

TUNGMETALLJONBYTARE FÖR RENING AV RÖKGASKONDENSAT

- Presentation vid Energiforsk 2016 – Magnus Svensson

Värmeforskprojekt

- Del 1 - Benchmarking

- Intervjuade anläggningar: Staffanstorps, Kalmar, Hässleholm, Händelö, Tekniska Verken, Sysav, Mälarenergi, Nyköping, Karlskoga, Skövde, Sundsvall

- Del 2 - Pilotförsök

- Testade jonbytare: Lewatit TP 207 och Resinex CH-23 (2+), Lewatit TP 214 (Hg), Bayoxide E33 och Lewatit FO 36 (As), Lewatit S 108 (avhärdare)

Pilotriggen

Diameter: 75 mm

Höjd: 1500 mm

Massavolym: 3,5 liter

Flöde: 35 liter/h

Förfilter: 10 μm



Pilotförsöket

- 80 cm bäddhöjd → inga randeffekter
- Kondensat från avfallsförbränningsanläggning och samförbränningsanläggning
- Provtagning före/efter alla jonbytare
- Analys av As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn mm
- Analysproblem vid låga halter

Analysproblem

	Detektions- gräns µg/liter	Händelö- kondensat µg/l	Sysav- kondensat µg/l	Dricksvatten- normer µg/liter
As	0,5	1,4	3,6	
Cd	0,05	<0,05	7,7	5
Cr	1	1,6	2,0	50
Cu	1	2,7	27	2000
Hg	0,02	4,0	13	1
Ni	0,5	2,6	0,9	20
Pb	0,5	1,9	50	10
Zn	5	120	2200	-

