



## Az elektrolitos ónraffinálás kísérleti vizsgálata folyamatos technikával és az elektrodfolyamatok értékelése

Készítette: *Kulcsár Tibor*  
II.évf. MSc. hallgató

Konzulensek: *Prof. Dr. Kékesi Tamás*  
egyetemi tanár



## Bevezetés



Az elektronikai ipar kulcsfontosságú anyaga →  
**ólommentes ón alapú forrasztanyagok**

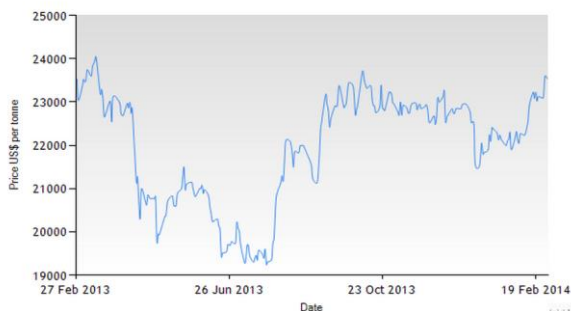
Élelmiszeripari perspektíva: Sn 99,99+ %

A tisztaság „ára”:

99,9% **24 US\$/kg\***

99,99+% **400 US\$/kg\*\***

A nagytisztaságú ón előállítására jelenleg költséges technológiák állnak rendelkezésre



\*London Metal Exchange Statistics, ([http://www.lme.com/tin\\_graphs.asp](http://www.lme.com/tin_graphs.asp))

\*\*FORRÁSZ I.T.M. beszerzési ára



## Bevezetés



**Hidro-elektrometallurgia:**  
egy lépésben képes tisztítani  
a szennyezett fémet

↓

**Új technológia:**

- híg sósavas ón-klorid oldat
- ~95%-os áramhatásfok
- elhanyagolható oldatköltség
- nagy tisztaságú fém lehetősége



## Bevezetés





A forrasztási technológiák  
hulladéka a mi  
technológiánk nyersanyaga



A végtermék elérhető  
tisztasága akár 99,99+ %



**Hogyan?**



## Kísérleti mérőrendszer

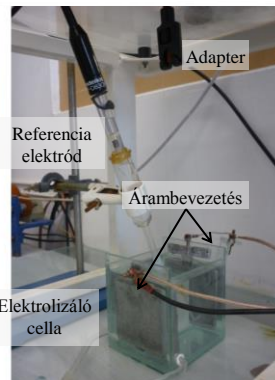


### Folyamatos mérés:

- Elektród tömegváltozás
- Elektródpotenciál

### Cél:

- Pontos és folyamatos áramhatásfok, ill. elektródállapot meghatározás



### Eredmény:

- Folyamatok tisztázása



## Az anód oldódási folyamata



### Anód-alapanyag

Minta-azonosító	Ag	Al	As	Bi	Cd	Cu	Fe	In	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn
Sn 999	0,0097	<0,01	<0,0004	<0,005	<0,0002	0,0030	0,0040	0,0037	<0,0005	0,0017	0,0025	0,0034	99,972
SnCu1	0,0288	0,2460	0,0004	<0,005	0,0001	<b>1,061</b>	0,0183	0,0042	0,0010	0,0022	0,0011	0,0021	98,627
SnAg3	<b>3,34</b>	0,2050	0,0003	<0,005	0,0001	0,1520	0,0208	0,0033	0,0014	<0,002	0,0054	0,0077	96,257
SnPb9	0,0210	0,0030	0,0011	0,0270	0,0004	0,6400	0,0028	-	0,0024	<b>9,72</b>	0,0370	0,0024	89,543

