

Elektrolytiske kloakkrenseanlegg for 1000–2000 personer

Tekniske og økonomiske vurderinger og resultater

Sivilingeniør T. M. Dybwad

Sivilingeniør T. M. Dybwad er ansatt ved Elektrokemisk A/S, Forskningsdivisjonen, Fiskaa Verk.

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

1. Innledning.

Huk Kloakkrenseanlegg er det eneste eksisterende elektrolytiske kloakkrenseanlegg i teknisk målestokk som kan fullrense kloakkvann. Med fullrensing menes her omfattende fjerning av organiske forurensninger og næringssalter, dessuten sterilisering av avløpet. Det finnes ett, muligens to større elektrolytiske kloakkrenseanlegg i England, men disse er ikke konstruert for fullrensing.

Huk-anlegget kan rense ca. 280 m³ kloakkvann pr. døgn, hvilket tilsvarer ca. 1000 personekvivalenter. Oppbyg-

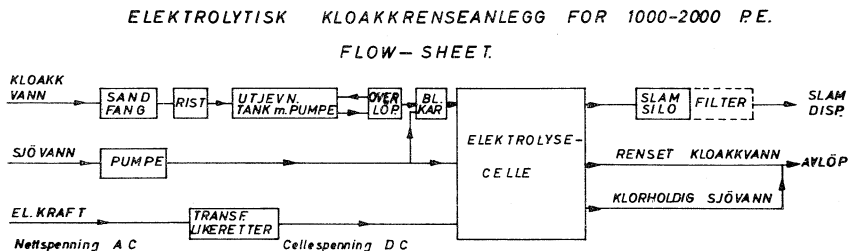
ning, driftsmåte og omkostninger for nye anlegg med kapasitet 1000–2000 personekvivalenter kan fastsettes med nokså stor sikkerhet på basis av resultatene fra Huk.

2. Anleggets oppbygning.

Prinsippet for elektrolytiske kloakkanlegg er behandlet av professor Føyn.

Fig. 1 viser hvordan et teknisk anlegg kan tenkes oppbygget. Anlegget tilføres kloakkvann, sjøvann og elektrisk kraft. Kloakkvannet passerer et sandfang, en rist og går til en utjevningstank med pumpe. Overløp og bløt kar fører vannet til elektrolysecelle. Herfra pumpes det via et overløpskar til et blandekar, hvor ca. 12 % sjøvann tilsettes, og går

Fig. 1.



DIAFRAGMALÖS SELLE-PRINSIPPSKISSE.

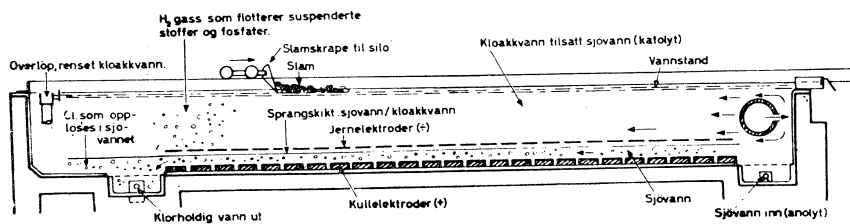


Fig. 2.

videre til elektrolysecellen. Cellen tilføres også sjøvann direkte.

Renseanlegget produserer slam som samles i en slamsilo. Slammet må transporteres vekk for dumping, eventuelt etter at det er avvannet i et filter.

Renset kloakkvann og sterkt klorholdig sjøvann blandes umiddelbart utenfor cellen. Klorbehandlingen av vannet, som også til en viss grad foregår under det ca. 1 time lange oppholdet i elektrolysekaret, gir et sterilt avløp.

3. Dimensjonering, driftsmåte.

Vannmengdene i et kloakksystem varierer over døgnet etter et nokså fast mønster. Det er dessuten variasjoner som skyldes forskjellige mengder av drenerings- og infiltrasjonsvann.

I kombinerte kloakksystemer kan drenerings- og infiltrasjonsvann kortvarig føre til vannføringer som er flere ganger større enn normal tilstrømning. Fullrensing av alt vann under slike flomsituasjoner vil kreve et meget stort anlegg med liten utnyttet kapasitet mesteparten av tiden. Betydningen av å få fullrenset flom-

vannet står neppe i forhold til omkostningene med å få gjennomført rensingen.

