

Utslipp til vann og rens tiltak ved polyolefinanleggene i Bamble

Av Roy Ødegaard.

Roy Ødegaard er siv.ing. fra NTH i 1974 og ansatt i Saga Petrokjemi a.s. & Co.

Innlegg holdt på seminar i Norsk Forening for Vassdragspleie og Vannbygiene i Porsgrunn 1. juni 1978.

Innledning

Utslipp til vann fra petrokjemisk industri er i høyeste grad avhengig av prosess og den behandling avløpsvannet får. En spesifikk oversikt over de forurensninger denne mangfoldige industri medfører kan ikke bli gitt her. Generelt kan det sies at med nåtidens utstyr, prosesser og renseanlegg blir utslippene betydelig mindre enn de var fra tilsvarende eldre industri. Bygging av avanserte vannrenseanlegg løser imidlertid ikke alene eventuelle forurensningsproblemer.

I petrokjemisk industri er det ofte en nær sammenheng mellom utslipp til vann og utslipp til luft. Behandling av vann i oljeseparatorer, luftebasseng og utjevningsbasseng kan forårsake økede utslipp av flyktige hydrokarboner til luft.

Også slammet fra vannrenseanleggene må behandles og disponeres slik at en ny forurensning blir unngått.

Polyolefinanleggene:

I det følgende vil forventede utslipp til vann og rens tiltak ved polyolefinanleg-

gene i Bamble bli omtalt. Fig. 1 gir en oversikt over den petrokjemiske industri i Bamble. Ved polyolefinanleggene skal det produseres polypropylen (PP), myk polyetylen (PEL) og hard polyetylen (PEH). Råstoffene er primært etylen og propylen som overføres til polyetylen og polypropylen med lavt forbruk av andre kjemikalier.

Frierfjorden er en høyt utslippsbelastet resipient, tilleggsbelastningen fra polyolefinanleggene blir imidlertid liten. En oversikt over utslipp til fjordsystemet er vist på fig. 2. Tallene er hentet fra en NIVA rapport utgitt i 1973. Utslippene er siden redusert.

UTSLIPP TIL VANN FRA ANLEGGENE

Lite bruk av prosessvann er karakteristiske for de tre fabrikkene. Det største problemet med utslipp til vann kan vise seg å bli de forurensningene som følger med sterke regnfall over prosessområdene.

