

Nye Oset vannrenseanlegg. Presentasjon av den prosess- tekniske løsningen

Av Christian Stamer

Christian Stamer er sivilingeniør ansatt i Krüger A/S

Innlegg på seminar i Norsk Vannforening 25. april 2006

Innledning

Det bygges to separate vannrenseanlegg, Maridalsanlegget og Holsfjordanlegget, heretter kalt VBN og VBS. De to anleggene er dimensjonert for en kombinert vannmengde ut fra anleggene på 16.250 m³/h

Design grunnlag

Råvann

Råvannet tas fra Maridalsvannet og i fremtiden også fra Holsfjorden eller Langlia. For dimensjonering av anlegget er det benyttet følgende råvannskvalitet:

Parameter	Typisk verdi	Maksimum verdi	Enhet
pH-verdi	6,3 – 6,7	7,1	-
TOC	3,6 – 4,5	5,0 6,0 ¹⁾	mgC/l mgC/l
Farge	15 - 32	45 70 ¹⁾ 30 ²⁾	mgPt/l mgPt/l mgPt/l
Turbiditet	0,2 – 1,4	1,4	NTU
Alkalitet	0,06 - 0,1	0,2	mekv/l
Kalsium	2 - 3	5	mg/l
Temperatur	2,5 – 6	9	°C
1)	Med redusert kapasitet		
2)	Bare for slamavvanningen		

Vannkvalitetskrav

Følgende vannkvalitetskrav er be-

stemmende for rentvannet fra så vel
VBN som VBS:

Parameter	Typisk område	Dimensjonerende verdi	Enhet
pH-verdi	7,5 - 8,2	8,0±0,5 ¹⁾ råvann til 9,5 ⁴⁾	-
Farge	<5	5	mgPt/l
# partikler	<200	500 ²⁾	2-400 µm/ml
Turbiditet	<0,2	0,2 ^{1) 3)}	NTU
Fritt klor	0	>0,05 ⁴⁾	mg/l
UV-dose	42	>40 ⁴⁾ <45 ¹⁾ <50 ⁴⁾	mWs/cm ² dosimetrisk
TOC	< 3	3	mg/l
Jern	0,05	<0,1 ^{1) 5)}	mg/l
Mangan	0,02	<0,05	mg/l
Aluminium	0,05	<0,1 ^{1) 5)}	mg/l
Alkalitet	1 – 1,1	1,2	mekv/l
Kalsium	25 – 26	28	mg/l
1)	95 % av tiden		
2)	Online fra hvert anlegg		
3)	Online fra hvert filter		
4)	99,9 % av tiden		
5)	Hvis disse mettalsaltene brukes som koagulant i prosessen		

Det gjelder for de mikrobiologiske parametrerne, at UV-anleggene skal redusere bakterietallet med tre log og virusinnholdet med to log.

Krav til restprodukter

Avvannet slam

Parameter	Typisk område	Dimensjonerende verdi	Enhet
Tørrstoff (TS)	17-22	>17	%

Slammet skal derutover overholde kravene i ”Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav” (FOR 2003-07-04 nr. 951)

Påslipp til kloakk

Parameter	Typisk område	Dimensjonerende verdi	Enhet
pH	6,0 - 6,7	6,0-9,0	
Temperatur	2,5 - 12	50	°C
Aluminium	0,2 - 2	<2	mg/L
Klorrest	0*	<0,2	mg/L