### Paraméterek:

5-10-20-40 g/dm<sup>3</sup> Sn

1 mol/dm<sup>3</sup> HCl

500-1000-1500-2500 A/m<sup>2</sup>

### Ötvözők hatása:

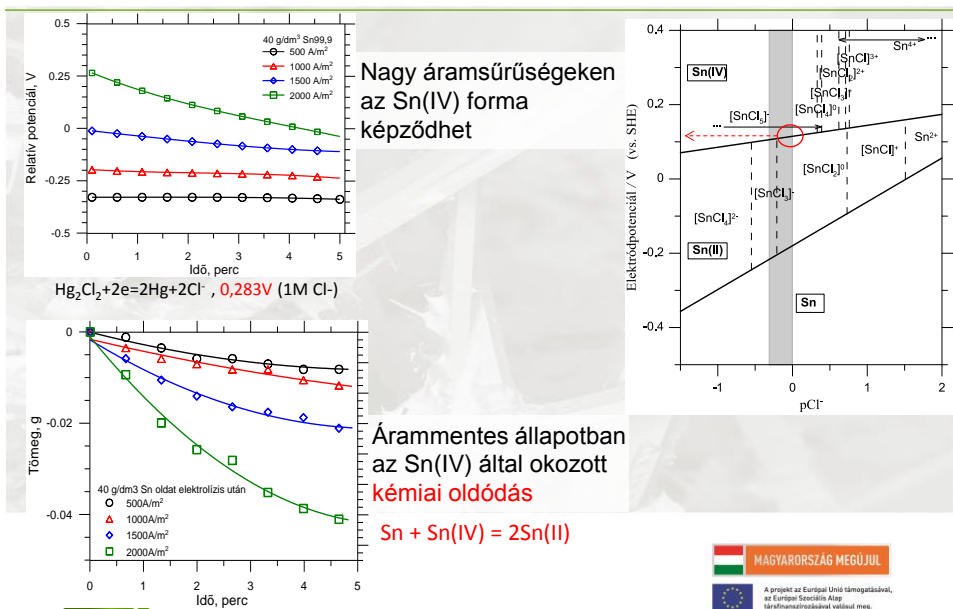
Az anódos áramhatásfok változatlan, de az anódpotenciál és az Sn(II)/Sn(IV) megoszlás is változik



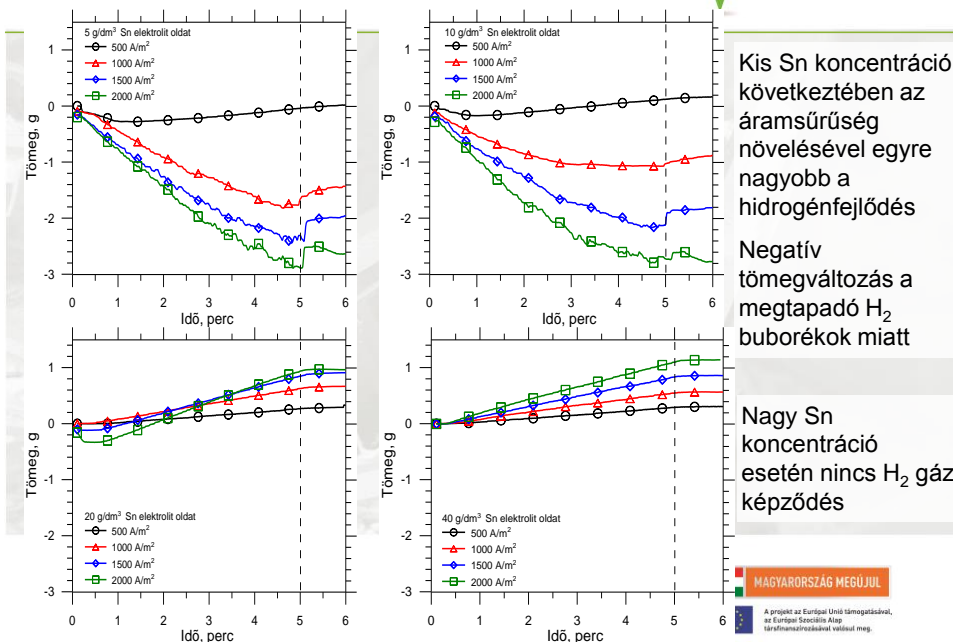
Anódiszap



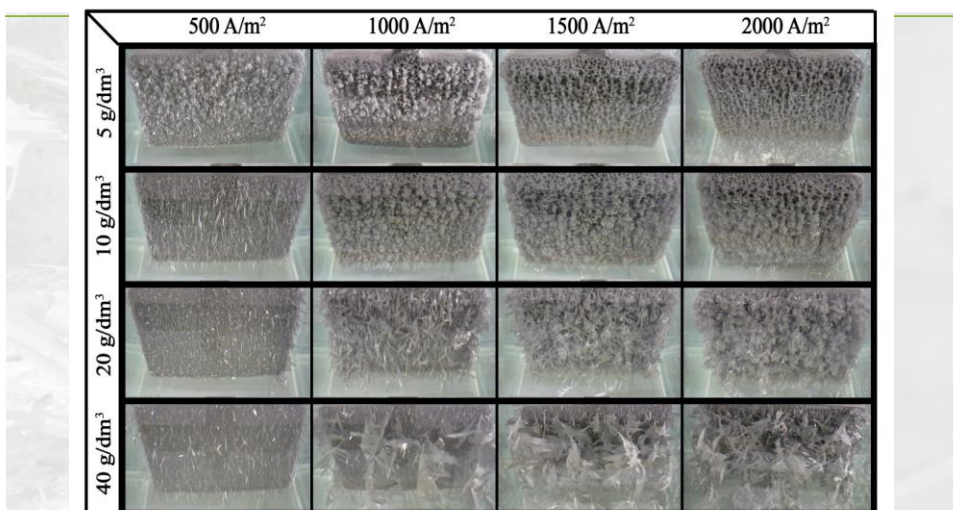
## Az anód oldódási folyamata



## Katódos fémleválás vizsgálata



## Katódos fémleválás vizsgálata



(Nyugvó elektrolit, egyenáram)