PEL-anlegg

Etter å ha passert en ekstruder blir plastproduktet avkjølt og kuttet opp til

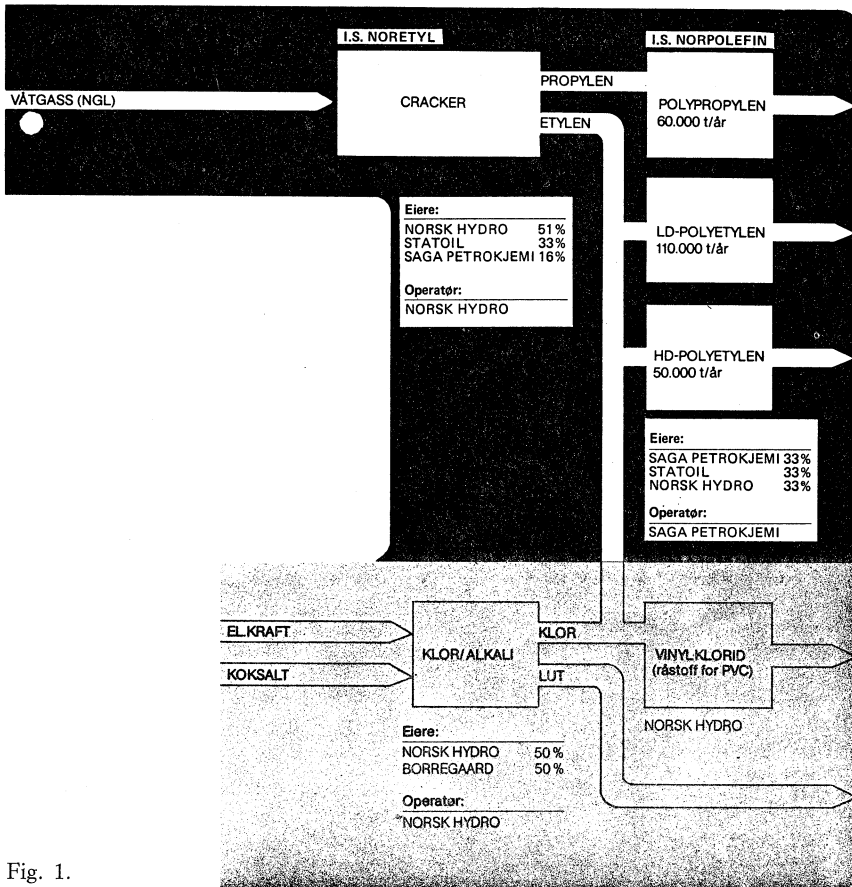


Fig. 1.

granulat (pellets). Til kjølemedium benyttes vann som filtreres og resirkuleres. En liten vannstrøm må imidlertid tappes av. Dette er den eneste kontinuerlige prosessvannstrøm fra PEL-fabrikken.

Hydrokarboner i avløpsvannet kommer hovedsakelig fra tilfeldige lekkasjer og oljespill fra pumper og kompressorer. Ved vasking av siloer og annet utstyr vil polymer i form av støv og granulat kunne bli overført til vaskevannet.

PP-anlegg

Ved produksjon av polypropylen oppstår biproduktet ataktisk polypropylen. Dette skal brennes i eget forbrenningsanlegg med varmegjenvinning. Ved eventuell driftsstans i forbrenningsanlegget må ataktisk polypropylen ledes til et kjølebelte og utstøpes i form av brikker. En del av kjølevannet vil være i direkte kontakt med nevnte biprodukt og vil bli forurenset med noe isopropanol og

Fig. 2.

Organisk stoff, nitrogen og fosfor tilført fjordsystemet i et snitt sør for Langesund og Langangsfjorden — omregnet til personekvivalenter (p.e.)

Kilde: NIVA

Kilde	Organisk stoff p.e.	Nitrogen p.e.	Fosfor p.e.
Befolkning	79.801	79.801	79.801
Union Bruk	231.480	14.467	722
Skotfoss Bruk	25.920	1.620	11.250
Bamble Cellulose	48.146	3.009	6.942
Norsk Hydro A/S	—	1.816.666	183.333
Industri forøvrig	17.067	1.436	5.271
Avrenning fra jord, skog og annet areal	—	44.030	4.009
Siloer	2.569	510	510
Halmluting — Gjerpen	1.170	—	—
Sum	406.153	1.961.539	291.838
3 Polyolefinanlegg	400	—	—

n-heptan samt spor av titan- og aluminiumssalter. En mindre vannstrøm vil komme fra den roterende skjæreren ved ekstruderne. Et eget dreneringssystem samler opp spillolje fra prosessutstyret i PP-fabrikken.

Ferdigvareproduktet i form av granulater og støv samt mindre oljespill, vil kunne avsette seg rundt omkring på fabrikkområdet i løpet av tørrværsperioder, og så bli ført til avløpssystemet for oljeholdig vann i nedbørsperioder. Vask av prosessutstyr og prøvetaking vil også medføre at hydrokarboner og smøreolje ledes til vannrenseanlegget.

Xylen vil bli brukt til å fjerne polymer fra prosessutstyret og rørledninger. Det er eget oppsamlingssystem for xylen og bare ved uhell kan små mengder komme i avløpsvannet.

PEH-anlegg

Bortsett fra en liten strøm til den roterende skjæreren ved ekstruderne benyttes ikke prosessvann i den valgte PEH-prosess. Som for PP og PEL vil det største problemet på vannsiden være små lekkasjer av smøreolje fra pumper og kompressorer samt granulater og polymerstøv som avsettes omkring på fabrikkområdet og deretter ledes med regnvann og vaskevann.

