

# Utbyggingen av Skandinavias største vannrenseanlegg – nye Oset vannrenseanlegg i Oslo

Av Lars Enander og Jo Egil Sveen

Lars Enander er teknisk prosjektansvarlig i Osetprosjektet og ansatt i SWECO Grøner AS

Jo Egil Sveen er prosjektleder for Osetprosjektet og ansatt i Oslo kommune v/Vann- og avløpsetaten

*Innlegg på seminar i Norsk Vannforening 25. april 2006*

## Introduksjon

Arbeidene i tilknytning til utbyggingen av Nordens største kommunale vannrenseanlegg, Oslos hovedvannrenseanlegg Oset, ble startet opp i november 2003. Det nye anlegget skal stå ferdig i 2008. Nedenfor presenteres prosjektet med en statusbeskrivelse per vinteren 2007.

## Bakgrunn for Osetutbyggingen

De primære drivkreftene bak Osetutbyggingen er dels strengere krav til vannkvalitet, dels et ønske om en vesentlig høyere leveringssikkerhet på vannkilde- og vannrenseanleggssiden. Bystyret i Oslo fattet i 2002 vedtak om at Oset vannrenseanlegg skulle bygges ut innenfor en total kostnadsramme på 725 mill kr (inkl prisstigning).

## Vannkvalitetskrav

Kvaliteten på drikkevannet i Norge er regulert gjennom *Forskrift om vannforsyning og drikkevann* (Drikkevannsforskriften) fastsatt av Sosial- og helsedepartementet 4.12.2001. Kravene er spesifisert på 51 ulike parametere. I dag avviker drikkevannet på Oset alltid eller tidvis på 3 av parametrene:

- surhetsgrad (pH)
- farge (innhold av humus)
- turbiditet (grumsethet), meget sjeldent

I tillegg oppfylles ikke et generelt krav om at vannforsyningen skal ha minst to hygieniske barrierer (§ 14). Råvannskilden Maridalsvannet inneholder i dag for mye bakterier, og dagens restriksjoner i nedbørfeltet er derfor ikke en fullgod hygienisk

barriere. Det er også påvist klorresistente mikroorganismer (*Chlostridium perfringens*) i flere av råvannsprøvene. Denne situasjonen har utløst et krav fra helsemyndighetene om at Oset må få en vannbehandling som omfatter to hygieniske barrierer som også gir en tilfredsstillende beskyttelse mot klorresistente mikroorganismer.

#### Krav om økt leveringssikkerhet

Oset vannrenseanlegg og Maridalsvassdraget står for ca 85% av Oslos årlige drikkevannsforbruk. Hvis noe alvorlig skulle skje med Oset eller med Maridalsvannet, ville dette få katastrofale følger for vannforsyningen til Oslo i løpet av 4 – 6 timer. Sannsynligheten for en slik situasjon bedømmes som svært liten, men konsekvensen vil være meget stor. Oslo kommune har derfor vedtatt gjennom hovedplan for vannforsyning at Oslos fremtidige vannforsyningsystem skal bestå av tre vannkilder og tre vannrenseanlegg, der hvilken som helst av to vannkilder/vannrenseanlegg skal kunne erstatte for den tredje kilden/anlegget hvis denne/dette faller ut. Dette medfører et behov for å bygge ut et nytt transportsystem fra ytterligere en råvannskilde, ved siden av Elvåga, som forsyner Skullerud og Maridalsvassdraget, som er råvannskilden for Oset.

