

Utbygging av Bekkelaget renseanlegg til nitrogenfjerning

Utbyggingsplaner og status

Av Arne Rosendahl

Arne Rosendahl er overingeniør i Oslo Vann- og avløpsverk

Foredrag ved NORVARs juleseminar
20.12. 1994

Innledning

Bystyret i Oslo vedtok 26.05.93 at Bekkelaget renseanlegg skulle bygges ut for nitrogenfjerning i fjell med aktivslam som rensemetode. Anlegget skulle utføres i henhold til alternativ 4 i teknisk/økonomisk analyse. Anleggs-kostnadene var beregnet til 135 mill. kr under følgende forutsetninger: prisenivå 1. kvartal 1992, nøyaktighet +/- 10%, steinmassene dumpes på Kongshavn, intet "uforutsett" er medtatt.

Krav fra Fylkesmannen var at anlegget skulle være ferdig 01.01.96.

Til nå er det utbetalt ca. 65 mill. kr for prosjektering, utførte entrepriser og bestilt maskinelt utstyr. Det er inngått avtaler for ytterligere ca. 24 mill. kr for levering av maskinelt utstyr. Anlegget er ferdig detaljprosjektet, og anbuds-materiale for alle arbeider er ferdig utarbeidet. Det gjenstår kun å innhente tilbud på El, styring og overvåking.

Prosjektgjennomføring, Historikk, status pr. desember 1994

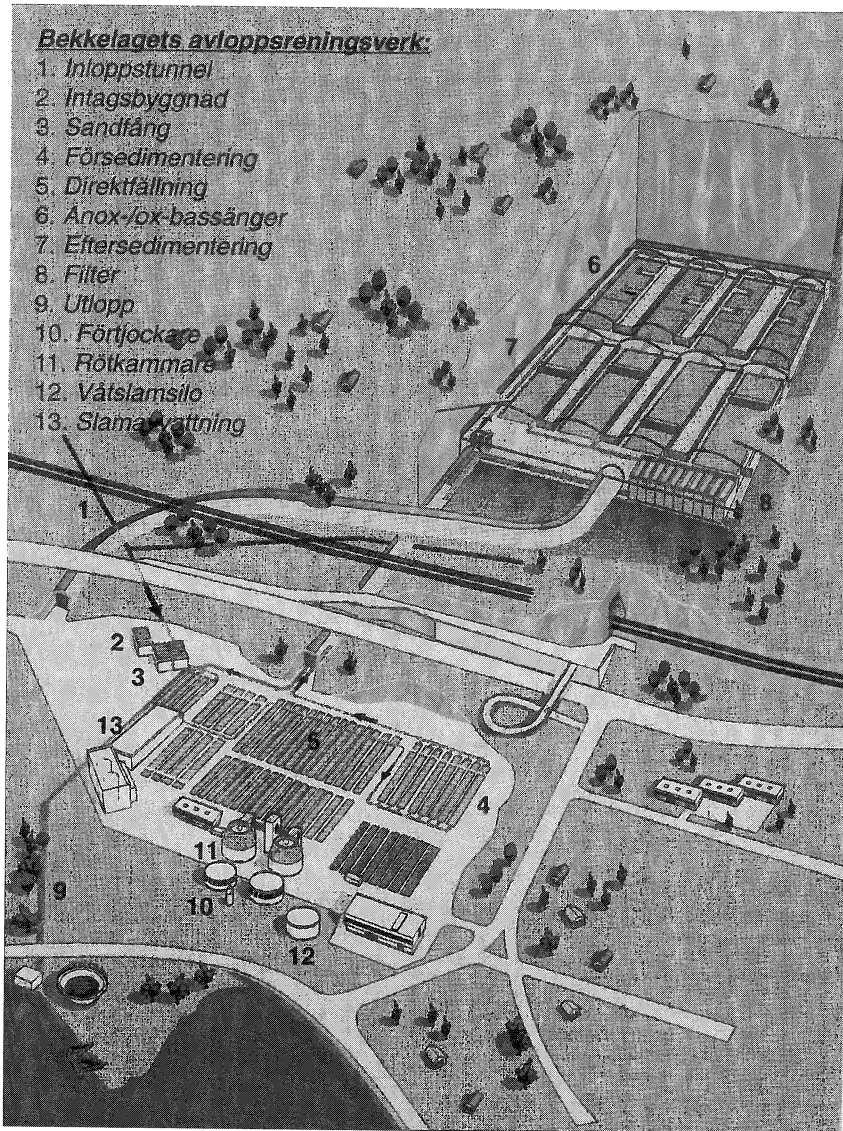
Det var tidlig klart at arbeidet med anlegget skulle utføres etter tradisjonell byggherrestyrt entrepriserform, med innhenting av separate tilbud for fjell, bygg, maskinleveranser, El. og VVS.

