



A MAGYAR
TUDOMÁNY
ÜNNEPE



MISKOLCI
EGYETEM
UNIVERSITY OF MISKOLC

Mitigáció csökkentés, és kisléptékű alkalmazkodás: ipari lehetőségek

VISKOLCZ BÉLA

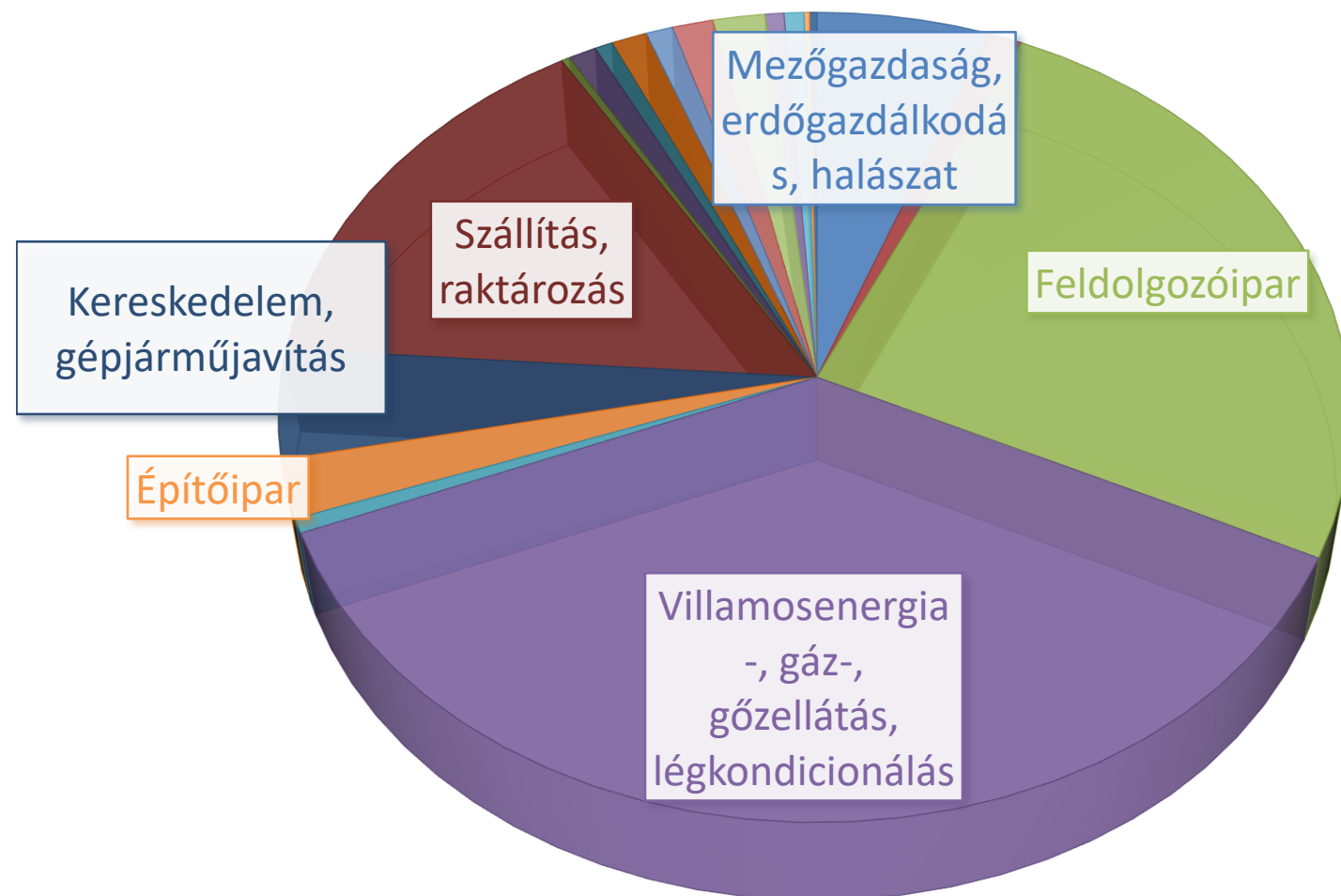
MISKOLCI EGYETEM

VISKOLCZ BÉLA

MTA MAGYAR
TUDOMÁNYOS
AKADÉMIA

- CO₂ kibocsátás
 - Építőanyagipar
 - Lignit és Visontai Erőmű
 - Égetés, tisztaszén technológiák
 - Lignit alternatív használat
- Ipari – vízhasználat
 - Limitált forrás
 - Alkalmazkodási pilot (kisléptékű)
 - Ipari szennyvíz → hűtővíz
 - Hűtési alternatívák

2021 CO2 KIBOCSÁTÁS



7.A. Ipari folyamatok CO2 kibocsátásának csökkentése (Miskolci Egyetem)

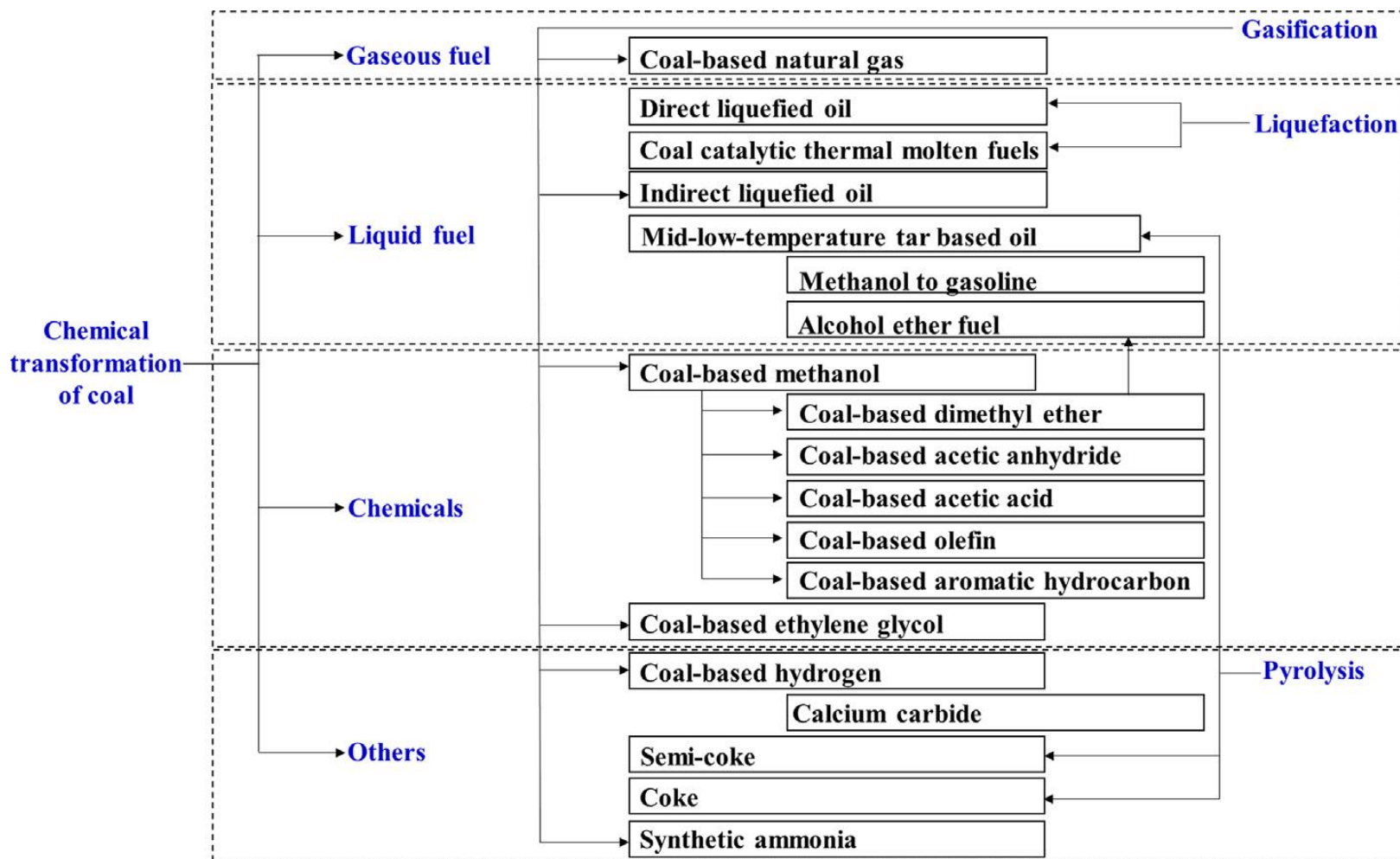
Plaszticitás vizsgálatok: formázási folyamat optimalizálása	
Nedvességtartalom csökkentése: közel 1%, jelentős energia- és vízmegtakarítást eredményez	Víz elpárologtatás energiaigény csökkentése: havi szinten akár 12-20 m3 vízmegtakarítás
Extruder villamosenergia igény csökkentése: 6-8%	
Égetési hőmérséklet csökkentése: alacsonyabb Égetési hőmérséklet	Plasztifikáló anyagok hatása a formázási folyamatra
	Száradási érzékenység vizsgálata: nincs hatás

Az építőiparban jelentős energiamegtakarítási potenciál rejlik az alapanyagok formázási és égetési folyamatainak optimalizálásával.

Az oxi-tüzelés és az elgázosítás lehetőséget kínál a környezeti hatások csökkentésére és a megújuló energiatermelés előmozdítására.



