

# Oppegård Vannverk

Av Odd Mellum og Knut Ekeberg

Odd Mellum er teknisk rådmann i Oppegård Kommune. Knut Ekeberg er sivilingeniør og ansatt som daglig leder i A/S Hjellnes & Co.

*Basert på kollokvieinnlegg i Norsk Forskning for Vassdragspleie og Vannhygiene 30. august 1977.*

## VANNVERKSakens UTVIKLING

Allerede før krigen var det på tale å basere Oppegård kommunes fremtidige vannforsyning på Gjersjøen, og i 1946 fattet kommunestyret et prisipielt vedtak om dette.

Men det var langt frem. Først i april 1963 ble arbeidene satt i gang, og disse pågikk mer eller mindre kontinuerlig helt til januar 1968.

På grunn av vannleveranser til nabo-kommunene Ski og Ås ble vannverksaken igjen aktuell, og i 1972 vedtok kommunestyret en ny utbygging som mer enn fordoblet vannverkets kapasitet. 1. januar 1975 ble denne utvidelsen satt i ordinær drift, etter en samlet prosjekterings- og byggetid på ca. 2 1/2 år.

Det var også sterke resipientinteresser knyttet til bruken av Gjersjøen, og over et så langt tidsrom skulle det vise seg at dette ikke var uten betydning. Man fikk en ny situasjon etter at Nordre Follo Kloakkverk ble bygget, men fortsatt er det en rekke uønskede tilførsler man arbeider for å få redusert.

Til å begynne med regnet man ikke med annen vannbehandling enn klorering, men da byggingen tok til var det på det rene at helsemyndighetenes minstekrav var sandfiltrering, alkalisering og klorering. Vannsituasjonen var imidlertid så kritisk at klorert råvann ble tillatt tatt i bruk, hvilket skjedde i mai 1965. Dette 1. byggetrinn omfattet dermed pumpe-stasjon ved Gjersjøen, pumpeledninger og basseng med kloreringsanlegg på Stang-åsen.

Sandfilteranlegget (2. byggetrinn) ble tatt i bruk i oktober 1967, og renseanlegget var dermed i overensstemmelse med myndighetenes krav. Dette forutsatte imidlertid strenge klausuleringer i Gjersjøens nedslagsfelt. På dette grunnlag fant kommunen det regningssvarende å bygge ut renseanlegget med kjemisk felling, til såkalt fullrensing. Denne delen (3. byggetrinn) ble satt i drift i januar 1968, hvorved første byggeperiode var avsluttet. De vesentligste restriksjoner i nedslagsfeltet ble derved redusert til forbud mot:

- campingplasser langs Gjersjøen
- nye bensinstasjoner langs Gjersjøen
- organisert bading i Gjersjøen
- organiserte sportsstevner på Gjersjøen.

Utviklingen i Gjersjøen var stadig bekymringsfull, og dette ble også tatt i betraktning da diskusjonen om en videre utbygging tok til. Myndigheter og fag-institusjoner ble konsultert, og konklusjonen ble at det fortsatt måtte være riktig å satse på Gjersjøen. Arbeidet med å redusere forurensningstilførselen skulle fortsette, men forøvrig så man drikkevannets kvalitet først og fremst som et renseteknisk spørsmål.

Av denne grunn ble det drevet fullskala forsøk på rensesanlegget, for å redusere manganinnholdet og for å øke innholdet av oksygen. Forsøkene ga positive resultater, men spesielle tiltak har det enda ikke vært nødvendig å sette i verk. Siden 1972 har råvannskvaliteten bedret seg betydelig, uten at dette skal tilskrives Nordre Follo Kloakkverk alene. Klimatiske faktorer har også stor betydning, og fører ikke nødvendigvis til permanente bedringer.

