

Kalk- eller jernfelling ved avløpsrenseanlegg langs kysten

Av Paul Sagberg.

Paul Sagberg er verkssjef ved Vestfjorden Avløpsselskap.

Det er bygget mange kjemiske renseanlegg for avløpsvann i Norge, flere er under bygging og mange skal bygges. Et av de mange valg en må gjøre er valg mellom fellingskjemikalier. Hittil har valget stått mellom aluminium, jern og kalk. Etterhvert kommer også prepolymeriserte produkter av aluminium og jern. For de anlegg som ligger ved sjøen har det vist seg at tilsetning av noen prosent sjøvann til avløpsvannet gir betydelige besparelser. Vi skal her begrense oss til en sammenlikning av kalkfelling og jernfelling, begge med tilsetning av sjøvann. Hvorvidt andre fellingsmidler kan være bedre blir ikke vurdert.

VEAS engasjerte Norsk Institutt for Vannforskning NIVA v/forsker Lasse Vråle til å sammenlikne kostnadene ved felling av jern (uten sjøvann) og kalk/sjøvann i full skala. Sammenlikningen ble utført i løpet av 5 uker på etter vinteren 1984. Konklusjonen i rapporten VEAS mottok var at det kunne spares ca. 25% på kjemikaliekostnadene ved å gå over til kalk/sjøvannsfelling.

Senere er disse resultatene brukt av Lasse Vråle i en rekke sammenhenger, bl.a. i flere NIVA-rapporter og NTNFRapporter samt en rekke foredrag.

Mange kolleger forventer selvfølgelig at VEAS benytter kalk/sjøvannsprosessen når det kan spares mer enn 4 mill. kr./år [1]. Stor er deres overraskelse når vi viser at vi tvert om sparer mange millioner pr. år på å bruke jern/sjøvann. For å gjøre våre erfaringer bedre tilgjengelig skrives denne artikkelen.

Hvorfor ga undersøkelsene etter vinteren 1984 et uinteressant svar? Det er to hovedgrunner til det. For det første ble det dosert alt for mye jern som ikke ble nyttiggjort. Som en ser senere i artikkelen har en ingen glede av å dosere for mye jern. Under forsøket ble det dosert ca. 250 mg Ferriklør-12 jernløsning pr. liter, mens gjennomsnittet det året bare var 173 mg/l. Den andre faktoren var at sjøvann også har en god effekt ved jernfelling. Dette ble oppdaget av vår laboratorieingeniør Ruth Sæther høsten 1982 og grundig dokumentert ved forsøk fra høsten 1983 [2]. Skal en derfor med rimelighet sammenlikne kalk/sjøvannsfelling må den siste også utføres med sjøvannstilsetning.

Sammenliknende forsøk i laboratorieskala er utført på VEAS høsten 84 og mange ganger senere. Alle har vist det samme. VEAS har store både økonomiske og rensemessige gevinster ved å bruke jern/sjøvann istedet for kalk/

sjøvann. Dette er grunnen til at fullskaladrift eller fullskalaforsøk med kalk/sjøvann ikke foregår på VEAS.

Her er det imidlertid på sin plass å understreke at dette ikke er universelle konklusjoner. Avløpsvannets sammensetning, håndteringskostnader for slam og fellingskjemikalienes pris er forskjellig fra sted til sted.

De forsøk vi presenterer her tar utgangspunkt i en forsøksprosedyre som skulle være spesielt gunstig for kalkfelling. Brent kalk veies inn og leskes i 100 ml vann som så doseres sakte inn i en blanding av 800 ml avløpsvann tilsatt 50 ml sjøvann. Hurtigrøring skjer i 1 min. med 400 rpm, etterfulgt av sakte omrøring i 10 min. ved 40 rpm. Etter 20 min. henstand tas de forskjellige prøver for analyse. Røreverkene er levert av Boliden og styres individuelt av en reguleringsenhet. Røreboylene rører bedre og mer homogent enn de eldre padlerøreverkene. Røreverkene rører fra topp til bunn i begerene. Tilsvarende ble 800 ml avløpsvann tilsatt 100 ml destillert vann og 50 ml sjøvann før felling med jern.

Alle doseringer er regnet om til mg $\text{Ca}(\text{OH})_2$ eller mg F-12 pr. liter avløpsvann uten tilsetninger. Den kalk som er benyttet er Tromsdalskalk fra Frantze-foss, 92% reaktiv kalk. Omregning til $\text{Ca}(\text{OH})_2$ i forhold til mengde brent kalk skjer ved multiplisering med en faktor 1,32. Det virkelige innhold av $\text{Ca}(\text{OH})_2$ er da lavere enn angitt p.g.a. at reaktiviteten er 92%. Til jernfelling benyttes det Ferriklor-12, en treverdlig jernløsning med 12 vektprosent jern og tetthet 1,48.

