

Kohászat

Fémek előállítása

Alapanyag tisztítása

Redukció (redukáló anyag előkészítés)

Fém tisztítása

Fémalapanyag előállítása

Hulladékok kezelése, felhasználása

Fémek előállítása

Elemi állapot – fizikai elválasztás

– kémiai elválasztás (pl.: cianidos techn.)

Vegyületekből

- Pirometalurgiai redukció
- Elektrokémiai redukció
- Termikus disszociáció

Pirometalurgiai redukció

Miből?

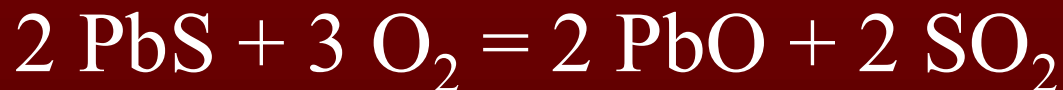
Oxidokból – redukció



Karbonátokból – hevítéssel **oxiddá** alakítják



Szulfidokból – pörköléssel **oxiddá** alakítják



Pirometalurgiai redukció

Mivel?

Szénnel



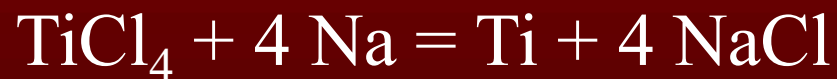
Alumíniummal (aluminotermia)



Hidrogénnel



Nátriummal



Elektrokémiai **redukció**

Cementálás



Vizes elektrolízis



Olvadékelektrolízis



Termikus **disszociáció**



Fémek előállítása

Az iparban felhasználásra kerülő szerkezeti anyagok legnagyobb része fémötvözet (>1000 Mt),

96%-ban vas, alumínium és réz ötvözet.

Mintegy 100 elemből két-, három-, négy-, öt-, vagy többalkotós rendszereket lehet létrehozni, ezáltal a lehetséges előállítható ötvözetek száma óriási (10^{25} - 10^{26}).

- Történelem:**
- i.e. 7000 - a réz és arany olvasztása;
 - i.e. 3000 - az ón, ólom, bronz(Cu+Sn), ezüst előállítása;
 - fűjtató kell!** i.e. 1400 – Hettiták vas előállítása – i.e,1200- vaskor;
(honfoglalás kori Somogyfajszon – gyepvasérc)
 - 1500 - nyersvas, előállítása 3-5% szénttartalommal;
 - 1700 - lemezhengerlés;
 - elektrolízis!** 1855 – párizsi világkiállítás Al (ára, mint az aranyé)
 - 1856 - Siemens-Martin acélgyártás;
 - 1910 - elektroacél gyártás villamos ívkemencében;
 - 1912 - első rozsdamentes Cr-Ni acél előállítása;
 - 1920 - titán színfém előállítása;

Fémek előfordulása

O₂ 46%;

Si 28%;

Al 8,2%;

Fe 5,6%;

Ca 3,6%;

Na 2,8%;

K 2,6%;

Mg 2,1%;

Ti 0,5%;

H₂ 0,14%;

Mn 0,1%;

C 0,032 %;

Zr 0,022 %;

Cr 0,02 %;

V 0,015 %;

Zn 0,013 %;

Ni 8.10⁻³ %;

Cu 7.10⁻³ %;

W 6,9.10⁻³ %;

Co 2,3.10⁻³ %;

Pb 1,6.10⁻³ %;

Mo 1,5.10⁻³ %;

Ag 1.10⁻⁵ %;

Au 5.10⁻⁷ %;

Fémek gyártása

A természetben a fémek az **arany**, **ezüst** és **platina** kivételével érc (vegyület) alakban fordulnak elő

A **vasat** hematitból (Fe_2O_3), vagy magnetitből (Fe_3O_4),
az **alumíniumot** bauxitból ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$),
a **rezet** szulfidokból (Cu,Fe)S ,
vagy oxidokból (Cu_2O , Cu(OH)_2 , CuCO_3),
a **titánt** ilmenitből (FeTiO_3) vagy rutilból (TiO_2) nyerik

Vasgyártás

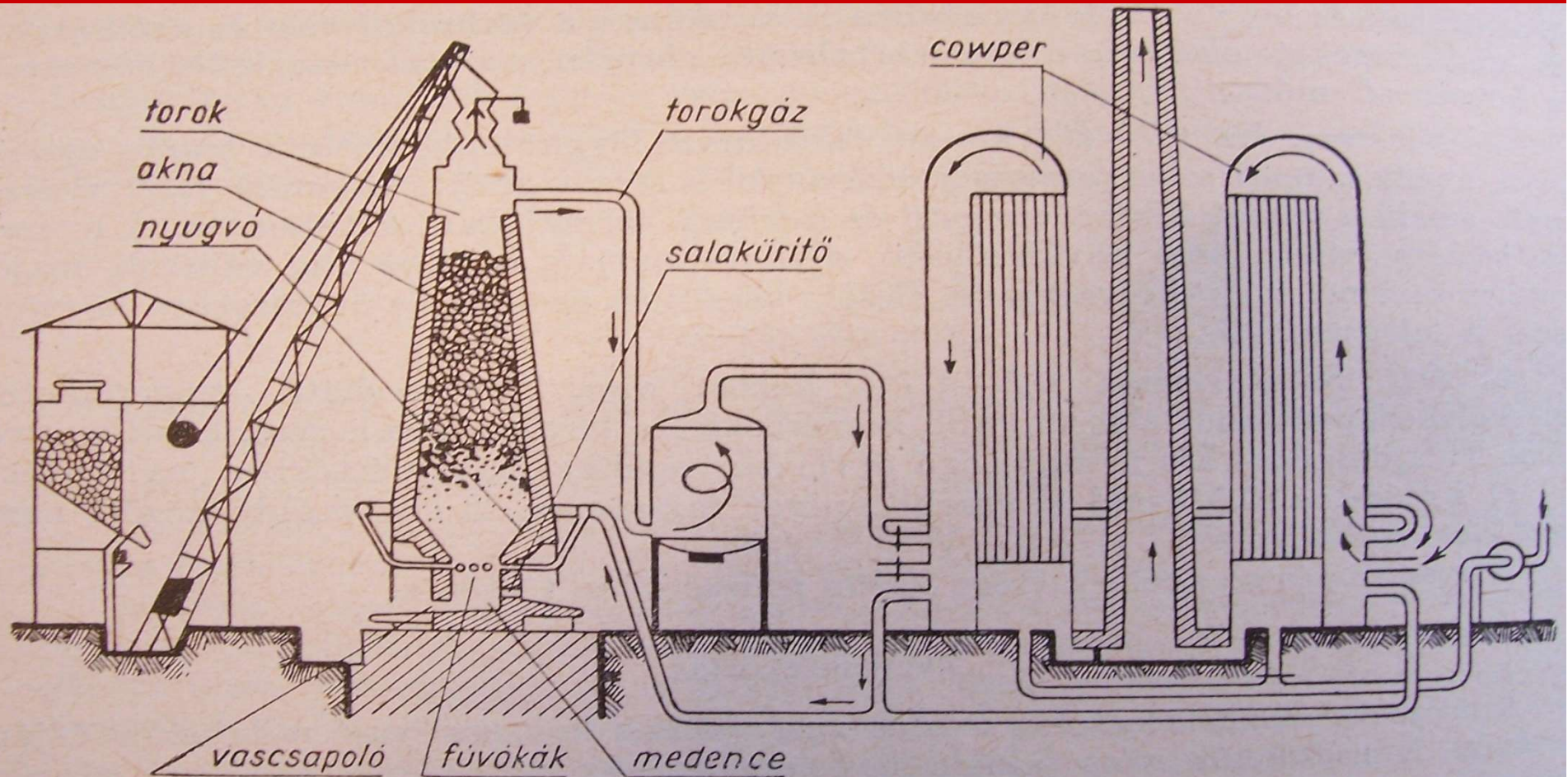
A **nyersvasgyártás** nagyolvasztóban végzett kohósítással történik a vasoxidok **szén**nel való redukálásával.

