

Optimal organisering og funksjonskontroll av renseanlegg i spredt bebyggelse

Optimal organization and function control of on-site wastewater treatment facilities.

Mars 2007




Utarbeidet av:

Erik Johannessen, Siv.ing, MSCE, COWI AS

Lillian Ovell, Ing., MBA, COWI AS

Arild Schanke Eikum, Ph.D, Eikum Miljøteknologi AS

Rapportsammendrag:					
Innledning		<p>Prosjektet har bestått av følgende hovedelementer:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) Litteraturstudie ii) Undersøkelse og vurdering av: a) Eksisterende lovverk, b) Kommunens rolle / ansvar, c) Leverandørens system for drift- og vedlikehold, d) Anleggseiernes erfaringer. iii) Funksjonskontroll av 24 minirenseanlegg 			
Sammendrag		<p>Litteraturstudien viste at man særlig i USA har kommet langt mht. organisering av opplæring, drift og vedlikehold av renseanlegg i spredt bebyggelse. Erfaringer fra tilsvarende prosjekter mht. funksjon av anleggene viste en gjennomgående god reduksjon av organisk stoff, mens det var større variasjon og generelt lavere virkningsgrad mht. reduksjon av fosfor. For dette prosjektet er det foreslått nye verdier for innløpskonsentrasjoner til små renseanlegg.</p> <p>Eksisterende typegodkjenning fases ut, og erstattes av en ny EU-norm. Samtidig har vi fått ny avløpsforskrift. Dette sammen med tidligere utstrakt bruk av lokale forskrifter og retningslinjer, har medført at man på dette området sitter igjen med et regelverk som er mangelfullt og har sterkt behov for revisjon.</p> <p>Kommunene er forurensningsmyndighet for renseanlegg i spredt bebyggelse. Pga. manglende ressurser og mangelfullt regelverk, blir fokus på forurensningsfaglige tema nedprioritert til fordel for administrative og byggesaksmessige forhold. Det gjennomføres svært begrenset kontroll av anleggenes ytelse, dvs. man har lite kjennskap til effekten av investeringene.</p> <p>Seks (6) forskjellige typer minirenseanlegg er undersøkt i denne studien. Leverandørens systemer for drift og vedlikehold er varierende.</p> <p>Analyseresultatene fra en funksjonskontroll av 24 minirenseanlegg viste at samtlige hadde tilfredsstillende virkningsgrad mht. reduksjon av organisk stoff. Reduksjon av fosfor var imidlertid ikke tilfredsstillende, og kun 10 av 24 anlegg kunne vise til tilfredsstillende renseseffekt.</p>			
Finansiering		Prosjektet er finansiert av Statens Forurensningstilsyn, samt kommunene Halden, Spydeberg, Våler og Enebakk.			
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Denne rapporten er utarbeidet av COWI AS for den kunde og det formål som er definert i rapporten. Innholdet i rapporten er vår kunde og Cowi AS' eiendom, og kopiering og bruk av dokumentet skal avtales med en av partene.					
Oppdragsgiver					
			Morsa - Vannområdeutvalget for Vansjø- og Hobølvassdraget		
Sak			Dato		
Optimal organisering og funksjonskontroll av renseanlegg i spredt bebyggelse.			15.02.2007		
			Forfattere		
			Erik Johannessen Arild Schanke Eikum Lillian Ovell		
COWI		Oppdragsnummer	Dokumentinformasjon		Revisjon
		121993	P:\1219\121993\Rapporter\Rapp ort_Morsa_erjo000025		0

Innhold

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	4
SUMMARY AND CONCLUSIONS	7
1 INNLEDNING	9
1.1 Prosjektets målsetting	9
1.2 Prosjektbeskrivelse	10
1.3 Organisering	10
1.4 Kost/nytte	11
1.5 Informasjon	11
2 LITTERATURSTUDIE	12
2.1 Erfaringer fra tilsvarende prosjekter	12
2.2 Organisering av opplæring, drift og vedlikehold i andre land	14
2.3 Karakteristikk av avløpsvann (innløpsverdier)	20
3 NORSK REGELVERK	23
3.1 Forurensningsforskriften – Del 4: Avløp	23
3.2 Typegodkjenning	24
3.3 Lokal forskrift	25
3.4 Sammenfatning og diskusjon	25
4 KOMMUNENS ROLLE	29
4.1 Spørreundersøkelse kommuner	29
4.2 Sammenfatning og diskusjon	32
5 ANLEGGSTYPER / LEVERANDØRER	33
5.1 Wallax	33
5.2 Biovac	37
5.3 Odin Maskin	39
5.4 Zapf	42
5.5 Kongsted	44
5.6 Klargestor	47
5.7 Sammenfatning og diskusjon	49
6 ANLEGGSYTELSE	52
6.1 Beskrivelse av undersøkelsen	52
6.2 Resultater	53