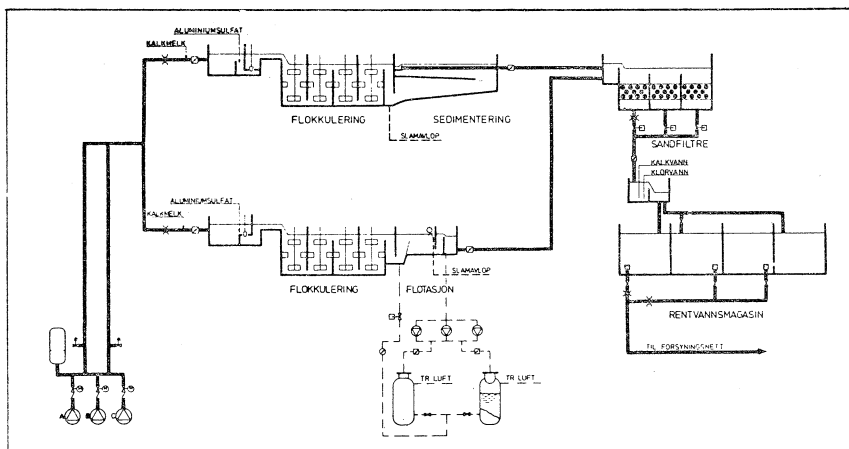
Vannverket ble opprinnelig prosjektert for en kapasitet på 12 000 m<sup>3</sup>/døgn, tilrettelagt for en senere fordobling. Da en

videre utbygging ble vedtatt, fastsatte man samtidig den totale maksimalkapasitet til 32 000 m<sup>3</sup>/døgn. Dette skapte problemer, da rensesanleggets beliggenhet gir begrensede utvidelsesmuligheter. Til tross for gode erfaringer med det eksisterende anlegg vurderte man derfor andre prosesser, med mindre krav til byggevolum. Flotasjon ble valgt, selv om denne prosess ikke tidligere var benyttet ved norske vannverk. Med relasjon til råvannets kvalitet antok man også at denne prosess ville virke gunstig på oksygeninnholdet.

## RENSEANLEGGET

Etter utvidelsen består vannrensesanlegget på Stangåsen av

- inntaksarrangement med råvannsfordeling
- kjemisk rensing basert på sedimentering
- kjemisk rensing basert på flotasjon
- sandfiltre
- rentvannsbasseng
- diverse birom.



*Oppgård Vannverk. Flyteskjema.*

### **Sedimenteringsanlegget.**

Etter tilsetning av aluminiumsulfat fordeles vannet til to uavhengige renselinjer. Hver linje består av 4 vertikale seriekoblete flokkuleringskamre med omrørere, og ett sedimenteringsbasseng av Lovøtypen.

I flokkuleringskamrene er oppholdstiden ca. 55 min. Oppholdstiden i sedimenteringsbassengene er ca. 2 timer, og belastningen  $2,15 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ h}$ .

Fjerning av slam fra sedimenteringsbassengene skjer manuelt, ved nedtapping av bassengene og spyling.

### **Flotasjonsanlegget.**

Dette anlegget er også delt i to parallelle renselinjer.

Tilsetning av aluminiumsulfat og flokkulering skjer som for sedimenteringsanlegget, men oppholdstiden er noe kortere, ca. 40 min.

Flotasjonsbassengene er korte, med innløp fra en underliggende fordelingskanal. Ved innløpet tilsettes ca. 17—18% luftmettet vann, dispersjonsvann. Vannet ledes deretter opp til overflaten hvor slamluft partiklene avsettes som et teppe og trekkes av ved hjelp av roterende valser. For å unngå innblanding av slam ledes vannstrømmen ned til bunnen før den går i overløp.

Oppholdstiden i flotasjonsbassengene er 24 min. og belastningen ca.  $8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ .

Vann til dispergeringen tas fra flotasjonsbassengenes utløpssone. Luftmettingen skjer i spesielle tanker, en for hver renselinje, hvor vannet sprutes gjennom en luftpute under høyt trykk. Luftmengden som bindes på denne måten er i første rekke avhengig av trykket (7—8 kp/cm<sup>2</sup>), men også av temperaturen. Ved trykkavlastningen i fordelingssystemet fri-

gjøres luften som ørsmå bobler. Ved at disse bindes til slamfnokkene reduseres egenvekten og flotasjonseffekten oppnås.