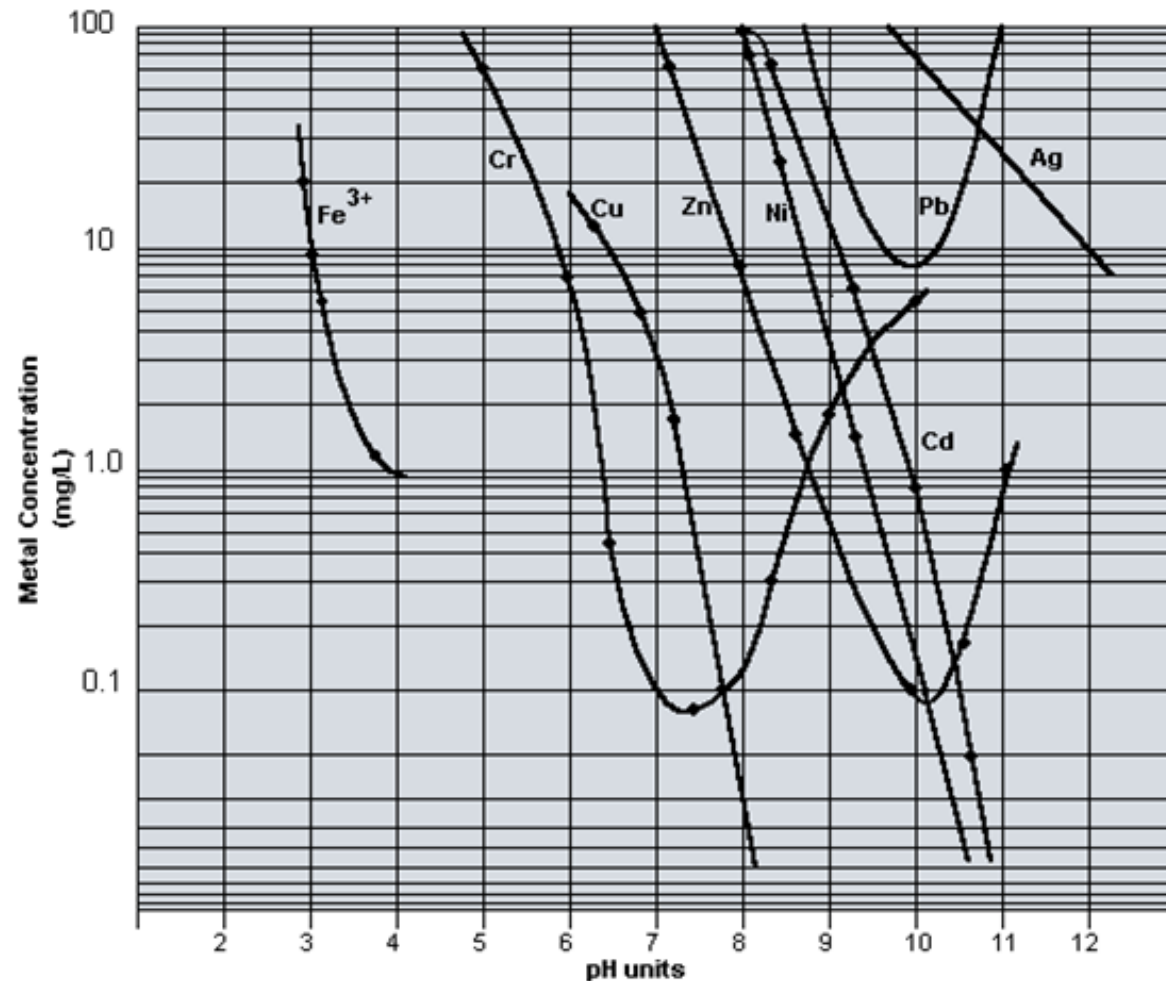
Undersökt pH-intervall

Pilotförsöks-pH:

Max pH 8 för att inte riskera OH-utfällning

Min pH 4 för att alla Tungmetaller ska fastna

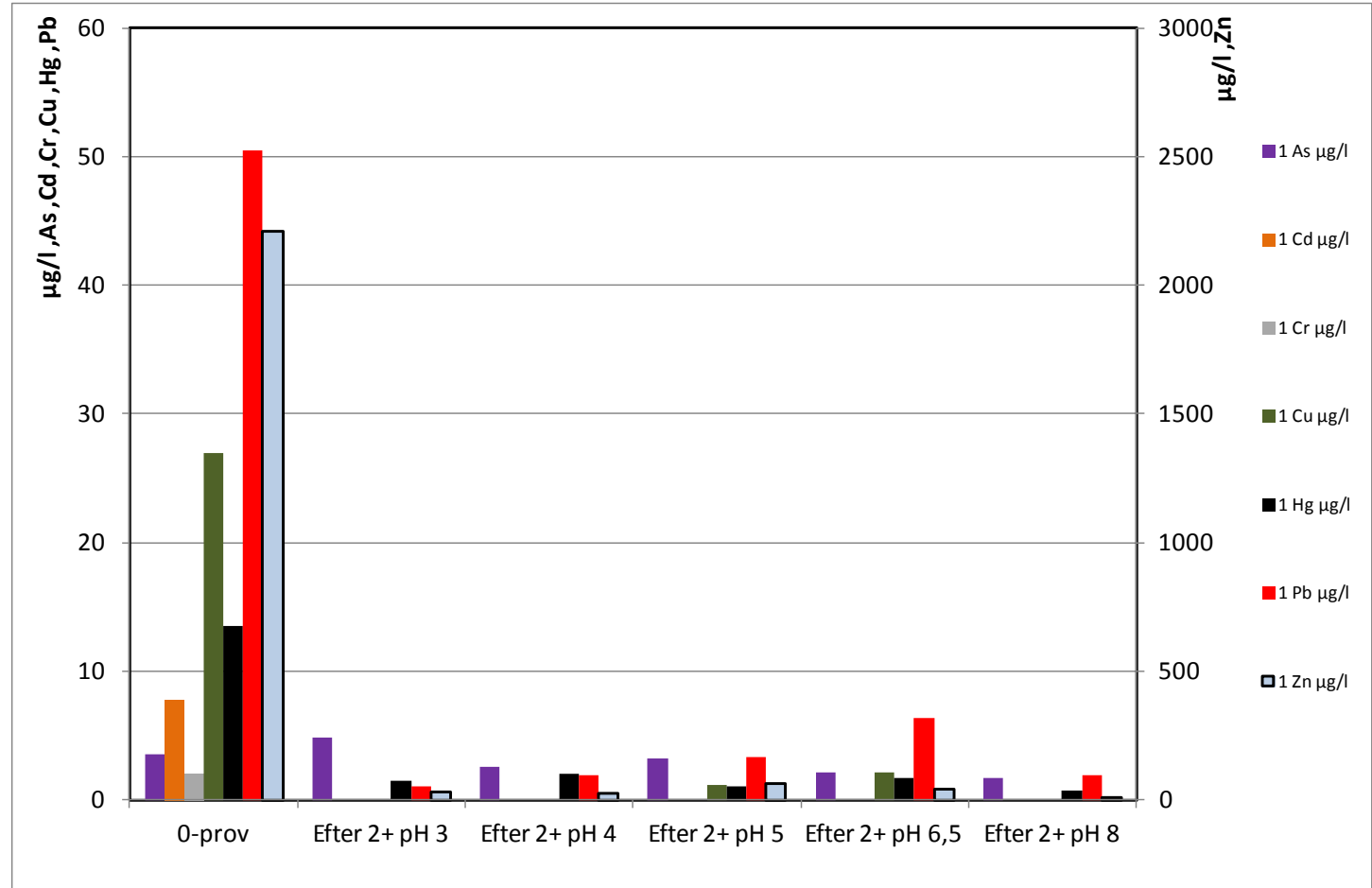
As-jonbytare min pH 5 för att inte järnoxid ska lösas upp



Jonbytarnas pH-beroende

Inget alls!