6.3	Sammenfatning og diskusjon	60
7	ANLEGGSEIERS ERFARING	64
7.1	Beskrivelse av undersøkelsen	64
7.2	Resultater	65
7.3	Sammenfatning og diskusjon	67
8	FORSLAG TIL VIDERE ARBEID	68
8.1	Kortsiktige prosjekter (strakstiltak)	68
8.2	Langsiktige prosjekter	69
	LITTERATUR	71

VEDLEGG:

1. Eksempel på informasjonsbrosjyre til anleggseier
2. Oversikt over linker til On-line ressurser
3. Liste over opplæringssteder i USA
4. Leverandørenes serviceavtaler
5. Analyseresultater

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

I Morsa-vassdraget er det gjennomført en rekke tiltak for å bedre på eutrofi-ringssituasjonen, fortrinnsvis i Vansjø, som er hovedvannkilden til bl.a. kommunene Moss og Rygge og forsyner over 60.000 personer med drikkevann.

Et av tiltakene i Morsa prosjektet har vært å innføre restriksjoner på utslipp fra avløpsanlegg i spredt bebyggelse. Dette har medført at det de senere årene er installert en rekke minirensesanlegg i nedslagsfeltet.

Prosjektets målsetning var å etablere beslutningsgrunnlag for et stabilt og kostnadseffektivt drifts- og vedlikeholdsprogram for avløpsløsninger i spredt bebyggelse. Et viktig element for å oppnå ovennevnte er å skaffe tilveie en bedre oversikt over renseresultater, samt system for drift- og vedlikehold av nyere minirensesanlegg i Morsa-regionen.

Basert på det arbeidet som er utført kan det trekkes følgende konklusjoner:

1. Resultat fra en litteraturstudie på tilsvarende prosjekter i Sverige og Norge viste at de anleggene oppnådde gode resultater mht. reduksjon av organisk stoff, mens det var mer varierende og totalt sett dårligere effekt mhp. reduksjon av fosfor.
2. Det er utført et betydelig arbeid med organisering av opplæring, drift og vedlikehold av denne typen anlegg i bl.a. USA og Australia. Her har sentrale myndigheter gått inn og regulert dette annerledes og mer detaljert enn hva tilfellet er i Norge. Et resultat er opprettelse av regionale opplæringscenter, som sørger for opplæring av lokale myndigheter, servicepersonell og anleggseiere.
3. Det er vanskelig og kostbart å ta representative prøver på innløpsvannet til minirensesanlegg. Derfor er det tidligere i Norge benyttet et bestemt sett med sjablonverdier på innløpsverdiene for parametere det er aktuelt å analysere. Resultatene fra et litteratursøk indikerer at disse tallene er modne for diskusjon, og nye tall er foreslått for flere parametere.
4. Gjeldende regelverk er vurdert i sin helhet. Det er tydelig at det er gjort forsøk på å samordne en del bestemmelser i en fase hvor både avløpsforskrift og typegodkjenningsordningen har vært igjennom store forandringer. De fleste kommuner i Morsa regionen har lokale forskrifter. Dessverre fremstår regelverket ikke som fullstendig og helhetlig, og det bør utføres ytterligere revisjoner. For kommuner med særskilte forurensningsproblemer, slik som Morsa-kommuner og kommuner i Halden vassdraget, bør man utarbeide vassdragsvise lokale forskrifter som supplement.
5. Kommunene er forurensningsmyndighet for renseanlegg i spredt bebyggelse. Pga. manglende ressurser og mangelfullt regelverk, blir fokus på forurensningsfaglige tema nedprioritert til fordel for administrative og byggesaksmessige forhold. Det gjennomføres ingen kontroll av anleggenes ytelse, og dermed har

man liten kunnskap om hvorvidt effekten av investeringene står til forventingene.

6. Leverandørens systemer for drift og vedlikehold er varierende. Resultat av undersøkelsen, viser at det er forbedringspotensiale i forhold til den dokumentasjon (brukermanualer, serviceavtaler) som benyttes. Ingen leverandører tar prøver/analyser av avløpsvannet med tanke på utslippskontroll.

7. Analyseresultatene fra funksjonskontrollen er basert på en (1) prøveserie pr. anlegg. Det er totalt undersøkt 24 anlegg, med 4 anlegg av hvert fabrikkat. Statistiske sammenligninger mellom anleggstypene er ikke relevante pga. det begrensede omfanget av undersøkelsen. Minirensanleggene har gjennomgående god renseevne mhp. **organisk stoff**. Med de usikkerheter som ligger i både prøvetaking og analysemetoder kan man si at 100 % av anleggene hadde tilfredsstillende utløpskonsentrasjoner for BOF_5 . Gjennomsnittlig utløpskonsentrasjon for BOF_5 var 11 mg/l. Dette er ikke overraskende da anleggene i utgangspunktet er dimensjonert for nettopp dette.