A redukcióhoz kokszot használnak és a reakciók fenntartásához forró levegőt fújnak be.

Az így termelt nyersvas **4-5,5% szenet** tartalmaz oldott és cementit (Fe_3C) formájában.

Magas a szennyezettsége különböző oxidok, szulfidok, szilikátok és más salakanyagok alakjában.

Nagyolvasztó



A nagyolvasztó üzeme folyamatos, a szilárd állapotú nyersanyagok és segédanyagok (mészke) betáplálását, valamint az olvadt állapotú főtermék (nyersvas) és melléktermék (salak) eltávolítását szakaszosan végzik

Nagyolvasztó

A nagykohó 900 Celsius-fokosnál forróbb részében – a meddőben levő egyéb oxidok közvetlen redukciójából – szilícium, mangán és foszfor is képződik. A meddőkőzet és a kokszhamu szulfátjai részben elemi kénre redukálódnak.

A nagyolvasztó terméke, a fehér nyersvas ötvözőként 3,5–4 százalék szenet, 1,5–4 százalék mangánt, 0,5–1 százalék szilíciumot, továbbá szennyezésként foszfort és kén tartalmaz.

A fehér nyersvasból acélt gyártanak.

A szürke vagy öntödei nyersvas széntartalma megegyezik a fehér nyersvaséval, de a szén nagy része grafit formájában van benne jelen, ezért a nyersvasnak a törési felülete szürke

Nagyolvasztó

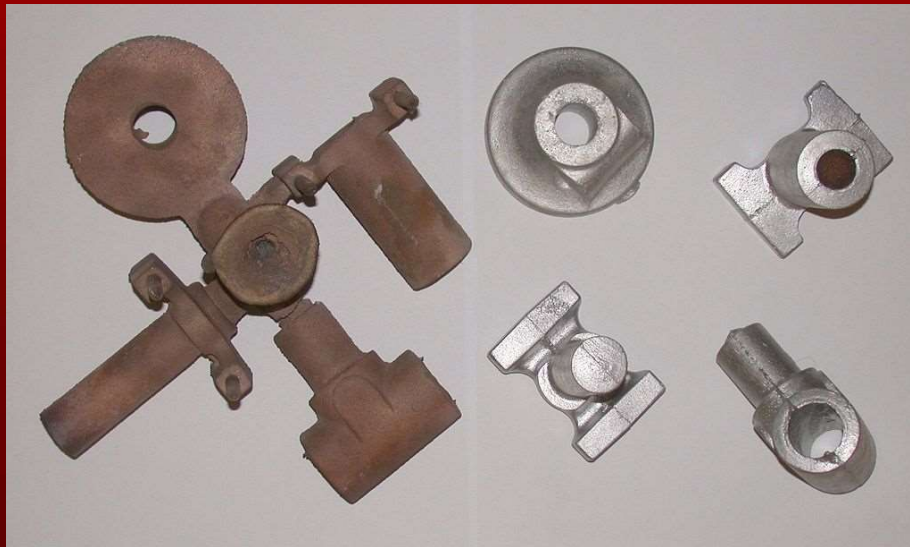
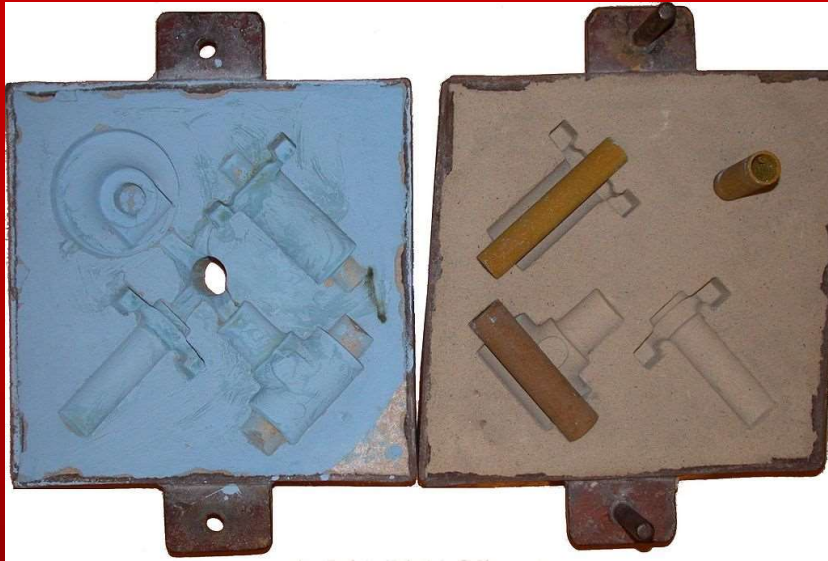
Egy tonna nyersvas gyártásakor 5500 köbméter (6,1 tonna) **torokgáz** is keletkezik.

A kohóba juttatott koksz **hőenergiájának** mintegy fele a torokgáz szén-monoxidjának felhasználásával (levegő előmelegítésére, fűvógépek üzemeltetésére) hasznosítható.

A nyersvassal csaknem azonos tömegű **salak** kalcium-alumínium-szilikátokból áll; összetételétől függően salakgyapot (szigetelőanyag) előállítására vagy (út)építésre salakként használják fel.

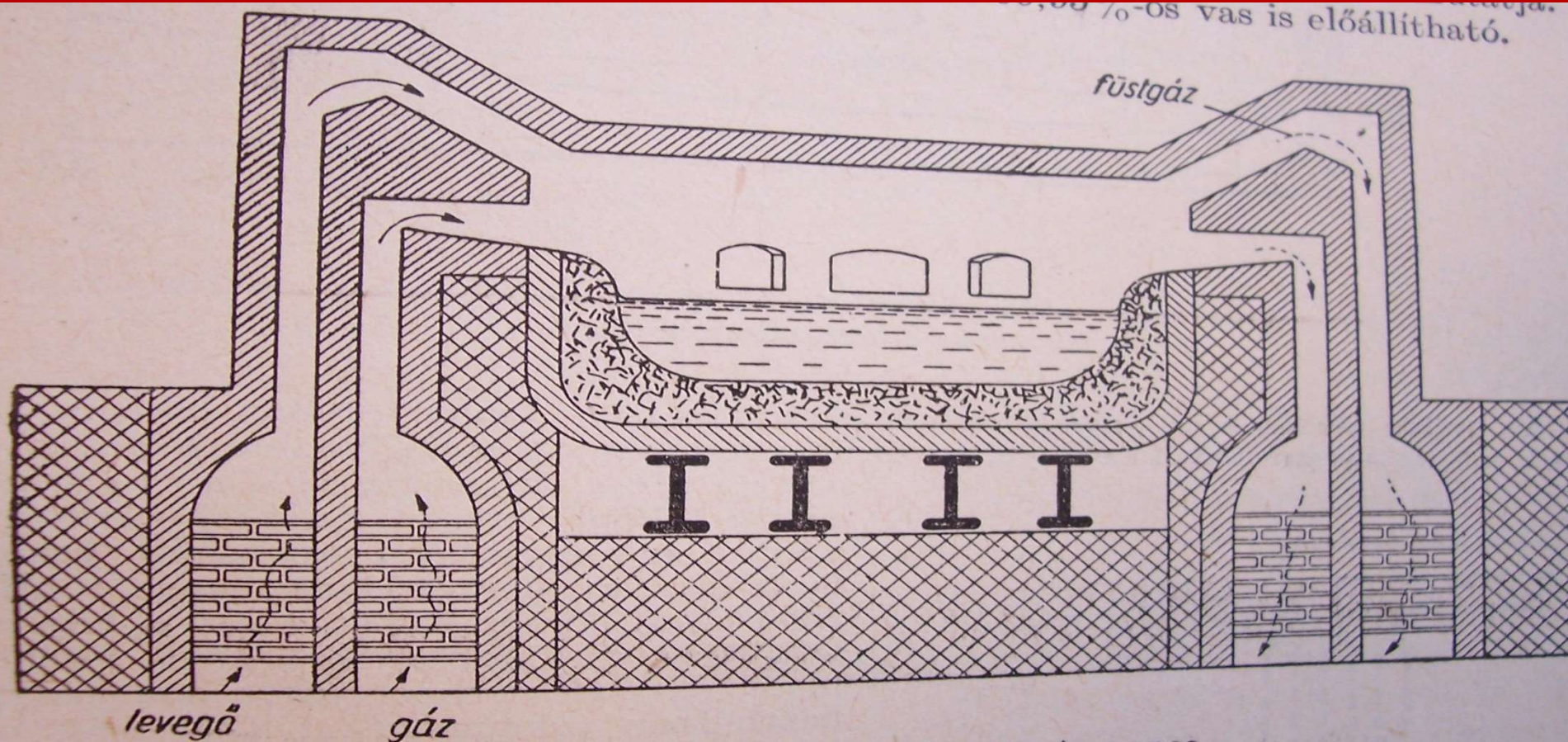
Öntöttvas Nyersvas + ócskavas újraolvasztás