Kjølevann

I polyolefinanleggene benyttes store mengder kjølevann. Det er stilt strenge krav til de varmevekslere som benyttes m.h.p. korrosjonsbestandighet og lekkasjesikkerhet. Kjølevann fra varmevekslere hvor trykket på prosess-siden er høyere

enn trykket på vannsiden kan bli forurenset med hydrokarboner ved lekkasje eller rørbrudd.

Hjelpeanlegg

Avløpsvannet fra verkstedbygning og maskinhall vil på samme måte som avløpsvann fra prosessanleggene til en viss grad bli forurenset med hydrokarboner.

Behandling og utslipp av kjemikalier i laboratoriet er underlagt strenge instruksjoner. Forurensende stoffer vil likevel kunne komme med laboratorieavløpsvannet.

Lagertanker for råstoffer er omgitt av diker, og regnvann og eventuelle lekkasjer samles opp.

Vann som kommer fra områder hvor det håndteres og transporteres polyetylen og polypropylen vil kunne bli forurenset med plastgranulat eller støv.

I dampkjelene benyttes vann som er rensert i sandfilter og ionebytteranlegg. Ved tilbakevasking av sandfiltrene og

regenerering av bløtgjøringsenhetene vil det periodevis oppstå spillvann. Dette inneholder små mengder suspendert fast stoff samt uorganiske salter (Ca, Na og Mg-forbindelser).

Utblåsing av dampkjelene gir avløpsvann som kan inneholde små mengder organiske salter, natriumsulfitt og morfolin, pH vil være ca. 9,5.

Fra fabrikkkanleggene og teknisk senter med administrasjonsbygg vil det også være sanitært avløpsvann.

KONSESKJONSKRAV

Utslippskonsesjon for petrokjemianleggene er gitt i Kongelig Resolusjon av 29. mai 1974. De miljøvernkrav som stilles er omfattende og kanskje de strengeste som er gitt til en industribedrift. Spesifikke renseskrav for avløpsvannet er vist på fig. 3.

Statens Forurensningstilsyn har opprettet en egen kontrollstasjon for industriforurensning i Nedre Telemark.

Fig. 3

POLYOLEFINANLEGG —BAMBLE KONSESJONSBETINGELSER

<i>Utslipp til vann:</i>	<i>Konsentrasjon¹⁾</i>	<i>Totalt utslipp</i>
Olje	5 mg/l	40 kg/uke
Aluminium	10 mg/l	80 kg/uke
Titan	10 mg/l	80 kg/uke
BOF ₇	25 mg/l	200 kg/uke

1) Momentanverdier kan overskrides inntil 25%.

Karakterisering av avløpsvann

For å kunne møte de krav som er stilt, er det lagt opp til et komplisert avløpsnett og det er bygget et avansert vannrenseanlegg. Et viktig prinsipp er å unngå unødvendig fortykning av forurenset vann

med rent vann. Det er derfor blitt foretatt en segregering eller splitting av avløpsvannet etter type forurensning. Ut ifra de utslipp som er ventet er det funnet hensiktsmessig å behandle vannet i syv forskjellige strømmer (fig. 4).

Fig. 4

AVLØPSVANN — SEGREGERING

1. Prosessvann, oljeholdig vann
 2. Sanitærvann
 3. Potensielt forurenset kjølevann
 4. Rent kjølevann
 5. Spillvann fra behandling av kjelevann
 6. Vann som kan inneholde polymer
 7. Rent regnvann
-

BEHANDLING AV AVLØPSVANN

De viktigste trinn i oppsamlingen og behandlingen av avløpsvannet er vist på fig. 5.

Prosessvann, oljeholdig vann

Spillvann fra teknisk senter, maskinhall og laboratorium ledes til en samle-kum og pumpes deretter periodisk til utjevningsbassenget i vannrenseanlegget.

Prosessvann og vaskevann fra PP-, PEL- og PEH-fabrikkene ledes til et sentralt samle basseng (200 m³) og pumpes deretter til utjevningsbassenget.

Regnvann fra prosessområdene og fra andre områder hvor en forurensning kan finne sted dreneres også til avløpssystemet for prosessvann og oljeholdig vann.