8. Reduksjon av **fosfor** var ikke tilfredsstillende. Kun 10 av 24 anlegg hadde tilfredsstillende renseeffekt, basert på innløpskonsentrasjon på 16 mg tot-P/l. Kun 5 av 24 anlegg hadde utløpskonsentrasjoner under kravet DNVs typegodkjenningsordning som er 1,0 mg/l. Gjennomsnittlig tot-P konsentrasjon i utløpet var 3,2 mg/l. Det er flere faktorer som kan ha innvirkning på dette, bl.a.:

- Optimal fellings-pH
- Doseringsmengde
- Innblanding av kjemikalier
- Koagulering/flokkulering/sedimentering
- Frigjøring av fosfor fra slamavskiller
- Feil på utstyr
- Manglende kjemikalier

9. Aluminiumsbaserte fellingskjemikalier har et optimalt fellingsområde mellom pH 6 – 7. Kun 5 av 24 prøver ligger innenfor dette området. Det er derfor sannsynlig at dette er en medvirkende årsak til de dårlige renseresultatene mhp. fosfor.

10. Doseringsmengdene som benyttes for å fjerne fosfor varierer med en faktor på over 4, mellom leverandørene. Kun 2 leverandører anbefaler tilstrekkelige doseringsmengder. Dette betyr at det å finne riktig doseringsmengde er en av flere faktorer det er nødvendig å gjøre noe med for å bedre anleggenes evne til å fjerne fosfor.

11. Det er ikke like lett å få til effektiv innblanding, koagulering og flokkulering i et minirensanlegg. Det er potensiale for forbedringer hos de fleste leverandørene på dette punktet.

12. Årsaker knyttet til manglende driftsoppfølging er også en mulig årsak til den dårlige renseeffekten for fosfor. Sannsynlige grunner kan bl.a. være feil på utstyr, manglende fellingskjemikalier, samt feil doseringsmengder.

13. Det er det behov for avklaring av roller mellom huseier/anleggseier/kommune/leverandør, og det er et klart behov for kunnskap og opplæring om hva som påvirker anleggets drift.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

In the Morsa watershed, located approximately 50 km south east of Oslo, several measures have been carried out to improve the water quality in the Hobøl river and Lake Vansjø. The lake is the major water supply for more than 60 000 people. Improved treatment of the wastewater from the unsewered areas in the watershed has been one of the measures carried out by the various municipalities. As a result of this many prefabricated package plants for on-site wastewater treatment have been installed during the last 5 years.

The objective of this preliminary study was to establish the framework for operation and maintenance (O&M) of the numerous treatment plants installed in the area. In addition this study carried out an evaluation of the performance of some of the installed plants in the watershed.

Based on the work carried out in this study, the following conclusions can be made:

1. The literature review showed that similar studies carried out in Sweden and Norway showed good treatment efficiency regarding removal of organic material, but poorer results regarding removal of phosphorus.
2. The literature review revealed that a substantial amount of work had been carried out in both USA and Australia on management, operation and maintenance of on-site systems. The various regulatory agencies seems to play a more important role regarding wastewater treatment in unsewered areas than is the case in Norway.
3. During the field study it has been experienced difficulties in taking representative samples of the influent wastewater. Average template values on the characteristics of wastewater from single households have previously been used to evaluate treatment plant performance. Results from literature study indicate that the use of template values in Norway, on wastewater quantity and characteristics from single households, needs to be discussed. Thus, a new scheme of wastewater characteristics from single households is proposed.
4. Norwegian legislation regarding wastewater for small wastewater treatment systems were reviewed in the study, including the package plant testing and approval system. Future revisions to the existing Norwegian laws and regulations are necessary. As a temporary measure local regulations should be made for the Morsa watershed.
5. Each community is the responsible regulatory agency for treatment requirements for wastewater from small systems (less than 50 persons). Due to limited resources at the municipal level and lack of satisfactory legislation the environmental problems caused by these wastewater flows seems to get a low priority. No effluent control and plant performance evaluation is made, and without this there is no base for a cost/benefit analysis.

6. The operation and maintenance of small package plants carried out by the suppliers is of variable and questionable quality. The study carried out showed a great potential for improvement regarding documentation, operation manuals and guidelines, and service contracts normally used. No service personnel take samples for effluent control.

7. The results from the function control are based upon one (1) sample for each plant. Totally 24 plants are controlled, with 4 plants from each supplier. Statistical comparison between each type is therefore not relevant, due to the limited amount of data. Package treatment plants used in the Morsa watershed showed satisfactory treatment efficiency regarding BOD removal. All the plants included in the study met the requirements, with an average effluent BOD₅ of 11 mgO₂/l.