2%-tól 3,6% szénttartalom, rideg, jó korrózióállóság



Acélgyártás

Az acélgyártás során a nyersvas **káros ötvözőit** (C, Si, P, S) – oxidációs úton – a kívánt mértékig **eltávolítják** a vas mellől, és ezután annyi egyéb **ötvözőelemet adnak** hozzá, hogy a kívánt tulajdonságú vasötvözetet kapják. Az eljárások egyik csoportjában oxidálószerként az ócskavas vas-oxidja és a levegő oxigénje szolgál (Siemens–Martin-eljárás).



237. ábra. Siemens–Martin-kemence

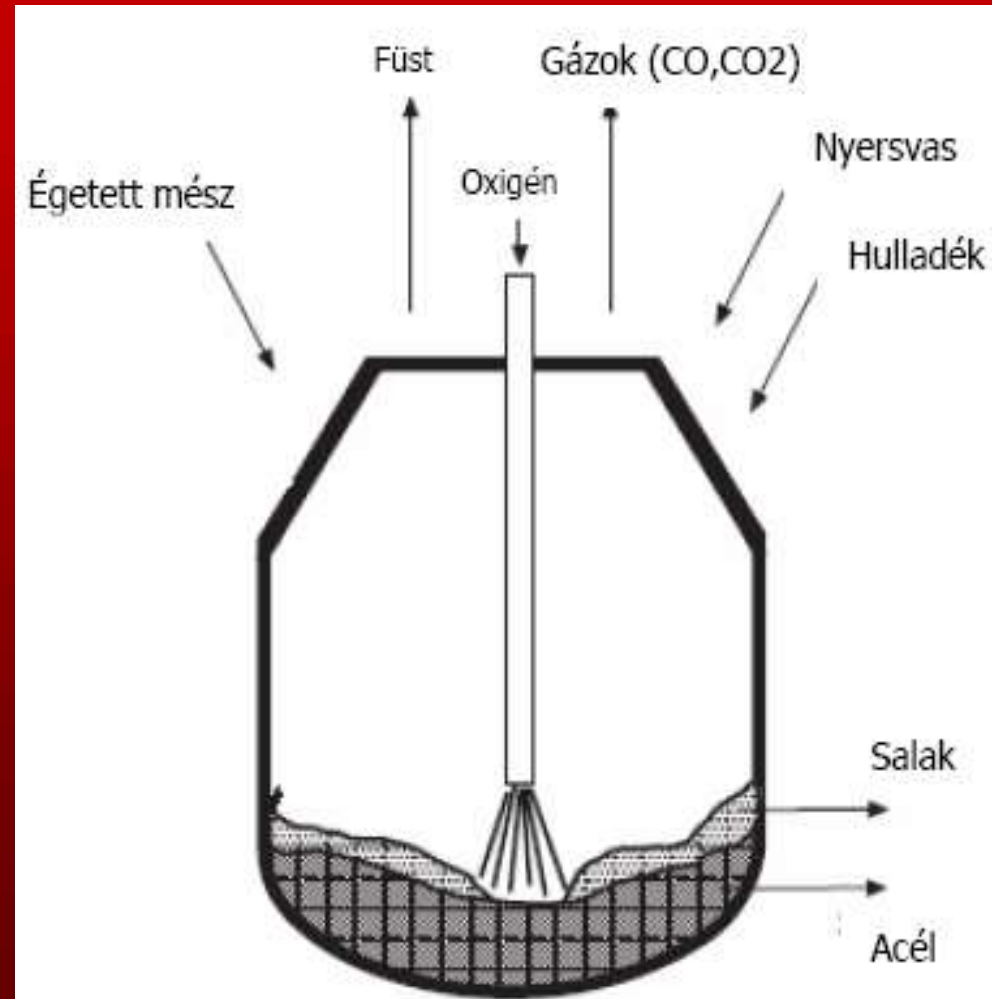
Konverteres acélgártás

A konverterben az adaggyártás ideje 45-47 perc.

1. acélhulladék berakása,
2. nyersvas beöntése,
3. **oxigén**fúvatás, salakképző adagolása,
4. próbavétel,
5. acélcsapolás,
6. salakcsapolás.

A konverteres acélgártás jellegzetessége, hogy nincs szükség külső tüzelőanyag-bevitelre, mert a metallurgiai folyamatokhoz szükséges hőmennyiséget:

- a nyersvas (és az acélhulladék) karbon-, szilícium-, mangán- és foszfortartalmának oxidációjából származó hő,
- a nyersvas fizikai hőtartalma és
- a salakképződés hőtartalma adja.