Anlegget kunne tilpasses tidligere forslag til reguleringsplan for Bekkelaget 2, i fjell. For å vinne tid ble det besluttet å starte bygging av adkomsttunnel mens man detaljprosjekterte anlegget. Arbeidet med adkomsttunnellen (40 m² tverrsnitt, 6 m kjørebredde og ca. 300 m lengde, 12.000 m³ fast fjell) ble startet i august 1993, og avsluttet ved utgangen av oktober samme år. Arbeidet ble fullført innen kontraktsum på 6 mill. kr.

I løpet av arbeidene med adkomsttunnellen ble det besluttet å gjennomføre separate entrepriser for fjell og bygg. Dette igjen for å vinne tid, samtidig som man ville få et vesentlig mer detaljert og sikrere tilbudsmateriale for øvrige arbeider.

Bekkelagets avloppsreningsverk:

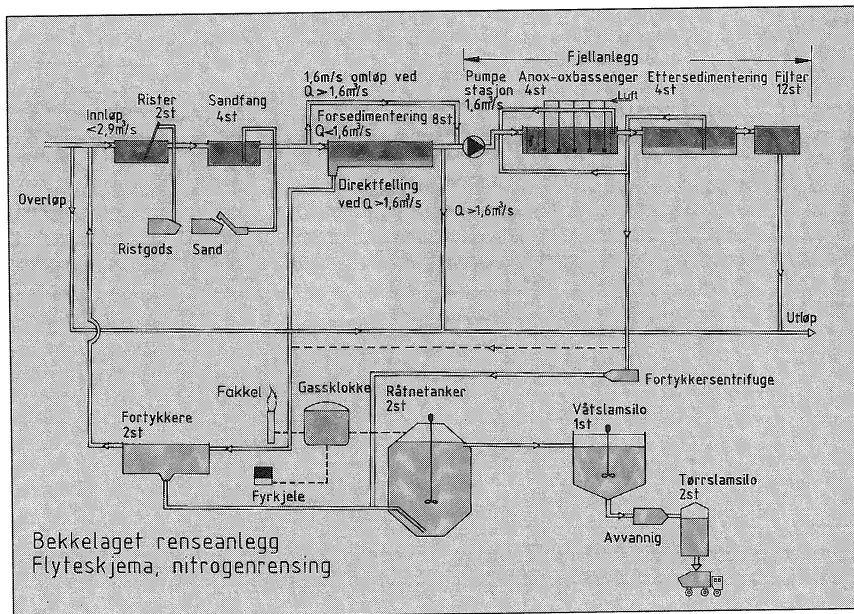
1. Inloppstunnel
2. Intagsbyggnad
3. Sandfang
4. Førsedimentering
5. Direkrfällning
6. Anox-/ox-bassänger
7. Eftersedimentering
8. Filter
9. Utlopp
10. Förtjockare
11. Röt-kammare
12. Våt-slamsilo
13. Slama-vrättning



Figur 1. Bekkelaget renseanlegg i fugleperspektiv, fjellhallene «avdekket».

Arbeidet med fjellentreprisen startet i november -93 og ble avsluttet i første uke av september -94 (en uke forsinket), innen kontraktsummen (ca. 32 mill.

kr). Innen fjellentreprisen er det tatt ut 220.000 m³ fast fjell. Fjellarbeidene ble således fullført på 38 mill. kr., 1 mill. kr. over anslag fra 1992.



