

# Elektrolytisk rensing av kloakkvann

Professor Ernst Føyn

*Dr. philos. Ernst Føyn er professor i kjemisk oseanografi ved Universitetet i Oslo, Institutt for marin biologi, avdeling C.*

*Etter foredrag i Norsk Forening for Vassdragspleie og Vannhygiene 14. februar 1968.*

Det er nå over 15 år siden det for alvor gikk opp for professorene Braarud og Ruud og deres medarbeidere ved Universitetets institutter for marin biologi at Oslofjorden holdt på å bli alvorlig forurensset, og at dette først og fremst skyldtes den eutrofiering som finner sted med kloakkvannets innhold av plantenæringsstoffer. Det ble en naturlig oppgave å forsøke og finne en metode som kunne klare å rense ut plantegjødningsstoffene av kloakkvannet fra Oslo by. Vi var klar over at et renseanlegg som det på Skarpsno leverte rent vann, men det skulle ikke noen særlig inngående analyse til for å se at innholdet av plantenæringsstoffer i avløpsvannet var for stort. Vi var av den oppfatning at det måtte la seg gjøre å finne en kjemisk metode til å felle ut disse stoffene. Dette er jo lenge siden, og problemet var dengang aktuelt bare et par steder i Europa og Amerika og derfor lite diskutert.

Den metoden vi fant frem til ved vårt institutt er blitt kalt «den elektrolytiske kloakkrensningemetode». Den er ikke først og fremst, eller bare,

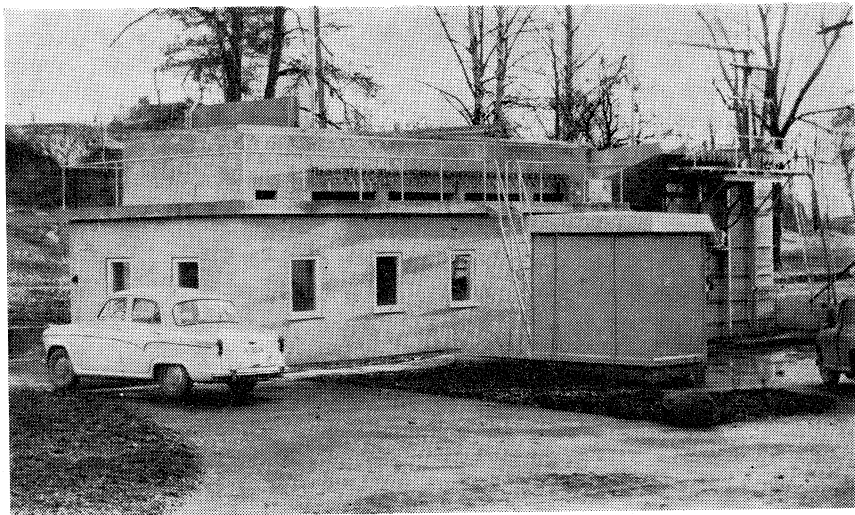
en rensningemetode for plantenæringsstoffer. Den løser de fleste av de problemer man står overfor ved kloakkrensningsteknikk. Den renses vannet for slam og suspenderte partikler; den oksyderer organisk stoff; den steriliserer avløpsvannet slik at det er bakteriefritt, og den fjerner altså også plantegjødningsstoffene i langt høyere grad enn det som kan oppnåes med vanlige kloakkrensningemetoder.

Selve prinsippet er ganske enkelt. Det består i at kloakkvann blandes med litt sjøvann og utsettes for elektrolyse i et kar hvor anode og katode er skilt ved hjelp av et diafragma. Det som skjer er: I katoderommet felles fosfat i form av uoppløselige salter (kalsium og magnesiumfosfat), det blir videre en felling av magnesiumhydroksyd, og der utvikles hydrogen-gass. Dette er en både kjemisk og mekanisk prosess, idet hydrogen-gassen virker som floteringsgass. Magnesiumhydroksydet absorberer slam og suspenderte partikler, som sammen med det utfelte fosfat floteles til overflaten, hvor det kan skummes av. I anoderommet blir det utviklet klor-gass, som i avløpsvannet, hvor katode- og anodevann blandes, virker oksyderende og steriliserende.