8. Plant performance regarding phosphorus removal was not satisfactory. Only 10 out of 24 plants met the requirements based on an influent phosphorus concentration of 16 mgP/l (tot-P). Only 5 out of 24 plants met the requirements set by Det Norske Veritas (DNV) testing and approval system (effluent < 1,0 mgP/l). The average effluent concentration of all the 24 plants tested was 3,2 mgP/l. There are several factors explaining the unsatisfactory treatment results:

- Suboptimal pH – range for chemical precipitation
- Unsatisfactory chemical dosage
- Poor mixing regime for chemicals
- Poor coagulation/flocculation/sedimentation
- Possible phosphorus release from septic tank ahead of treatment plant
- Malfunctioning of dosage equipment
- Lack of chemicals supplied by service personnel

9. Aluminium based chemicals (e.g. PAX 21) has an optimal pH range between 6 – 7. Only 5 out of 24 plants had a pH between 6-7. It is likely to believe that this is part of the reason for poor plant performance.

10. The dosage used (and recommended) by the plant service personell varied with a factor of 4,0. Only 2 out of 6 suppliers recommended a sufficient chemical dosage. This problem must be solved in order to improve plant performance.

11. It is not easy to get sufficient chemical mixing, coagulation and flocculation in package treatment plants. The field study revealed a great potential for improvements regarding plant design with respect to phosphorus removal.

12. Lack of proper attention by service personnel seem to be part of the reason for unsatisfactory plant performance regarding P-removal. The result of this will be faulty equipment, lack of chemicals, improper chemical dosage etc.

13. The study revealed a need for better guidelines regarding responsibilities for plant performance between plant owner/service personnel/municipality. There seemed to be a need for knowledge and training at all levels.

1 INNLEDNING

I forbindelse med oppfølging av EU's vanddirektiv, vil små behandlingsanlegg for spredt bebyggelse bli tatt i bruk i et omfang som langt overgår tidligere praksis.

Mange kommuner, som f.eks i Morsa-vassdragets nedbørsfelt (Vansjø-Hobøl) har allerede et betydelig antall slike anlegg (Spydeberg ca. 100 anlegg, Våler ca. 500 anlegg osv.). Disse anleggene er i dag betraktet som permanente tiltak, ofte bygget på de samme behandlingsprosesser man kjenner fra større anlegg (biologisk/kjemiske prosesser).

Det stilles også store krav til anleggenes renseeffekt (90 % fjerning av fosfor og organisk stoff). Kommunen har som regel overlatt service og teknisk vedlikehold til anleggsprodusentene. Det tas normalt ikke ut prøver for å dokumentere renseeffekter, og hvor godt disse anleggene fungerer er det derfor vanskelig for de fleste kommuner å ha oversikt over.

Ny typegodkjenningsordning for små renseanlegg innen EU, (NS-EN 12566-3), vil erstatte norsk typegodkjenning (TA 1403/97) i nær fremtid. Nye anleggstyper på det norske markedet vil øke behovet for bedre kunnskap i kommunen om anleggstyper, prosessvalg, driftsstabilitet og vedlikeholdsbehov.

I Sverige og USA er det tatt nasjonale initiativ for å se på bedre drift og vedlikehold av spredt bebyggelsesløsninger. USA har allerede opprettet regionale kompetansesenter for spredt bebyggelse i de ulike US EPA regioner (EPA = Environmental Protection Agency, tilsv. Statens forurensingstilsyn). Sverige har foreslått et lignende opplegg som i USA, og Institutt for Vatten och Luftvårdsforskning (IVL) i Stockholm har allerede hatt kontakt med prosjektgruppen for å se på mulighetene for et INTERREG-samarbeid.

1.1 Prosjektets målsetting

Målet med prosjektet er å etablere beslutningsgrunnlag for et stabilt og kostnadseffektivt drifts- og vedlikeholdsprogram for avløpsløsninger i spredt bebyggelse. Prosjektet vil omfatte alle nødvendige elementer, inkludert å legge grunnlaget for en organisasjonsmodell i kommunene som ivaretar oppfølging, drift og vedlikehold av små anlegg.

Et viktig element for å oppnå ovennevnte er å skaffe tilveie en bedre oversikt over renseresultater, samt system for drift- og vedlikehold av nyere minirensenanlegg i Morsa-regionen.

Sekundære mål i prosjektet vil være:

- å vurdere et regionalt kunnskapssenter for spredt bebyggelse i likhet med US, EPA. Senteret skal ha fokus på kunnskapsoppbygging hos alle berørte parter samt bidra til å skape et langsiktig økonomisk grunnlag for systematisk drift av anleggene

- å ta i mot utfordringen fra IVL i Sverige og North West On-Site Wastewater Training Center USA om et internasjonalt samarbeid.