Figur 2. Flyteskjema.

Maskinleveransene til anlegget ble delt i 5 større entrepriser. Avtaler om disse ble inngått vinteren og våren 1994 med samlet kontraktsum 34 mill. kr., 1 mill. kr over anslag fra 1992.

Høsten 1993 ble kostnadene for anlegget gjennomgått, og revidert med hensyn til prisstigning, lengre steintransport pga. stengning av Kongshavn, og tiltak på eksisterende anlegg, til totalt 156 mill. kr. Dette ble fremmet for sentraladministrasjonen i februar 1994, og vedtatt som revidert budsjett for anlegget av bystyret 18.05.94.

I løpet av vinteren/våren 1994 ble det klart at det ble en ytterligere økning av kostnadene for anlegget, primært på bygningsarbeidene og prosjektering. Dessuten ble det tatt med kostnader for diverse arbeider og usikkerhet som ikke

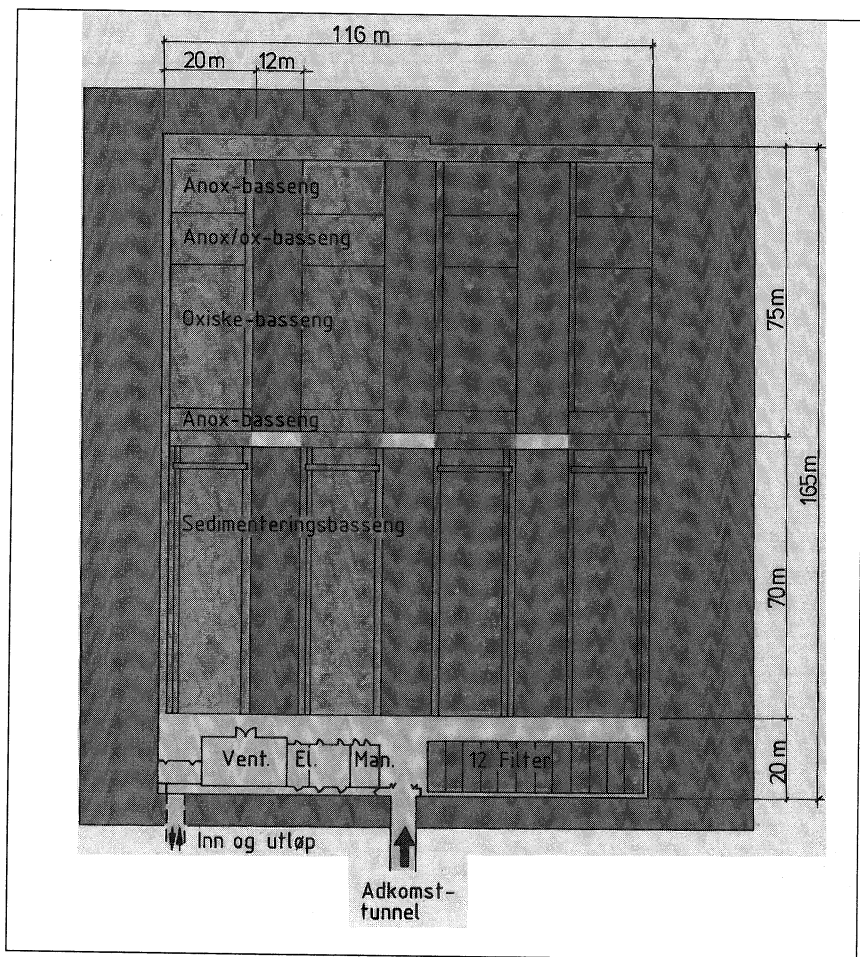
var med i forprosjektet. Kostnadsøkningen for bygningsmessige arbeider ble verifisert da anbudene på disse arbeidene kom inn i begynnelsen av august -94. Inklusive en post for diverse og usikkerhet lød kostnadskalkyle for anlegget høsten 1994 på 195 mill. kr.