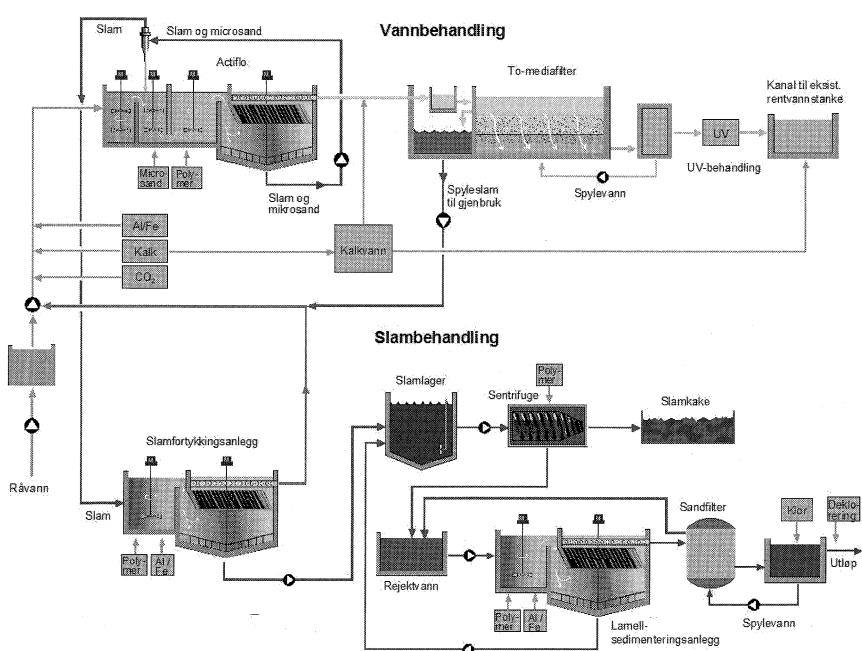
Kvalitetskravene til avløpsvannet følger generelt kravene stilt i 'Påslipp av industriavløpsvann til kommunalt nett' (VAV 06.05.03). Dog er kravet for klorrest, Aluminium og pH-verdi skjerpet jf. ovenstående tabell. Derutover er anlegget utformet slik, at det hindrer at levende organismer (Gyrodactulus salaris, Krepsepest (Aphanomyces astaci) og Vasspest (Elodea canadensis)) skal kunne overføres fra annen vannkilde til påslippet.

Prosess

Vannbehandlingsprosesser

I hvert av vannrenseanleggene skjer følgende behandling av vannet:

1. Gjenvinning av spillvann og alkalisering av vannet
2. Koagulering, flokkulering, sedimentering (første hygieniske barriere)
3. pH-justering
4. To-media filtrering
5. UV-desinfisering
6. Etterkloring (andre hygieniske barriere)
7. Etteralkalisering



Figur 1. Oversikt over vannrenseanlegg

Gjenvinning av spillovann og alkalisering

Alle spillostrømmer fra vannbehandlingen gjenanvendes som råvann i prosessen bortsett fra rejektvannet fra slamavvanningen:

- Slam fra Actiflo behandles i slamfortykkeren og supernatanten føres til tilløpskanalen.
- Spyleslammet føres direkte til tilløpskanalen.
- Første filtrat føres til tilløpskanalen.

Karbondioksid (CO_2)

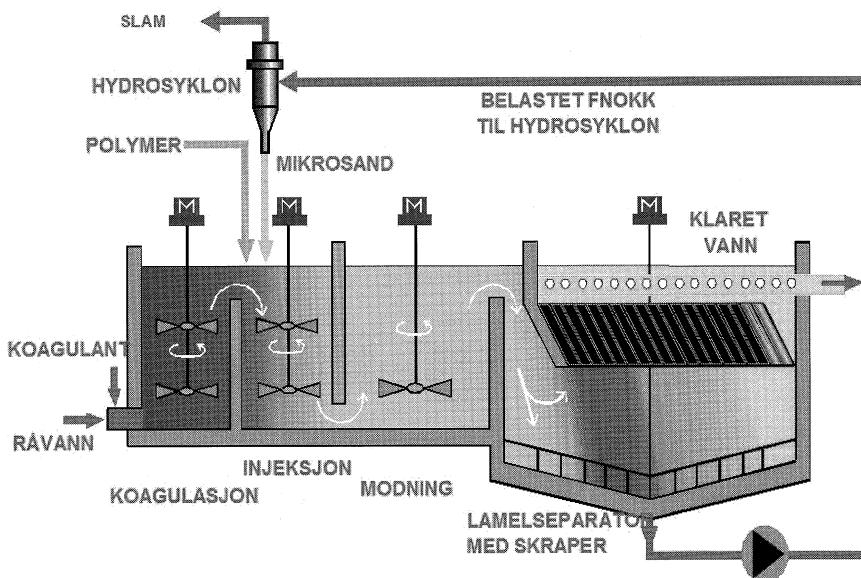
Karbondioksid blir løst opp i en sidestrøm utenfor hulen. En del av karbondioksidet doseres inn på råvannet før koagulanten, resten doseres i det rene vannet etter UV-behandlingen.