Det sentrale samle bassenget har et nødoverløp til ledningen for vann som kan være forurenset med polymer.

Dimensjonerende nedbør er 5 års regn. Det tilsier at det statistisk vil være ett overløp hvert 5. år.

Via en samle-kum (50 m³) pumpes vann fra hjelpeanlegg og tankfarm til utjevningsbassenget i renseanlegget.

I vannrenseanlegget blir det foretatt mekanisk, kjemisk og biologisk rensing for vannet går til et kontrollbasseng og videre til samle bassenget før utslipp i fjorden.

Sanitærvann

Sanitærvann samles i 4 pumpekummer og føres frem til det biologiske rensetrinn ved hjelp av spesielle deintegreringspumper

Potensielt forurenset kjølevann

Dette er kjølevann fra varmevekslere hvor trykket på prosess-siden er høyere enn trykket på vannsiden. Innkommende kjølevann har en temperatur på ca. 8°C. Etter å ha passert varmevekslerne vil temperaturen være maksimalt 25°C. Kjølevannet kommer fra PP-, PEL- og PEH-anleggene og pumpes til en oljeseparator (600 m³). Oljeholdig vann som skilles fra ledes via en spilloljetank til forbrenning. Det oljeholdige vannet kan også ledes til utjevningsbassenget. Renset vann går via samle bassenget før utslipp i fjorden.

Ved eventuelt driftsuhell som forårsaker større forurensning av kjølevannet kan dette ledes til fordrøyningsbassenget (2 100 m³) for deretter å bli behandlet i vannrenseanlegget.