Det avløpsvannet som er brukt ved den forsøksserien som presenteres her har følgende sammensetning:

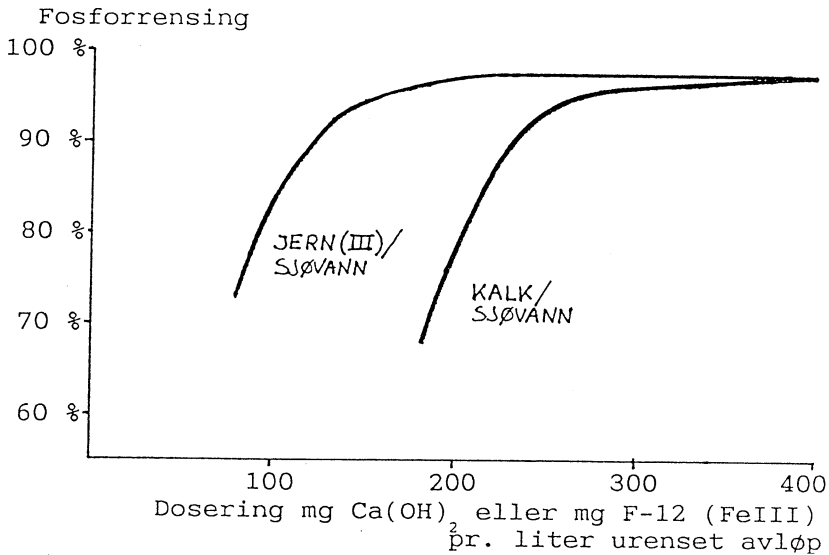
		Årsmiddel VEAS 1989
Total fosfor	3,0 mg/l	3,1 mg/l
Total		
org. karbon	48 mg/l	42 mg/l
Susp. stoff	208 mg/l	140 mg/l

Som en ser er det mer organisk stoff og suspendert stoff enn årsgjennomsnittet. Dette må tas med ved vurdering av resultatene. Avløpsvannet har ikke med interne returstrømmer som ofte påvirker fullskalaresultater. Etter 8 års drift med ca. 25.000 prøver fra anlegget og ca. 10.000 karforsøk i laboratorieskala, har vi god erfaring med å sammenlikne forsøk og fullskalaresultater.

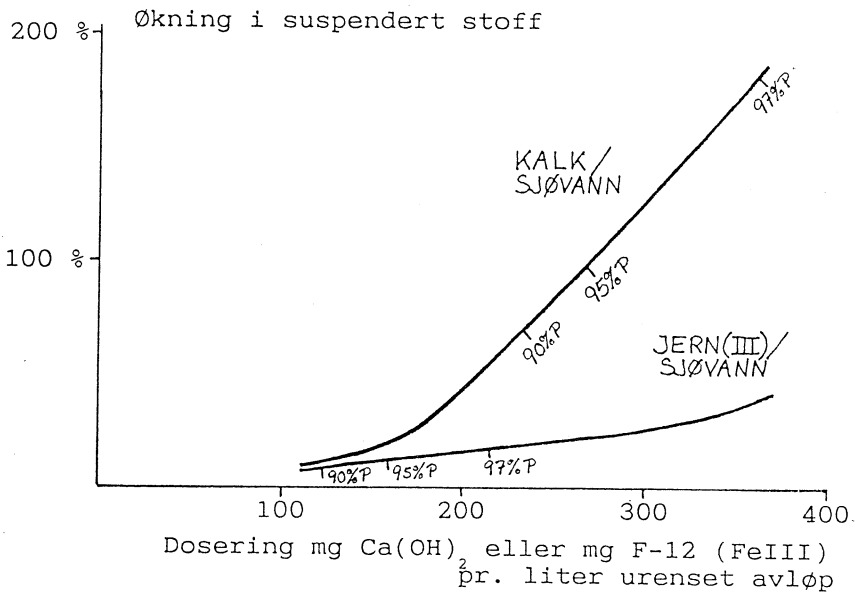
Fig. 1 viser hvilken fosforrensegrad som oppnås ved forskjellige doseringer av jern og kalk ved tilsetning av like mye sjøvann. Som en ser av figuren oppnås maksimal effekt med vel 97% fjerning av fosfor ved en tilsetning på 220 mg F-12/l. Ytterligere dosering fjerner ikke mer fosfor. For å nå samme gode resultat med kalk, må en opp i en dosering på ca. 400 mg $\text{Ca}(\text{OH})_2$ /liter. Det er ikke bare mengde kalk som er interessant, men også pris. Som storforbruker av både kalk og jern har VEAS gode priser. Pr. vektenhet er kalken som $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 13,6% dyrere enn jern som F-12. VEAS har et rensekrav på 97% fosfor. I hele området 90—97% fosforrensing er kostnadene til fellingskjemikalier omtrent dobbelt så høye når en velger kalk.