A konverter bemenő és kimenő anyagai

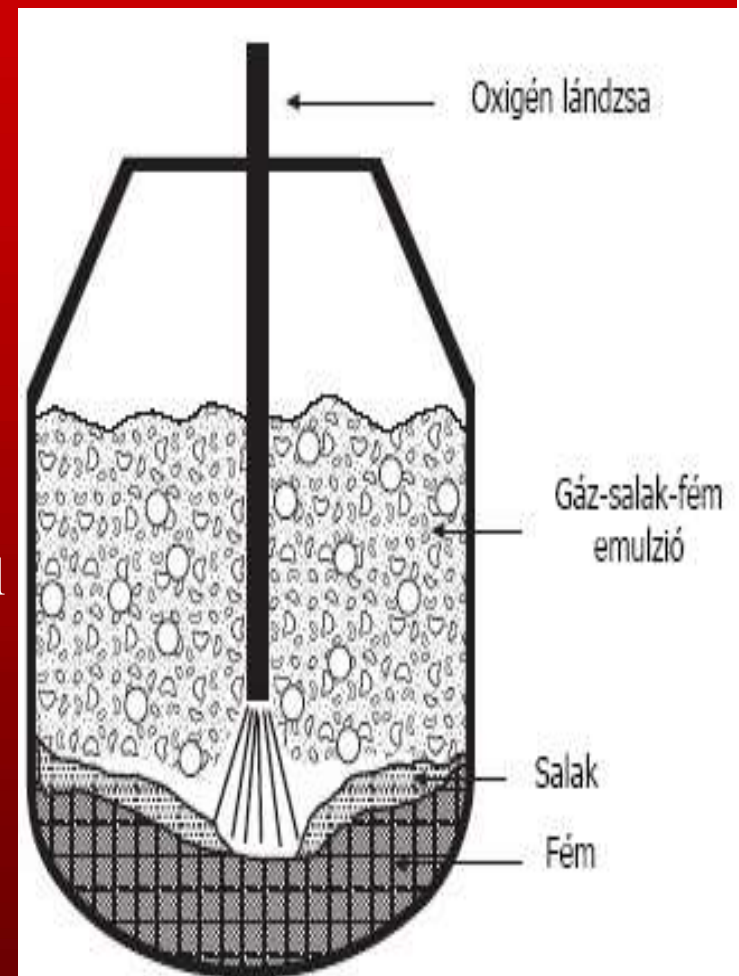
Konverteres acélgártás

A **salak** kialakításához égetett meszet, salakfolyósítóként folyópátot adagolnak. A mész mennyiségét a nyersvas szilíciumtartalma, a salak bázicitása, a mész összetétele és szemnagysága határozza meg.

Oxigén lándzsán keresztül nagy tisztaságú (99,8%), nagy nyomású és nagy intenzitású oxigén gázt fuvatnak.

A konverteres acélgártás feladata a szén-, mangán-, szilícium-, foszfor- és kéntartalomnak a gyártandó acél minőségi előírásainak megfelelő mértékre való csökkentése, oxidálással.

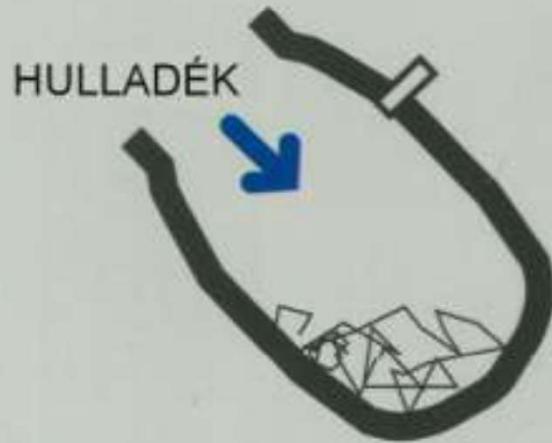
Az oxigénsugárnak a hang terjedési sebességénél nagyobb a sebessége, nagy energiája a folyékony fűdőt apró cseppekre fűjja szét, amelynek következtében a konverterben igen **nagy felületű gáz-salak-fém emulzió** keletkezik. A fémekben oldott elemek oxidációja ezeken a felületeken megy végbe.



A konverter fizikai állapota a fűvatás közben

KONVERTEREZÉS TECHNOLÓGIAI LÉPÉSEI

- H
- C
- N
- O
- Al
- Si
- P
- S
- Ca
- Cr
- Mn
- Fe**



Konverteres acélgyártás

Szállítóüstből nyersvas beöntés a konverterbe



Az acél széntartalma 0-1,7% között lehet, az öntöttvasé 1,7 és 6,67 %

Környezetvédelem

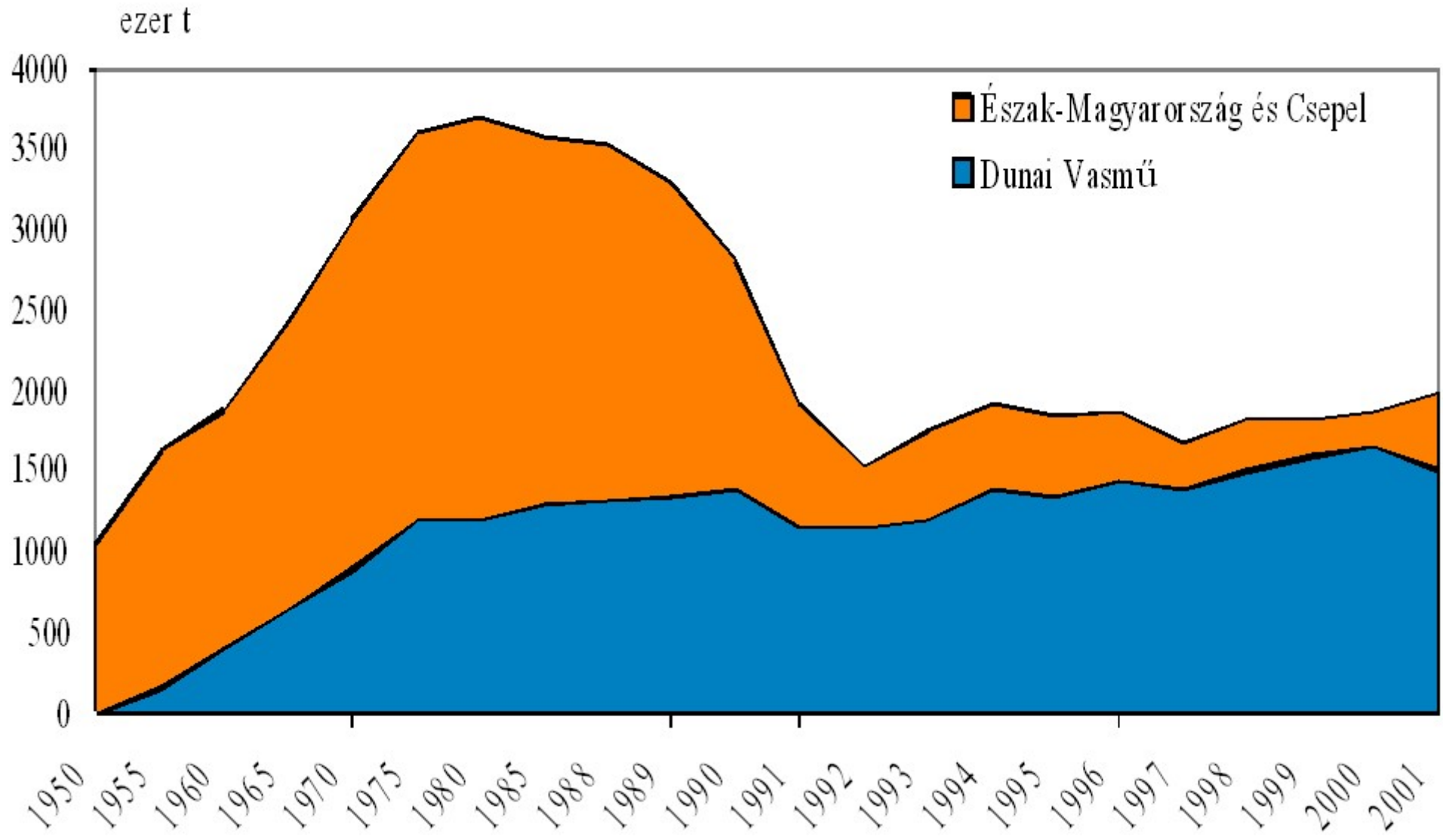
A vaskohászat környezetterhelése mindenütt jelentős; csökkentésére ezért világszerte jelentős erőfeszítéseket tesznek. Fontos és sürgős feladat az EU elvárásainak a teljesítése is.

A vaskohászat egyik legsúlyosabb gondja a magas fajlagos légszennyezés gáz (CO, CO₂) és **porkibocsátás**.