For å få relevante dimensjoneringsdata ble det utført forsøk med pilotanlegg, og resultatene herfra ble sammenholdt med resultatene fra sedimenteringsanlegget. Det er verd å merke seg at de resultatene som oppnås i det ferdige anlegg er vesentlig bedre enn de som ble oppnådd under forsøkene.

### **Sandfilteranlegget.**

Sandfilteranlegget ble byggeteknisk fullført i 1. byggeperiode. Det består ialt av 4 like seksjoner, som hver er delt i 3 kamre. I første utbygging ble kun to av seksjonene tatt i bruk.

Filtermediet er sand med gradering 0,8—1,2 mm. Filtersanden ligger oppå betongplater med faststøpte dyser. I de eldste filterene er det benyttet porselensdyser med forholdsvis grove spalteåpninger, hvilket gjør det nødvendig med et støttesjikt mellom dyseplatene og selve filtreringssjiktet. I de nye filterene er det benyttet dyser av kunststoff med så fine spalter (0,5 mm) at støttesjiktet er sløyfet. Ialt er det ca. 10 500 dyser.

Rengjøring skjer ved at sanden først ekspanderes ved innblåsing av luft og deretter skylles med rentvann fra undersiden.

Helsemyndighetene krevet at det skulle være mulig å filtrere vannet fra sedimentering og flotasjon hver for seg. En slik deling skjer enklest på midten, men p.g.a. kapasitetsforskjellen vil dette gi en skjev belastning på filterene. Ved full utnyttelse vil belastningstallene bli henholdsvis 7,5 og  $4,5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ h}$ . Felles filtrering gir tilsvarende  $6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ h}$ . Under innkjøringen skjedde filtreringen adskilt, men dette har ikke vist seg å være nødvendig.

## Rentvannsbasseng.

Under rensanlegget er det bygget rentvannsbasseng med samlet volum på ca. 4 600 m<sup>3</sup>, fordelt på 4 seksjoner.

## KJEMIKALIEDOSERING

I anlegget doseres følgende kjemikalier:

- aluminiumsulfat
- hydratkalk
- klorgass.

I forbindelse med utvidelsen er lagrings- og doseringssystemet for aluminiumsulfat lagt om til et sentralt doseringsanlegg basert på lagring i siloer og dosering etter forutgående oppløsning i vann.

Klorgassanlegget har kun gjennomgått mindre endringer i styrings- og automatiseringsopplegget.

## Aluminiumsulfat.

Aluminiumsulfatene mates fra lagrings-siloen (40 m<sup>3</sup>) til en oppløsningsbeholder ved hjelp av et skruedoseringsapparat. Fra beholderen pumpes oppløsningen til tilsetningspunktene i henholdsvis sedimenterings- og flotasjonsanlegget. Pumpene er eksenterskruerpumper, proporsjonalstyrt ved turtallsregulering. Doseringsmengde ca. 30 g/m<sup>3</sup>.

Dette opplegget har ikke vært uten problemer idet sulfaten har inneholdt betydelige mengder sand. Sanden trekkes inn i pumpene og skaper gjentettingsproblemer og stor slitasje. Av samme årsak har det også vært nødvendig å bytte mengdemålerne i doseringsledningene.

For å motvirke disse forhold skal det monteres en «sandutskiller» før pumpene, men dette er enda ikke utført.

Styresystemet fungerer slik at inngående vannmengde bestemmer oppløsningsmengden. Denne måles og gir signal til korri-

gering av pumpens turtall. Løsningsvannmengden styrer utmatning av sulfat fra siloen slik at konsentrasjonen er konstant.

## Hydratkalk.

Utmatning fra lagrings-siloen (35 m<sup>3</sup>), oppløsning og dosering er i prinsippet som for aluminiumsulfat, men det er lagt inn et ekstra trinn for avskilling av uløselige partikler i kalken (ca. 10%). Dette er 2 beredere av STAMO-typen, som er koniske tanker med en sentral mikser. Uttrekk av mettet kalkvann skjer ved renner i toppen, uløselig slam pumpes ut fra bunnen. Doseringsmengden er ca. 20 g/m<sup>3</sup>.