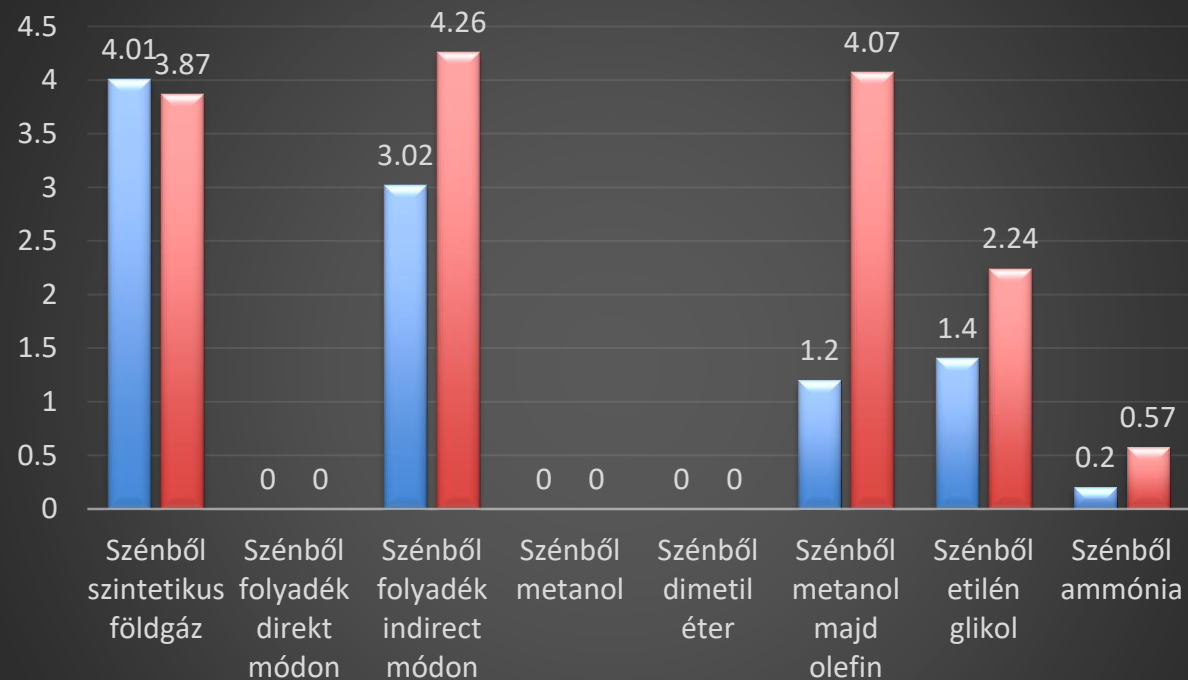
LIGNIT FELHASZNÁLÁS TISZTASZÉN TECHNOLÓGIA?





GAZDASÁGI- ÉS ÜZLETI SZEMPONTOK

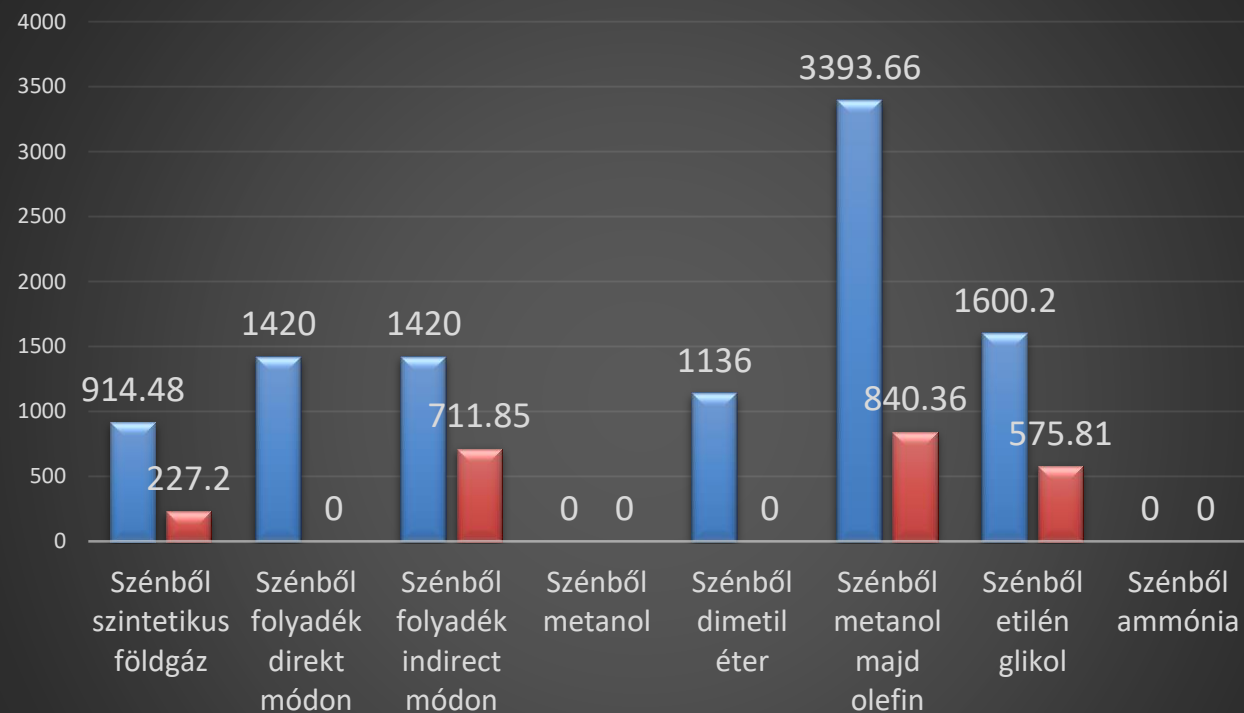
Gyártási Kapacitás Mt/év / beruházási ktsg milliárd USD



■ Gyártási kapacitás (Mt/év)

■ Teljes beruházási költség (milliárd USD)

Beruházási / gyártási költség 1t vonatkoztatva USD



■ Egységnyi beruházási költség (USD/t)

■ Gyártási költség (USD/t)

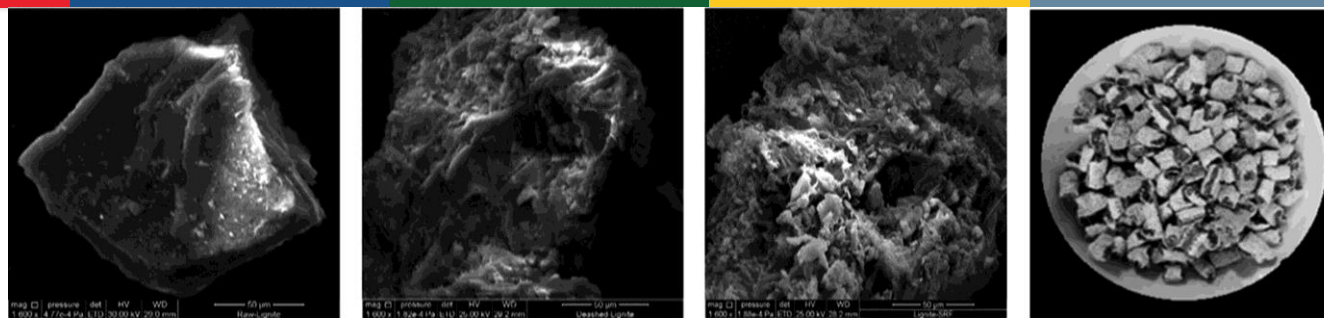


ALTERNATÍV HASZNOSÍTÁS

- **A lignit, mint potenciális talajjavító adalékként történő hasznosítása**
- **Magyarország területén jelentős mennyiségű lignitet termelnek ki**
- **A mg. Input alapanyag árak jelentős drágulása, talajdegradációval kiegészülve**
- **Talajjavító adalékként potenciálisan nagy területeken lehetne alkalmazni**
- **Az EU-s direktívák is támogatják**
- **20-30 E HUF/t előállítás (bányászat és előfeldolgozás)**



LIGNIT ALTERNATÍV FELHASZNÁLÁS



(a)

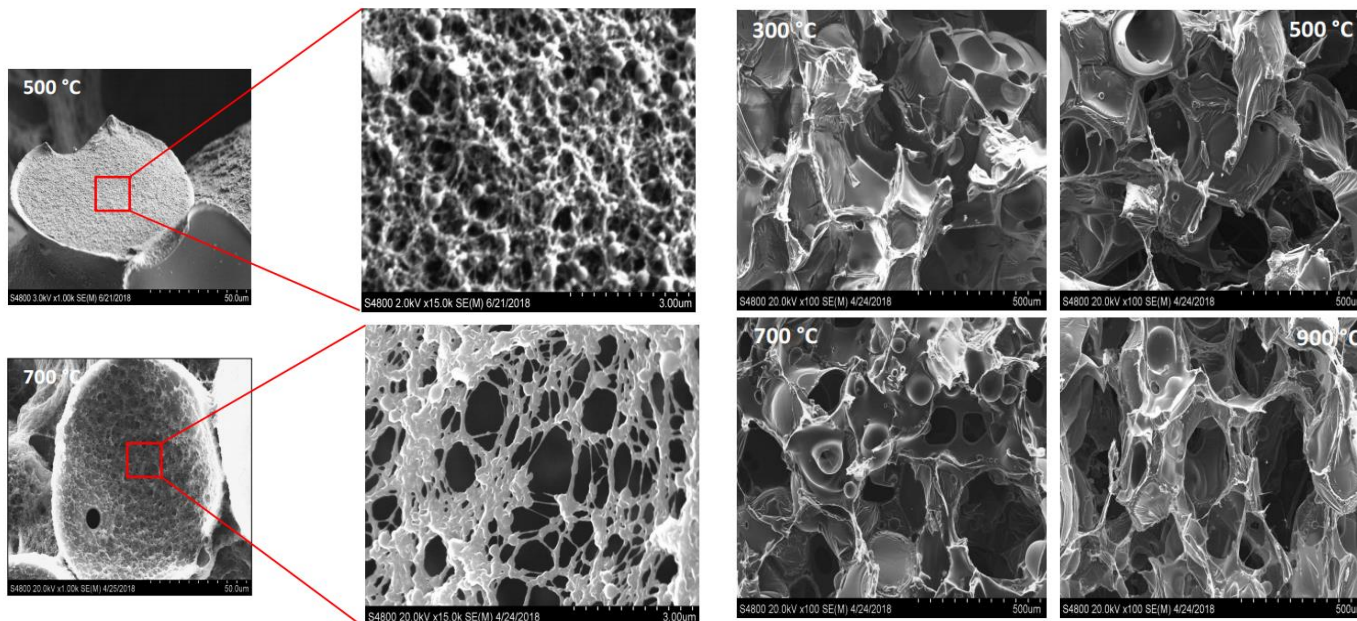
(b)

(c)

(d)

Forrás:DOI: (10.1021/acsomega.3c01611)

SEM-felvételek (a) nyers lignitről, (b) lerakott lignitről, (c) karbamiddal töltött lignitről és (d) digitális kép az LSRNF szemcséiről.



