

# Rapport av elektrokemisk vattenreningsanläggning

**Britta Lindholm-Sethson, Kenichi Shimizu, Torgny Mossing.**

## 1) Bakgrund

Det finns ett stort behov av små kostnadseffektiva reningssystem

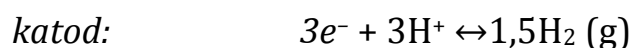
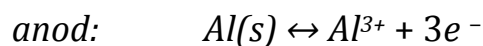
- \* för borttagning av partiklar - koagulering, sedimentation, flotation, filtrering
- \* för borttagning av organiska föreningar - biologiska processer, oxidationer, adsorptioner och membranprocesser

I Marum Purum ville vi undersöka hur en elektrokemisk vattenreningsanläggning skulle fungera vid rening av i första hand konstgjort avloppsvatten och i andra hand hur flotationsanläggningen kunde användas för flotation av grönalger.

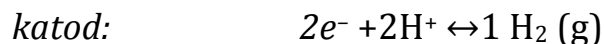
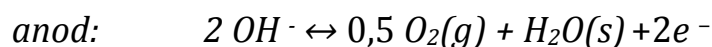
Den elektrokemiska vattenanläggningen som konstruerats inom Mare Purum bygger på två elektrokemiska elektrolytceller där i det ena fallet aluminium doseras för att fälla fosfor och i det andra fallet gas produceras i en flotationsanläggning för att avskilja det bildade skummet från den renade vattenfasen, se bild 1.

De reaktioner som är aktuella i de två kammarna är

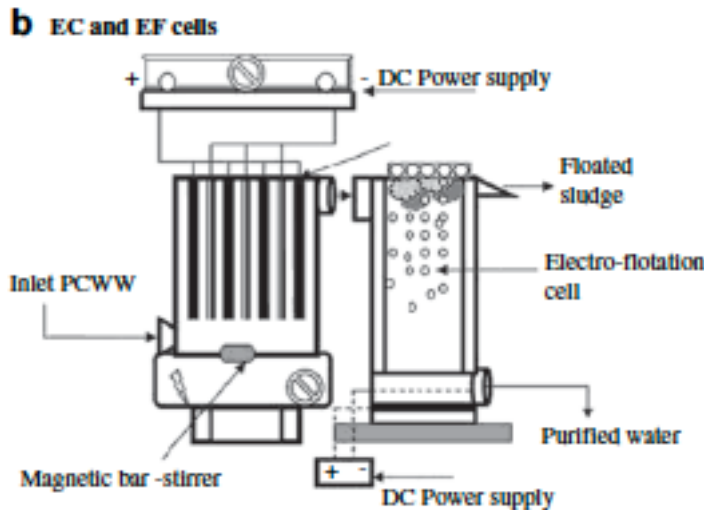
Elektrokoagulering



Elektroflotation



Eftersom dessa reaktioner ibland kan vara tröga måste materialvalet vara noggrant. Om reaktionerna är tröga måste man använda en betydligt högre spänning än den termodynamiskt predikterade och det skulle innebära energiförluster. Den extra spänningen som måste läggas på för att driva reaktionerna kallas för *överspänning*,



**Bild 1: figuren visar hur reningsanläggningen var konstruerad med elektrokoaguleringsenheten till vänster och flotationsanläggningen till höger**

## 2) Material.

**Konstgjort avloppsvatten** bereddades genom att följa:

OECD GUIDELINE FOR THE TESTING OF CHEMICALS; antaget 22 januari 2001  
Receptet är enligt nedan

### **Synthetic sewage**

*Dissolve in each litre of tap water: peptone, 160 mg; meat extract, 110 mg; urea, 30 mg; anhydrous dipotassium hydrogen phosphate ( $K_2HPO_4$ ), 28 mg; sodium chloride ( $NaCl$ ), 7 mg; calcium chloride dehydrate ( $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ ), 4 mg; magnesium sulphate heptahydrate ( $Mg_2SO_4 \cdot 7H_2O$ ), 2 mg. This OECD synthetic sewage is an example and gives a mean DOC concentration in the influent of about 100 mg/l. Alternatively, use other compositions, with about the same DOC concentration, which are closer to real sewage. If a less concentrated influent is required, dilute the synthetic sewage, for example 1:1, with tap water to obtain a concentration of about 50 mg/l. Such a weaker influent will allow better growth of nitrifying organisms and this modification should be used if the simulation of nitrifying waste water plants is to be investigated. This synthetic sewage may be made up in distilled water in a concentrated form and stored at about 1 °C for up to one week. When needed, dilute with tap water. (This medium is unsatisfactory e.g. nitrogen concentration is very high, relatively low carbon*