Elektrolyseanlegget bør ikke kunne rense alt tilstrømmende vann, men må ha en viss overkapasitet i forhold til middeltilstrømningen. Under flomsituasjoner må den vannmengden som overstiger fullrensekapasiteten for anlegget ledes utenom cellen til avløpet. Dette vannet vil der blandes med rensed vann fra cellen som har et stort overskudd av klor. Det vannet som ledes utenom får dermed likevel en ikke ubetydelig rensing.

For å mestre døgnvariasjonene er det nødvendig med en viss regulering av anlegget. Kapasiteten lar seg i noen grad regulere ved å variere elektrolysestrømmen, men det er neppe praktisk å regne med å kompensere for særlig store variasjoner i vannmengdene ved slik regulering. Det er nødvendig med en utjevningstank som tar opp vann i de deler av døgnet tilstrømningen er større enn den vannmengden anlegget er innstilt for å rense. Reguleringen kan løses på flere måter. På fig. 1 er antydnet én løsning. Fra utjevningstanken pumpes vannet til et regulerbart tilbaketilførs. En innstillbar konstant vannmengde kan

dermed tilføres elektrolysecellen. Anlegget må ha nivåkontroll i utjevningstanken, slik at pumper og elektrolysestrøm frakobles ved lavt nivå og tilkobles igjen når nivået når en viss høyde.

Slammet som produseres må transportereres bort. Det har et vanninnhold på ca. 97 %. Forsøk i laboratoriet og med et større, enkelt konstruert filter ved Huk-anlegget har vist at slammet er filtrerbart og forholdsvis lett lar seg avvanne til ca. 40 % av opprinnelig vekt. Sannsynligheten for at et teknisk filter kan benyttes er stor, men forsøk må utføres før det kan sies noe mer bestemt om slik behandling.

Fig. 2 viser et snitt av elektrolysecellen. Prinsippet for metoden og renseresultatene er behandlet av professor Føyn. Her skal taes med litt om driftsmåte og driftserfaringer.

Dannelse av karbonatbelegg på jernkatoden under drift reduserer rense-effekten for anlegget. Det er nødvendig med rengjøring av katoden to ganger i uken for å holde rense-effekten på et tilfredsstillende nivå. Dette kan skje ved børsting av katoden under drift. Katoden består av flere mindre seksjoner som er hengslet og kan stilles vertikalt for rengjøring. Rengjøringen medfører at rense-effekten kortvarig reduseres noe. Dannelse av belegg både på over- og undersiden av katoden kompliserer konstruksjon av automatisk utstyr for rengjøringen. Fjerning av karbonatbelegget kan også utføres ved reversering av strømmen. Dette forårsaker forbruk av katodeplater. For små anlegg vil

besparelsene som oppnås ved redusert behov for tilsyn være små, og vil trolig oppveies av ekstraomkostninger som forbruk av jernkatoder fører med seg.

Under drift av elektrolysecellen skjer en beskjeden bunnfelling i karet. Ved Huk-anlegget er det nødvendig å avbryte rensingen med ca. 2 måneders mellomrom for å fjerne bunnfelt slam. Ved små forandringer i celleutformingen burde det gå an å tappe eller pumpe ut dette slammet uten å forstyrre driften.

Spesielt motstandsdyktige materialer er nødvendig til alle deler av anlegget som kommer i kontakt med den sure, klorholdige anolytten. Det vil si alt i karet under katoden, dessuten avløpet for anolytten. Tilfredsstillende materialer er PVC og syrefaste fliser. I karet for øvrig kan ordinære konstruksjonsmaterialer benyttes.

Grafittanodene i bunnen av cellen forbrukes med en viss hastighet hovedsaklig p. g. a. oksydasjon, mens katodeplatene under én-veis elektrolyse er uten slitasje.

4. Omkostninger.

Fig. 3 viser beregnede årsomkostninger for et elektrolytisk renseanlegg dimensjonert for 1000 person-ekvivalenter. Beregningene er basert på et utført prosjektarbeid. Forbruks-tallene er basert på erfaringene fra Huk-anlegget.

Mulighetene for reduksjon av driftsutgiftene er gode når det gjelder postene for grafittanoder og bortkjøring av slam. Anodeslitasjen har vært meget stor ved Huk-anlegget.

ÅRSOMKOSTNINGER FOR ELEKTROLYTISK KLOAKKRENSING

Basis: 1000 personekvivalenter, 1967

Utgiftsposter	öre/m ³	%
Elektrisk strøm	3,9	9,0
Tilsyn	6,8	15,7
Grafittanoder	3,4	7,9
Vedlikehold	7,0	16,2
Bortkjøring av ufiltrert slam	7,5	17,3
Sum drift og vedlikehold	28,6	66,1
Amortisasjon av anlegg, 25 år 5% rente	14,7	33,9
Totale utgifter	43,3	100,0

Fig. 3.

