
Berkó István
Füri Tamás
Kéthely László
Óvári Szabolcs

THILE GmbH & Co. KG

D-58640 Iserlohn, Werkstrasse 3.
Tel.:49-23719470
Hans J. Dreher

Vértesi Erőmű Zrt.

2841 Oroszlány Pf.:23
Tel.: 06-34/360-255
Fiala Zoltán
Forisek István
Jurkek István
Orcsik Mihály
Pfiszterer Róbert
Talos Rudolf
Tóth Zsolt

Veszprém Megyei Kormányhivatal**Műszaki Engedélyezési és****Fogyasztóvédelmi Főosztály**

8200 Veszprém, Megyeház tér 1.
Tel.:06-88/576-630
Fax:06-88/576-644
Dr. Káldi Zoltán

Magánszemélyek:

Bogár József
Dubnicz László
Erdei Ibolya
Dr. Ferencsin Imre Mihály
Forstner Sándor
Gyimesi Györgyné
Hidvégi Gábor
Horváth Károly
Dr. Kamarás Béla
Kerepeczki Egon
Kuzsmiczky Sándor
Matolcsi Géza
Dr. Újfalussy László
Dr. Petz Ernő
Rácz Gyula
Suller András
Szabó Árpád
Viczena Miklós
Dr. Vojuczki Péter
Dr. Zsiros László



Bányászat-Ipar-Technika Kft.

Bergbau-Industrie Technik GmbH

➤ **Szállítószalagok tartozékai**

- hevedertisztítók
- görgők
- mechanikus végtelenítések
- heveder központosítók
- átadó garatok kiporzás védelme

➤ **Hevederes-, kovácsolt-, szemes- és emelőláncok**

➤ **LED – es akkumulátor nélküli sisaklámpák**

ATEX engedéllyel is

➤ **LED – es akkumulátoros munkaterület megvilágítás**

ATEX engedéllyel is

➤ **LED – es csarnok és térvilágító lámpatestek**

ATEX engedéllyel is

H-2800 Tatabánya, Vértanúk tere 8/A

Telefon: (+36) 30 959 3399

E-mail: labudek.csaba@bitkft.hu • Web: www.bitkft.hu



THIELE

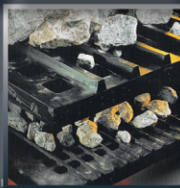
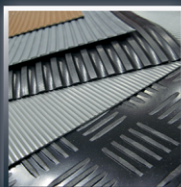
**Conveying
Technology**



www.thiele.de



EURO GUMI KERESKEDŐ KFT.



EURO GUMI az IPARI megoldás!

Euro Gumi Kereskedő Kft.

2045 Törökbálint, Torbágy u. 13.

Igazgatóság: Tel./Fax: (+36-23) 511-680; (+36-23) 511-681

Kereskedelem: Tel./Fax: (+36-23) 511-690; (+36-23) 511-691

Mobil: (+36-30) 311-6243

Email: gumiaruhaz@eurogumi.hu

Web: www.eurogumi.hu