Salakhasznosítás elsősorban az útépítés területén. Kettős eredmény a környezet megóvásában: csökkenteni lehet a környezet károsító kőbányászatot és eltüntethetők a salakhányók.

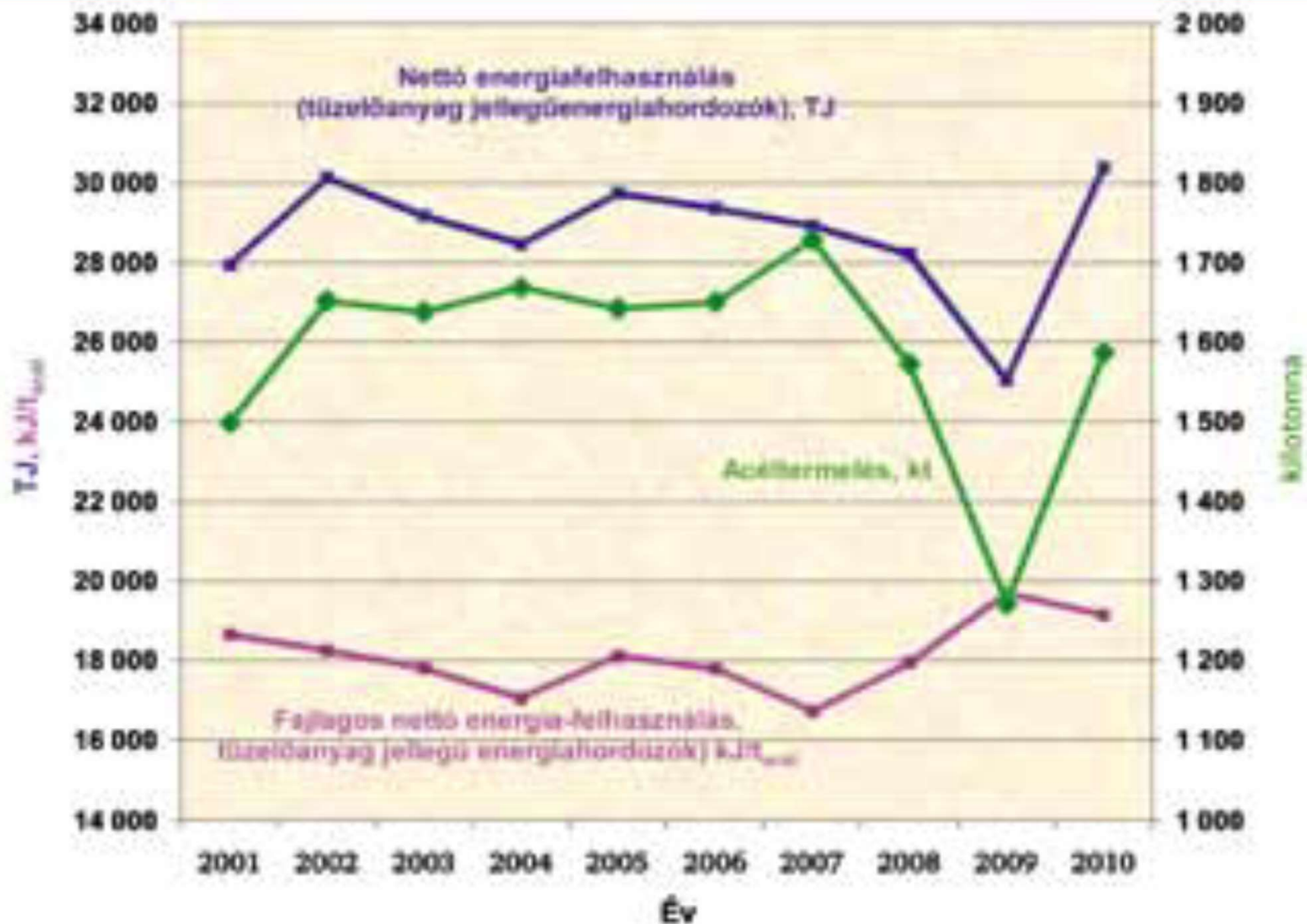
Az acéltermelés változása Magyarországon

(Forrás: MVAE, Dunaferr)



A diósgyőri Vasmű (autóipari beszállító) 2009-ben bezárt (Gazdasági válság).

Dunaferr vállalatcsoport dunaújvárosi telephelyének (ukrán majd orosz érdekkör) energiafelhasználása termelt acélra vetítve 2001–2010 között



Alumíniumgyártás - Timföldgyártás

Bauxit szárítása

Bauxit őrlése

Bauxit feltárása



Ülepítés, szűrés üledék – **vörösiszap** (Fe, Ti)