Sample	BET (m ² /g)	Micro pore (m ² /g)	Meso+macro (m ² /g)	Pore volume (cm ³ /g)	Pore size (nm)
E 700 °C	311	266	45	0.18	2.37
E 900 °C	370	338	32	0.21	2.23
E900 @ 900 °C/ CO ₂	328	285	43	0.22	2.74
E900 @ 1000 °C/ CO ₂	633	522	111	0.41	2.60



GAZDASÁGI- ÉS ÜZLETI SZEMPONTOK

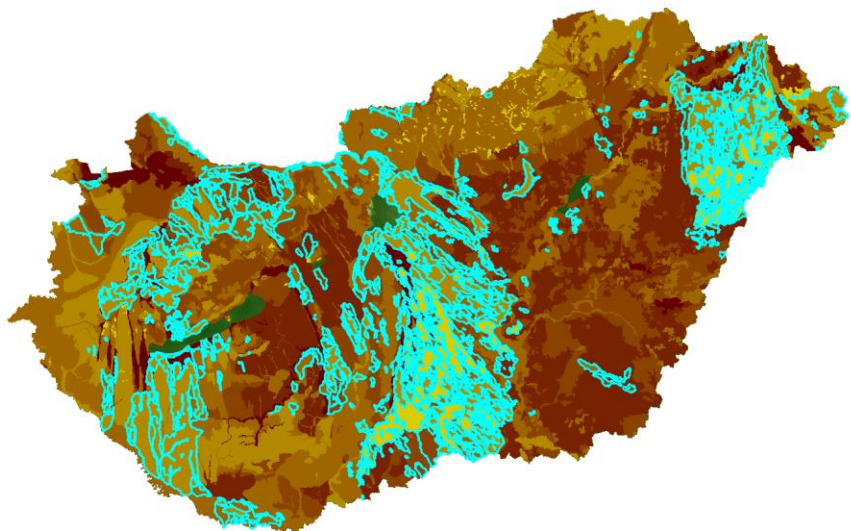
Magyarország területén:

a homok és vályogos homok talajok 20 791 km²

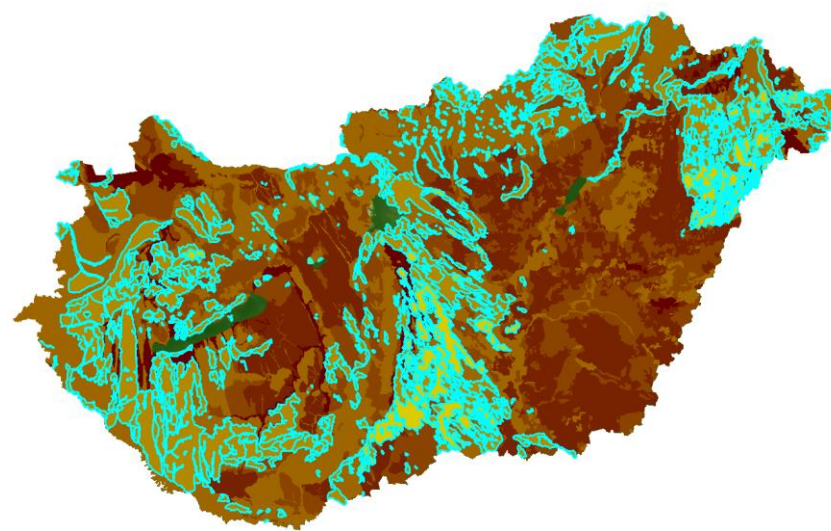
az alacsony szervesanyag tartalmú talajok (100t/ha alatt) 21 830 km²

Kijuttatás 10-50t / ha,

1-5Mt / 1000km²



A homokos szövetű talajok elterjedése Magyarországon



A 100t/ha szervesanyag tartalom alatti talajok elhelyezkedése az országban

Forrás: Dobos Endre

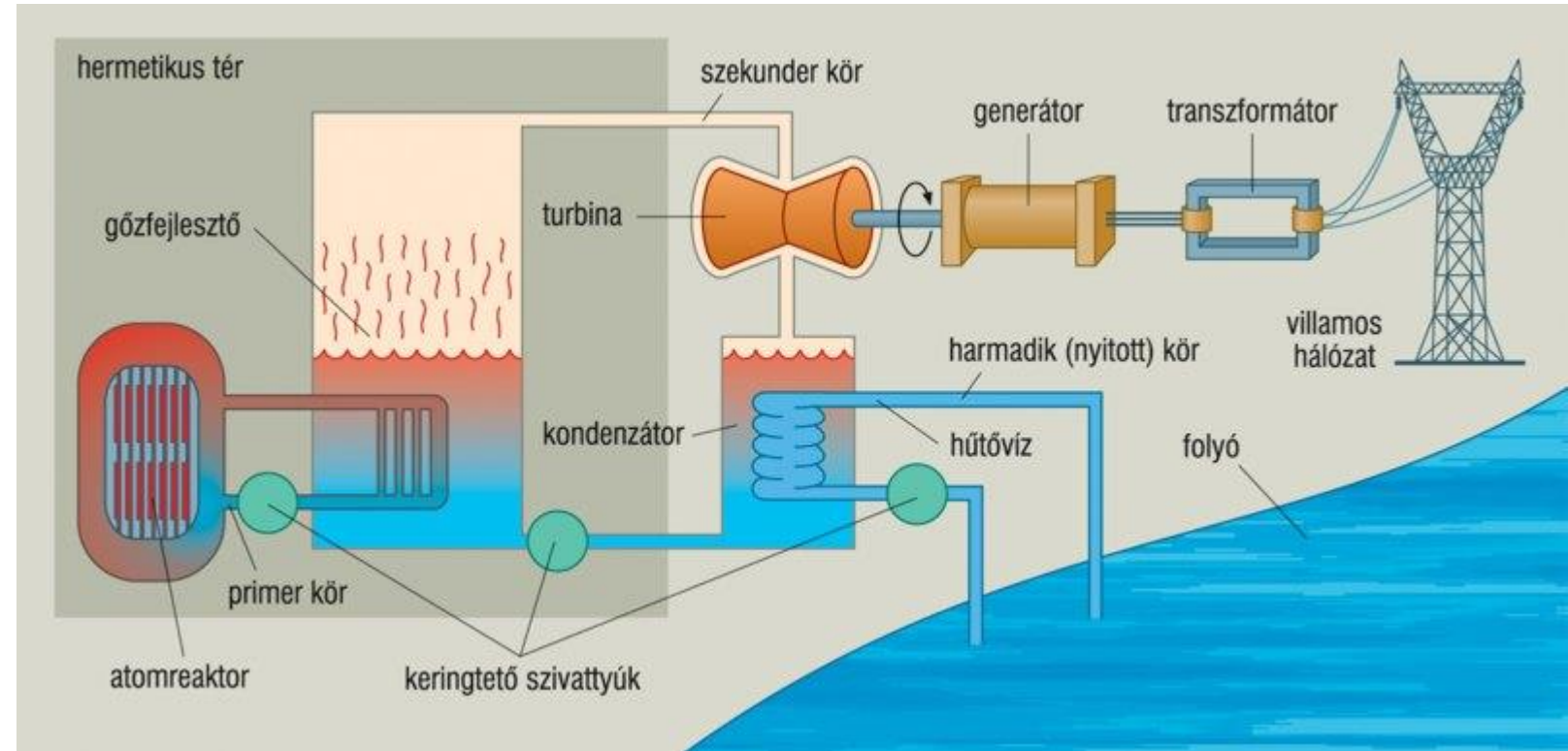


PERSPEKTÍVÁK

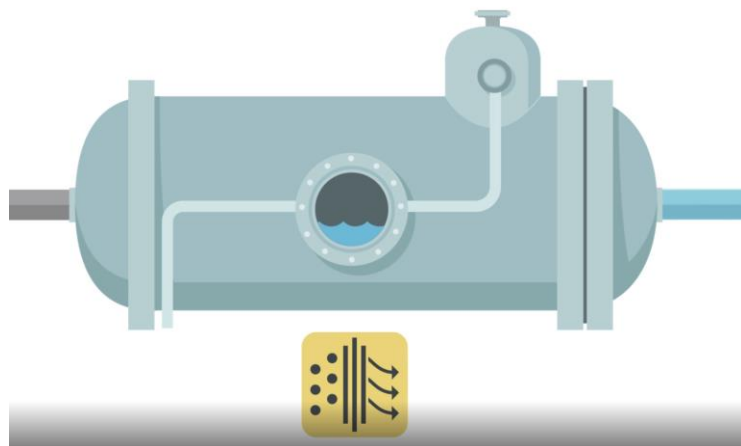
- **Az irodalmi adatok és a korábbi vizsgálatok egyértelműen alátámasztják a visontai és bükkábrányi lignitek talajjavítási célú felhasználásának lehetőségeit. Céletterületek:**
 - homokos szövetű és az alacsony szerves anyag tartalommal rendelkező talajok
 - az erősen lúgos és az erősen savanyú területek szélsőséges kémhatás viszonyainak javítása
 - szikes területek javítása
 - szennyezett területeken történő alkalmazás a szennyező anyagok megkötésére, immobilizálására
 - Műtrágya hasznosulás fokozása
- **Az állattenyésztésben, trágyakezelésben történő alkalmazás**
- **A piaci termékek széles repertoárja állítható elő a lignitből, kezdve az előfeldolgozás nélküli kijuttatástól a huminsav kivonásán át a lignit egyéb tápanyagforrásokkal történő kombinálásán, előfeldolgozásán keresztül létrehozható termékekig.**
- **A piac jelenleg nem erős, de erősödik és jelentős döntéshozói, politikai támogatás várható.**
- **A pillérek ötvözése – mg-i alkalmazás mellett az egyéb elemek kivonása, vegyipari alkalmazás, mikrobiológia!!!!**

Hőhullám és aszály

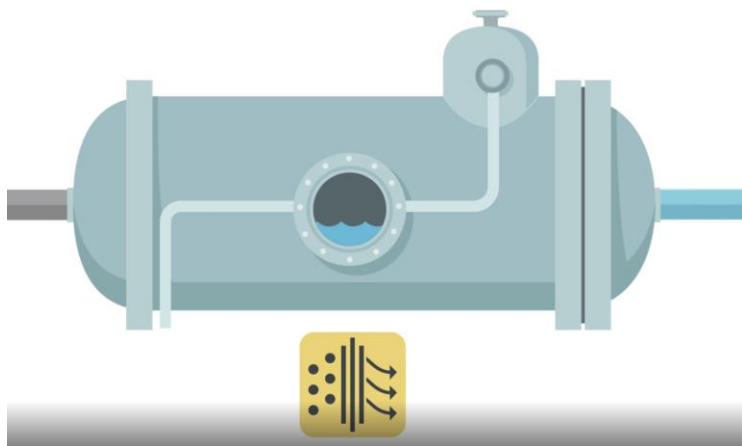
- ❑ Paks
- ❑ Borsodchem
- ❑ 0,7 m³/s
- ❑ **NYÁR**
- ❑ Sajó vízhozam:
 - ❑ 3,7 m³/s
 - Duzzasztás
 - Kútrendszerek
 - Galériák
 - Forrásfoglalás