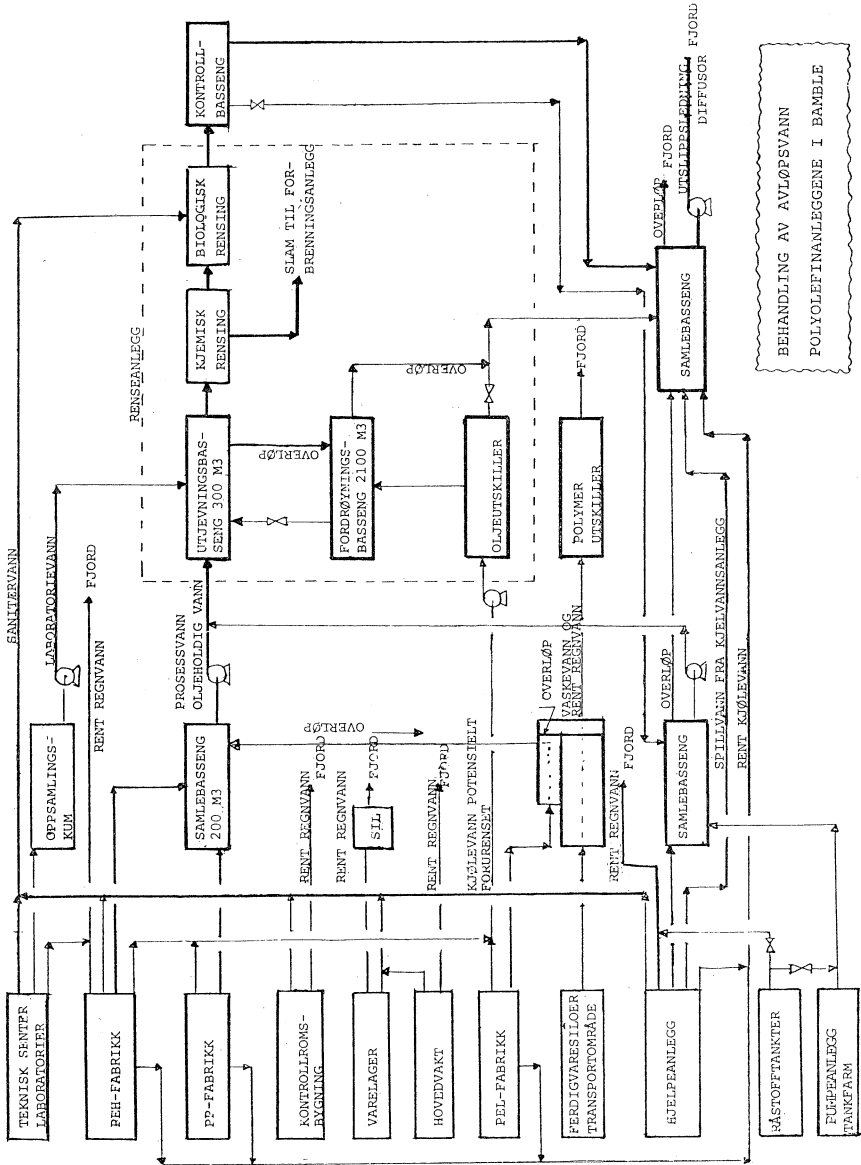
Rent kjølevann

Rent kjølevann blandes med de andre avløpsstrømmene i samle bassenget. Sammen med potensielt forurenset kjølevann utgjør rent kjølevann de største vannstrømmene. Den temperatur vannet har ved utslipp til fjorden er bestemt av kjølevannet. Normalt vil temperaturen være under 20°C.

Spillvann fra behandling av kjelevann

Det er ikke funnet nødvendig å rense dette vannet før utslipp i resipienten, og det ledes derfor direkte til samle bassenget.

Fig. 5



Vann som kan inneholde polymer

Dette er vaskevann og regnvann som bare inneholder polymer i form av granulater (pellets) og finere støv, ikke olje eller andre løste hydrokarboner. Det samles opp fra silo-, transport- og lagerområder hvor polypropylen og polyetylen håndteres. Spesifikk vekt for polymer er mellom 0,89 kg/l og 0,98 kg/l og polymer vil derfor kunne forårsake en lett synlig forurensning i fjorden.

For å unngå dette ledes vannet til et eget rensetrinn. Ved hjelp av flotasjon og filter blir plastpartiklene fjernet før vannet ledes ut i fjorden i egen ledning. Senterlinjen ved utløpet er 5 m under middelvannstanden og avstanden fra land er 60 m.

Rent regnvann

Denne strøm består av takvann og avløpsvann fra plasser og veier hvor forurensning ikke er ventet. Rent regnvann ledes direkte ut i fjorden.

RENSEANLEGG

For å kunne overholde konsesjonsvilkårene er det bygget et vannrenseanlegg basert på mekanisk, kjemisk og biologisk rensing.

Dimensjoneringsgrunnlag

En oversikt over vannmengden inn til renseanlegget er vist på fig. 6.

Fig. 6

VANNMENGDER

<i>Kilde</i>		<i>Normal gjennom- snittlig strøm (m³/b)</i>	<i>Maksimal daglig gjennomsnitt (m³/b)</i>
PP	Prosessvann	6	6
	Vaskevann	2	10
PEL	Prosessvann	3	3
	Vaskevann	2	7
PEH	Prosessvann og Vaskevann	2	5
Hjelpeanlegg: (Teknisk senter, laboratorium, verksted)		11	11
Sum		31	47
Forurenset regnvann		3	9
Total vannmengde		34	56

Prosessvannet fra fabrikkene utgjør de eneste kontinuerlige vannstrømmene, de andre strømmene er variable eller periodiske.

Regnvann er beregnet til gjennomsnittlig 2,5 m³/h fra et oppsamlingsareal på 20 000 m². Mengden er basert på årlig gjennomsnittsnedbør over en 30 års periode i Porsgrunn.

Vannrenseanlegget er dimensjonert for en maksimal strøm på 72 m³/h. Ukentlig

gjennomsnitt skal ikke være over 50 m³/h. Kommer det mer nedbør enn 24 mm/dag blir det overløp fra utjevningsbasseng- et til fordryningsbassenget. Fra fordryningsbassenget er det nødoverløp til fjorden. Dette kan statistisk tre i funksjon hvert 5. år.

Antatt sammensetning for prosessvann og oljeholdig vann før rensing er vist på fig. 7.