Prosessen demonstreres ganske enkelt i en liten laboratoriecelle. Elek-

trolysecellen på ca. 6 liter er i midten forsynt med et anodekar av brent leire av samme type som brukes til vannfordampere på radiatorene. Karet er svakt porøst og tjener som diafragma. En grafitt-elektrode er anbrakt inne i anodekaret. Dette fylles med ublandet sjøvann, mens cellen for øvrig fylles med kloakkvann tilsatt ca. 10 % sjøvann. Katoden består av et trådnett som er viklet rundt anodekaret. Med 6 volt likestrøm gir dette arrangementet en strømstyrke på noe over 2 ampère eller nærmere 50 ampère-timer pr. døgn. Strømstyrken er imidlertid avhengig av så vel spenningen som den elektriske ledningsevnen i vannet, av avstanden mellom elektrodene og kanskje særlig av motstanden i diafragmaet.

Utformingen kan derfor varieres i betydelig grad, og en av de mest geniale varianter skyldes laboratorisjef Haugen, SINTEF, som laget den såkalte flate celle. Han anbrakte sin anode på bunnen av karet og oppå denne en perforert katodeplate i en avstand av ca. 10 cm. Så lot han ublandet sjøvann renne over anodeplaten og ut gjennom en separat ledning. Sjøvannet har en større spesifikk vekt enn kloakkvannet. Det dannes et sprangskikt, og sjøvannet som løser opp klorgassen renner gjennom karet uten å blande seg med kloakkvannet. Elektrolysen kan da gå uten diafragma, men vi får de samme ting til å skje. Alkalisk miljø etableres, utfelling av de forskjellige stoffene finner sted, og hydrogengassen floterer slammet som samles på toppen



*Fig. 1. Det elektrolytiske anlegget på Huk i Oslo.*

og skummes av. Det er denne cellen som er best undersøkt for større anlegg. Diafragmacellen er foreløpig forbeholdt de mindre enhetene.

Vi startet arbeidet med små laboratorieceller og arbeidet oss langsomt oppover fra å rense 1 liter og 5 liter til å rense 100 liter i timen. Så fikk

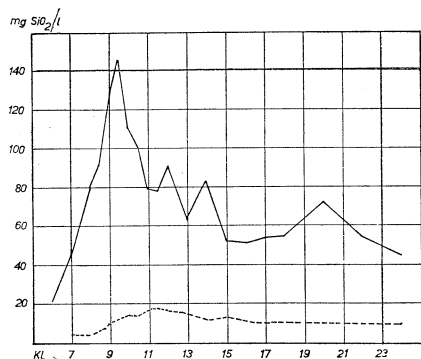


Fig. 2. Turbiditet i rensed og urensed kloakkvann over en dag. Renset ---. Urenset —.

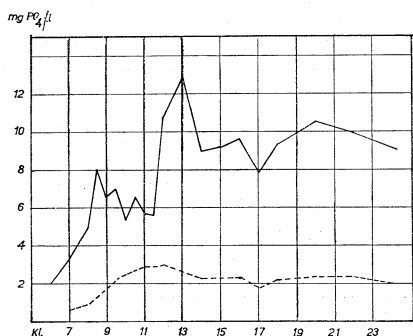


Fig. 3. Fosfat i rensed og urensed kloakkvann over en dag. Renset ---. Urenset —.

vi Oslo kommune interessert i å bygge et større renseanlegg, som kanskje mange har sett ute på Huk, hvor denne diafragmaløse cellen er spesielt utprøvet. Vi har der kunnet rense 3—4 og opptil 5 liter pr. sek. med god virkning.

I fig. 1 ser vi anlegget med den flate cellen liggende på taket av laboratorie- og kontorbygningen. Cellen var omkring 60 cm høy, 7—8 m lang og 3 m bred. Den ble prøvet ut i en rekke forsøk og gjennom alle årsperioder. Resultater fra en forsøksserie er vist i fig. 2. Ved disse forsøk ble der gjort analyser hver time utover dagen. Analysene viser hvorledes innløpsvannets turbiditet svinger ganske kolossalt i løpet av døgnet, mens turbiditeten i utløpsvannet er liten og ganske konstant.

En tilsvarende kurve fant vi for fosfatinholdet, fig. 3. Det rare var at vi også fant at ammoniumkonsentrasjonen ble senket gjennom renseprosessen. Grunnen til det siste var ikke uten videre gitt, men vi tror at det skyldes at miljøet i karet blir alkalisk og at ammoniakken damper av. Det er ikke gjort studier over denne side av prosessen, men vi har bare notert at ammoniumkonsentrasjonen synker.

Tabell 1 gir resultater fra en undersøkelse på en måned. Vi kan feste oss ved at der er oppnådd jevne og lave tall i utløpsvannet både for turbiditet, fosfat og ammonium, uansett variasjonene i innløpsvannet. Den prosentvise reduksjon er overalt høy, men Huk hadde ikke særlig store inngangsverdier. På Skarpsno ville disse verdiene, som alltid kan repro-

Tabell 1. Analyser 10. sept.—8. okt. 1959.