Fra berederne samles kalkvannet i en doseringstank. Kalkvannet tilsettes etter filtreringen. Doseringen styres i prinsippet som aluminiumsulfatdoseringen, men istedet for mengdemåler i doseringsledningen kan pH-måler benyttes til korreksjon.

Hydratkalk er et vanskelig stoff å behandle, og heller ikke dette anlegget har vært problemfritt. Etter ca. 1 års drift oppsto det vanskeligheter ved utmating fra siloen. Utmatingen ble uregelmessig, selv ved hyppig bruk av silovibratorene. Den opprinnelige skruemateren er nå skiftet ut, men det er enda for tidlig å si noe sikkert om erfaringene med det nye anlegget.

De vanlige problemer med gjentetting av doseringsledninger har en ikke hatt. Det har heller ikke vært særlige problemer med utpumping av slam fra berederne, men skrapping av avleiring på sidene har vært nødvendig.

Førøvrig oppnås det etter beredningen et praktisk talt rent kalkvann som ikke har den samme turbiditetsøkende effekt som tilsetning av kalkmelk har.

## Klorgass.

Klorgassdosering skjer ved trykkvannsdrevne proporsjonalstyrte apparater.

Under drift er fatet (500 kg) plassert på en vekt slik at gjenværende klormengde kan avleses. For automatisk varsling er det lagt inn kontaktpunkter som gir alarm ved tomt fat, samt et forvarsel når det er ca. 50 kg klor igjen.

Kloren tilsettes etter filtrene. Doseringsmengden er så lav som 0,20—0,30 g/m<sup>3</sup>, og klorrest på utgående vann er under 0,03 mg/l.

Av sikkerhetshensyn er det 2 stk. doseringsapparater.

Klorresten måles automatisk like etter innblandingen.

## STYRING — KONTROLL — OVERVÅKING

Styring av renseprosessen har nøye sammenheng med råvannstillførselen.

En eller to pumper kan være i drift avhengig av vannstanden i rentvannsbassenget. Dette kompliserer styringsopplegget.

I renseanlegget er dette løst ved at bare en flotasjonslinje er i drift når en pumpe går. Råvannet fordeles da til hele sedimenteringsanlegget og den ene flotasjonslinjen. Hele filteranlegget er til enhver tid innkoblet.

Vannfordelingen er mengderegulert. Etterfølgende enheter reguleres ved overløp. I filteranlegget fordeles vannet fra en kanal til de 4 seksjoner ved overløp, og i tillegg nivåstyring i utløpet.

Filtrene har også vannmålere i utløpet og motstandsmålere. Dessuten måles vannmengden ut fra renseanlegget.

Foruten den kontroll som betjeningen utfører direkte, kontrolleres vannkvaliteten automatisk ved måling av klorrest og pH i det behandlede vannet. Forøvrig er

det lagt inn en rekke automatiske kontrollpunkter i det maskinelle utstyret som må være tilfredsstillt for å kunne holde prosessen igang. Feilsignaler er gradert etter betydning og kan enten bli stående som varsel, gi alarm til vakt eller stoppe anlegget og gi alarm.

Alarmen går via kommunens person søkeranlegg til vannverkets faste betjening. Varslet mottas på lommemottaker med selektiv oppkalling.

Ved Oppegård Vannverk er det valgt elektronisk styreutrustning. Det vesentlige av automatikken er plassert i renseanlegget, med kabelforbindelse til pumpestasjonen.

Sammenlignet med reléutstyr er elektronisk utstyr sikrere og krever mindre vedlikehold, fordi utstyret ikke har bevegelige deler eller kontakter som skal renses etc.

Elektronisk utstyr har også ulemper som tradisjonelt reléutstyr ikke har, ved følsomhet overfor transienter — dvs. spenningsutladninger og strømstøt i nærliggende elektroniske installasjoner. Spesielt er elektronisk utstyr med et utstrakt utvendig kabelnett følsomt for transienter.

For å unngå driftsforstyrrelser er kabelnettet og utstyret på pumpestasjonen galvanisk skilt fra styreutrustningen på renseanlegget ved hjelp av relékoplinger.