### 3) Vattenreningsanläggningen

#### 3a) Elektrodmaterial:

För att minska överspänningen för vätgasreduktion på katoden användes gallerelektroder av titan som var täckta med rutenium/iridium oxid. Anoderna var gjorda av aluminiumplåtar.

Samma typ av elektrodmaterial användes i elektroflotationsanläggning för anoden för att minska överspänningen för syrgasytvecklingen. Som katod användes i det fallet rostfritt stål från Autocompo i Avesta. Katoden utgjorde i detta fall botten i flotationsanläggningen.

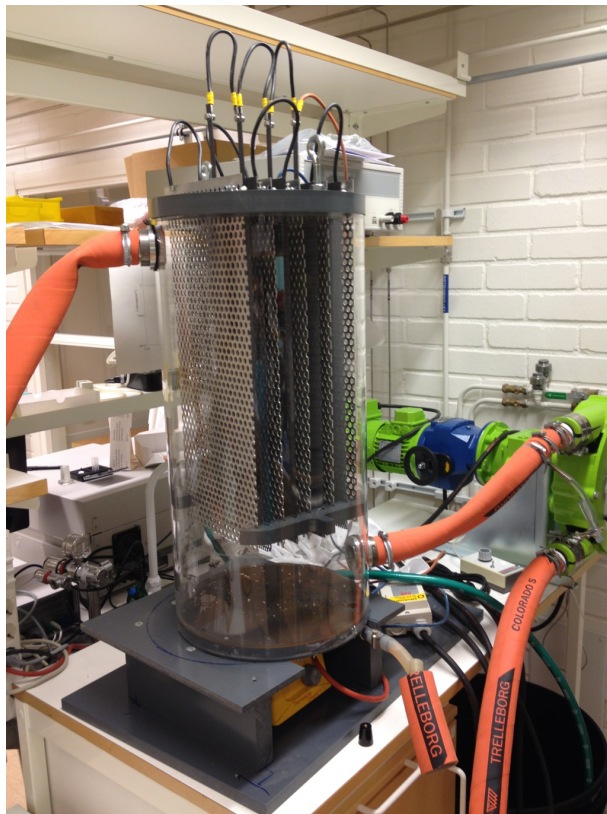


Bild 2a: elektrokoaguleringsanläggning, I bakgrunden skymtar pumpen

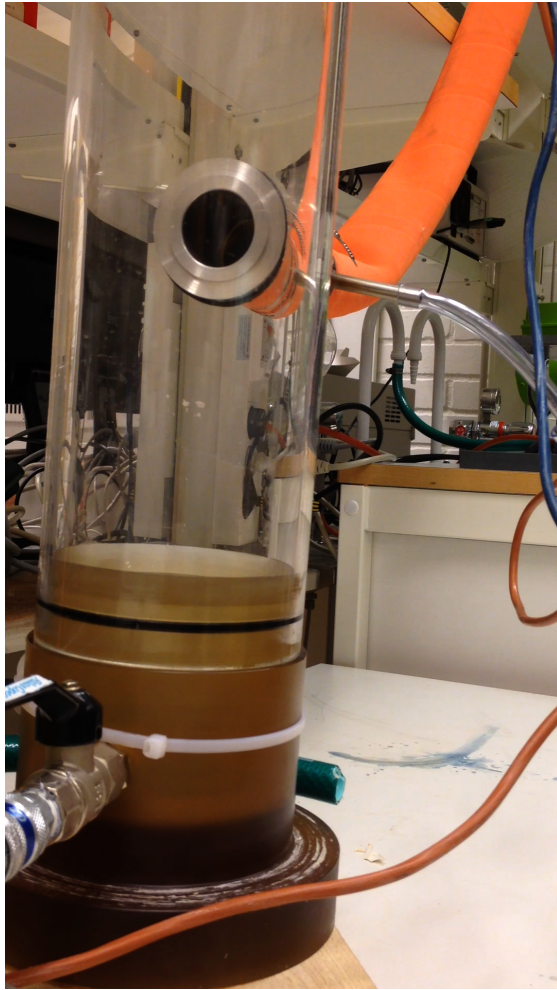


Bild 2b

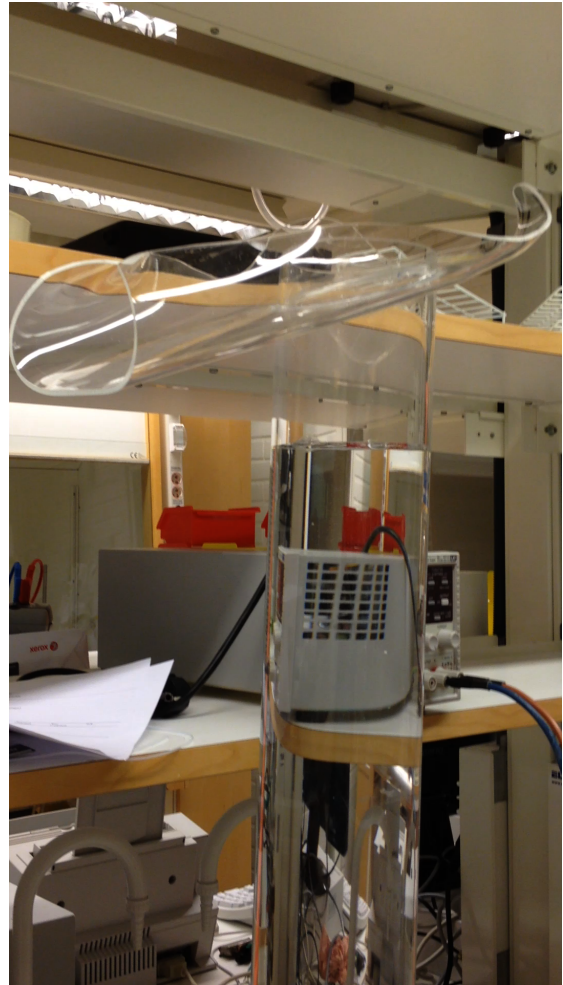


Bild 2c

2b) nedre delen av flotationsanläggningen med inlopp från elektrokoaguleringen. Anoden och katoden är placerade längst ner i röret med katoden som bottenplatta.

2c) övre delen av flotationsanläggningen med kragen som samlar upp skummet som flyter upp under processen