(inom intervallet pH 4-8)



Jonbytarens selektivitet (teori)

Avhärtningsjonbytare:

$\text{Fe}^{3+} > \text{Al}^{3+} > \text{Ba}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Cd}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Fe}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+ > \text{NH}_4^+ > \text{Na}^+$.

2+-selektiv tungmetalljonbytare:

$\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Hg}^{2+} > \text{Pb}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Cd}^{2+} \gg \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Ba}^{2+} \gg \gg \text{Na}^+$ m fl alkalimetaller.

Hg-selektiv tungmetalljonbytare:

$\text{Hg}^{2+} > \text{Ag}^+ > \text{Au}^+ > \text{Pt}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Pb}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Cd}^{2+} > \text{Ni}^{2+}$.

As-selektiv massa:

Järnoxid som är selektiv för As-oxider (AsO_4^{3-} och AsO_3^{3-})

Jonbytarnas avskiljningsgrad (praktik)

2+-selektiv tungmetalljonbytare:

90-100% av 2+-tungmetaller (Cd, Cu, Pb och Zn)

40-90% av Hg

10-90% av As

Cd efter jonbytare $<0,05 \mu\text{g/liter}$ ($\sim 10 \mu\text{g/liter}$ före jonbytare)

Hg efter jonbytare $1-2 \mu\text{g/liter}$ ($\sim 10 \mu\text{g/liter}$ före jonbytare)

As efter jonbytare $1-3 \mu\text{g/liter}$ ($4 \mu\text{g/liter}$ före jonbytare)

Jonbytarnas avskiljningsgrad (praktik)

Hg-selektiv tungmetalljonbytare:

90-100% av Hg

90-100% av 2+-tungmetaller (Cd, Cu, Pb, dock ej Zn)

10-70% av As

Hg efter jonbytare 0,2-0,3 µg/liter (ibland <0,02 µg/liter)

Cd efter jonbytare <0,05 µg/liter

Jonbytarnas avskiljningsgrad (praktik)

As-selektiv massa:

90% av As

90-100% av 2+-tungmetaller (Cd, Cu, Pb och Zn)

50-70% av Hg

As efter jonbytare $<0,5 \mu\text{g/liter}$ ($4 \mu\text{g/liter}$ före jonbytare)

Cd efter jonbytare $<0,05 \mu\text{g/liter}$ ($\sim 10 \mu\text{g/liter}$ före jonbytare)

Jonbytarnas avskiljningsgrad (praktik)

Avhärdningsjonbytare:

90-100% av 2+-tungmetaller (Cd, Cu, Pb och Zn)

60-90% av Hg

20-40% av As

(rökgaskondensaten innehöll <1 mg/l Ca, dvs tungmetallerna hade inte så stor konkurrens från Ca → god möjlighet till inbindning av tungmetaller till jonbytaren i stället)

Jonbytarnas kapacitet (teori)

	Av leverantör angiven kapacitet	Kapacitet omräknad till g Zn ²⁺ /liter (M _w =65 g/mol)
2+-jonbytare		
Lewatit TP 207	2,2 ekvivalenter/liter	70 g Zn/liter
Resinex CH-23	0,6 ekvivalenter Cu/liter	20 g Zn/liter
Purolite S930	45 g Cu/liter (=1,4 ekv Cu/liter)	45 g Zn/liter
Hg-jonbytare		
Lewatit TP 214	1 ekvivalent/liter	30 g Zn/liter
Purolite S920	200 g Hg/liter (=2 ekvivalenter Hg ²⁺ /liter)	60 g Zn/liter
Tulsion CH-97	150 g Hg/liter (=1,5 ekvivalenter Hg ²⁺ /liter)	45 g Zn/liter
As-massa/jonbytare		
Bayoxide E33	2% As	*
Lewatit FO 36	3,5-4 g As/liter	**
Avhärtningsjonbytare		
Lewatit S 108	2,2 ekvivalenter/liter	70 g Zn/liter

*Info från Kati Koskela, Lanxess

**Info från Stefan Andersson, Lanxess

Jonbytarnas kapacitet (praktik)

Jonbytarna analyserades efter pilotförsöken

- De innehöll bara kring 0,1-1 g tungmetaller per liter massa
- Detta är långt från mättnad (tumregel för 2+-jonbytare: 20 g/l)
- Det mesta var Zn, eftersom kondensaten innehöll mest Zn

Kondensat före jonbytare:

- Händelökondensat: 100 µg/l Zn, 1-10 µg/l övriga tungmetaller
- Sysavkondensat: 2000 µg/l Zn, 50 µg/l Pb, 1-10 µg/l övriga

Jonbytarnas kapacitet (praktik)

Mälarenergi har analyserat mättad Hg-jonbytare

- Jonbytarmassan innehöll 5-7 g tungmetaller per kg TS
- Tungmetallerna var huvudsakligen Hg och Cu

Fler analyser mottages tacksamt!

barbara.goldschmidt@grontmij.com

Ange jonbytartyp/namn och provtagningsställe (uppe/nere i kolonnen?), livslängd samt kondensat (bio/avfall?)