På denne bakgrunn stanset byråden for miljø og samferdsel i månedsskiftet august/september 1994 for inngåelse av nye kontrakter for anlegget. Man var da klar til å gjøre avtale om bygningsmessige arbeider, og starte disse omgående for ferdigstilling av anlegget til 01.01.96. Denne stopp ble forlenget av bystyret i møte 14. desember. Bystyret vedtok at muligheter og kostnader for overføring og rensing av avløpsvannet fra Bekkelaget ved VEAS skal utredes

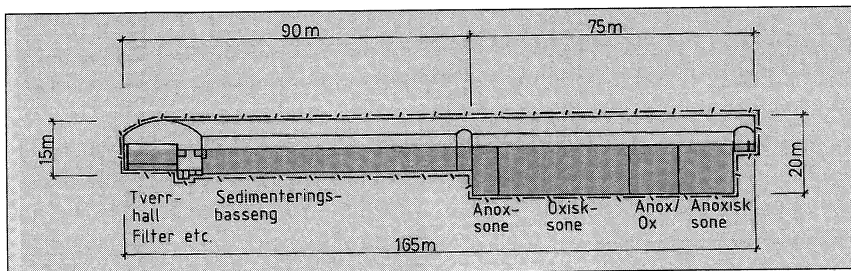
på ny. Dette skal vurderes mot fortsatt utbygging av anlegget på Bekkelaget. Etter at man fikk avslag på utbygging av containerhavn på Filipstad er det stort behov for arealer til slikt formål. Det skal derfor vurderes å benytte arealene på Bekkelaget til havneformål.

Kostnadsøkningen skyldes i svært liten grad forandringer av anlegget, eller masse-

økninger, men et for lavt anslag av de aktuelle kostnadene i teknisk/økonomisk analyse og forprosjekt. Anlegget har en nøktern utførelse. Tross de nå kjente kostnadene er anlegget i henhold til vurdering fra fylkesmannen meget kostnads-effektivt. Årskostnaden pr. kg fjernet nitrogen er beregnet til 48,30 kr etter siste kostnadsoverslag. Dette er betydelig la-



Figur 3. Fjellhallene, plan.



Figur 4. Fjellhallen, snitt.

vere enn de fleste nitrogenfjerningsanlegg som skal bygges i Norge.

Anleggets utforming

Anlegget skal kunne ta imot inntil 2,9 m³/s. Anlegget for nitrogenfjerning er dimensjonert for en midlere hydraulisk belastning på 1,45 m³/s, men skal belastes med inntil 1,6 m³/s. Vannmengder ut over 1,6 m³/s skal behandles mekanisk/kjemisk ved direktefelling.

Midlere stoffbelastning til anlegget er satt til 130 mg/l BOF, 3,5 mg/l P, og 28,5 mg/l N. Det er krevet minimum renseseffekt på 90% for BOF, 95% for P og 70% for N. Det er imidlertid uklart hvordan utslippskravene skal tolkes med hensyn til overløpsvann, og konsesjonen er derfor anket.

Deler av eksisterende anlegg på Bekkelaget benyttes til forbehandling og forsedimentering/direktefelling. Biologisk/kjemisk rensing og filtrering for fjerning av nitrogen og fosfor skal skje i fjellanlegget. Fig. 1 viser anlegget i fugleperspektiv, med fjellhallene "avdekket". Fig. 2 viser flyteskjema for anlegget, fig. 3 plan av fjellanlegget, og fig. 4 snitt gjennom fjellanlegget.

Forbehandling

Avløpsvannet passerer først 2 MEVA trapperister med 3 mm spalteåpning. Deretter fordeles vannet på 4 parallelle luftede sandfang.