### **Sentrale premisser for Osetutbyggingen**

Følgende premisser er sentrale for design og prosessvalg for det nye vannrenseanlegget på Oset:

- Anlegget skal kunne behandle råvann fra to vannkilder, hvorav en er dagens råvannskilde, Maridalsvassdraget og den andre er enten Holsfjorden (del av Tyrifjorden i Buskerud) eller Langlivassdraget.
- Sikkerhetsfilosofien at et vannrenseanlegg skal kunne tas ut av drift, videreføres. Dette innebærer at det bygges to vannrenseanlegg på ett sted. Anleggene skal kunne drives separat, være lokalisert i separate brannceller, ha separat strømforsyning, ventilasjonssystem, redundant styringssystem, etc.
- Utbyggingen må finne sted mens det eksisterende anlegget skal drives kontinuerlig i hele byggeperioden.
- Det eksisterende mikrosilanlegget skal fungere som et reserveanlegg når det nye vannrenseanlegget foreligger.
- Det er stilt krav til mekanisk redundans for alle komponenter på anlegget slik at bortfall av hvilken som helst komponent ikke skal få noen konsekvenser for den samlede behandlingsskapasiteten.
- Meget liten kapasitet på avløpsledningsnett ut fra anlegget innebærer at nesten alt vann i vannbehandlingsprosessen må resirkuleres. Det er stilt krav til maksimalt 10 l/s avløpsvann fra anlegget, inkludert den delen som kommer fra prosessen.

- Avløpsvann fra vannbehandlingsprosessen vil kunne inneholde mikroorganismer som er fremmede i Maridalsvassdraget. Det er særlig en viss uro knyttet til lakseparasitter, vasspest og krepspest. Selv om avløpsvannet vil bli avledet via det kommunale avløpssystemet vil det alltid foreligge en risiko for overløpsutslipp fra avløpsledningsnett og dermed kontaminering av nedstrøms vassdrag. Dette er begrunnelsen for at det i prosjektet er stilt krav til behandling av avløpsvannet fra vannbehandlingsprosessen slik at levende organismer ikke skal kunne overføres fra et vassdrag til et annet.

## Oppgraderingen av Oset vannrenseanlegg

### Generell prosjektinformasjon

De viktigste oppgavene for det nye anlegget blir å levere bakteriologisk tilfredstillende vann, redusere fargekonsentrasjonen (humus) i råvannet, justere pH-verdien og øke alkaliteten i det behandlede vannet. Dessuten vil anlegget være forberedt for tilkøpling til en alternativ råvannskilde for å redusere avhengigheten til Maridalsvannet som råvannskilde.

Det nye Oset vannrenseanlegg vil være 2 uavhengige vannrenseanlegg som ligger inntil hverandre i fjell, med en behandlingsskapasitet på til sammen 390.000 m<sup>3</sup>/døgn. 90 prosent av Oslos befolkning vil i fremtiden få vann fra Oset, og 10 prosent fra Skullerud vannrenseanlegg, som allerede i dag tilfredsstiller vannkvalitetskravene i drikkevannsforskriften.

Nye Oset vannrenseanlegg bygges i

fjell. Anlegget utformes så kompakt som mulig for å begrense fjelluttaket. Det bygges to hovedhaller med felles kjøreadkomst for levering av kjemikalier og henting av slam. I hver hovedhall bygges det et separat vannrenseanlegg. De to hovedhallene har en bredde på 27 m, en høyde på ca 16 m og en lengde på ca. 150 m. Det er sprengt ut ca. 140.000 m<sup>3</sup> fjell.

Avstanden til det eksisterende vannrenseanlegget er på det minste ca. 10 m. Det har vært en stor utfordring i prosjektet å utføre tunge sprengningsarbeider, samtidig med at produksjonen av drikkevann til Oslos befolkning må opprettholdes til enhver tid.