Det er tidligere nevnt at forsøksprosedyren som er valgt her er spesielt tilpasset kalkfelling. En optimal felling med jern ville bruke mindre sjøvann, annen flokkulering og gjerne bruk av polymer og redusert jerdose.

Slamproduksjonen betyr også mye for kostnadene ved å drive et rensean-



Figur 1. Renseresultater for fosfor i avløpsvann tilsatt økende mengder jern eller kalk som fellingskemikalier i laboratorieforsøk.



Figur 2. Økning av mengde suspendert stoff i avløpsvann ved felling med økende mengder kalk eller jern i laboratorieforsøk.

legg. Figur 2 viser økningen i mengde suspendert stoff (SS) ved økende dosering. Mengde SS er korrigert for fortyning. Som en ser av figuren øker mengden kraftig med økende kalkmengde, mens den øker svakere med økende jernmengde. Som nevnt tidligere var det mer SS i avløpsprøven enn årsgjennomsnittet på VEAS. Dette fører til at den relative slamproduksjonen på årsbasis vil øke mer enn disse

tallene viser. Det som er viktig å legge merke til er at en får mer enn dobbelt så mye slamtørrestoff når en velger kalk fremfor jern ved et krav om 97% fosforfjerning.

Vi har prøvd å sammenlikne total-kostnadene til slamtransport og fellings-kjemikalier ved valg av kalk/sjøvannsprosessen og jern/sjøvannsprosessen. Ved avvanningen av slam bruker VEAS kalk som kondisjoneringmiddel, ca.

Tabell 1. *Antatte mengder fellingsmiddel (F-12) og kondisjoneringmiddel (brent kalk x 1.32) som medgår og mengde slam produsert ved jern/sjøvannsfelling ved forskjellige rensekrav på VEAS.*

	Rensegrad fosfor				
	90%	92%	94%	96%	97%
Tonn F-12 som fellingsmiddel	15.900	17.000	18.900	22.800	26.000
Tonn brent kalk x 1.32 til slamkondisjonering	5.200	5.200	5.300	5.300	5.500
Tonn slam utkjørt 33% tørrstoff	78.100	78.700	79.300	80.600	82.600

Tabell 2. *Antatte mengder fellingsmiddel og kondisjoneringmiddel (brent kalk x 1.32) som medgår og mengde slam produsert ved kalk/sjøvannsfelling ved forskjellige rensekrav på VEAS.*

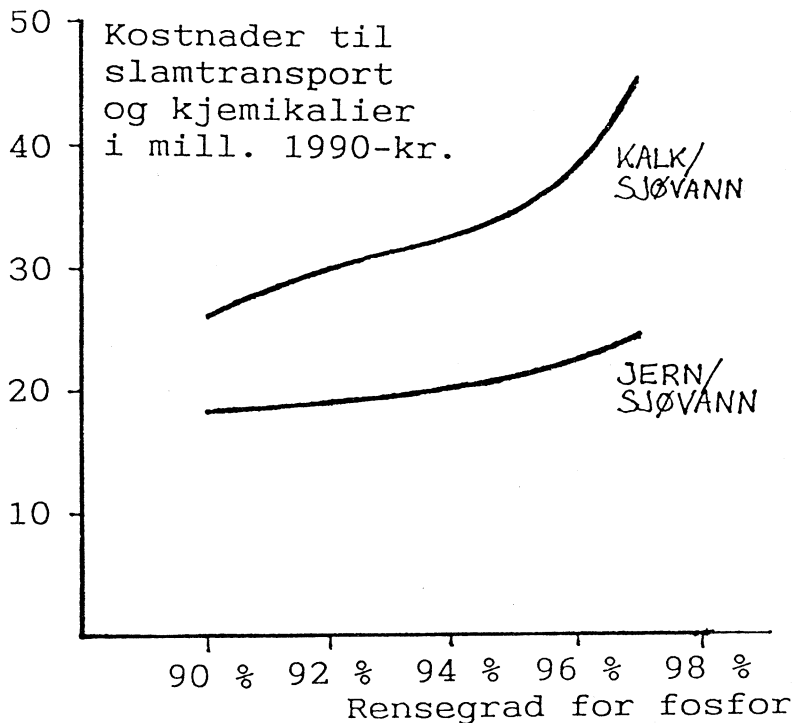
	Rensegrad fosfor				
	90%	92%	94%	96%	97%
Tonn brent kalk x 1.32 som fellingsmiddel	27.900	31.200	33.500	39.000	46.000
Tonn brent kalk x 1.32 til slamkondisjonering	2.700	3.200	3.400	4.100	4.900
Tonn slam utkjørt 33% tørrstoff	92.000	106.000	114.000	135.000	163.000

25% som $\text{Ca}(\text{OH})_2$ i forhold til tørrstoff før kalktilsetning. Vi antar at en ved kalkfelling kan redusere denne mengden til 10%.