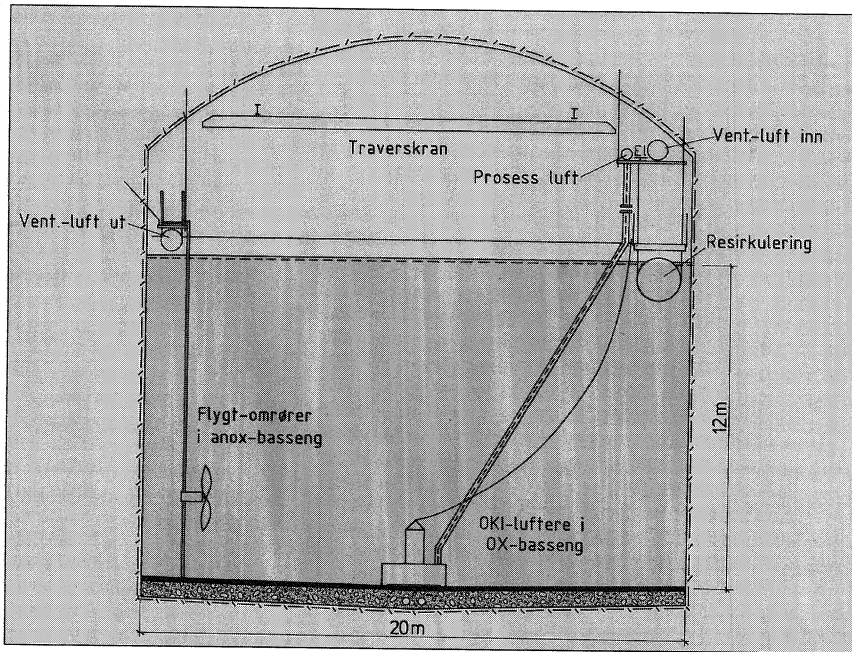
Ristgods går via avvannings- og transportskrue til container. Sand transporteres via sandavvanner til samme container. Ristgods og sand deponeres på Grønmo fyllplass.

Forsedimentering / direktefelling

Sedimenteringsbassengene ved "ny" del av eksisterende anlegg benyttes til forsedimentering og direktefelling. Bassengene har en samlet overflate på 1500 m². Dette gir en overflatebelastning ved Q_{dim} på 1,45 m³/s (5220 m³/h) på 3,5 m/h.

Ved vannmengder opp til 1,6 m³/s benyttes sedimenteringsbassengene til forsedimentering før avløpsvannet ledes inn i fjellanlegget.

Når vannmengdene til anlegget er over 1,6 m³/s, ledes 1,6 m³/s direkte inn i fjellanlegget uten forsedimentering. Avløpsvannet er i slike tilfeller tyn-



Figur 5. Anox-/oxbasseng, tverrsnitt

ner. Vannmengder ut over 1,6 m³/s, opp til 2,9 m³/s ledes gjennom forsedimenteringsbassengene, og felles med jernklorid.

Biologisk / kjemisk rensing (fig. 5)

Avløpsvannet føres med selvføll inn i fjellanlegget. Her pumpes det (kapasitet 1,6 m³/s) opp i tilførselskanal, føres innerst i anlegget og fordeles på fire parallelle linjer. Anlegget er prosjektert med aktivslamprosessen som hovedprinsipp. Etter siste konsept er biosteget et fordenitrifikasjonsanlegg eventuelt med simultanfelling, og med en mindre anoxisk sone for etterdenitrifikasjon foran sedimenteringsbassengene.

Biosteget har 4 parallelle linjer, hver med 20 m bredde, 12 m vandedybde og lengde på 65 m, totalt volum ca. 63.000 m³. Dette gir oppholdstid beregnet på Q_{dim} på ca. 12 h i biosteget. I tillegg er det en deoksygeneringssone på 2000 m³ før sedimentering. Biosteget er delt inn i anoxiske og oxiske soner, som er justerbare. Nitrifikasjon er den mest ømfintlige prosessen i anlegget. Det er viktig at denne prosessen opprettholdes til enhver tid. Prosessen går langsommere ved lave temperaturer. Det er derfor lagt inn mulighet for å øke volumet av den oxiske sonen vinterstid. Denitrifikasjon kan i denne perioden opprettholdes ved tilsats av karbonkilde (metanol) i den siste anoxiske sonen.