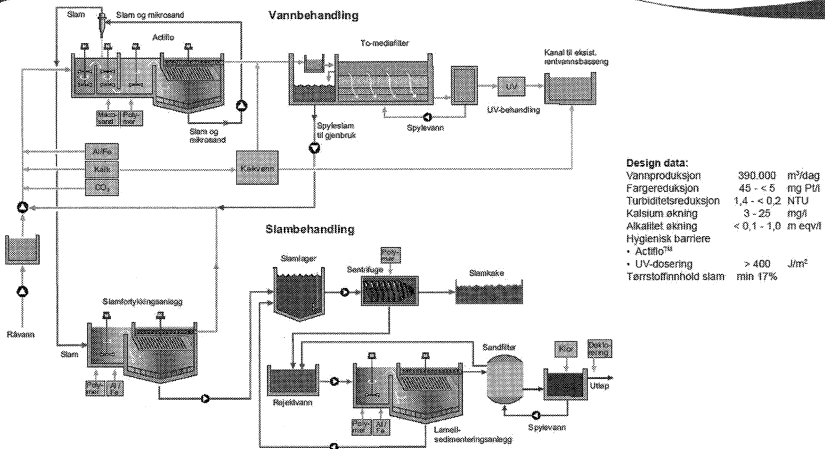
Utbyggingsarbeidene utføres av et konsortium bestående av norske AF Skandinavia og danske Krüger basert på en totalleveransekontrakt.

### Vannbehandlingsprosessen

Osets nye vannbehandlingsprosess er en kombinasjon av Actifloprosessen med høyhastighetsfiltrering og desinfisering. Prosessen er mer inngående beskrevet i en artikkel av Christian Stamer fra Krüger AS i VANN nr 3/2006.

Vannet fra Maridalsvannet, og i fremtiden også fra enten Langliavassdraget eller Holsfjorden, vil bli behandlet med følgende hovedelementer:

- Alkalisering
- Koagulering, flokkulering, sedimentering, pH-justering og filtrering i to-media filter (første hygieniske barriere)
- UV-desinfisering (andre hygieniske barriere)



Figur 1. Vannbehandling og slambehandling ved Oset vannrenseanlegg

Hvert anlegg vil ha to Actiflo linjer og sju filterenheter. Dimensjonering av anlegget er basert på en fargeverdi på 45 mg Pt/l og en turbiditet på 1,4 NTU. Anlegget kan med redusert kapasitet behandle vann med en farge på 70 mg Pt/l, hvilket gir stor fleksibilitet i forhold til fremtidige råvannskilder.

*Alkalisering og kjemisk felling*

For alkaliseringen benyttes karbondioksyd (CO<sub>2</sub>) som blir løst opp i en liten sidestrøm og doseres inn på råvannet før koagulanten. Kalsiumhydroksyd doseres i tilløpskanalene som kalkvann sammen med CO<sub>2</sub>.

For å få dannet fnokker blir deretter en koagulant tilsatt råvannet og blandet i en intens omrøringszone. Anlegget er utformet slik at både jern-

og aluminiumsbaserte koagulanter kan benyttes.

Actiflo er en kompakt vannbehandlingsprosess av konvensjonell type som bruker mikrosand som kjerne for fnokkdannelsen. Fnokkene med sand som kjerne, har gode sedimenteringsegenskaper som tillater høy overflatebelastning og korte oppholdstider, og resulterer dermed i kompakte sedimenteringsenheter.

Actifloprosessen består av følgende 4 enheter:

- ✓ *Flokkuleringsbasseng.* I flokkuleringsbasseng koagulerer farge og små partikler i råvannet sammen med koagulant til fnokker under omrøring.

✓ *Injeksjonsbasseng.* Vannet strømmer inn i injeksjonsbassenget der mikrosand blir tilsatt og blandet inn i vannet under omrøring.

✓ *Modningsbasseng.* Vannet fortsetter til modningsbassenget der det blir tilsatt organisk polymer. Polymeren binder mikrosanden og fnokkene sammen til større, lett sedimenterbare fnokker. Bassenget er utstyrt med omrørere.

✓ *Lamellsedimenteringsbasseng.* I lamellsedimenteringsbassenget vil fnokkene sedimentere hurtig grunnet mikrosanden. Vertikal strømningshastighet mellom lamellene er 50 - 60 m/h. Vannet strømmer gjennom lamellene og deretter over en utløpsterskel.