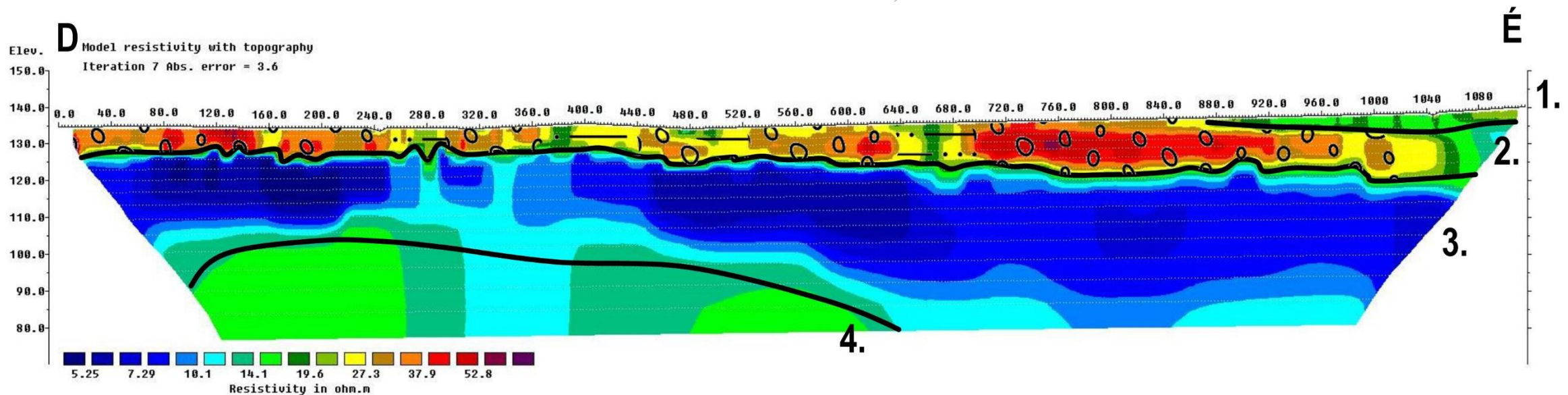
CÉL: a BorsodChem Zrt. és Kazincbarcika Város Önkormányzata vízfelhasználásának optimalizálása, a szürkevíz úrafelhasználása és a Sajó folyóból történő vízkivétel csökkentése az éghajlatváltozásra való felkészülés jegyében.



CÉL: a BorsodChem Zrt. és Kazincbarcika Város Önkormányzata vízfelhasználásának optimalizálása, a szürkevíz úrafelhasználása és a Sajó folyóból történő vízkivétel csökkentése az éghajlatváltozásra való felkészülés jegyében.



1. Kijelöltük a modellterületet: topográfiai viszonyok és vízgyűjtők elemzésével alakítottuk ki úgy, hogy a Sajó érintett szakasza és a Tardona-patak vízgyűjtő területét is magába foglalja
2. Felszíni geofizikai felméréssel (Elektromosellenállás-tomográfia) meghatároztuk a felszín alatti rétegeket és azok vastagságát, köztük a Sajó kavicsterasznak a kiterjedését is (2-es számmal jelölve a küldött szelvények), ezeket a rétegeket beépítettük a modellbe
3. Azonosítottuk a kiválasztott modellterületen a különböző fúrásokat,



Geofizikai méréseink Kazincbarcika környezetében

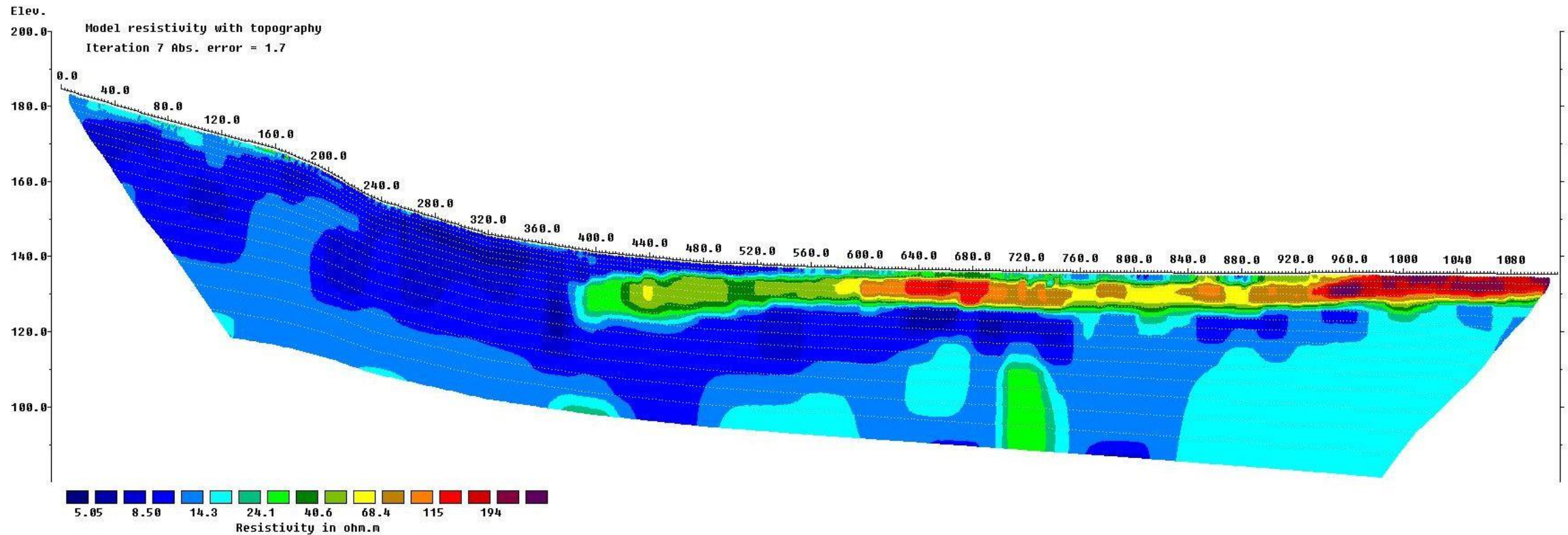


Mért geofizikai szelvények Kazincbarcika környezetében



Geofizikai mérés Kazincbarcikán

Tipikus geofizikai szelvény a Sajó mentén, Kazincbarcika környezetében

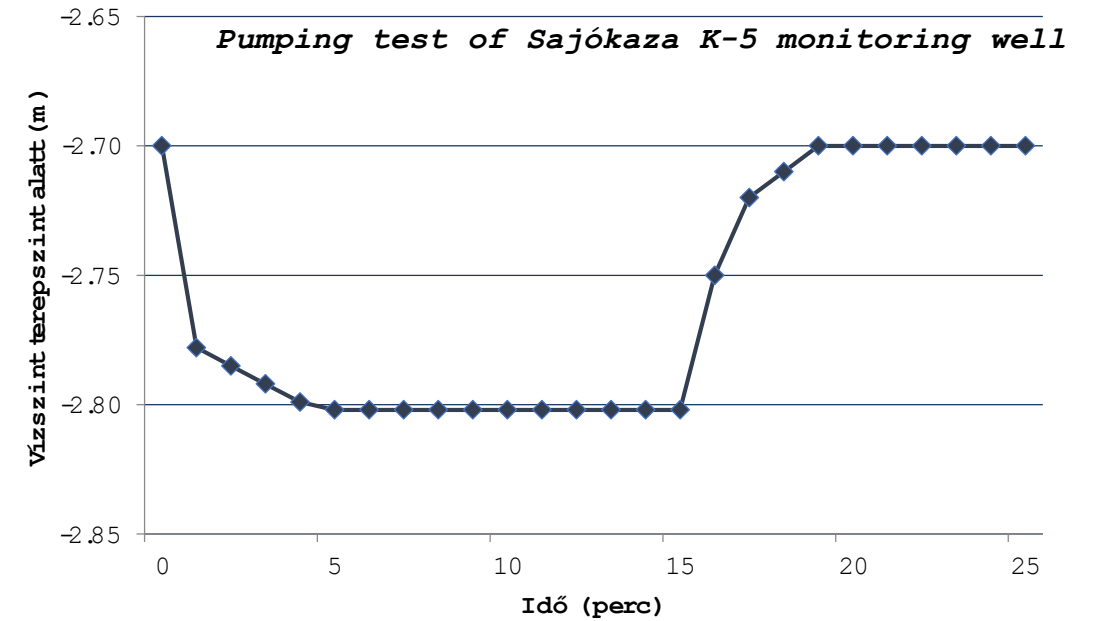
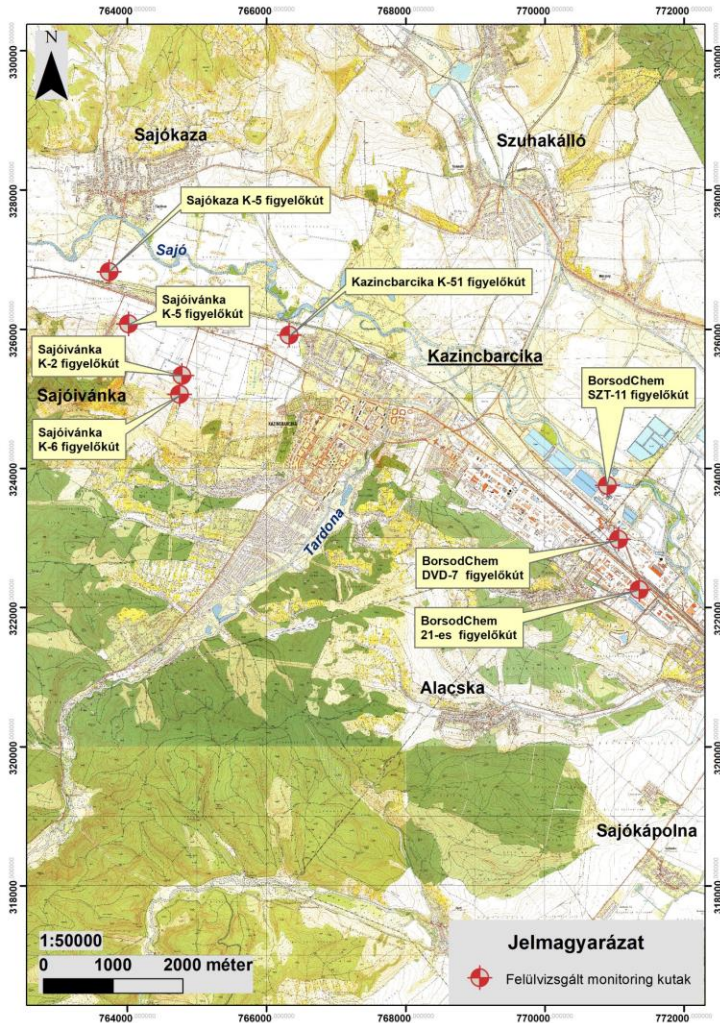