Biosteget har først en anoxisk sone for fordenitrifikasjon på 13.000 m³. Derneft er det en anoxisk/oxisk sone på 17.000 m³ som benyttes til nitrifikasjon vintertid og fordenitrifikasjon sommerstid. Heretter følger en oxisk sone for nitrifikasjon på 25.800 m³, og til slutt en anoxisk sone for etterdenitrifikasjon på 7.000 m³.

En vann/slam-blanding 3 ganger Q_{dim} føres direkte i retur til innløpet av biosteget. Resten føres videre til sedimenteringsbassengene.

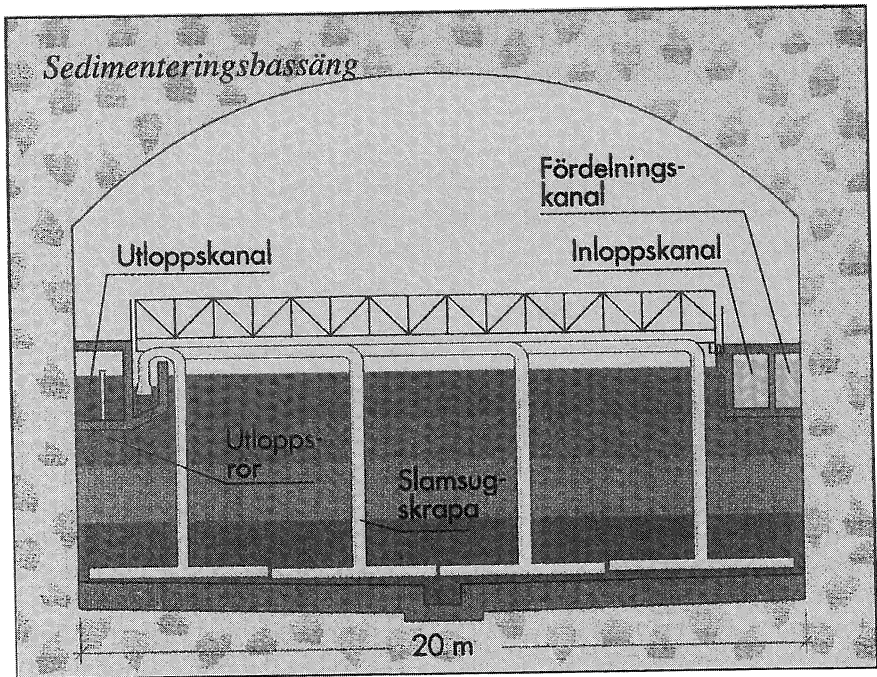
I anoxiske soner er det plassert Flygt "bananomrørere". I oxiske og anoxisk/oxiske soner er det 20 OKI turbinluftere med turtallsregulering for optimalisering av energiforbruket, 5 i hver linje. Disse

lufterne kan flyttes. Når anoxisk/oxisk sone drives oxisk er oksygenbehovet stort i dette området. Det vil da være 2 luftere i området. Når sonen drives anoxisk flyttes en lufter til oxisk sone. Den som er tilbake benyttes som omrører uten lufttilførsel. Størrelsen på de ulike sonene vil kunne forandres avhengig av de erfaringer som høstes under drift av anlegget.

Jernsulfat vil eventuelt bli benyttet for simultanfelling av fosfor i den biologiske prosessen.

Ettersedimentering (fig. 6)

Fra biosteget føres vannet til 4 sedimenteringsbasseng. Hvert basseng har bredde på 20 m, effektiv lengde ca. 65 m og vanddybde 6 m. Samlet over-



Figur 6. Sedimenteringsbasseng, tverrsnitt.