Jonbytarnas kapacitet (praktik)

Och slutligen:

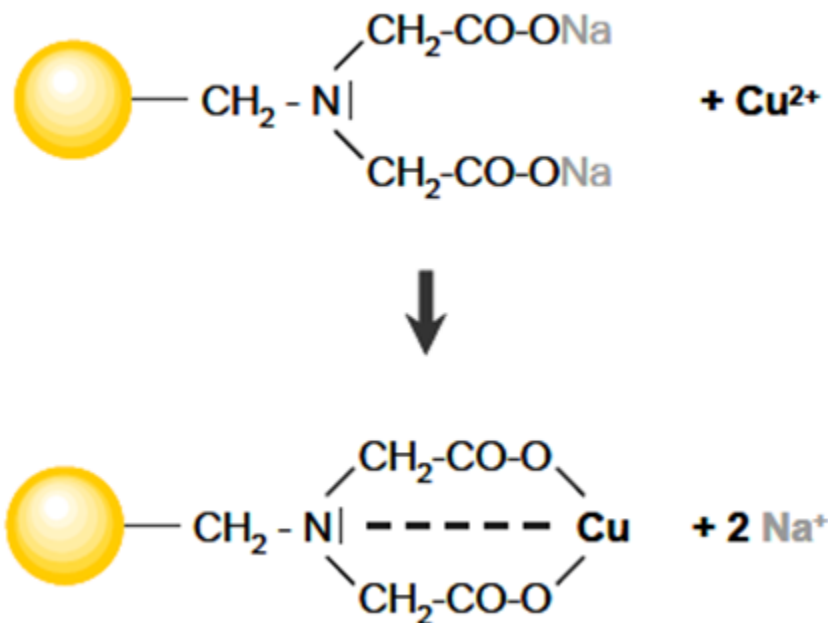
Igenslamning på grund av otillräcklig förfiltrering kan förkorta jonbytarmassans livslängd

Tungmetalljonbytare och TMT 15

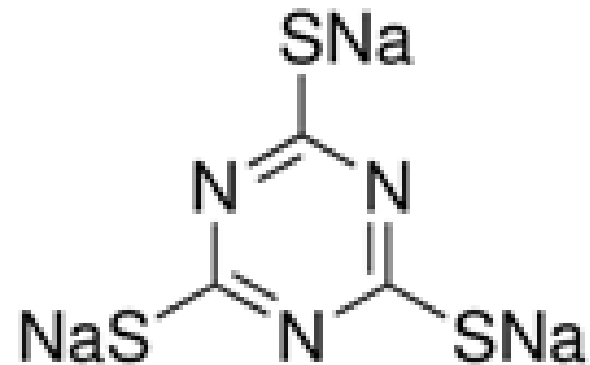
2+-jonbytare som polisfilter efter fällningssteg

→ konkurrens mellan två starka komplexbindare

IDA



TMT 15



Tungmetalljonbytare och TMT 15

Resultat från pilotförsöken:

- TMT 15 störde tungmetallinbindningen till 2+-jonbytare
- TMT 15 störde inte tungmetallinbindningen till As-jonbytare

Vid låga resthalter av TMT 15 kan tungmetall-jonbytare fungera som polisfilter trots detta

- om tungmetallhalterna är så höga att TMT 15 inte "räcker till" för att hindra all inbindning
- om man väljer As-jonbytare i stället för 2+-jonbytare

Tungmetalljonbytare för rening av rökgaskondensat

Rapport tillgänglig på www.energiforsk.se

Författare:

Barbara Goldschmidt, Per-Olof Johansson, Henrik Olsson, Magnus Svensson (Grontmij)

Deltagare i pilotförsöken:

Magnus Svensson (Grontmij), Eurowater, Alstom, Sysav, Händelöverket, Evonik

Intervjuade anläggningar:

Staffanstorp, Kalmar, Hässleholm, Händelö, Tekniska Verken, Sysav, Mälarenergi, Nyköping, Karlskoga, Skövde, Sundsvall

A long bridge spans across a body of water under a sunset sky. The bridge's structure is visible on the left side, receding into the distance. The sky is filled with soft, orange and yellow clouds, and the water reflects the warm light of the setting sun.

SWECO