#### *Filtrering*

Etter fellingen etterpoleres vannet i to-media høyhastighetsfiltre. Restkonsentrasjoner av jern eller aluminium fjernes i filterene. Hvert anlegg vil ha 7 parallelle filterenheter, hvor hvert filter har en overflate på 70 m<sup>2</sup>. Filterene vil bli tilbakespylt med luft med hastighet 60 m/h etterfulgt av luft og vann samtidig, for så å spyles kun med vann. Vann til spylingen av filterene hentes fra et separat basseng med ikke desinfisert vann.

#### *Desinfisering*

Desinfiseringstrinnet er anleggets andre hygieniske barriere.

#### *UV-behandling*

UV-anlegget er dimensjonert for full vannmengde med to UV-reaktorer i

drift og ytterligere en UV-reaktor i reserve i hvert anlegg. UV-dosen måles og beregnes ut fra krav til biodosimetrisk overvåkning og tar hensyn til vannets UV-transmisjon, anleggets hydrauliske belastning og lampenes aldring.

#### *Klorering*

Det gamle klogassanlegget i det eksisterende anlegget er ombygget til et kloranlegg basert på dosering av natriumhypokloritt. Denne desinfiseringen er primært en reservedesinfisering ved utfall av en av de øvrige hygieniske barrierene i anlegget.

#### *pH-justering*

Vannets pH-verdi blir justert med tilsetning av kalsiumhydroksyd (Ca(OH)<sub>2</sub>), som blir tilsatt som mettet kalkvann. Dette finner sted mellom sedimenteringsenhetene og filterene hvis jernbaserte koagulanter benyttes som fellingskjemikalie og etter UV-anleggene hvis aluminiumsbaserte koagulanter benyttes.

#### *Slambehandling*

Vannverksslammet fra vannbehandlingsprosessen behandles i to separate slambehandlingsanlegg som tilhører hvert enkelt av de to vannbehandlingsanleggene. Slambehandlingen består av slamfortykking og slamavvanning. I tilknytning til slamfortykkingen tilsettes jernklorid og polymer. Fortykkingen finner sted i kompakte gravitasjonsfortykkere med lameller. Fortykket slam føres til et slamlager og pumpes videre til slamavvanning i sentrifuger.

Slamlager og sentrifuger er dimen-

sjonert slik at slamavvanningen kun må pågå i ordinær arbeidstid, 5 dager i uken, 8 timer pr dag. Det er stilt krav til en minste tørrsubstans på 17 % i det avvannede slammet.