Kalkdosering

Kalsiumhydroksid doseres som mettet kalkvann i innløpskanalene oppstrøms mellompumpe-stasjonen sammen med CO_2 . Mengden av kalk er her 40-50% av det totale behovet og må tilpasses for å treffe den optimale fellings-pH-verdien for farge-fjerning i koaguleringen. Resten av kalken tilføres før filtrene og etter UV-behandlingen.

Actiflo prosess

Anlegget vil ha kjemisk fullrensing for fargefjerning og - sammen med to media filtrene - som den første hygieniske barrieren.



Figur 2. Prinsipptegning av Actiflo-prosessen

Dosering og koagulering

Anlegget bygges for jernklorid så vel som aluminiumbaserte produkter som ALS, PAX16 eller Ecofloc90 for koagulering og rensing av humus. Nødvendig dosering må bestemmes regelmessig ved jar-tester på anlegget.

Basert på norske erfaringer forventes en dosering på 2,8 mg/l Al⁺⁺⁺ eller 5,5 mg/l Fe⁺⁺⁺ ved 45 mg Pt/l. Koagulanten blir tilsatt råvannet i en turbulent sone i tilløpskanalen.

Koaguleringsbasseng

I koaguleringsbassenget koagulerer farge og små partikler i råvannet sammen med koagulantten til fnokker. Bassenget er utstyrt med røreverk. Oppholdstiden er 120 sekunder ved Q_{Maks}. Typisk røreintensitet er 200 til 300 s⁻¹.

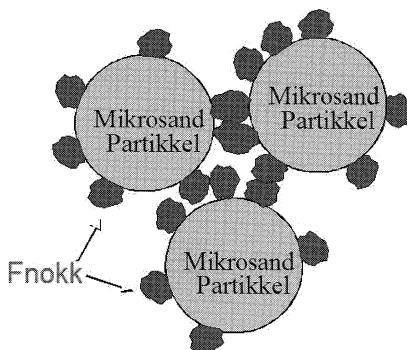
Injeksjonsbasseng

Vannet strømmer inn i injeksjonsbassenget, der mikrosand blir tilsatt og blandet inn i vannet. Sanden er vanlig kvartssand med en effektiv kornstørrelse på 85 til 130 µm. Injeksjonsbassenget utstyres med røreverk. Oppholdstiden er 120 sekunder ved Q_{Maks}. Typisk røreintensitet er 200 til 300 s⁻¹. Opp til 40 % av den nødvendige polymeren kan tilsettes i injeksjonsbassenget.

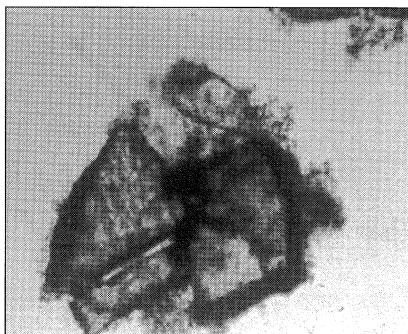
Modningsbasseng

Vannet fortsetter til modningsbassenget hvor det blir tilsatt 60 til 100 % av polymeren. Polymeren binder mikrosanden og fnokkene sammen til større, lett sedimenterbare fnokker. Bassenget er utstyrt med røreverk. Oppholdstiden ved Q_{Maks} er

360 sekunder. Typisk røreintensitet er 100 til 200 s⁻¹.



Figur 3. Prinsipp for belastet fnokk



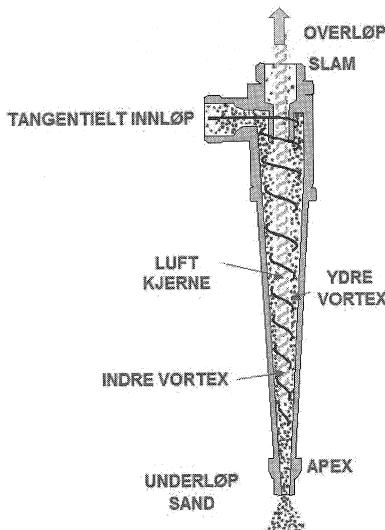
Figur 4. Belastet fnokk

Lamellsedimenteringsbasseng

I lamellsedimenteringsbassenget vil fnokkene sedimentere hurtig grunnet økt tetthet forårsaket av mikrosanden. Vertikal strømnings-hastighet mellom lamellene er 50-60 m /h . Per linje vil det være ca. 80 m_ lamellspeil. Vannet strømmer gjennom lamellene og samles i åpne renner.