Fig. 7. PROSESSVANN, OLJEHOLDIG VANN
Antatt sammensetning

BOF ₅	20—500 ppm
KOF	40—500 ppm
Suspendert stoff	160—300 ppm
n-heptan	spor
Isopropanol	max 350 ppm (som BOF ₅)
Titan- og aluminiumssalter:	spor

Prosessbeskrivelse

Innkommende avløpsvann til renseanlegget samles i utjevningsbassenget. Ved normal strøm gir bassenget en oppholdstid på omkring 8 timer, noe som muliggjør å fjerne olje og andre flytende partikler ved flotasjon. Det benyttes en overflateskummer.

Fraseparert olje ledes til en spilloljekum og deretter til forbrenning.

I perioder med kraftig nedbør trer overløpet til fordryningsbassenget i funksjon. Når nivået i utjevningsbassenget synker igjen vil vannet automatisk strømme tilbake fra fordryningsbassenget til utjevningsbassenget. Fra utjevningsbassenget ledes vannet ved fall til en pumpekum med automatisk nivåkontroll. Van-

net pumpes videre i en jevn strøm til det kjemiske rensetrinn. En strømmåler på kontrolltavlen registrerer vannmengden.

Kjemisk rensetrinn

Avløpsvannet behandles etter Alwafloc-prosessen. Det er en metode for behandling av avløpsvannet basert på flokkulering og flotasjon. Prosessen er godt egnet til fjerning av ulike emulsjoner, organisk stoff og uorganiske ioner. Spesielt dispergert olje og suspendert stoff, hovedsakelig polymerstøv, fjernes i det kjemiske rensetrinnet.

Den kontrollerte felling/flokkulering foregår i tre separate reaksjonsenheter. De respektive kjemikalier som er jernklorid, hydratkalk og en polyelektrolytt tilsettes foran hver sin reaktor.

Reaksjonsforløp

- I. Jern (III) klorid blir dosert ved innløpet til den første reaksjonsenheten. Under turbulente forhold i reaksjonsenheten reagerer det organiske stoff og danner et anionisk kompleks.
- II. Hydratkalk doseres som kalkmel til den andre reaksjonsenheten hvor man under turbulente forhold gjør det anioniske kompleks uløselig ved at kalsium bygges inn i komplekset og at pH ligger på ca. 7.5.
- III. For å få en egnet flokkstruktur på det utfelte stoff tilsettes polyelektrolytten til den tredje reaksjonsenheten hvor man bygger opp en flokkstruktur og en flokkstørrelse som er egnet for mikroflotasjon.

Prosessen blir normalt kjørt med et lite overskudd av jernklorid slik at man får en adsorpsjon på det dannede jernhydroksyd i tillegg til den beskrevne behandling.

Flotasjon

Det stoff som er gjort uløselig blir separert ved flotasjon. For fremstilling av dispersjonsvann blir vann blandet med luft. Vannet som er mettet med luft blir dosert i vannstrømmen etter reaksjonsenhetene og den løste luften vil frigjøres i form av mikroskopiske luftblærer som går inn i flokkene og løfter disse til overflaten i flotasjonstanken hvor det dannes et slamlag. På grunn av den kontinuerlige flotasjon vil slammet løftes ut av vannfasen og drenere vann slik at tørrstoffet i avskrapet slam blir høyt (5—7%).

Slammet pumpes fra overflaten av flotasjonstanken til en slamtank. Eventuelt

bunnslam fjernes periodisk med slam-sugeutstyr.

Biologisk rensetrinn

For å sikre en BOF₇ konsentrasjon under 25 mg/l i rensed vannstrøm er det bygget et biologisk aktivslam anlegg. Den biologiske oksydasjon er basert på en naturlig nedbrytning ved hjelp av mikroorganismer. De to luftbassengene er utstyrt med overflateluftere som tilfører den nødvendige luftmengde til oksydasjon og holder det biologiske slammet i suspensjon. Luftebassenget kan oppvarmes med damp når dette er nødvendig. Aktivslamanlegget vil bli lavbelastet og næringssalter (nitrogen og fosfor) kan derfor tilsettes om nødvendig.