1.2 Prosjektbeskrivelse

Følgende elementer har inngått i prosjektet:

- a. Funksjonskontroll av 24 eksisterende minirensesanlegg i Morsa-regionen samt Halden.
 - Prosjektet har fokusert på nyere anlegg, fortrinnsvis nyere enn 2000.
 - Anleggene er lokalisert i kommunene Halden, Enebakk, Spydeberg, Våler og Hobøl.
 - De 6 leverandørene som har flest installasjoner i Morsa-regionen har vært med i undersøkelsen.
 - Undersøkelsen har omfattet flerhusanlegg og enkelthusanlegg.
 - Det er tatt prøver/målinger av utløp og i luftetank. Når det gjelder innløpsvann, er det benyttet erfaringstall fra litteraturen.
 - Analyseprogrammet omfattet analyser av KOF, BOF, TOT-P, ortofosfat, nitrat/nitritt, suspendert stoff, pH, temperatur, oksygen.
- b. Dagens teknologivalg er kartlagt med hensyn på:
 - Anleggseiers erfaringer
 - Kommunens ansvar og kontroll
 - Anleggsprodusents system for drift- og vedlikehold
 - Eksisterende regelverk
- c. Kartlegge deltagerkommunens syn på eksisterende og fremtidig opplegg
- d. Vurdere internasjonale erfaringer og deres håndtering av småskala anlegg.

1.3 Organisering

I alt 5 kommuner har deltatt i prosjektet. Disse kommunene er Enebakk, Halden, Hobøl, Spydeberg, og Våler.

COWI AS og Eikum Miljøteknologi har stått for gjennomføringen av feltarbeid, innhenting av prøver osv. i nært samarbeid med kommunene/leverandører/anleggseier. Spørsmål knyttet til organisering, opplæring, drift- og vedlikehold er utført i samarbeid med kommunene og leverandørene.

Styringsgruppen har bestått av representanter fra kommunene samt Morsa og Fylkesmannen i Østfold område miljøvern. Representanter fra NORVAR og Driftsassistansen i Østfold har vært observatører til styringsgruppen.

Rapporten er utarbeidet av COWI AS og Eikum Miljøteknologi i samarbeid med styringsgruppen.

1.4 Kost/nytte

Det investeres i dag store beløp i norske kommuner i avløpsløsninger i spredt bebyggelse. Tiltakene er nødvendige i forbindelse med EU's rammedirektiv.

Det er imidlertid slik som US, EPA hevder i sin utredning (US, EPA 20036): **Når man har valgt riktig prosess og riktig anleggstype, så er bare man halvveis. Det som gjenstår er oppfølging, drift og vedlikehold i hele anleggets levetid.**

Vårt prosjekt har som mål å skaffe til veie informasjon om i hvilken grad de investeringene som gjøres i norske kommuner betaler seg gjennom stabil drift av anleggene.

I Vansjø-Hobølvassdraget alene er det i perioden 2001-06 investert i over 1000 separate avløpsanlegg for spredt bebyggelse.

Fokus på organisering, drift og vedlikehold vil være en forutsetning for at spredte bebyggelsesløsninger skal fungere slik som forutsatt.

1.5 Informasjon

Informasjon fra prosjektet vil bli lagt ut på www.avlop.no.

Ytterligere informasjon fås ved henvendelse til:

COWI AS
v/ Erik Johannessen
Tel: 488 966 84
E-post: erjo@cowi.no

eller

Morsa
v/Helga Gunnarsdottir
Tel: 69 24 75 24
E-post: helga.gunnarsdottir@fmos.no

2 LITTERATURSTUDIE

2.1 Erfaringer fra tilsvarende prosjekter

Sverige

15 renseanlegg i spredt bebyggelse ble i perioden feb. 2000 til okt. 2002 inngående undersøkt i den svenske studien "Bra små avløp" (Hellström et. al. 2003). I studien inngikk det funksjonskontroll av 4 stk konvensjonelle anlegg med samme prinsipper som i dette prosjektet. I tillegg ble også naturbaserte anlegg undersøkt.

De konvensjonelle anleggene var oppbygd med følgende prosesser:

Tabell 1. Oversikt over konvensjonell teknologi undersøkt i den svenske studien "Bra små avløp" (Hellström et. al. 2003)

Type prosess	Anleggsnavn / leverandør
SBR + kjemisk felling	Biovac / Miljö og Bioteknikk AB
SBR + kjemisk felling	Upoclean® / Uponor AB
Bevegelig biofilm + kjemisk felling	BioTrap / Ifö Sanitär AB & Anox AB
Fastsittende biofilm + kjemisk felling	ALFA/BAGA / ALFA miljøteknik/Baga International AB

*SBR = "Sequential Batch Reactor", biologisk prosess hvor både biologisk omsetning, sedimentering m/uttak av slam foregår i en satsvis (batch) syklus.

Innløpskonsentrasjoner ble målt, men pga. anleggenes oppbygning ble det benyttet antatte verdier for anleggene Biovac og Upoclean®, mens for BioTrap og ALFA/BAGA anleggene ble følgende innløpskonsentrasjoner målt:

Tabell 2. Målte innløpskonsentrasjoner for anlegg av typen BioTrap og ALFA/BAGA.

Parameter	Anleggstype			
	BioTrap*		ALFA/BAGA**	
	Type A	Type B	RVBK5	MRCP
Tot-P (mg/l)	4,8–20 (9,5)	7,7-25 (14)	7-26 (11)	8,8-34 (19)
BOD ₇ (mg/l)	76–220 (130)	74-220 (150)	140-800 (330)	130-1000 (430)

*Innløpsverdier målt etter slamavskiller, variasjonsområde innenfor 5- og 95 % percentil, tall i parentes middelvei.