Resirkulering av sand

Slam/mikrosandblandingen fjernes fra bunnen av lamellsedimenteringsbassenget og pumpes til hydrosyklonene, der sand skilles fra slammet. Mikrosanden føres tilbake til injeksjonsbassenget, mens slammet ledes til slamfortykkeren.



Figur 5. ACTIFLO Hydrosyklon

Dosering før filtrene

pH-justering

En del av den totale $\text{Ca}(\text{OH})_2$, som kreves, blir tilsatt som mettet kalkvann mellom Actiflo-sedimenteringsenhetene og filtrene.

Etterkoagulering

Jernklorid eller aluminiumsalt kan tilsettes etter Actiflo for å forøke filtrenes gangtid.

Mellomklorering

En mellomklorering for reduksjon av restpolymer kan gjøres oppstrøms to-media filtrene.

Filterprosess

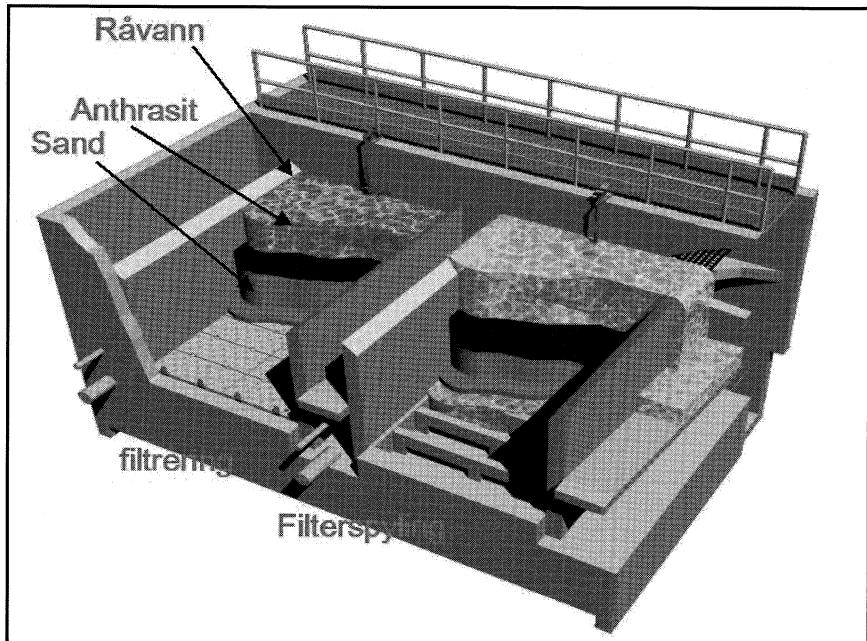
To-media filtrering

Hovedformålet med filtrering er å fjerne suspendert stoff og redusere turbiditet til et akseptabelt nivå for en effektiv desinfeksjon, ikke minst ved UV-behandling.

Overordnet design av filtrene til Oset vannrenseanlegg

Filtreringsanlegget til Oset vannrenseanlegg består av sju filtre som har følgende hovedegenskaper:

- Høy filtreringsgrad (17 m/h) ved Q_{Dim}
- Dypt filterbasseng (2 m)
- To-media (sand 0,5 m + filtralite 1,50 m)
- Høy vannhøyde over filterbassenget (1,35 m)
- Motstrøms tilbakespyling med luft og vann
- Automatisk "Filter til Avløp" sekvens etter tilbakespyling
- Filterbunn i betong utstyrt med dyser
- Sidekanal til:
 - o Fordeling av sedimentert vann (kanalen er under vann ved filtrering)
 - o Spyleslamsutløp
- Tverrgående vannrenner til:
 - o Jevn vannfordeling over hele filtrets overflate
 - o Sikring mot erosjon av filtralite
 - o Jevn spyleslamssamling over filtrets overflate
 - o Sikring mot tap av filtralite i løpet av tilbakespylingen
- Særskilt sikkerhetsoverløp til sikring mot overfylling



Figur 6. To-medie filter

Filtreringens hoveddesignparametere (filtreringshastighet, dybde i filterbassenget, mediestørrelse) er omhyggelig utvalgt for å gi det optimale kompromisset mellom den filtrerte vannkvaliteten og filtrenes driftstider.