Az oldatban maradó Na-aluminát elbontása

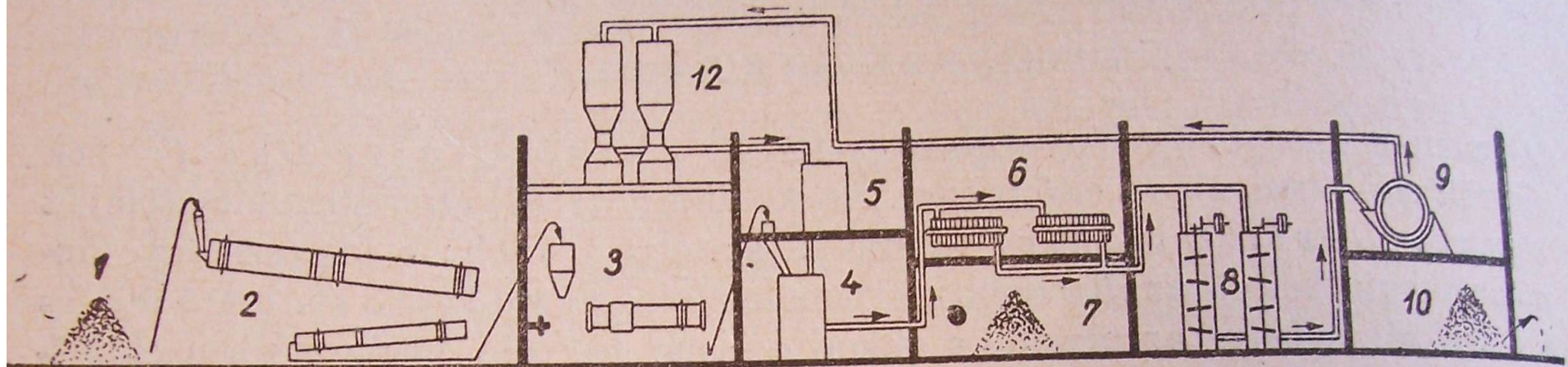


Szűrés, a NaOH visszaforgatása

Kalcinálás - **Timföld**



Alumíniumgyártás/1 Timföldgyártás



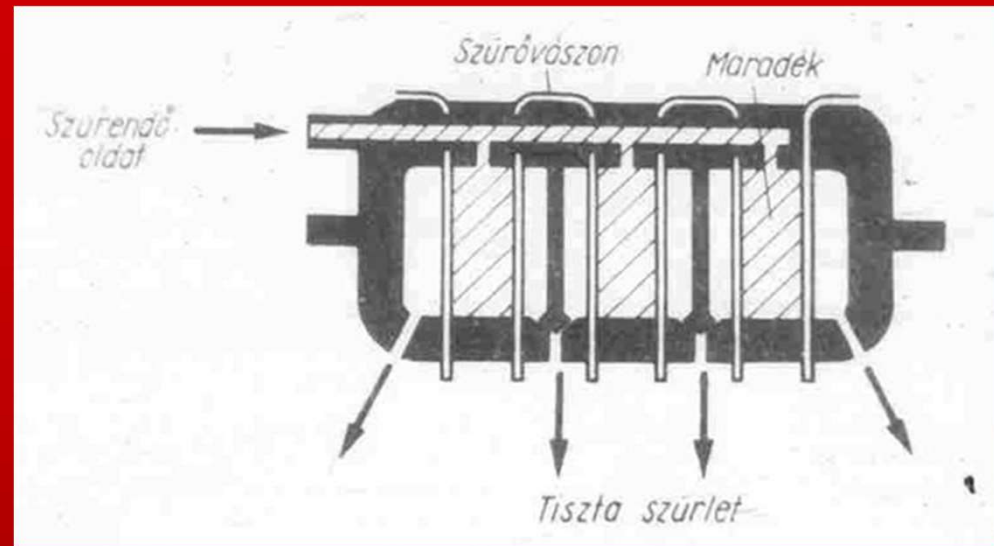
- 1 bauxit-tároló
- 2 szárító dobok
- 3 golyós malmok
- 4 autoklávok
- 5 lúgtartályok
- 6 szűrősajtók
- 7 vörösiszap
- 8 kikeverők
- 9 dobszűrő
- 10 timföldhidrát
- 11 kalcináló kemence
- 12 lúgbepárló



217. ábra. A Bayer-féle timföldgyártás vázlata

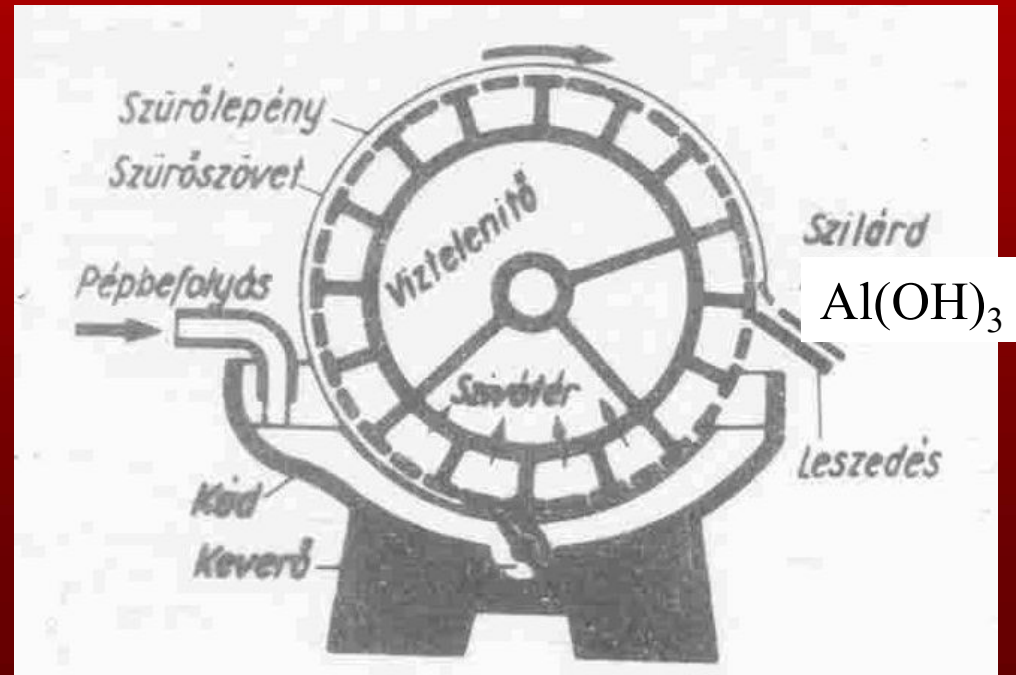
Vörösiszap szeparálás

6. Keretes szűrőprés



Al(OH)_3 szeparálás

9. Dobszűrő



Alumíniumgyártás – Olvadék-elektrolízis

Katód az elektrolizálókád grafitbélése



Anód grafitrudak



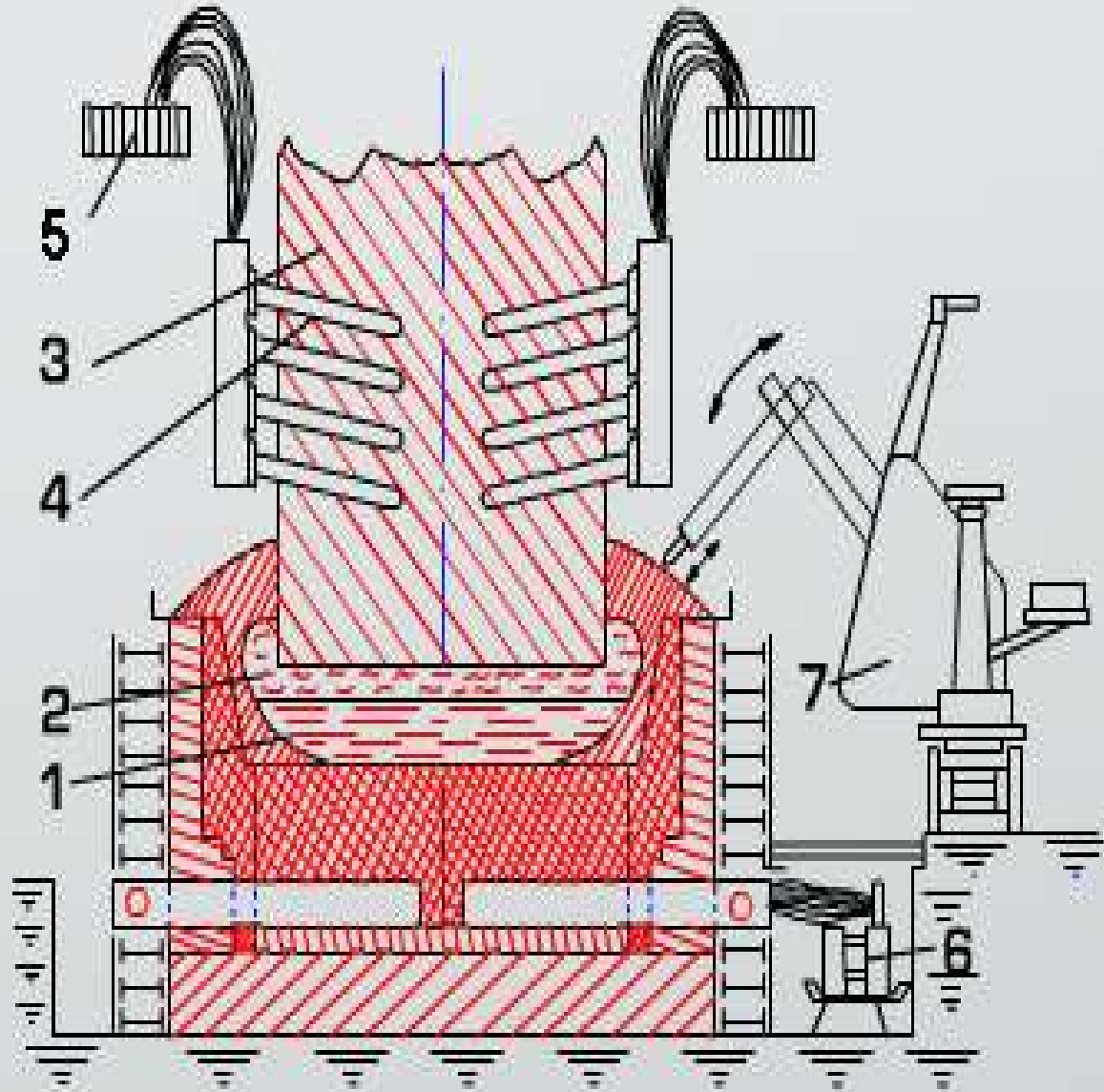
A **timföld** (Al_2O_3) olvadáspontját 2000 °C-ról kriolit (Na_3AlF_6) hozzáadásával 1000 °C-ra csökkentik.