**Minimum og maksimumverdier, tall i parentes middelvei.

I forbindelse med funksjonskontroll av anleggene ble følgende utløpskonsentrasjoner målt:

Tabell 3. Målte utløpskonsentrasjoner for konvensjonelle renseanlegg i studien "Bra små avlopp" (Hellström et. al. 2003).

Anleggstype	Parameter*	
	Tot-P (mg/l)	BOF ₇ (mg/l)
Biovac A	0,49 – 15 (2,0)	<3 - 67 (16)
Biovac B	0,29 – 4,0 (2,2)	<3 - 27 (4)
Upoclean	0,16 – 1,4 (0,58)	<3 – 91 (15)
BioTrap A	0,56 – 12 (4,4)	<3 – 15 (4)
BioTrap B	0,31 – 15 (1,5)	<3 – 11 (<3)
ALFA (RVBK5)	0,2 – 8,8 (0,57)	<3 – 32 (5)
ALFA (MRCP)	0,56 – 3,0 (1,3)	<3 – 30 (21)

*Variasjonsområde er innenfor 5- og 95 % precentil, tall i parentes er medianverdi.

I tillegg ble det analysert på parameterne SS, KOF, PO₄-P, Tot-N, NH₄-N samt nitrat/nitritt. Disse er ikke gjengitt her.

Som det kommer frem av tabellen ovenfor har anleggene overveiende god reduksjon av organisk stoff (BOF₇), mens det er større variasjon i reduksjonen av fosfor. Det var kun anleggene Upoclean og ALFA (RVBK5) som kunne vise til stabil og vedvarende god renseeffekt på fosfor.

Det understrekes at samtlige anlegg er i stand til å klare renseeffekt på 90 % både for fosfor og BOF₇. Problemene med kravoppnåelse for fosfor er først og fremst knyttet til feil på doseringsutrustning, utilstrekkelig dosering samt manglende tilsyn på anleggene. Med andre ord; sviktende driftsoppfølging.

Norge

Statens forurensningstilsyn (SFT) gjennomførte i 1993/94 erfaringsundersøkelser av typegodkjente minirensanlegg i Oslo/Akershus, Østfold, Aust-Agder og Hordaland, SFT-rapport 94:06 (Heltveidt, 1994). Som et ledd i undersøkelsen inngikk funksjonskontroll av anleggene samt forvaltning av anleggene. Anlegg som ble undersøkt var:

Tabell 4. Anleggstyper undersøkt i SFT rapport 94:06 (Heltveidt, 1994).

Type prosess	Anleggsnavn / leverandør
SBR + kjemisk felling	FD5 & FD10 / Biovac A/S
Kjemisk felling	W1 / Christen Smith A/S
Rislefilter*	Colombio / Viva Miljø AS

*Ikke kombinert med kjemisk felling i denne undersøkelsen.

Det ble tatt 2 stk stikkprøver ved 132 anlegg. I anleggene hvor det var både biologisk rensetrinn og kjemisk felling, ble følgende utløpskonsentrasjoner for fosfor målt:

Tabell 5. Utløpskonsentrasjoner for fosfor (tot-P) i SFT-rapport 94:06 (Heltveidt, 1994).

Anleggstype	Utløpskonsentrasjon, Tot-P (mg/l)			
	Maks	Min	Middel	Ant. prøver
Biovac	39,8	0,06	4,66	116
Colombio	1,0	0,19	0,43	4
Wallax	34,5	0,03	2,67	59

2.2 Organisering av opplæring, drift og vedlikehold i andre land

Andre land har fokusert på opplæring, drift og vedlikehold av renseanlegg i spredt bebyggelse over lengre tid. Dette gjelder særlig USA og Australia. Også andre land jobber aktivt med dette, bl.a. Sverige, men status der er tilsvarende hva man har i Norge. I dette kapitlet er det derfor fokusert på å beskrive systemene i USA og Australia.

2.2.1 USA

Den amerikanske forurensningsmyndighet Environmental Protection Agency (EPA) har fokusert på problemer med organisering av avløpsløsninger fra spredt bebyggelse i mange år. EPA er organisert slik at de regionale kontorene har forholdsvis stor frihet (innenfor føderale rammer) til å utforme og bygge systemer for oppfølging. Det er derfor også relativ stor forskjell i hvordan dette er håndtert rundt om i USA. Det er viktig å understreke at selv det er lokal frihet, følges de enkelte stater sterkt opp av føderale myndigheter.