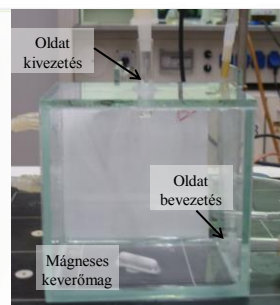
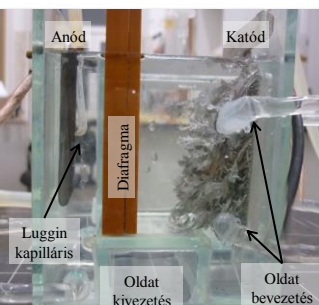
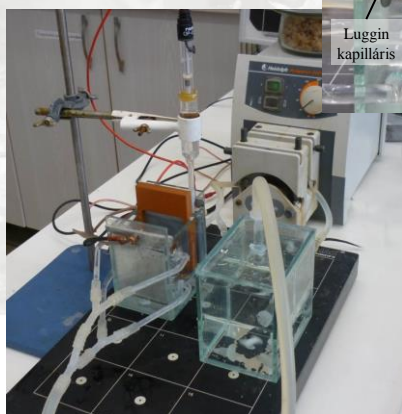


## Hosszú távú elektrolízis vizsgálata



### Cél:

- tisztaság vizsgálata
- átlagos áramhatásfok meghatározása



### Kísérlet paramétere:

- 20 g/dm<sup>3</sup> Sn
- 1 mol/dm<sup>3</sup> HCl
- 1000 A/m<sup>2</sup>
- SnAg<sub>3</sub> anód
- 12 óra elektrolízis (tömegmérésekkel)



## Hosszú távú elektrolízis eredménye



Azonosító	Koncentráció m/m%														
	Ag	Al	As	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn
Anód SAC-300	2,58	0,011	0,0147	0,0036	0,0002	0,0002	0,0002	0,049	0,029	0,004	0,0036	0,046	0,0097	0,0156	97,2332
I. elektrolízis 1h	0,0002	0,0004	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0008	0,001	0,0001	0,0002	0,0051	0,0003	0,0006	<b>99,9908</b>
Tisztulási fok, %	12,900	27,50	147	36	2	2	2	61,25	29,00	40	18	9,02	32,33	26	0,97
I. elektrolízis 12h	0,0022	0,0004	0,0001	0,0009	0,0001	0,0001	<0,0001	0,0034	0,0010	0,0001	0,0004	0,0072	0,0003	0,0003	<b>99,9835</b>

Azonosító	Ag	Al	As	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn
SAC-300	2,58	0,011	0,0147	0,0036	0,0002	0,0002	0,0002	0,049	0,029	0,004	0,0036	0,046	0,0097	0,0156	97,2332
II. b. elektrolízis	0,0006	0,0004	0,0001	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001	0,0017	0,0009	0,0001	0,0002	0,0014	0,0004	0,0003	<b>99,9933</b>
Tisztulási fok, %	4,300	27,50	147	12	2	2	2	28,82	32,22	40	18	32,86	24,25	52	0,97

Elért legnagyobb tisztaság: **99,9933 m/m%**

Az SnAg<sub>3</sub> (SAC-300) anód ezüsttartalma teljes mértékben az anódiszapba került!

Azonosító	Koncentráció, m/m%													
	Ag	Al	As	Bi	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn
anódiszap SAC-300	30,3	0,0005	0,157	0,177	0,0001	0,0001	0,378	0,0211	0,0001	0,0071	0,0058	0,095	0,0004	32,7



Az elektrolízis áramhatásfoka **94-97%**



A projekt az Európai Unió támogatásával,  
az Európai Szociális Alap  
támogatásával valósul meg.

## Összefoglalás



- ❑ Tisztáztuk az elektrolízis raffinálás során zajló anódos és katódos folyamatok részleteit.
- ❑ Képzettünk egy üzemelés közben az elektródok tömegváltozását in-situ módon mérni és regisztrálni képes elektronikus rendszert.
- ❑ Az anód ötvözői nem befolyásolják lényegében az oldódás folyamatait..
- ❑ Kiemelkedően fontos az anódpotenciál szabályozása, amivel elkerülhető az Sn(IV) forma túlzott mértékű megjelenése.
- ❑ A legkedvezőbb katódos leválási szerkezet (1M HCl koncentráció és egyenáram alkalmazása mellett) a 10 g/l-es Sn-koncentrációval és 1000 A/m<sup>2</sup>-es áramsűrűséggel érhető el.
- ❑ Hosszú távú mérések bizonyították, hogy ezzel a módszerrel már biztonsággal megoldható a 99,99+ % tisztaság elérése.



A projekt az Európai Unió támogatásával,  
az Európai Szociális Alap  
támogatásával valósul meg.