Az ERT-8 jelű szelvény kiértékelése, a Sajó-kavicsterasz detektálása

Geofizikai szelvények 3D megjelenítése



Kúthidraulikai vizsgálatok



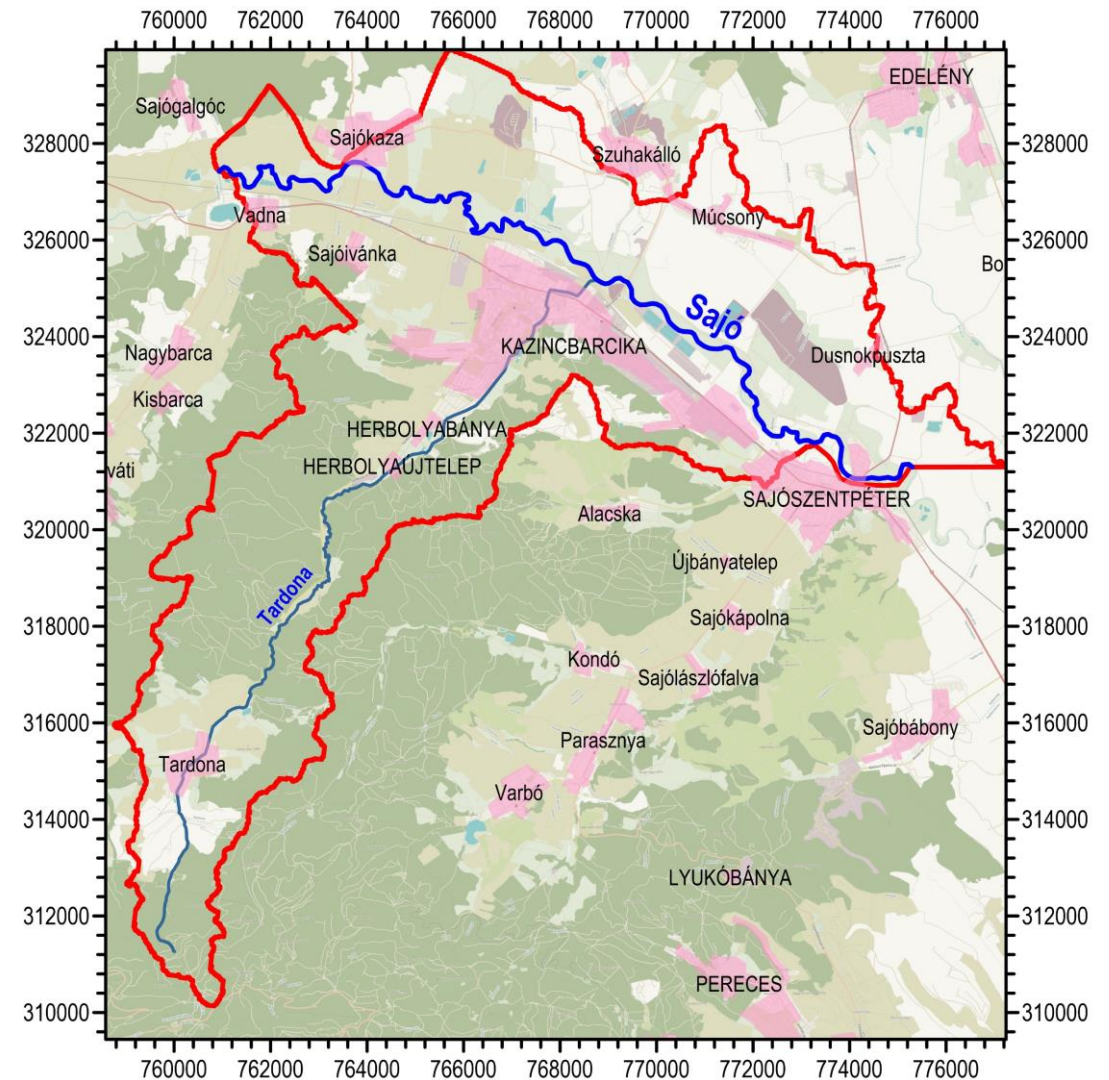
- GPS koordináta
- Nyugalmi és üzemi vízszint regisztrálása
- Szivattyútesztek
- **Bemenő hidrogeológiai paraméterek a modellhez (pl. szivárgási tényező, transzmisszivitás stb.)**

A vizsgált monitoring kutak elhelyezkedése Kazincbarcika környezetében

Hidrogeológiai modellezés

Cél:

- Sajó kavicsterasának vizsgálata
- A klímaváltozás és az extrém időjárásviszonyok vizsgálata a felszín alatti vizekre
- Felszín alatti víztározási lehetőségek (Managed Aquifer Recharge – MAR)
- Modellterület: 117 km²
- 113 fúrás és kút adat
- Geofizikai mérési adatok
- Domborzati adatok, 6 m modellréteg, geológiai formációk, hidrosztratiográfiai egységek, Sajó vízálási adatok, csapadékadatok, kalibráció



A modellterület kiterjedése

Hidrogeológiai modellezés

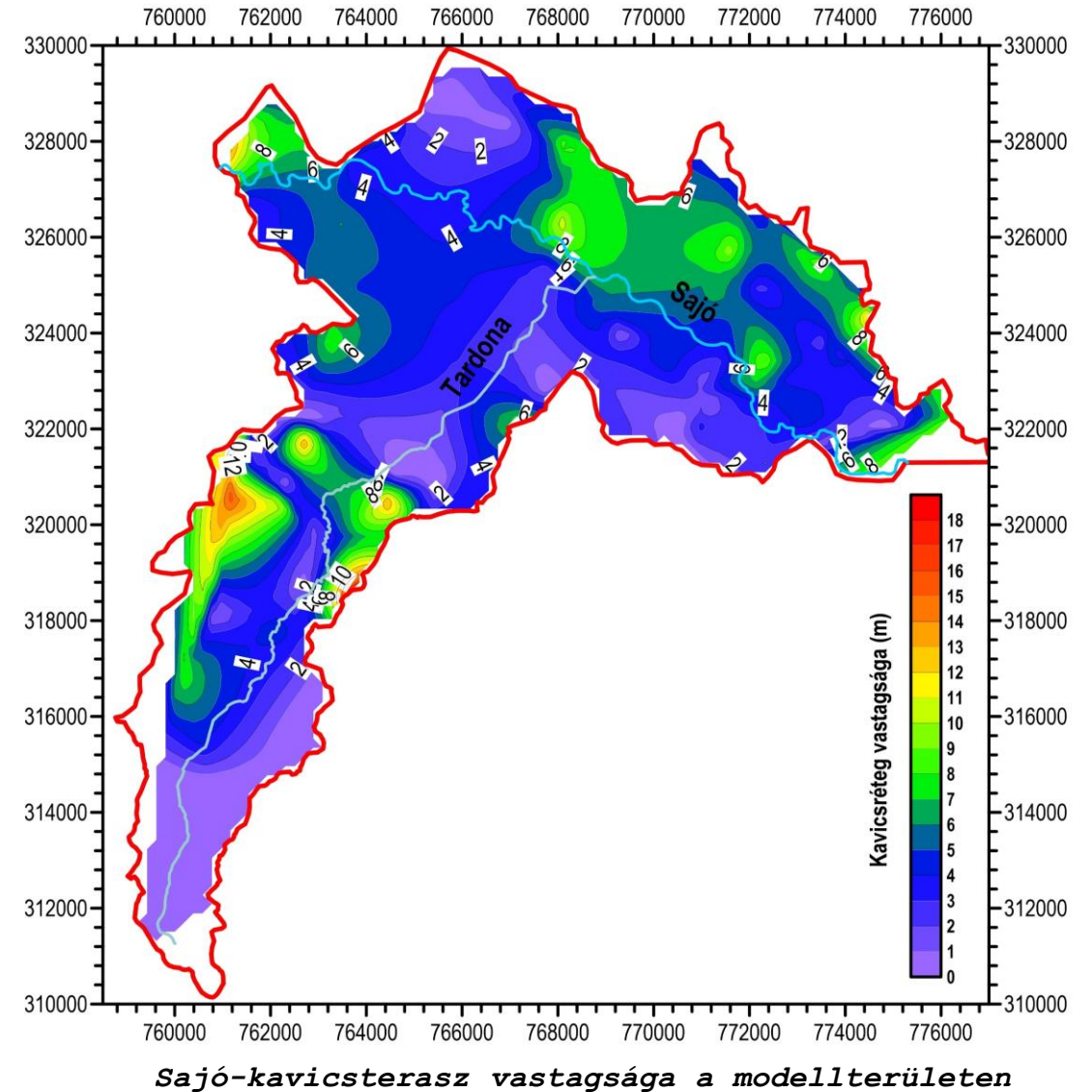
Heterogén Sajó-kavicsterasz (4–10 m).

Átlagos vastagsága a modelleterületen: 4,5 m.

Extrém csapadékos év (2009–2010): 1117 mm

Extrém száraz év (2010–2011): 470 mm

A kavicsteraszban tározható víz mennyisége 8,7–16,9 millió m³/év a modelleterületen.