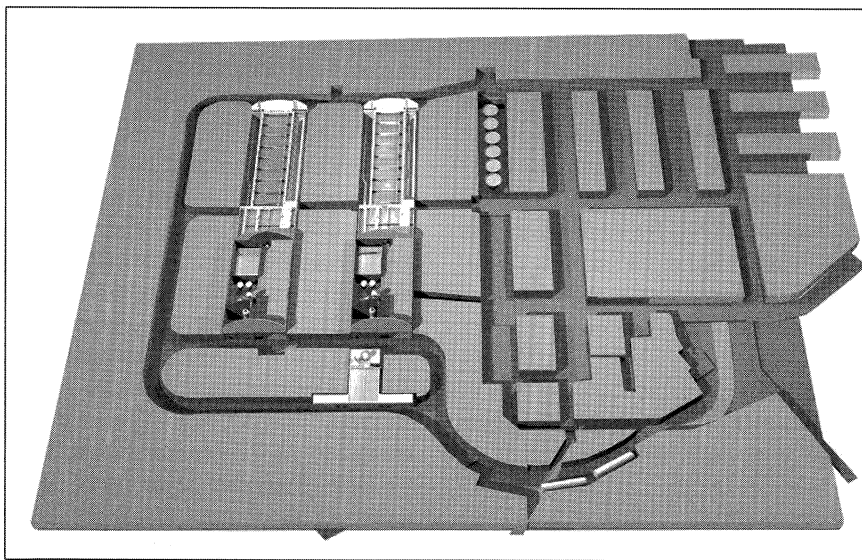
### *Rejektvannsbehandling*

Siden Oset skal behandle råvann fra andre vannkilder enn Maridalsvassdraget inngår en rejeckt vannsbehandling som skal forhindre at fremmede organismer når Maridalsvassdraget (Akerselva). Det er videre stilt krav til blant annet aluminiumskonsentrasjon, pH og suspendert stoff. Vannet tilsettes polymer og fellingskjemikalie og fnokkene separeres i et lamell-sedimenteringsanlegg. Rejeckt vannet etterpoleres videre i et sandfilter. Rejeckt vannsbehandlingen avsluttes med klorering med etterfølgende deklorering.

## **Gjennomføring og status i den pågående utbyggingen vinteren 2007**

### Utsprengning og borttransport av sprengstein

Den første fasen av utbyggingen av nye Oset vannrenseanlegg var merkbar for nærmiljøet på Kjelsås i Oslo. Utsprengning av ca 140.000 m<sup>3</sup> fast fjell genererte ca 15.000 lastebillasser med sprengstein som passerte boligområder på vei ut til hovedveinettet. Utsprengningen ble startet opp i slutten av 2003 og holdt på til januar 2005. Valg av veitraseer og begrenning av transporter utenom hverdager mellom kl 07.00 – 22.00 innebar at trafikkavviklingen gikk bedre enn mange fryktet da massetransportene startet opp.



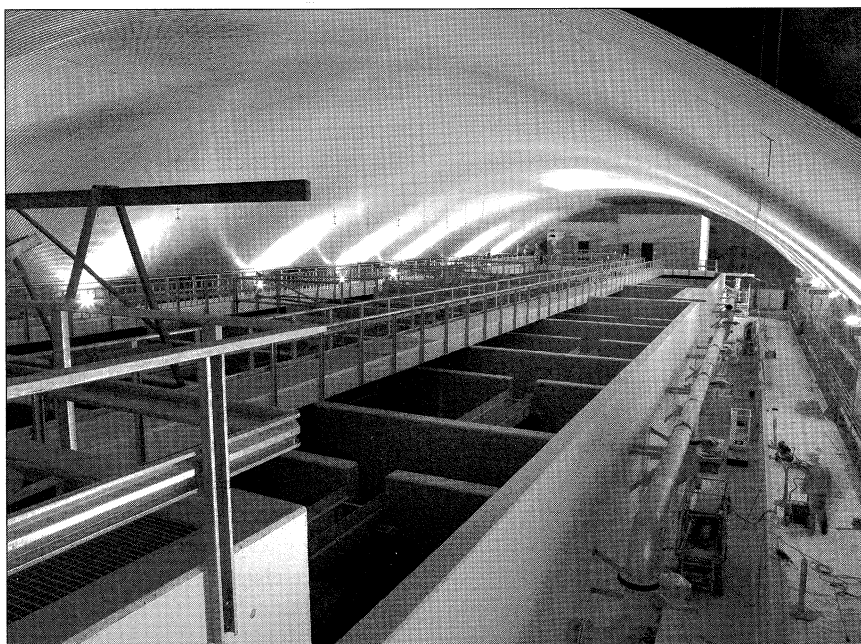
Figur 2. Oversikt over Oset vannrenseanlegg

Oppfølging av rystelser var et sentralt fokusområde i løpet av hele utspregningen på grunn av nærheten til teknisk utstyr og konstruksjoner i det eksisterende anlegget. I tillegg medførte injisering av sementbaserte tetningsmaterialer under høyt trykk, for å redusere innlekking av grunnvann i de nye fjellhallene, behov for spesiell oppmerksomhet. Utfordringen var å unngå at injiseringsmaterialet kom på ville veier i det eksisterende anlegget.

Utsprengningen av fjellhallene foregikk uten noen konsekvenser for driften av eksisterende vannrenseanlegg, og uten noen spesielle skader på eksisterende utstyr eller konstruksjoner.