I et forsøk på hjelpe stater / regioner som ikke har iverksatt særskilte tiltak ble det i 2003 utgitt en veiledning om en frivillig ordning for organisering av bransjen: *Voluntary National Guidelines for Management of Onsite and Clustered Treatment Systems (heretter benevnt: Management Guidelines)*. Bakgrunnen for utgivelsen var å øke påliteligheten til renseanleggene gjennom forbedrede forvaltningsprogrammer. I Management Guidelines er det skissert 5 styringsmodeller med økende grad av myndighetskontroll. Disse er oversatt og gjengitt nedenfor:

Modell 1 ”Anleggseier bevissthet (Homeowner Awareness)” – Anleggseier eier og driver anleggene i områder med mindre følsomme resipienter. Modellen er tilstrekkelig der hvor teknologien er begrenset til konvensjonell systemer som krever lite tilsyn. Vedlikehold utføres ved intervaller bestemt av myndigheter, og anleggseierne kan utføre vedlikeholdet selv.

- Modell 2 ”Vedlikeholdsavtaler (Maintenance Contracts)” – Som for modell 1, men med økt kompleksitet mht. teknologi, som gjør at vedlikeholdsavtaler med kvalifisert personell er påkrevd.
- Modell 3 ”Drifts- og utslippsavtaler (Operating permit)” – For områder hvor vedvarende anleggsytelse er kritisk for å beskytte folkehelse og vannkvalitet. Drifts- og utslippsavtaler gis til anleggseiere for en begrenset tidsperiode, og er fornybare så lenge anleggseiere kan dokumentere at anlegget fungerer iht. avtalen.
- Modell 4 ”Ansvarlig forvaltningsenhet (Responsible Management Entity, RME) for drift og vedlikehold” – For områder hvor hyppig og særlig pålitelig drift og vedlikehold av anlegg er påkrevd for å sikre vannressursene i sensitive resipienter. I dette tilfellet er drifts- og utslippstillatelse gitt til ansvarlig forvaltningsenhet (RME) og ikke anleggseiere som forsikring for at tilstrekkelig vedlikehold blir utført.
- Modell 5 ”Ansvarlig forvaltningsenhet eierskap (RME ownership)” - For anlegg som er eiet, driftet og vedlikeholdt av ansvarlig forvaltningsenhet (RME). Modellen fritar huseier for ansvaret med anlegget. Denne modellen tilsvarende sentrale anlegg (i Norge: kommunale anlegg) og gir den beste forsikring for anleggsytelse i de mest følsomme områdene.

Ved å legge frem disse 5 nivåene har EPA erkjent behovet for individuelle tilpasninger, slik at man kan tilpasse forvaltningen til de stedlige behov i regionen og i resipienten / nedslagsfeltet. Management Guidelines beskriver videre de enkelte modellene mer i dybden hvor ansvar og aktivitet i forbindelse med følgende elementer er nærmere definert:

- Offentlig opplæring og deltagelse
- Planlegging
- Anleggsytelse
- Opplæring og sertifisering av vedlikeholdsenheter
- Stedlige undersøkelser (grunnundersøkelser)
- Dimensjonering (design)
- Bygging
- Drift og vedlikehold
- Behandling av restprodukt (slam)
- Kontroll og etterprøving
- Korrektive tiltak
- Arkivering, rapportering
- Finansiering

Som støttelitteratur til Management Guidelines har EPA utarbeidet en håndbok (US EPA, 2005) som kan benyttes i alle faser i institusjonsbyggingen. Her går man kronologisk igjennom prosessen med å bygge forvaltningssystem, og elementene listet opp ovenfor gås ytterligere igjennom.

Med disse dokumentene har dermed de regionale myndighetene verktøy og handlefrihet til å bygge sine egne systemer tilpasset den rådende teknologi og de rådende resipientforhold.

De føderale retningslinjene beskrevet ovenfor har vært benyttet som grunnlag for statlige retningslinjer i staten Washington i USA. Disse statlige retningslinjene består av en serie med dokumenter, og 2 av disse er gjengitt nedenfor:

- **Local management and regulation (WAC 246-272A-0015)**
- **Operation, monitoring, and maintenance -- Owner responsibilities (WAC 246-272A-0270)**

Det første dokumentet *Local management and regulation* beskriver myndighetenes ansvar og regler knyttet til renseanlegg i spredt bebyggelse. I det følgende er hovedpunktene gjengitt (noe forenklet og oversatt fra engelsk).

Lokale helsemyndigheter skal utarbeide en skriftlig plan (*les: lokal forskrift*) som veiledning i forbindelse med utvikling og forvaltning av renseanlegg i spredt bebyggelse. Planen skal spesifisere hvordan de lokale helsemyndighetene skal:

- (a) Utvikle og vedlikeholde en oversikt over alle renseanlegg i spredt bebyggelse innenfor sitt myndighetsområde
- (b) Identifisere områder hvor renseanlegg i spredt bebyggelse kan utgjøre økt helserisiko (slike områder definert som områder med skaldyrproduksjon, grunnvannsmagasiner, brønner, badeplasser, våtmarker, verneområder, områder utsatt for nitrogenbelastninger)
- (c) Identifisere krav til drift, vedlikehold og kontroll av renseanlegg i spredt bebyggelse i forhold til pkt. (b) ovenfor
- (d) Tilrettelegg for opplæring av anleggseiere, og fremskaffe informasjon om drift og vedlikehold av de ulike anleggstypene
- (e) Påminne og oppmuntre anleggseiere om å få utført drift og vedlikehold iht. WAC 246-272A-0270.
- (f) Arkivere drifts- og vedlikeholdsdata
- (g) Håndheve utslippstillatelser

Det andre dokumentet *Operation, monitoring and maintenance – Owner responsibilities* beskriver anleggseiers ansvar. I det følgende er hovedpunktene gjengitt (noe forenklet og oversatt fra engelsk).