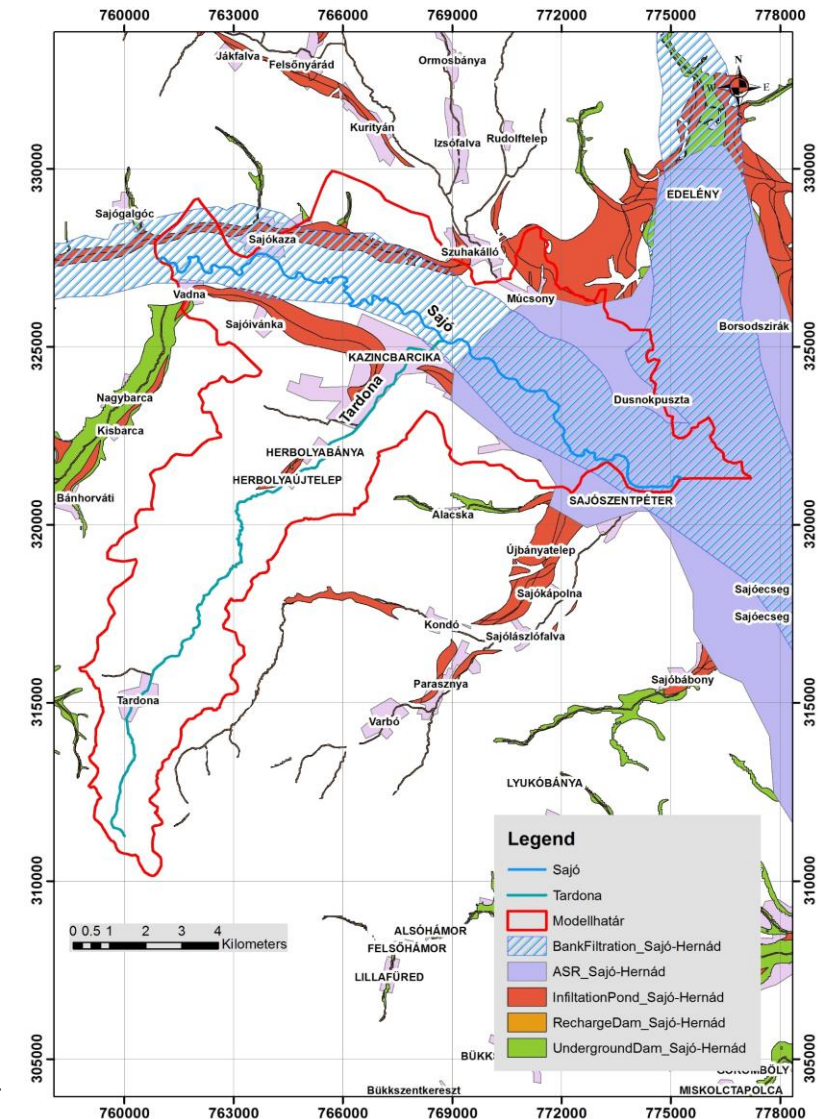
MAR-lehetőségek (Felszín alatti víztározás)

Azonosítottuk a MAR-lehetőségeket a modellterületen a földtani-vízföldtani vizsgálatok alapján:

- Partiszűrővíz (Sajó kavicssterasz)
- ASR – Kúton keresztüli injektálás, majd vízkivétel
- Beszivárogató tavak és medencék
- Útánpótlást segítő felszín alatti

A geofizikai-hidrogeológiai kutatás replikálható más területekre is.

Lokális MAR-lehetőségek a kazincbarcikai modellterületen



Fúrt kutas víz-víz hőszivattyú (termelő és nyelető kutak)

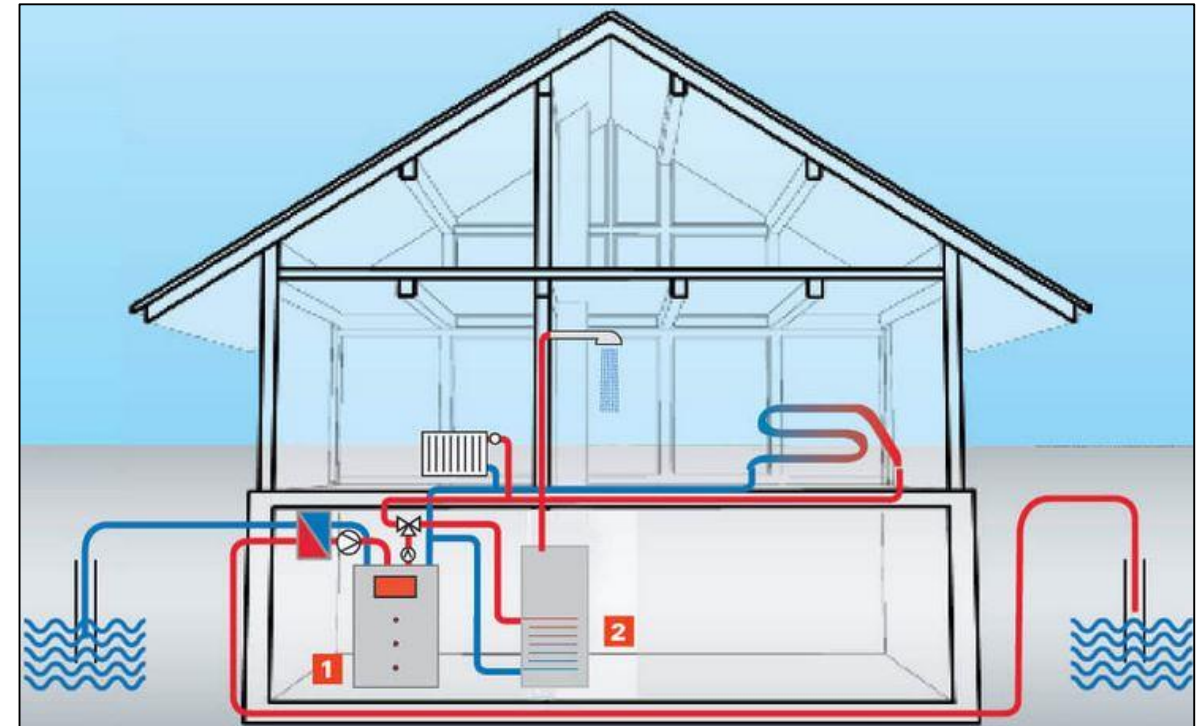
Talajvízből vagy partiszűrőesű vízből nyerjük
kia fűtéshez-hűtéshez szükséges energiát, hőt

A vizet visszajuttatjuk a kivétel helyére, biztosítjuk a
körforgást

Előnye: COP (hatékonyságítényező) ita
legmagasabb. COP = 5-7 is lehet

Hátránya: területspecifikus a nagy vízigény miatt.

**A telepítés előtt fontos a földtani-vízföldtani
kutató, próbakút, próbatelep létesítése.**



Termelő és nyelető kutas víz-víz hőszivattyú

Vízkezelés – Ipari hűtőtornyok vízellátása

- Tervezési fázis: Vízkutatás geofizikai vizsgálatokkal, hidrogeológiai és hőtranszportmodelleléssel
- A vízigény és a földtani adottságok figyelembevételével szakági tervezés
- Nagy méretű hőtechnikai berendezések **hűtővizének** biztosítása, optimális helyszínek kijelölése
- Hűtőtornyok tervezéséhez

Elkerülhető a meddő vagy nem elégséges hozamú kutak kivitelezésével járó pénzügyi és időbeli veszteség.



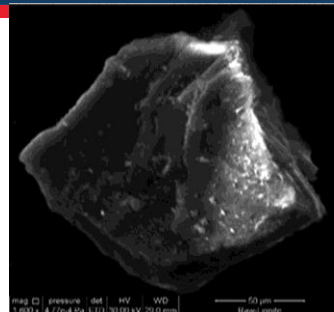
Ipari hűtőtornyok (www.istockphoto.com)



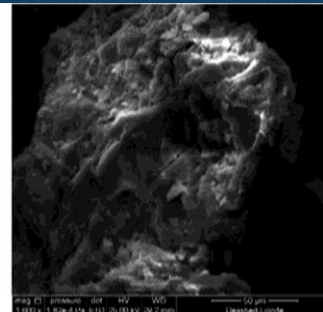
MISKOLCI
EGYETEM
UNIVERSITY OF MISKOLC

Köszönöm a figyelmet!

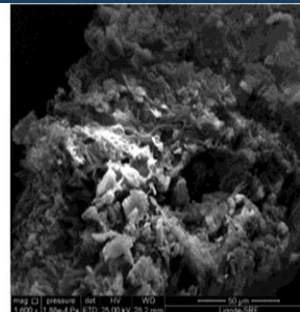
Elérhetőség: bela.viskolcz@uni-miskolc.hu



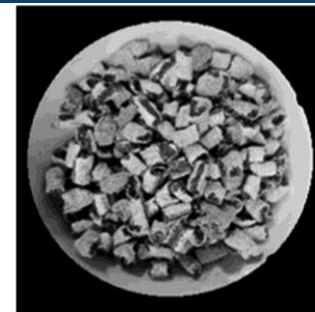
nyers lignitről



lerakott lignitről,



karbamiddal
töltött lignitről



digitális kép az
LSRNF szemcséiről.