Dette systemet arbeider tilfredsstillende under normale forhold, men det har vist seg at skader har blitt påført under tordenvær. Grunnen til dette er at de høye spenninger som kortvarig blir induert i det utvendige kabelnettet fører til gjennomslag i likeretterbroene ved relékoplingene. Ved tordenvær har det også vist seg at transienter kan bli overført til elektronikken via 220 V strømforsyningen.

Disse ulemper kan unngås ved at det installeres ytterligere overspenningsbeskyttelse i forbindelse med det utvendige kabelnett, og at også strømforsyningsutstyret får en slik beskyttelse.

## DRIFTSRESULTATER

I anleggets laboratorium undersøkes jevnlig vannets kvalitet med hensyn på turbiditet, aluminiumsrest, oksygeninnhold, klorrest, pH-verdi, manganinnhold, alkalitet, temperatur m.m. Dessuten tas bakteriologiske prøver og filterprøver. Resultatene av analysene journalføres.

Analysene utføres både for flotasjons- og sedimenteringsanlegget og har derfor god mulighet til å sammenligne prosessens effektivitet.

For karakteristiske verdier som turbiditet og aluminium viser målingene jevnt over noe høyere verdier for flotasjonsanlegget. Ved adskilt filtrering er resultatene praktisk talt like for fullrenset vann.

Ved sammenligning av verdiene må det tas i betraktning at en har et lav-belastet sedimenteringsanlegg og et ganske høyt belastet flotasjonsanlegg. Det ville derfor være riktig å avlaste flotasjonsanlegget noe ved overføring til sedimenteringsanlegget.

Som nevnt er resultatene fra flotasjonsanlegget vesentlig bedre enn i pilotanlegget, og også bedre enn de resultatene en da hadde i sedimenteringsanlegget. En intensiv optimalisering av prosessen fra driftsbetjeningens side har gitt gode resultater for sedimenteringsanlegget, og en regner også med at flotasjonsprosessen fremdeles kan bedres noe.

Forbruk av aluminiumsulfat er likt for begge prosessene.

Råvannskvaliteten varierer noe med årstiden, men nedenfor er det oppgitt en del verdier for råvann (30 m dyp) og rentvann som er relativt karakteristiske for situasjonen i 1976/77.

	<i>Råvann</i>	<i>Rentvann</i>
Turbiditet	0,8 — 2,8	0,15 — 0,20
Oksygen O <sub>2</sub> %	40 — 80	80 — 90
Farge mg Pt/l	20 — 30	< 5
pH	6,9 — 7,1	7,2 — 8,5
Mangan mg/l	0,05 — 0,20	0,10

Totalt sett må en kunne si at den vannkvalitet som oppnås i anlegget er meget god.

## BETJENING

Anlegget er betjent av 3 mann som utfører alle analyser som foretas ved vannverket, innhenter prøver for videreekspeksjon, utarbeider driftsrapporter, utfører alle manuelle operasjoner (spyling etc.), samt diverse vedlikeholdsarbeid. Vannprøver sendes til SIFF en gang i måneden. (Råvann, rentvann, flottert/filtrert, 3 prøver fra nettet.)

Analysearbeidet er ganske omfattende. Hver dag måles pH, farge, turbiditet og alkalitet på alle vanntyper. Likeledes måles klorrest og aluminiumsrest hver dag.

Bakteriologiske prøver tas på samtlige vanntyper hver dag, unntatt lørdag og søndag. Disse dager tas slike prøver bare på råvann og rentvann.

Filterprøver på alle vanntyper tas en gang i uken. En gang i uken bestemmes også mangan- og oksygeninnholdet for de forskjellige vanntyper.

Det er også en rekke andre forhold som registreres og rapporteres, råvanns-

temperaturer, lufttemperaturer, kjemikalieforbruk, effektforbruk, spylevannforbruk, vannleveranser til Ski—Ås, total produksjon etc.

Betjeningen har vakt hver 3. uke. Denne strekker seg fra kl. 15.30 til kl. 07.00 neste morgen, og i helgen fra kl. 15.30 fredag til kl. 07.00 mandag morgen.