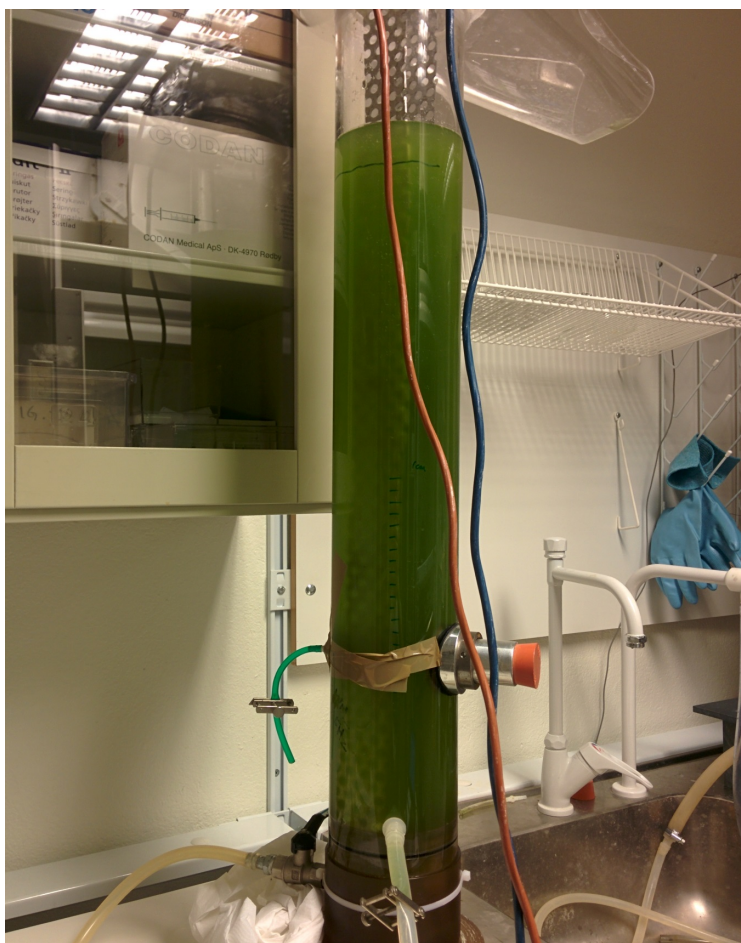
### *3b) Resultat*

Elektrokoagulering och elektroflotation Försöken med rening av artificiellt avloppsvatten fungerade väl. Det stora problemet var att instrumentet för att mäta totalfosfor var instabilt och gav inte pålitliga resultat. NIR-mätningarna gav inga tydliga indikationer på positiva resultat av avloppsrening

Det var emellertid mycket tydligt från en visuell inspektion av provrören med färgreagens att fosforinnehållet sjönk drastiskt och var helt borta efter ca en timmes körning



## Elektrokemisk flotation av grönalger



Grönalger odlas i stor skala för produktion av främst biobränsle, dvs olja för syntes av biodiesel. Odling av alger sker i bassänger där ett näringssubstrat tillsätts och som tillsammans med solljus ger en tillväxt av alger. På Umeå Energi vid DOVA pågår ett försök att med avloppsvatten från det kommunala reningsverket, CO<sub>2</sub> från förbränningen producera grönalger ( ref. Francesco Gentili). Generellt sett är odling av alger inte det stora problemet utan mer separationen av algbiomassan från odlingsmediet. Vid koncentrationen av algerna kan man använda flera metoder. Centrifugering, filtrering, kemisk flotation med polymerer är de vanligaste metoderna. I detta försök testade vi elektrokemisk flotation som alternativ  
Resultaten finns i bifogade rapporter  
En sammanfattning återfinns nedan.

- Försök med olika elektroder, RuTiO / stål och AL/AL. Med aluminium elektroder oxideras Aluminium i stället för syrgasutveckling vid katoden. men med vätgasutveckling vid anoden. Al-elektroder visade sig var det bättre alternativet då Al(OH)<sub>x</sub> har en koagulerande effekt vilket förbättrar flotationen.

- Försöken gjordes med olika strömstyrkor 0,7,1,17,2,7A. Strömstyrkan påverkar flotationen där en högre ger en snabbare rening av algerna. Högströmstyrka ger också en större kostnad, dvs kr/TS,
- Försöken gjordes dels som batch-försök och med ett genomflödessystem med olika omsättningstider. Av praktiska skäl är någon form av kontinuerligt flöde att föredra då detta bli mindre personalkrävande. Försöken visade också på att det är möjligt att utveckla ett system med en kontinuerlig skörd ur algsuspensionen

#### *4) Diskussion och framtid*

Vattenreningsanläggningen bör provköras ytterligare i riktigt avloppsvatten. Det har varit en stor investering som bör utnyttjas i framtida projekt, Man bör testa olika flödeshastigheter och olika strömstyrkor. Analysinstrumentet bör ersättas med något mer pålitligt. Då bör också ni-mätningar utföras som kontroll

Resultaten av försöken med flotation av grönalger var positiva och fortsatta försök bör vara med Al/Al-elektroder och att optimera ett genomflödessystem baserat på algmängd energiförbrukning och omsättningstid. Elektrokemisk flotation kan också vara ett alternativ i situationer där man kan ersätta ex tillsatser av AlOH som koaguleringskemikalie. Vidare bör man testa metoden som alternativ till flotation med tryckluft och dysor. Problemet med dysor är ofta att dessa sätter igen och man får i stället för en finfördelning av luften större bubblor som har liten effekt på flotationen. Kostnadsbilden måste i så fall beräknas utifrån energiåtgången för elektroflotationen som jämförelse med energi för att driva luftpumpar och underhåll av dessa samt effektiviteten i processerna.