SEM-felvételek:



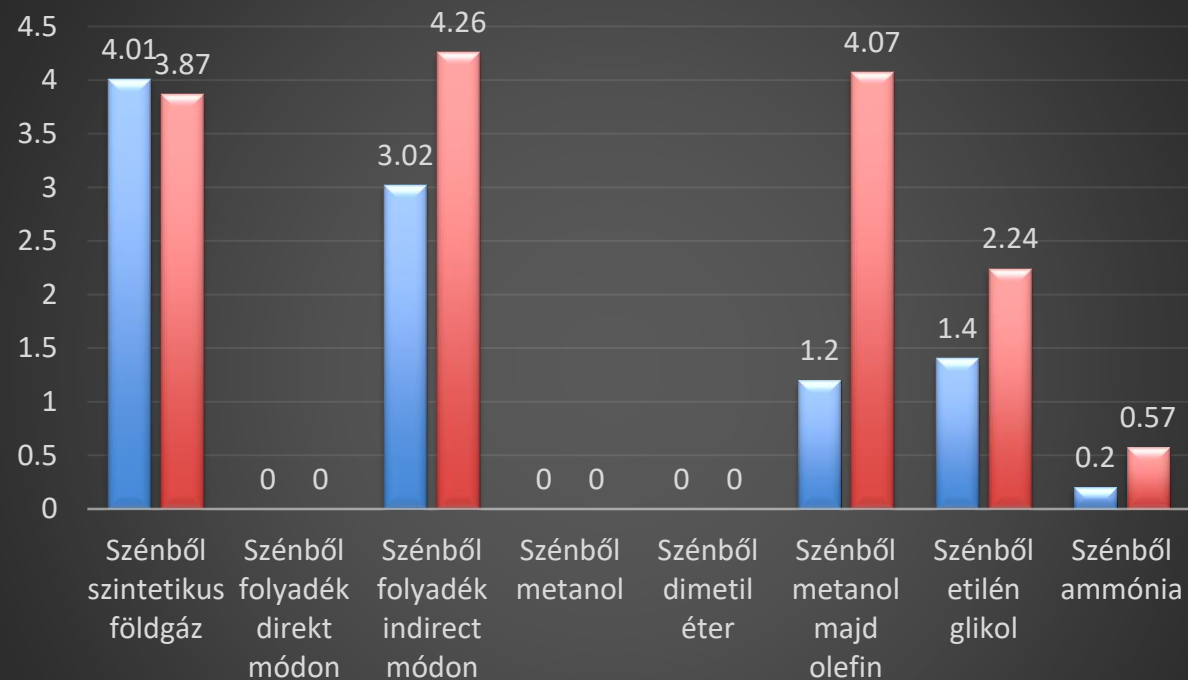
GAZDASÁGI- ÉS ÜZLETI SZEMPONTOK

Technológia	Gyártási kapacitás (Mt/év)	Teljes beruházási költség (milliárd USD)	Egységnyi beruházási költség (USD/t)	Szén ára (USD/t)	Gyártási költség (USD/t)	Forrás
CTSNG**	4	3.87	914.48	22.72	227.20	[8] ^a
	2	0.81	813.28	94.00	325.00	[9]
	1.9	1.96	1033.05	56.80	376.73	[10] ^a
DCTL	-	-	1420.00	-	-	[11] ^a
ICTL	2	5.25	2627.00	7.10	588.31	[10], [12] ^a
	2.96	5.06	1718.20	85.20	541.16	[13] ^a
	1	1.70	1704.00	48.28	609.61	[10], [14] ^a
	3	4.26	1420.00	93.72	711.85	[15] ^a
	1	2.20	2200.72	56.80	736.27	[10] ^a
	-	-	2130.00	-	-	[11] ^a
CTM	-	-	710.00	-	-	[11] ^a
	0.8	-	-	35	142.5	[16]
	5	3.032	606.4	29.73	202.6	[17]
	-	1.82	-	58	267	[18]
	-	-	-	44.12	215.25	[19]
	1.0	1.8	1857.7	-	306.88	[20] ^d
	1.3	-	-	88.04	263.69	[21] ^a
CTDME	-	-	1136.00	-	-	[11] ^a
CTMTO	0.7	2.50	3578.40	88.04	908.80	[22] ^a
	0.6	2.50	4165.33	88.04	894.60	[23] ^a
	0.7	2.67	3819.80	88.04	1012.60	[24] ^a
	1.2	4.07	3393.66	56.80	840.36	[10] ^a
CTEG	0.3	0.80	2655.07	70.00	696.13	[25]
	0.3	0.72	2394.40	56.80	654.05	[26] ^a
	1.4	2.24	1600.20	56.80	575.81	[10] ^a
CTA	0.2	0.57	2869.35	29.93	-	[27] ^c



GAZDASÁGI- ÉS ÜZLETI SZEMPONTOK

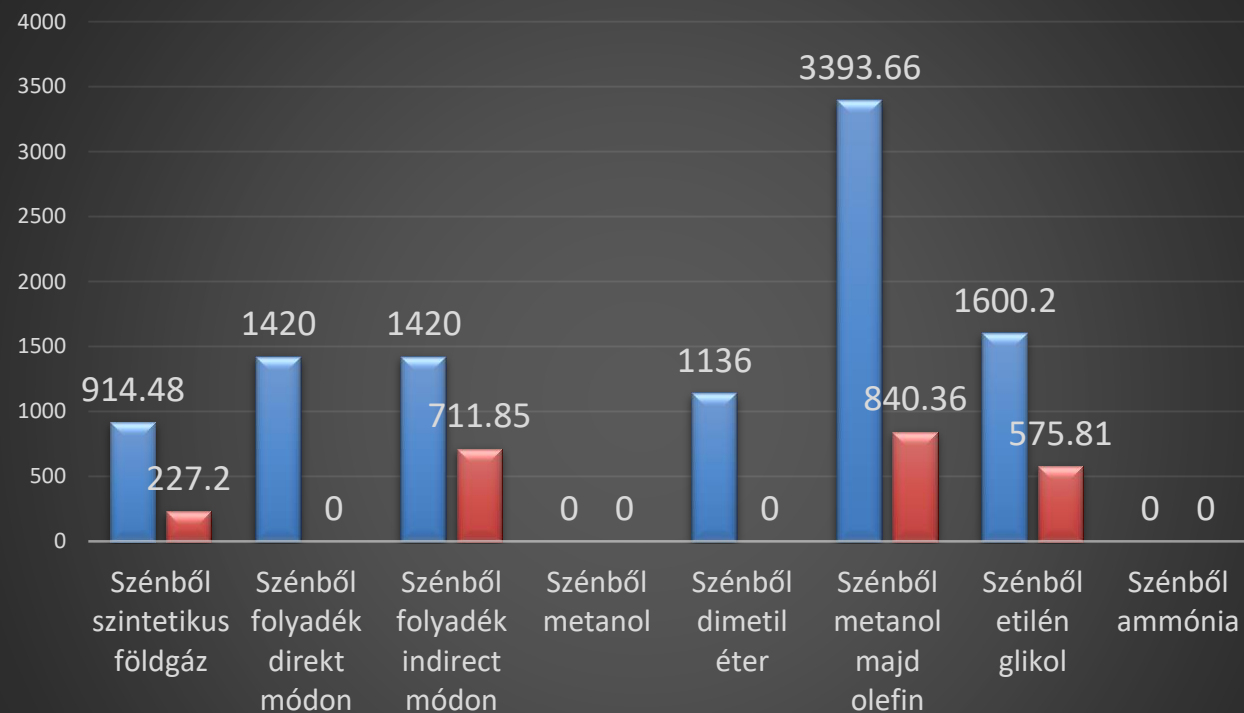
Gyártási Kapacitás Mt/év / beruházási ktsg milliárd USD



■ Gyártási kapacitás (Mt/év)

■ Teljes beruházási költség (milliárd USD)

Beruházási / gyártási költség 1t vonatkoztatva USD

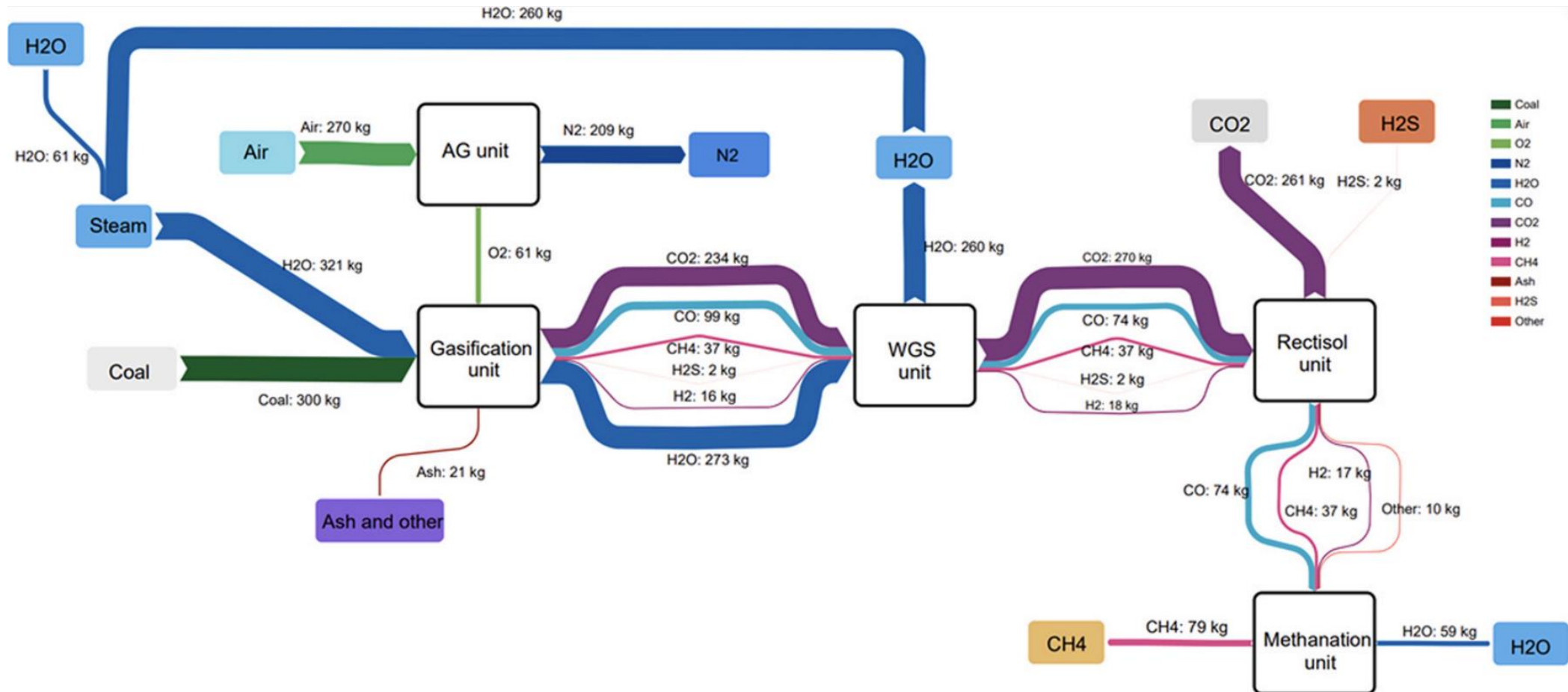


■ Egységnyi beruházási költség (USD/t)

■ Gyártási költség (USD/t)



MÓDSZERTAN BEMUTATÁSA



METÁN (FÖLDGÁZ)

METANOL

HIDROGÉN

AMMÓNIA (KARBAMID?)