Dato	pH		Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l		Fosfat tot. mg PO <sub>4</sub> /l		Amm. nitrogen tot. mg N/l	
	Renset	Urens.	Renset	Urens.	Renset	Urens.	Renset	Urens.
10/9 .....	6,5	7,4	12	87	1,9	17,8	1,4	19,4
12/9 .....	6,7	7,1	9	46	1,9	14,2	2,2	18,2
14/9 .....	7,1	7,2	12	82	2,2	26,2	5,6	23,1
15/9 .....	6,4	7,1	12	410	3,1	20,8	3,1	26,4
17/9 .....	6,6	7,3	8	72	2,2	9,6	2,4	18,5
18/9 .....	6,8	7,1	12	46	3,2	10,8	2,6	16,5
19/9 .....	6,3	7,2	6	55	1,5	9,6	0,7	19,1
22/9 .....	7,5	7,1	15	84	2,0	9,2	3,8	21,0
23/9 .....	7,1	7,4	17	50	2,2	7,8	4,6	19,8
24/9 .....	8,1	7,2	12	80	1,8	9,3	4,6	16,3
26/9 .....	6,7	7,1	8	45	1,3	7,2	1,2	16,3
28/9 .....	8,1	7,3	15	74	2,6	9,0	6,1	21,8
1/10 .....	6,9	7,4	11	64	2,2	10,7	5,4	21,8
3/10 .....	6,6	7,2	10	56	2,3	11,8	3,6	24,5
5/10 .....	6,9	7,2	17	87	2,7	11,3	7,4	30,3
7/10 .....	7,0	7,4	29	82	3,4	14,4	5,6	27,6
8/10 .....	6,7	7,3	27	154	3,1	11,8	6,5	27,7
Middel ...	6,9	7,3	13,6	92,6	2,3	12,4	3,9	21,7

Tabell 2. Nitrogen og fosfor i gram pr. 100 gram tørt materiale.

	Elektrolytisk slam		Ku- fjødse
	Huk	Skarp- sno	
Nitrogen, tot.	1,08	2,39	2,00
Fosfor, tot.	0,97	0,94	0,67

duseres, bety ganske svære tall i prosentvis reduksjon. Den elektriske strøm som måtte anvendes for effektiv rensing er også målt. Renseeffekten er proporsjonal med anvendte ampère-timer.

200 ampère-timer pr. m<sup>3</sup> vann ble funnet å gi det beste resultat med hensyn til både rensing og økonomi. Vår lille 6 liters forsøkscelle renser således med sine 50 ampère-timer ca.

250 liter pr. døgn. Faktisk et én-manns renseanlegg. Det må understrekes at dette er en kjemisk felling, hvor kjemikaliene består av sjøvann og elektrisk strøm. Renseeffekten er avhengig av strømmengden pr. m<sup>3</sup> vann. Med større anvendt mengde elektrisitet kan renseeffekten bedres ytterligere.

*Slam.* I det elektrolytiske renseanlegget stiger slammet til overflaten og blir fjernet med en skrape. Innholdet av vann i slammet er som regel ca. 97 %, men slammet fra elektrolyseprosessen viser seg å være ganske lett å filtrere. På Huk brukte vi sekkestrie som filter. I løpet av 3 dager mistet slammet med et slikt filter omtrent ⅓ av sin vekt.

Innholdet av plantenæringsstoffer i

elektrolytisk kloakkslam er større enn i vanlig kloakkslam. Det kan derfor tenkes å ha verdi i landbruket som et svakt gjødslet jordforbedringsmiddel. Dette fremgår av tabell 2 som viser konsentrasjonene av nitrogen og fosfor i tørret slam fra et elektrolytisk renseanlegg på Huk og fra et på Skarpsno sammenliknet med kugjødsel. Vi ser at elektrolyseslammet ikke er særlig dårligere gjødsel enn det fra fjøset.

Det elektrolytiske renseanlegget på Huk har blitt drevet gjennom alle årstider. Vi har hatt sterk kulde og god varme, det har vært regn og sne, og anlegget ligger åpent. Vi vet derfor at vi kan drive det med tilfredsstillende resultat som helårsanlegg. Det har naturligvis vist seg visse mangler, men dette er ennå en ny metode, og meget kan forbedres. Jeg vil overlate til neste foredragsholder å tale om dette.