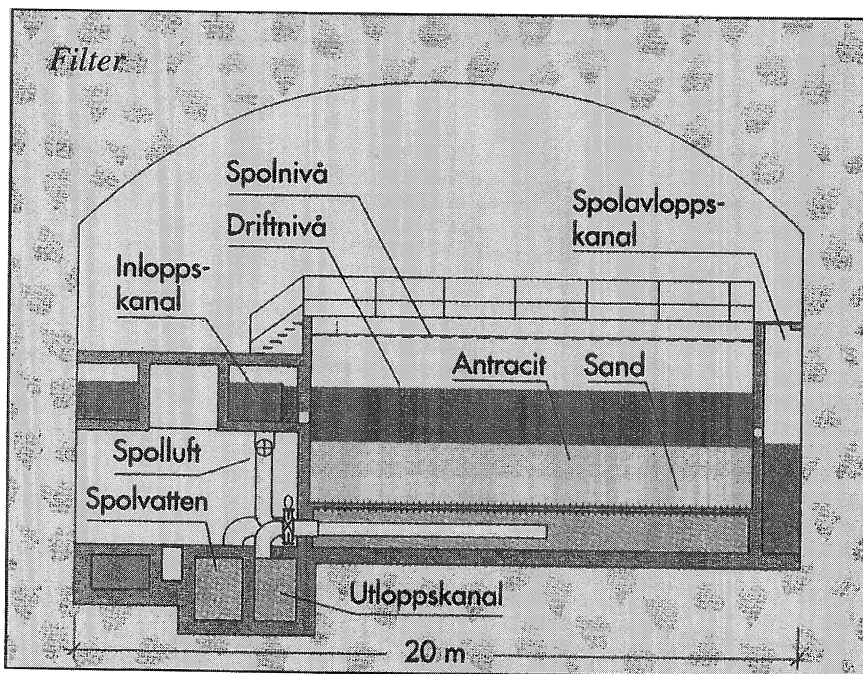
flate er ca. 5.200 m², og overflatebelastning ved Q_{dim} ca. 1 m/h.

Bassengene utføres som tverrstrøms enheter. Dvs. at avløpsvannet ledes inn og fordeles fra kanal langs hele langsiden av bassengene, og strømmer tvers over til avløp fordelt langs hele den andre langsiden. Bassengene utstyres med sugeslamskraper. Disse suger slammet etter hevertprinsippet til avløpskanal som fører til pumpekammer i tverrhallen. Herfra pumpes slam i retur til innløp av biosteget. Overskuddsslam pumpes til slambehandling i eksisterende uteanlegg.

Filtrering (fig. 7)

For å sikre tilfredsstillende kvalitet på

avløpet er anlegget prosjektert med filtrering som siste prosess. 12 konvensjonelle nedstrøms tomedia filtre (antrasit og sand) er plassert i tverrhallen. Hvert filter har et areal på 4 x 12,5 m. Samlet filterflate er således 600 m², og filterhastighet ved Q_{dim} er 8,7 m/h. Ved behov er det mulig å foreta kjemisk felling med jernklorid på filterne for å sikre resultatene, spesielt for fjerning av fosfor. I Sverige er det anlegg hvor man i tillegg doserer metanol, og foretar etterdenitrifikasjon på filterne for ytterligere å bedre resultatene også for fjerning av nitrogen. Prof. H. Ødegaard har anbefalt å ikke blande denne prosessen med filtreringsprosessen, men heller oppnå tilfredsstil-



Figur 7. Filter, snitt.

lende nitrogenfjerning ved å ha det mindre volumet for etterdenitrifikasjon i biosteget, som beskrevet foran.

Avslutning

Frem til september 1994 har det vært hektisk aktivitet ved anlegget. I 1994 har man hatt 35 ulike delkontrakter

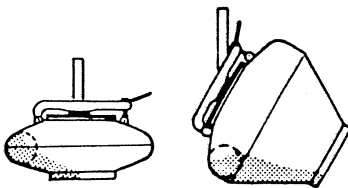
under arbeide, med et forbruk på ca. 45 mill. kr. Siden september har det vært pålagt stans for inngåelse av nye avtaler, og etter bystyrevedtak om fortsatt stans i desember er aktiviteten innstilt. Det foregår nå utredninger om anleggets fortsatte skjebne, og reforhandling av inngåtte avtaler.

MFT
Miljø- og Fluidteknikk A/S



FluidCon

Virvelkammeret for alle behov på avløpsnettet.



Familie med ca. 400 ulike varianter. Stort strømningsviersnitt og høy driftssikkerhet.

Nye Vakåsvei 8C
N-1360 Nesbru

Tlf. 66 84 88 44
Fax 66 84 88 42