Kis egyenfeszültség (6V), és nagy áramerősség.

A **fém alumínium** a szénbélésű kád alján gyűlik össze, a felszabaduló **oxigén** az anódot égeti (CO!).

Alumíniumgyártás – Olvadék-elektrolízis

- 1 - nyers alumínium
- 2 - timföld + kriolit
- 3 - szén anód
- 4 - anódtüske
- 5 - anódáram csatlakozás
- 6 - katód csatlakozás
- 7 - szivattyú



Alumínium kohászat

- **Anyagmérleg:**
 - 4 t bauxit
 - 2 t timföld
 - 1 t alumínium
- **Energia igény:**
 - 15.000 kWh/ 1 t kohóalumínium
 - 20.000 kWh/ 1 t finomított alumínium

**Rendszerváltás után: A magyar alumínium kohászat megszűnt.
A bauxitbányászat megszűnt.
A timföldgyártás folytatódott.**

Ajkai Vörösiszap Katasztrófa

2010.10.04.



Vörösiszap sújtotta terület speciális légifotója

Forrás - Greenpeace

Vörösiszap fémtartalma

A vörösiszap összetételének minősítésére nincsenek előírások, ezért viszonyítási alapként a mezőgazdaságban, talajjavításra használható szennyvíziszapokra (EU lista szerinti kódszámuk 20 03 06) megengedett határértékeket tekintettük.

Minták	Vörösiszap fémtartalma (mg/kg)						
	As	Cd	Cr	Hg	Ni	Pb	Zn
MTA KK AKI 2010.10.05 ^{1a}	135- 144	n.d.	632- 677	1,64- 8,59	192- 219	189- 195	47,9 56,7
MTA KK AKI 2010.10.05 ^{1b}	33,4- 35,7	n.d.	83,4- 85,8	n.d.	64,3- 73,1	43,2- 53,9	36,8- 43,6
Bálint Analitika 2010.10.05 ²	43,6- 44,5	2,30- 2,42	689- 721	0,54- 0,67	281- 289	80,9- 83,2	142- 155
Bálint Analitika 2010.10.05 ³	27,9- 32,3	0,24- 0,34	57,6- 74,5	0,18- 0,28	26,3- 36,4	7,52- 11,8	64,2- 77,9
MÁFI 2010.10.06 ⁴	81,6- 131	0,82- 1,44	360- 694	0,61- 2,83	143- 322	96,2- 177	108- 172
<i>Határértékek szennyvíziszapra⁶</i>	75	10	1000	10	200	750	2500

n.d. nem mérhető

SMTA

A vörösiszap kioldható fémtartalma

A fémek kioldódását száraz vörösiszap mintákon, desztillált vizes, illetve az MSZE 21420-31 szabvány szerinti pH=4,5-s ammónium-acetátos pufferben kezelések után határozták meg.

Minták	Kioldható fémtartalom (µg/l)						
	As	Cd	Cr	Hg	Ni	Pb	Zn
MTA KK AKI 2010.10.05 ¹ desztillált víz	k.h.a	k.h.a	k.h.a	k.h.a	190	60	k.h.a
MTA KK AKI 2010.10.05 ¹ ammónium-acetát puffer	k.h.a	k.h.a	k.h.a	k.h.a	k.h.a	k.h.a	k.h.a
<i>Mérés kimutatási határa</i>	<i>20</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>4</i>	<i>0,7</i>	<i>8</i>	<i>0,8</i>
<i>Határértékek szennyvízre¹²</i>	<i>200</i>	<i>20</i>	<i>2500</i>	<i>10</i>	<i>1000</i>	<i>1000</i>	<i>5000</i>

k.h.a. - kimutatási határ alatt

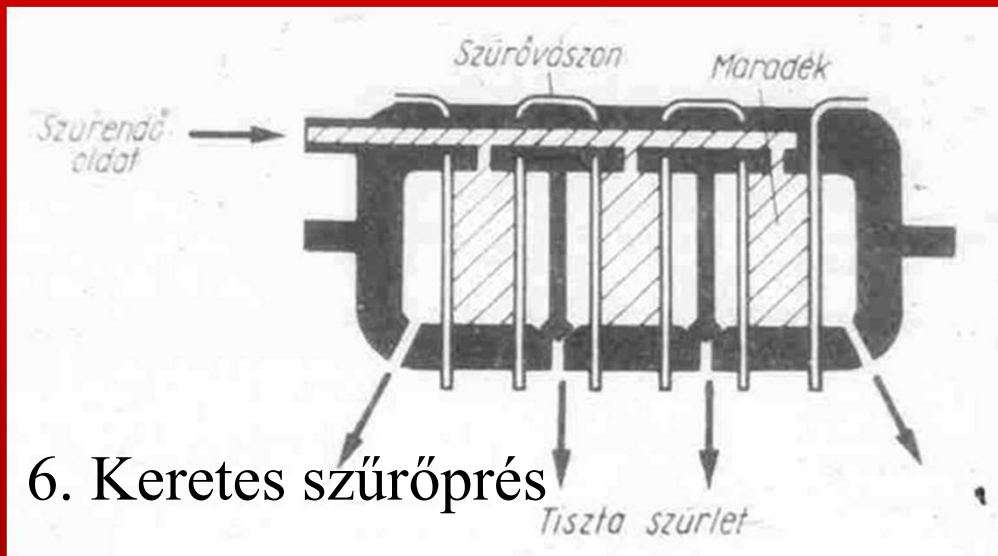
A vörösiszap a hatályos EU szabályozás (94/904/EC direktíva) szerint nem veszélyes anyag.

A hulladékokra vonatkozó EU-s lista, a European Waste Catalogue and Hazardous Waste List szerinti kódszáma 01 03 09.

A környezetbe kikerülő vörösiszap azonban potenciális veszélyforrás, amely mind a vele érintkező lakosságot, mind az élővilágot, mind a környezetet (levegő, víz, talaj) veszélyeztetheti.

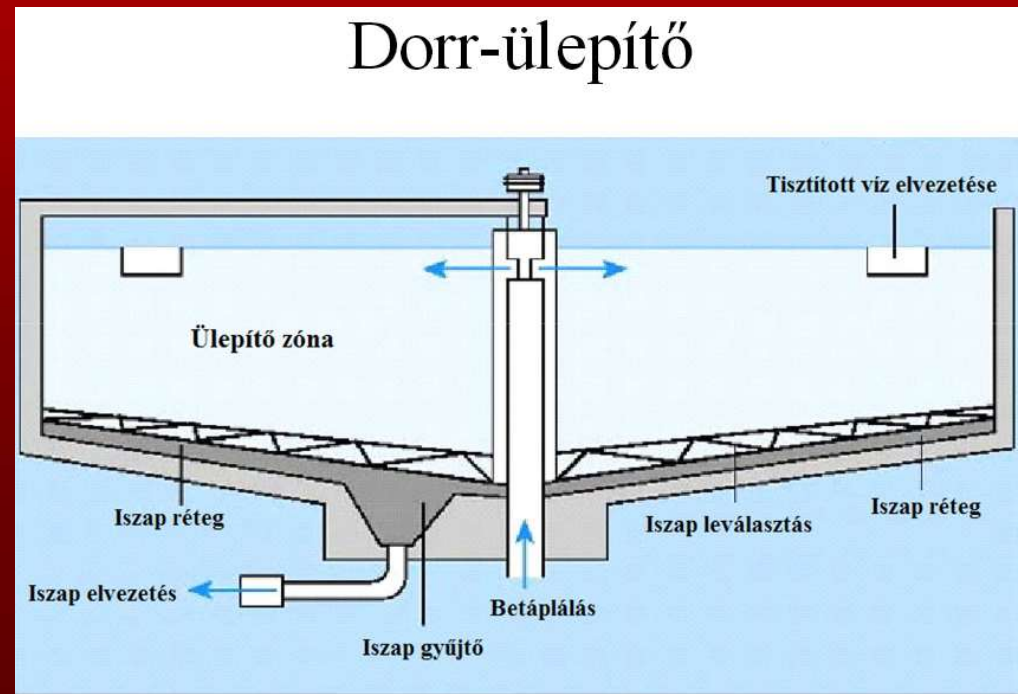
A vörösiszap elsősorban erősen lúgos jellege miatt veszélyezteti az élővilágot, valamint az épített és a természeti környezetet.