Fra luftebassenget flyter blandingen av aktivslam og avløpsvann via et regulerbart overløp til ettersedimenteringsenheten. Her synker slammet til bunns og det samles av en roterende bunnskraper. Fra sedimenteringsbassenget pumpes aktivslam kontinuerlig i retur til luftebassenget.

Overskuddsslam pumpes inn foran det 3. reaksjonskammeret i det kjemiske rensetrinn. Både kjemisk og biologisk slam blir således blandet og skrapet av i flotasjonstanken. På denne måten oppnår man å øke tørrstoffinnholdet i slammet fra det biologiske rensetrinn fra maks. 1% til 5—7% og slamvolumet til videre avvanning reduseres vesentlig.

Disponering av slam

Slammet pumpes fra flotasjonstanken til en slamtank. Slammengden vil være ca. 6,5 m³/dag og består av omlag like mye kjemisk fellingsslam og biologisk slam.

Det kjemiske fellingslammet er stabilt og vil ikke bli utsatt for kjemisk og biologisk nedbryting. Oppholdstiden i flotasjonstanken vil stabilisere det biologiske slammene.

Fra slamtanken pumpes slammene direkte til et forbrenningsanlegg. Dette er basert på en virvelskiktovn med varmegjenvinning og avgassrensing. Ved eventuell driftsstans i forbrenningsanlegget kan slammene bli behandlet i en dekanter-sentrifuge. I sentrifugen avvannes slammene til 20—30% TS. Vannet dreneres tilbake til renseanlegget, mens slammene går gjennom en transportskrue til en container.

Renset avløpsvann

Fra ettersedimenteringsbassenget ledes rensede vann via et periferisk overløp til et kontrollbasseng. Nødvendig utstyr for kontinuerlig måling og automatisk prøvetaking av avløpsvann tilknyttes dette bassenget.

Dersom avløpsvannet ikke tilfredsstiller de krav som er stillet i konsesjonsbetingelsene, vil det bli returnert til renseanlegget. Er kvaliteten tilfredsstillende, ledes

vannet til samlebasenget hvor det blandes med de andre vannstrømmene.

Drift av renseanlegg

Vannrenseanlegget er i stor grad automatisert. Strømmene fram til pumpekummen kontrolleres automatisk, vannstrømmen derifra settes imidlertid manuelt fra kontrollrommet.

Alle pumper som har betydning for den jevne drift av anlegget er sikret med en reservepumpe. Nivåmålere forhindrer at pumpene går tørre.

I det lokale og sentrale kontrollrom er det alarmer for alt utstyr som har betydning for en stabil drift.

Samlebasseng

Rensede vann ledes fra kontrollbassenget til samlebasenget, hvor det blandes med de andre vannstrømmene. (Fig. 8).

Vannet pumpes ut gjennom utslippsledningen. De to pumpene (en reserve), har hver kapasitet 5 000 m³/h. Pumpene går kontinuerlig og et resirkulasjonsopplegg sikrer at det går vann gjennom pumpene. Den stopper automatisk ved et nedre nivå i bassenget.

Fig. 8

VANNMENGDER FRA SAMLEBASSENG

Potensielt forurenset kjølevann:	1 000—1 200 m ³ /h
Vann fra vannrenseanlegget:	39— 72 m ³ /h
Rent kjølevann:	3 300—3 400 m ³ /h
Vann fra utblåsing av dampkjeler:	7 m ³ /h
Spillvann fra behandling av kjølevann: Periodiske små mengder	

Utslippsledning

For å finne et godt egnet utslippssted og utslippsdybde har NIVA foretatt strøm- og sjiktningundersøkelser i Frierfjorden.

Avløpsvannet ledes i en ca. 400 m

lang PEH-ledning til 25—30 meters dyp. Ytterst er det en 70 m lang diffusor som sikrer en god innblanding i resipienten. På grunn av fortynningen vil kjølevannsutslippet være uten praktisk betydning for tåke- og disforholdene.