Desinfisering

Hygienisk sikkerhet i anlegget er gitt høy prioritet. Sedimenteringen og filtreringen utgjør til sammen den første hygieniske barrieren som etterfølges av UV-behandling som vil være den andre separate barrieren.

UV-behandling

Nedstrøms to-media filtrene installeres i hvert anlegg et antall UV-kamre i parallelle for å sikre hygienisk barriere nummer to som også vil virke

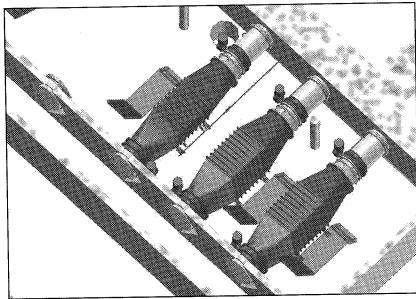
mot *Cryptosporidium*, *Giardia* og *Clostridium perfringens*.

To komplette UV-anlegg hver med en kapasitet på 8.605 m³/h (filtrert vann) er installert.

- Anleggene dimensjoneres for en driftstemperatur på 2,5 °C.
- UV-anlegget består av tre aggregater, hvor for 50 % av Q-Dim., ett kammer er i reserve.
- Anlegget dimensjoneres etter norsk sertifisering til en UV-transmisjon på $UVT_{10} > 91\%$.
- UV-anlegget dimensjoneres ut fra intensiteten ved endt levetid for UV-lampene. Hvert anlegg utstyres med plass for ytterligere ett UV-kammer.

Hvert UV-anlegg vil ha en desinfeksjonskapasitet på 8.605 m³/h ved en dose på minimum 400 j/m² målt i

henhold til den tyske og østerrikske normen for dosimetrisk beregning av UV-anlegg. Maksimal dose vil bli 450 J/m^2 i 95 % av tiden. Doser over 500 J/m^2 vil ikke forekomme. For å kunne optimere energiforbruket vil det bli installert reguleringsmulighet for et område på 50-100% av full last. Reguleringen vil være styrt av gjen-nomstrømningen, av UVT₁₀-målere samt av innbygde UV-sensorer, som kompenserer for så vel lampens eldning som for vannets UV-transmisjon.



Figur 7. 3d model av UV-installasjon

Klorering

Dersom driftsoperatøren ønsker det, kan det startes desinfisering av filtrert vann med hypokloritt i hver utløpskanal etter UV-anleggene. Doseringskravet er da at vannet har 0,5 g/m³ fritt klor.

Denne desinfiseringen kan også ses som en reservedesinfisering ved utfall av UV-anlegget.

Det vil være mulig å øke klordoseringskapasiteten med en faktor 7 for å kunne klorere råvann med høyt fargetall og en oppholdstid på 30 minutter i det eksisterende klor-kontaktbassengen.

Denne nødkloreringen kan benyttes ved utfall av koagulerings/ filtrerings-trinnet.

Etterbehandling

Kalktilsetting

En siste pH-justering foretas ved å tilsette kalkvann og kullsyre i rent-vannskanalen.

Etterklorering

En etterklorering for siste justering av restklor kan gjøres oppstrøms rent-vannsbassengene.

Spillvannsstrømmer

Fra de forskjellige behandlings-trinnene fremkommer spillvann i følgende mengder:

Actiflo-slam

Sand og slam returneres til hydro-syklonene. Mengden utgjør maksimalt 3 % av den dimensjonerende gjennomstrømningen. Basert på den maksimale vannproduksjonen på 195.000 m³/d blir slammengden per anlegg ca. 220 m³/h. Mengden føres til slamfortykkerne.

Spyleslam

Filtrene påregnes spylt en gang per døgn og produserer herved ca. 180 m³/h. Mengden føres til slamfortykkerne eller til tilløpskanalen.

Første filtrat

Første filtrat er den strømmen som føres retur til tilløpskanalen innen vannkvaliteten er tilfredsstillende i henhold til Drikkevannsforskriften. Mengden er 700 m³/h i ca. 1/2 time etter en spyleing.

Kalkslam

Fra kalkvannsberedere fremkommer et tynt karbonatslam. Opp til 25 m³/h fordeles til råvannskanalene. Ytterligere fremkommer en meget liten strøm (ca 1 m³/h) av kalkstein fra bunnen av kalkvannsberederne. Denne mengden returneres til koaguleringsbassengene.