Laboratorieforsøk tyder på at slitasjen blir adskillig mindre ved bruk av en annen og billigere grafitt-type. Filtrering av slammet vil redusere omkostningene til bortkjøring med ca. 60 %. Siden utgiftsposten er stor, skulle det være mulig å investere en god del i filterutstyr og likevel få en netto innsparing.

Tilsetning av alkali representerer en mulighet for innsparing av kraft og økning av kapasiteten. Ved Huk-anlegget er det forsøkt med doserte tilskudd av lesket kalk. Det var da mulig å øke vannmengden med ca. 40 % uten at det gikk utover renseeffekten. Ved normal vannføring i anlegget kunne ca. 50 % av elektrolysestrømmen erstattes av lesket kalk. Målinger viste imidlertid at beleggdannelsen på katodeplatene øket ved omfattende bruk av lesket kalk. Uten bedre metoder til å holde beleggdannelsen nede, er det derfor neppe aktu-

elt å benytte lesket kalk til annet enn forholdsvis beskjeden regulering av anleggskapasiteten.

Ved en økning av anleggsstørrelsen fra 1000 til 2000 personekvivalenter, vil både drifts- og kapitalutgiftene pr. m³ vann reduseres. Samlede drifts- og vedlikeholdsutgifter vil trolig komme ned i ca. 25 øre/m³ og kapitalutgiftene ned i ca. 10 øre/m³. De totale utgifter kan dermed anslås til ca. 35 øre/m³ kloakkvann.

5. Ulemper — fordeler.

Fig. 4 gir oppsummert ulemper og fordeler for prosessen sammenlignet med høygradig biologisk kloakkrensing.

5.1. Ulemper.

Prosessens avhengighet av sjøvann begrenser antallet aktuelle steder for slike anlegg.

Beleggdannelsen på katodene kre-

Ulemper ved elektrolyseprosessen	Fordeler ved elektrolyseprosessen
1. Prosessen er avhengig av sjøvann.	1. Omfattende fjerning av næringssalter.
2. Beleggdannelse på katodene fører til redusert renseeffekt.	2. Sterilt avløp.
	3. Anlegget er uten sjenerende lukt.
	4. Slammet kan filtreres.
	5. Slammet holder seg luktfritt i lengere tid.
	6. Kort oppstartings tid for prosessen. Anlegget kan drives diskontinuerlig.
	7. Renseeffekten er upåvirket av kulde og toksiske stoffer.
	8. Fjerner mange radioaktive isotoper.

Fig. 4.

ver at en rengjøringsrutine følges nøyaktig.

5.2. Fordeler.

Den omfattende fjerningen av næringssaltene og det sterile avløpet betyr at man ikke behøver å stille så strenge krav til plasingen av utløpet fra elektrolytiske kloakkrenseanlegg. I mange tilfeller kan lange utløpsledninger unngåes.

Siden det ikke er luktplager ved renseanlegget eller slambehandlingen vil elektrolytiske kloakkrenseanlegg være mindre sjenerende naboskap enn biologiske anlegg.

Slammet kan filtreres. Dette gjør slambehandlingen enklere, og forårsaker ikke frigjøring av næringssalter slik tilfellet er ved utgjæring av biologisk slam.

Oppstartings tiden for prosessen er kort, og anlegget kan drives diskontinuerlig for regulering av kapasiteten. Det kan også drives sesongmessig, f. eks. på feriesteder.

Elektrolytiske anlegg vil fjerne mange radioaktive isotoper. Det gjelder metaller med hydroksyder, fosfater eller karbonater som er tungt løselige i det aktuelle pH-miljøet i katolytten, ca. 10.5.

6. Konklusjon.

Små elektrolytiske anlegg kan bygges og drives tilfredsstillende. Spørsmålet er i hvert tilfelle om behovet for slik rensing er til stede og om elektrolytiske anlegg økonomisk kan konkurrere med andre mulige løsninger.

For små anlegg kan omkostningene ved elektrolytisk rensing i dag anslås slik:

	Anl.størrelse personequiv.	
	1000	2000
Drift og vedlikehold, øre/m ³	28,6	25,0
Amortisasjon, 25 år, øre/m ³	14,7	10,0
Sum utgifter, øre/m ³	43,3	35,0