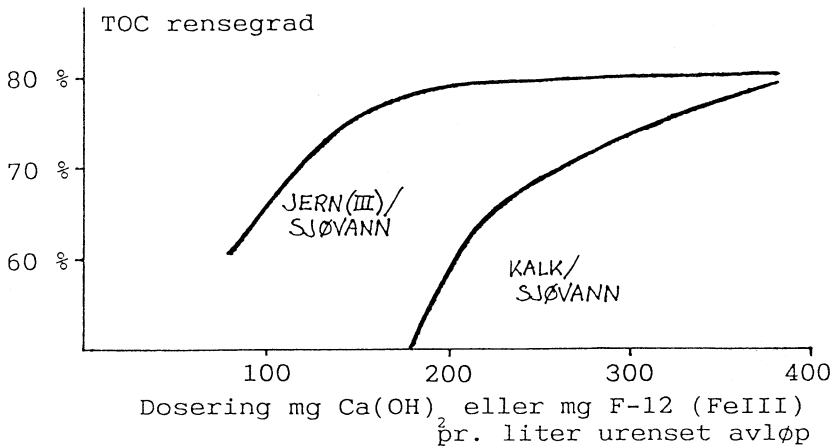
Slamproduksjonen er normalisert slik at slammengden ved 95% rensing med jern er lik den slammengde VEAS faktisk transporterte i 1989. Kostnadene er de faktiske 1989-tall. Det er regnet med konstante kostnader pr. tonn uansett produksjonsmengde. Tabell 1 viser de mengder kalk, jern og slam som inngår i beregningen. Tallene forutsetter behandling av 130 mill. m^3 avløpsvann med de doseringer som er presentert tidligere.

Figur 3 viser kostnadene som funksjon av fosforrensegraden for jern og kalkfelling. Som en ser av figuren er forskjellen betydelig.

Kjemisk felling brukes ikke bare for å fjerne fosfor, men også for å fjerne mesteparten av det organiske stoffet. Figur 4 viser fjerning av TOC som funksjon av dosering av jern og kalk. Det vannet det ble utført forsøk med i dette tilfellet inneholdt mer partikulært organisk karbon enn normalt. Ved fullskaladrift med returstrømmer fra avvanning og fortykkere, bør en ikke regne med mer enn ca. 60% TOC reduksjon på årsbasis ved 95% fosforfjerning. Variasjon fra



Figur 3. Beregnede kostnader til slamtransport og kjemikalier på VEAS ved forskjellige rensekrav til fosfor (1990-kroner).



Figur 4. Renseresultat for totalt organisk karbon TOC ved økende mengder jern eller kalk i laboratorieforsøk. NB. Atypisk høye verdier sammenlignet med erfaringer fra fullskaladrift.

dag til dag vil være i området 50—80%.

Det er hevdet at kalkfelt slam er stabilt og har høy pH, mens jernfelt slam er surt og forårsaker lukt [3]. Hverken kalkfelt slam eller jernfelt slam er stabilt. På VEAS tilsettes store mengder kalk til slammet før pressing. Slammet er derfor basisk med pH 10—11. I både kalkfelt slam og jernfelt slam foregår det en nedbrytning av organisk materiale. Tiden det tar før nedbrytningen skyter fart, er avhengig av mengde kalk i slammet.

Konklusjon

Riktig valg av fellingskjemikalier kan ha mye å si både for renseresultat og driftskostnadene på et renseanlegg.

VEAS har spart fra 7 til 20 mill. kr. pr. år på å bruke jern.

Det er relativt enkelt å utføre forsøk som viser hvor mye fellingskjemikalier som trengs og hvilken slamproduksjon en må forvente. Forsøk bør utføres i hvert enkelt tilfelle av en nøytral person. En rutinert nøytral person trenger bare 2—3 dager på å gi et relativt godt svar. Konklusjonene vil kunne forandres over tid med endrede kostnader ved slanhåndtering og priser på fellingskjemikalier eller forandringer i avløpskvaliteten ved f.eks. tilkobling av industri.

Andre fellingskjemikalier kan vise seg å være bedre enn de som her er vurdert.

REFERANSER

1. Vråle, L./Kristiansen, H.: Optimalisering av kalksjøvannsfelling. NIVA-rapport 15/87, 1987 s. 7.
2. Sæther, R./Baggerud Berge, A.: Bedre og billigere rensing ved tilsetning av sjøvann på Sentralrenseanlegg Vest. VANN nr. 3, 1985, s. 199—202.
3. L. Vråle.: Drammens Tidende og Buskerud Blad 12/9-89 samt Teknikk og Miljø nr. 3-1989.