Slambehandlingsprosesser

Slammengder

Det er i råvann ikke antatt noe innhold av suspendert stoff.

Beregningene av slammengder er basert på bruk av jernklorid, da aluminiumsalte gir lavere slamproduksjon.

Slammet som dannes består av:

Jernhydroksid (FeOOH)	~ 9 g/m ³
Silikater fra kalk	~ 3 g/m ³
Organisk stoff	~ 7 g/m ³

På en dag med maksimal vannproduksjon på 195,000 m³ produseres maksimalt i alt 3705 kg/d tilsvarende 19 mg/l slam.

Hertil kommer mikrosand og filtermaterial, som tapes fra prosessen. Mengden utgjør 3 g pr. m³ eller 585 kg/d, som dog ikke påvirker dimensjoneringen av slambehandlingen.

Slamavvanningen baseres kontraktuelt på et lavere fargetall og dermed lavere slamproduksjon, ca. 2900 kg/d, tilsvarende 15 mg/l slam.

Slamfortykkingasanlegg

Det tynne slammet blir flokkulert ved å tilsette koagulant, kalk og polymer.

Det flokkulerte slammet vil sedimentere raskt i fortykkertankenes

innløpsområde under lamellene, mens klarfasen renner ut gjennom trauet på oversiden av lamellene.

Fortykkeren har følgende driftsbetingelser:

Innløpskonsentrasjon	0,4 til 1,0 g/l
Koagulant, FeCl ₃	50 - 100 mg/l
Polymer	2,5 mg/l
Lamellspeil per enhet	11,2 m ²
Tørrstoffoverflatebelastning	< 250 kg/m ² d
Utløps TS	30 mg/l
Tørrstoffkonsentrasjon	20 g/l

3.705 kg slam pr. dag gir en produksjon av fortykket slam på 185 m³/d.

2.900 kg slam pr. dag gir en produksjon av fortykket slam på 145 m³/d.

Slamlager

Slam tas regelmessig ut av fortykkeren for å holde et stabilt slamteppe. Slammet overføres til et slamlager med omrører for homogenisering. Slammet fjernes fra fortykker til alle døgnets tider, men slamavvannning utføres under normal arbeidstid dvs. 8 timer pr. dag, fem dager i uken. Hvert anlegg har et todelt slamlager på i alt ca. 600 m³ per anlegg som vil være nok til å lagre slam over en helg.

Slamavvanning

For å avvanne slammet benyttes horisontaloppstilt dekantersentrifuge. I hvert anlegg vil det være to centrifuger i drift i 40 timer pr. uke. Polymer benyttes for kondisjonering av slammet.

Slamavvanningen vil produsere (eksklusiv mikrosand og tapt filtermedium):

- o 25 tonn 17 % slamkake og
- o 220 m³ avløpsvann pr. arbeidsdag pr. anlegg
- o som per år tilsvarer ca:
- o 4.000 tonn slamkake og
- o 50.000 m³ avløpsvann pr. anlegg

Slamkaken med minimum 17 % TS føres til containere for videre transport ut av anlegget med bil.

Rensing av rejektvann

Rejektvannsrensing foregår døgnet rundt og anlegget dimensjoneres for et fargetall på 45 mgPt/l i råvannet. Anlegget oppbygges av følgende enhetsoperasjoner:

- o Rejektvannsbasseng og pumpe-stasjon
- o Koagulantdosering
- o Polymerdosering
- o Rejektvannssedimentering
- o Rejektvannsfiltrering
 - o Filterspyling med luft og vann
 - o Returpumping av første filtrat
- o Klordosering
- o Sulfittdosering

Alle enhetsoperasjoner er dublert, det vil si at hver enhetsoperasjons samlede kapasitet er 200 % av den dimensjonerende vannmengden.

Siv.ing. Rolv A Systad AS

Prosjekt-, byggeledelse og miljøkontroll

Vi bistår tiltakshaver med kontraktshåndtering og prøvetaking ved opprydding av forurensset grunn og forurensede sedimenter.

Tåsenveien 26
0853 OSLO
www.systad.no

Telefon : 22 58 06 80
Telefaks : 22 58 06 81
e-mail : post@systad.no