Lørdag og søndag tas det en del analyser om morgenen, og i tillegg en fast inspeksjonstur om ettermiddagen.

## OMKOSTNINGER

### Anleggsomkostninger.

Omkostningene med utvidelsen omfatter foruten renseanlegget nye inntaksledninger i Gjersjøen, utvidelse av pumpestasjonen, fordryningsbasseng for spylevannsavløpet og en del utvendig ledningsanlegg tilknyttet dette. Totalt har det påløpt ca. 11,9 mill. kroner inkl. investeringsavgift, honorarer og skjønnerstatninger.

Ved vurderingen av omkostningene må det tas med at utvidelsen har foregått med anlegget i full produksjon, hvilket selvsagt har medført endel ekstra omkostninger.

Ved valg av renseprosess ble det ikke foretatt økonomiske beregninger. Valget ble hovedsaklig gjort på renseteknisk og miljømessig grunnlag, med vesentlig vekt på det siste.

På visse forutsetninger har en nå, etter at anlegget er bygget, foretatt en sammenligning mellom flotasjonsanlegget og et tenkt anlegg basert på sedimentering.

Beregningene viser at sedimentering ville blitt omlag 15% dyrere enn flotasjon. I denne beregning inngår bygninger og maskinelt utstyr.

### Driftsomkostninger.

Det er i første rekke interessant å se på driftsomkostningene ved flotasjon i forhold til sedimentering. Forskjell og likhet kan sammenfattes slik:

- likt kjemikalieforbruk
- mindre arbeide med slamfjerning og lavere forbruk av vann
- energiomkostninger til dispergeringsprosessen
- mere maskinelt utstyr, større vedlikeholdsomkostninger.

Dessuten kan tilføyes at lavere byggeomkostninger gir lavere kapitalomkostninger.

### STØYDEMPINGSTILTAK

Til slutt kan det være på sin plass å nevne litt om det arbeid som har vært utført med sikte på å dempe støy. Anlegget har en rekke maskiner som kan skape støyproblemer både for det eksterne og interne miljø, kompressorer, pumper, vibratorer, ventilasjonsanlegg.

De anlegg som ble oppført i 1. byggeperiode ble stort sett prosjektert i tidsrommet 1963—66, og man var ikke den gang like «støybevisst» som idag. Det ble likevel iverksatt visse tiltak for å redusere eksternt støy fra ventilasjonsanlegget.

Da prosjekteringen av siste byggetrinn tok til, eksisterte det fortsatt ingen retningslinjer for vurdering av støynivå. Man var imidlertid problemene mer bevisst enn tidligere, og tok på en annen måte hensyn til disse i selve prosjekteringsfasen. Dette gikk bl.a. på plassering og isolering av særlig støyende utrustning.

Før det nye anlegget var satt i drift, forelå SFT/Røykskaderådets retningslinjer for begrenning av støy og det forelå også

klare signaler om naboenes interesse for nettopp denne side ved anlegget.

Det ble derfor besluttet å gjennomføre en systematisk lydmåling med nevnte retningslinjer som referansenivå.

Det viste seg at man ikke helt ut klarte å overholde de krav som retningslinjene foreslår. Selv om ikke disse var vedtatt som krav av Oppedgård kommune, ble det besluttet å sette iverk en rekke tiltak for å tilfredsstille disse kravene. Samtidig tok man sikte på å bedre arbeidsmiljøet i det gamle anlegget, ved å bygge inn kompressorene med spesielle lydisolierende elementer.

I forholdet til naboene var det i første rekke ventilasjonsstøyen og støyen fra silovibratorene som var sjenerende. Det siste var uventet, da støyen fra vibratorene var liten sjenerende innenfor anlegget. I forbindelse med den nye utmateria er forøvrig vibratorene demontert og erstattet med en spesiell hammer som kun aktiviseres ved behov.

De tiltak som ble iverksatt viste seg å svare til forventningene idet støy som kan tilbakeføres til renseanlegget ikke går ut over det nivå som ansees å være akseptabelt i boligstrøk.