KÖRNYEZETI ÉS FENNTARTHATÓSÁGI SZEMPONTOK

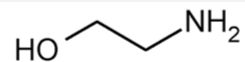
„BARNA METANOL” → „ZÖLD METANOL”

Tüzelés előtti leválasztás

- A tüzelőanyag elgázosítása
- A kapott fűtőgáz CO tartalmának további oxidálása → CO₂
- A tüzelőanyag CO₂ tartalmának leválasztása a tüzelőanyag elégetése előtt
- H₂/CO₂ elválasztás

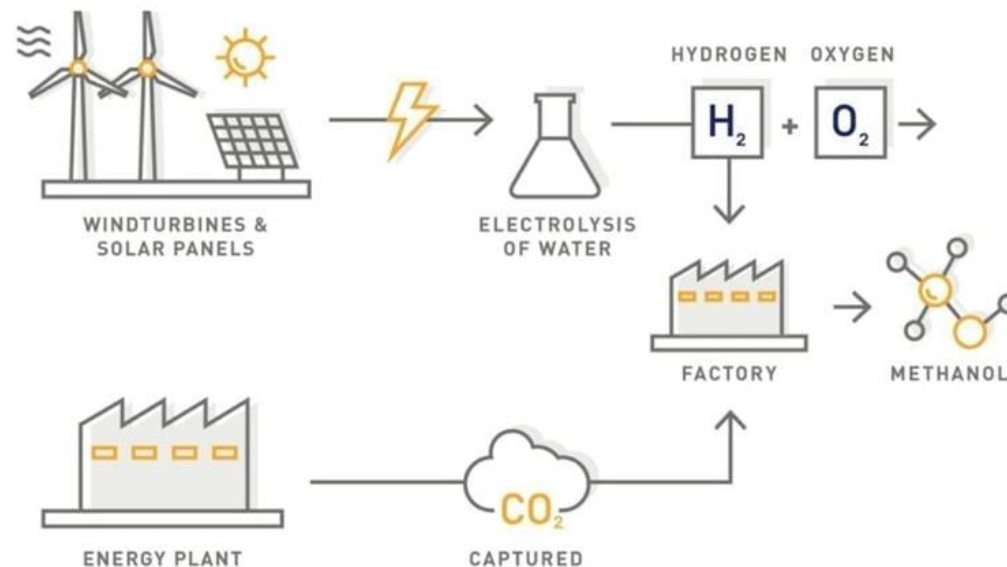
Tüzelés utáni leválasztás

- Hagyományos, levegővel történő tüzelés után a füstgáz CO₂ tartalmának leválasztása
- N₂/CO₂ elválasztás
- Elválasztás pl. regeneratív kémiai abszorpcióval
- monoetanol-amin
- CO₂ mennyisége kicsi a füstgázban



Oxy-tüzelés

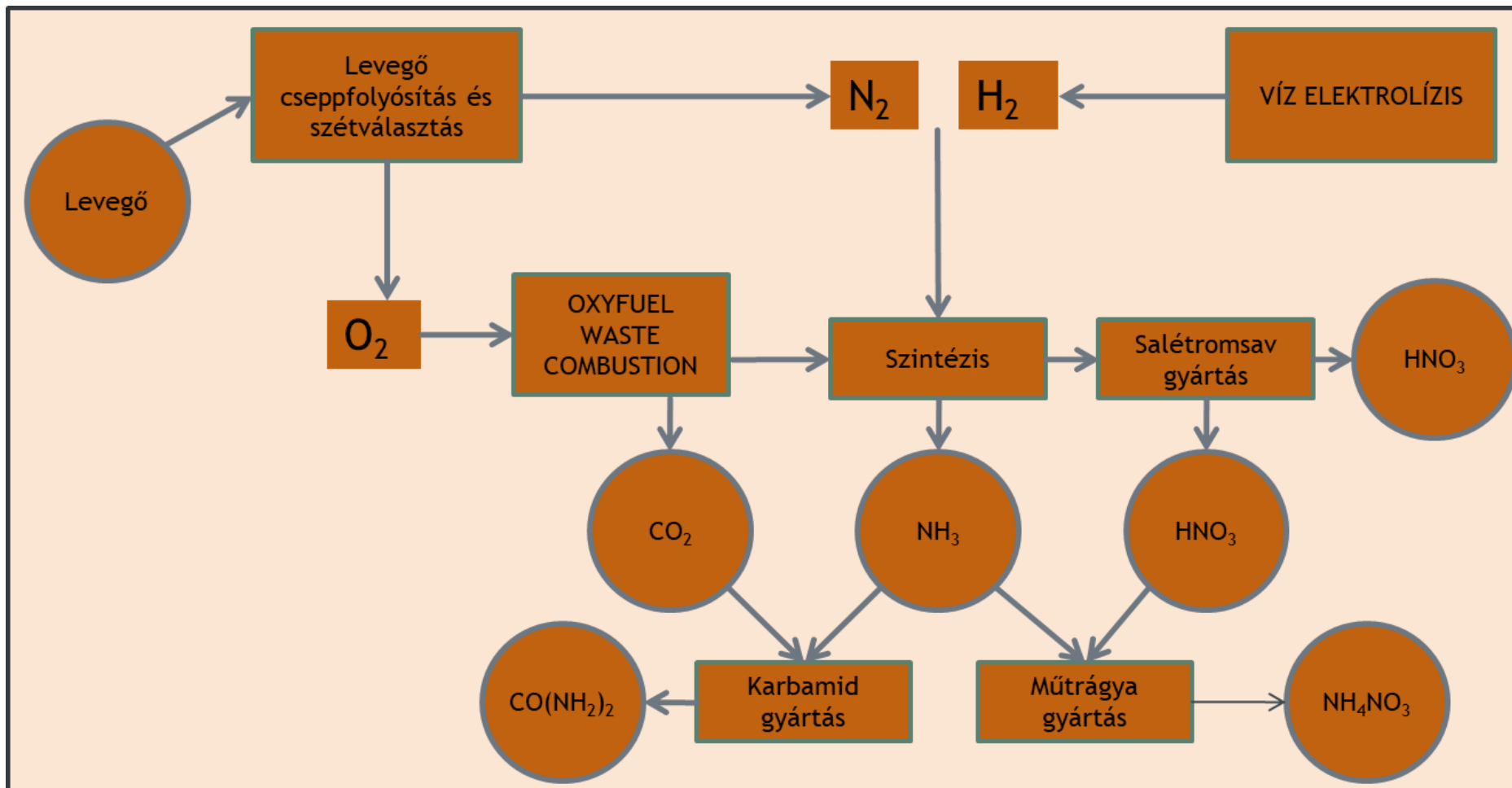
- Tiszta oxigén és visszavezetett füstgáz keverékével történő tüzelés
- Füstgáz recirkuláció
- O₂/N₂ elválasztás
- A füstgáz 90+ Vol% CO₂





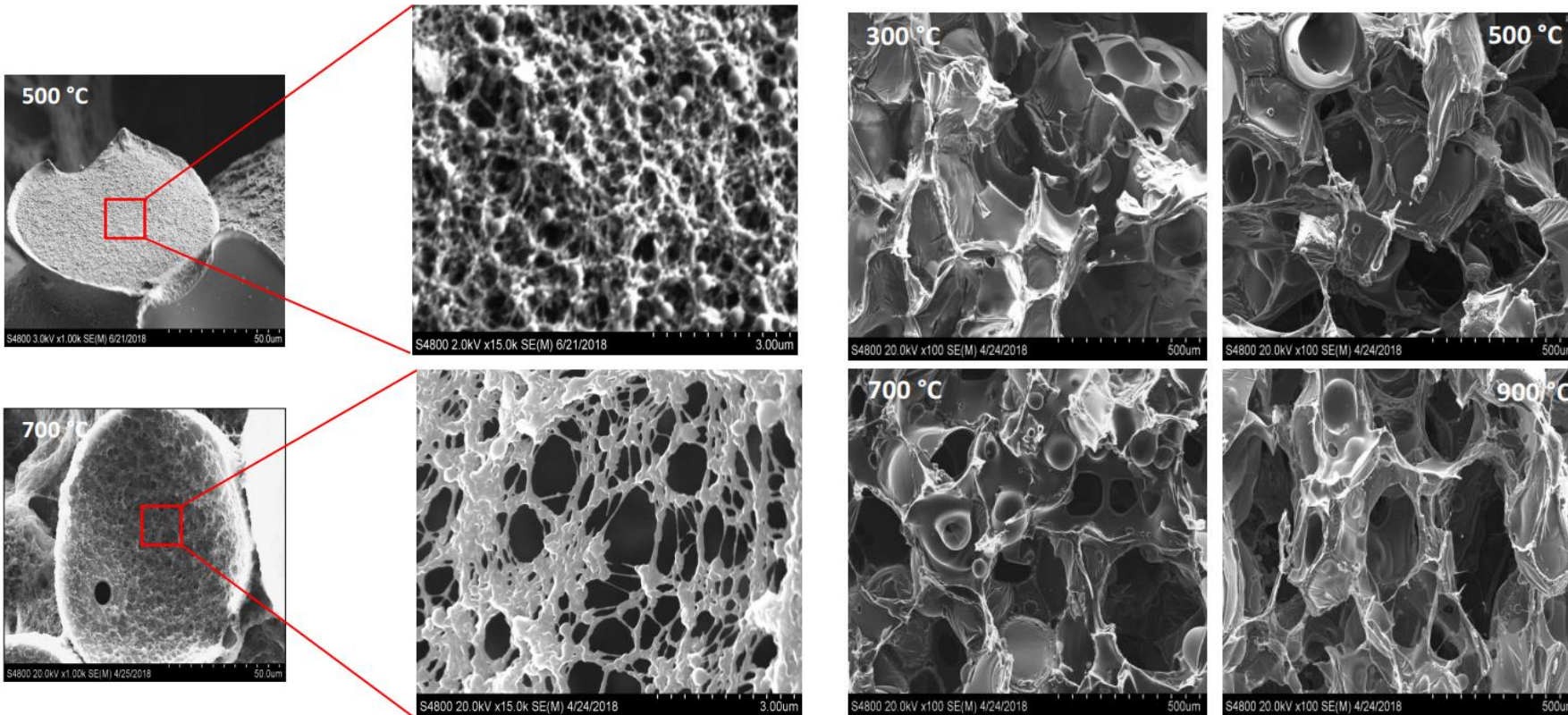
KÖRNYEZETI ÉS FENNTARTHATÓSÁGI SZEMPONTOK

„BARNA AMMÓNIA” → „ZÖLD AMMÓNIA”





NAGY FELÜLETŰ SZENEK ELŐÁLLÍTÁSA



Lignitből → aktív szén

- szuperkondenzátorok,
- akkumulátorok elektródanyagaként