Vörösiszap szeparálás



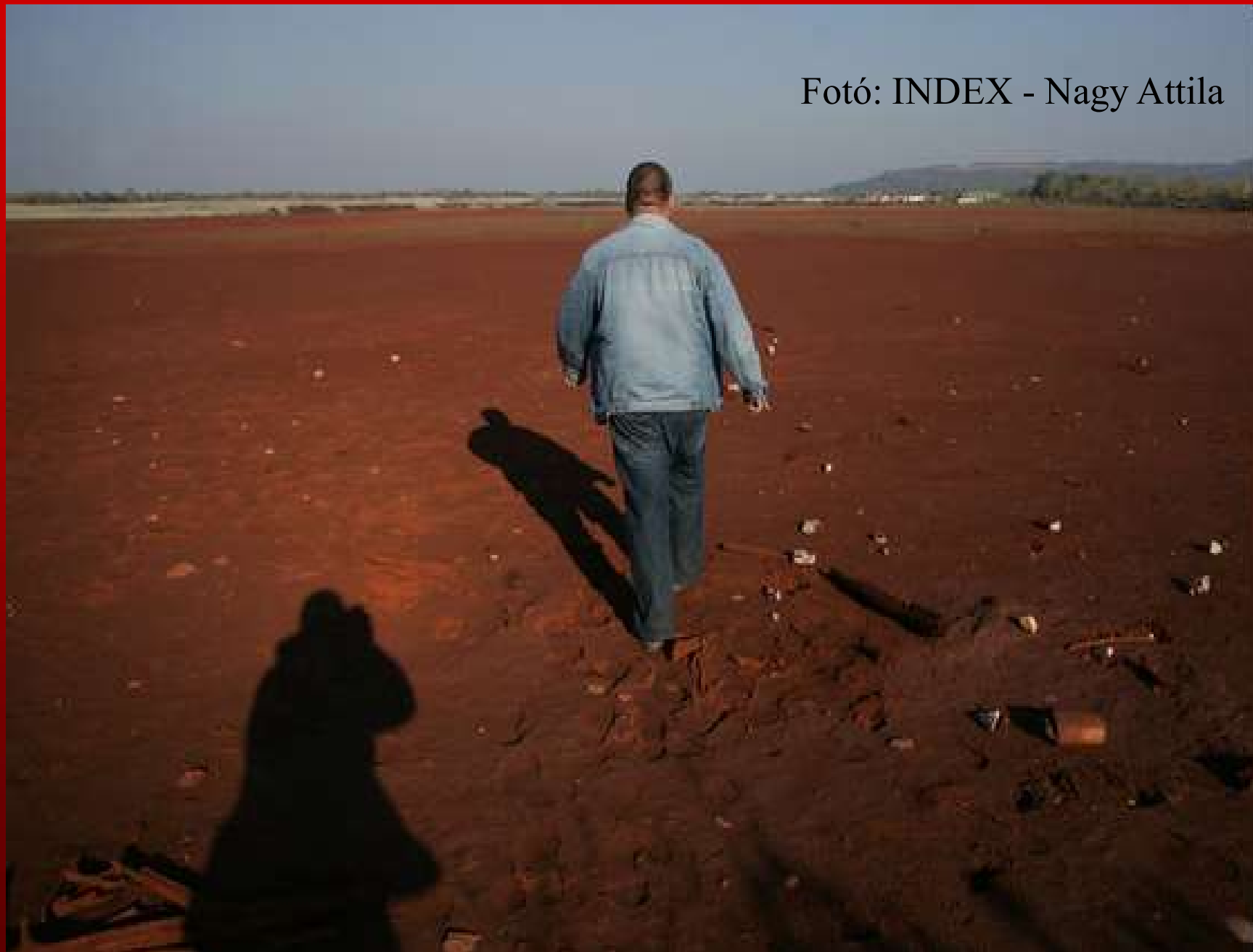
Száraz technológia

Híg zagyos technológia



Az almásfüzitői vörösiszaptározó A VII-es kazetta még rekultiváció előtt

Fotó: INDEX - Nagy Attila



A híg zagyos technológia lehetséges kivitelezése:

„A körkörösén betáplált vörösiszap zagy a betáplálás helyétől távolodva elvesztette a szemcse tartalmát, az így „letisztult” folyadékot a kazetta közepén elhelyezett nyelő műtárgyon és a hozzá csatlakozó nyelővezetéken át a szivattyútelepre, ahonnan a retúr csövön keresztül a gyárba visszajuttatták újbóli felhasználásra.”

„a klasszikus technológiákban a híg lúgot visszapárolták és visszajáratták a folyamatba,” „Többek közt ezt a célt szolgálta a korábban a MAL Zrt. tevékenységéhez is kötődő ajkai hőerőmű, aminek hulladék hője volt a retúrlúg bepárolásához használva, árama pedig az energiaigényes alumínium iparban. Ezt a szinergiát megbontotta a Privatizáció.,,

Rekultiváció

„A termő- és külterületekről több mint 800.000 m³, a belterületekről pedig több mint 300.000 m³ épülettörmelék és szennyezett földet szállítottak vissza a tározókra.”

- A talaj termőrétégét 60 cm mélységig eltávolították
- Élelmiszertermelésből kizárták
- A lúg elszivárgott, illetve a talaj pufferelte (a trágyázás miatt a talajok savanyodása a jellemző)
- A vörösiszap csak a lúgtartalma miatt veszélyes, határérték feletti szennyezést nem tartalmazó földszerű anyag.
- Elég lett volna csak a vörösiszap eltávolítás. Az esetleg maradó néhány cm-es réteg bedolgozható lett volna.

- **Az ólomgyártás kémiai reakciói karbonátból illetve szulfidból kiindulva**
- **Pirometalurgiai reakcióegyenletek (redukáló anyag: C, CO, Al, H₂, Na)**
- **Példa cementálásra, vizes oldat- illetve olvadákelektrolízisre (reakcióegyenletek)**
- **Termikus disszociációval előállított fémek (reakcióegyenletek)**
- A vaskohászatban mit használnak salakképzőnek, mi a szerepe, és hogyan hasznosítják?
- Hogyan lesz a nyersvasból acél,
- A konverteres acélgyártás
- **A timföldgyártás reakcióegyenletei**
- A vaskohászat környezetszennyező hatása
- Az alumíniumgyártás teljes folyamatának környezeti hatásai
- Ajkai vörösiszap katasztófa