### Betongarbeider

Grunnarbeider og fundamentering av de nye betongkonstruksjonene startet opp umiddelbart etter at sprengningsarbeidene var ferdige i januar 2005. Betongarbeidene startet med de konstruksjonsdeler som ligger lavest i anlegget, dvs råvanns- og rentvannskanaler, mellom-pumpestasjon, tømme- og dreisvannspumpestasjoner, spylevannspumpestasjon og UV-anlegg. Betongarbeidene har vært krevende med flere konstruksjoner med små toleranser og kompleks geometri. For å få best mulig arbeidsmiljø og rasjonell fremdrift er betongen blitt pumpet ut til de pågående arbeidene fra en betongmottaksstasjon. Dette har redusert behovet for å benytte motoriserte kjøretøyer inne i



fjellhallene. Betongarbeidene pågikk i nærmere 2 år frem til desember 2006.

Stålarbeider, slik som kraner, trapper og rekkverk, har pågått parallelt med avslutningsfasen på betongarbeidene.

Alle betongflater i anlegget skal overflatebehandles med enten epoksybehandling eller maling. Dette arbeidet er per februar 2007 inne i en slutfase. Noen arbeider vil av praktiske grunner dog utestå til nærmere slutføringen av hele prosjektet.

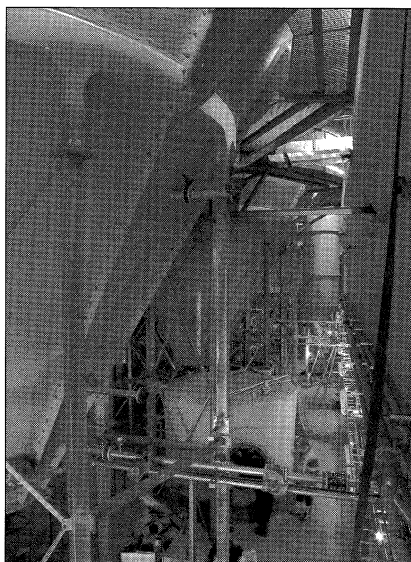
### Installasjonsarbeider

Betongarbeidene er etterfulgt av montasje- og installasjonsarbeider fra senhøsten/vinteren 2006/2007. Det maskintekniske montasjearbeidet startet opp i 2006 og forventes å pågå frem til høsten 2007. Det pågår stor aktivitet i de to parallelle fjellhallene med montasje av rør og maskinelt utstyr. Øvrige installasjonsarbeider omfattende elektro, VVS og SRO er også startet opp og forventes å ferdigstilles i løpet av 2007. De samlede montasje- og installasjonsarbeidene i det nye vannrenseanlegget er meget omfattende, og det er en utfordring å koordinere arbeidet innenfor et begrenset geografisk område med pågående arbeider for de ulike fagområdene parallelt.

Uttesting og innkjøring av det nye anlegget forventes å bli startet opp høsten 2007 og pågå utover vinteren/våren 2008 frem til overlevering i mai 2008.

### Gjennomføringen så langt

Prosjektet er så langt gjennomført både innenfor gjeldende kostnads-



rammer og i henhold til fremdriftsplan. Prosjektet har etter ca 580.000 arbeidstimer ikke hatt arbeidsuhell som har resultert i fravær fra arbeidet.

Når de tekniske installasjonene er på plass en gang i høst begynner prosjektets mest spennende fase med innkjøringen av anleggene. Det er mange komplekse delsystemer som skal fungere, både hver for seg og som en helhet. Det finnes svært begrensede erfaringer med denne prosess-tekniske kombinasjonen med de inngående prosessene for vannbehandling, slambehandling og rejektvannsbehandling på nye Oset vannrenseanlegg, og innkjøringen og oppstarten av det nye vannrenseanlegget. Det er i denne avsluttende fasen før overlevering av anlegget vi får svaret på om anlegget klarer å oppfylle alle definerte ytelseskrav innenfor prosjektets rammer.