Anleggseier er ansvarlig for drift, vedlikehold og kontroll av renseanlegg i spredt bebyggelse, og i denne forbindelse skal han:

- (a) Fremskaffe godkjennelse fra lokale helsemyndigheter før reparasjon, endring eller utvidelse av renseanlegg i spredt bebyggelse
- (b) Fremskaffe og fornye vedlikeholdsavtaler
- (c) Fremskaffe og fornye utslippstillatelse

- (d) Sikre en komplett evaluering av anlegget for å bestemme funksjonalitet, vedlikeholdsbehov og overholdelse av krav, minimum 1 gang årlig.
 - (e) Leie inn godkjent selskap for slamtømming
 - (f) Sørge for nødvendig vedlikehold og reparasjoner
 - (g) Sørge for fysisk beskyttelse av anlegget (ikke bygge over, ikke maskinferd- sel, drenering, osv.)
 - (h) Holde mengden avløpsvann lik eller under det man har fått godkjennelse for
- I tillegg er det beskrevet at anleggseier ikke skal:

- (a) Tilføre sterke baser/syrer eller klorerte organiske løsemidler til avløpsvannet
- (b) Tilsette "Sewage system additive" (spesielle midler som forbedrer sep- tikløsninger, ikke noe kjent produkt i Norge) som ikke er godkjent
- (c) Benytte anlegget som deponi for avfallskomponenter som ikke typisk hører hjemme i et kloakksystem.

De statlige retningslinjene beskrevet ovenfor regulerer altså den enkelte kom- munes og anleggseiers ansvar og forpliktelser. Flere kommuner har igjen laget lokale forskrifter basert på dette regelverket. Det er valgt å ikke gjengi noen eksempler på lokale forskrifter her, da disse er rimelig omfattende dokumenter og i hovedsak tar for seg de punktene som er beskrevet ovenfor. Det er imid- lertid interessant å merke seg at de er forholdsvis sterkt fokusert mot infiltrasjons- anlegg hvor bl.a. retningslinjer for dimensjonering av slike er inkludert. Flere av disse er nå under revisjon (målsetning om at de er klare i 2007), hvor man også tar mer hensyn til alternative metoder som f.eks. minirensesanlegg.

Som det kommer frem ovenfor, settes det krav til **opplæring** av anleggseiere. For å nå frem til anleggseiere med nødvendig informasjon er det i flere kom- muner laget ulike informasjonsbrosjyrer. Eksempler fra Bremerton Kitsap County (Washington) er vedlagt i Vedlegg 1. I tillegg har flere kommuner godt utbygde internett sider hvor den enkelte kan finne den informasjonen man er ute etter. Eksempler på dette er følgende internettsider:

http://www.kitsapcountyhealth.com/environmenta_health/onsite/onsite_index.htm

<http://www.co.thurston.wa.us/health/ehoss/index.html>

<http://www.metrokc.gov/HEALTH/wastewater/owners/index.htm>

<http://www.jeffersoncountypublichealth.org/index.php?id=41,0,0,1,0,0>

I tillegg har Department of Health i staten Washington utarbeidet et dokument som heter *On-sites Online* (, som viser linker til internett adresser (både nasjo- nale og lokale) med forskjellig informasjon. For ytterligere informasjon se kopi av dette dokumentet i Vedlegg 2.

Behovet for opplæring har også resultert i at det er etablert flere **regionale opp- læringscenter** rundt om i USA. De regionale opplæringscenterne er finansiert og driftet i samarbeid mellom leverandører og offentlige myndigheter. De fleste av disse besørger både opplæring av anleggseiere, samt opplæring/sertifisering av designere og drifts- og vedlikeholdspersonell. Frem til nå er det etablert 20 regionale opplæringscenter i 14 delstater i USA. En komplett liste over opplæ- ringscenter i USA finnes i Vedlegg 3.

2.2.2 Australia

Som i USA er ansvaret for oppfølging av miljøspørsmål delegert til regionale myndigheter (delstatsnivå), med føderale lover og retningslinjer som grunnlag. Forurensningsmyndighetene i New South Wales (NSW-EPA) har utgitt en veileder kalt ”*On-site Sewage Management for Single Households*”. Denne veiledningen beskriver hvilke tiltak som skal gjennomføres ved forvaltning av renseanlegg for spredt bebyggelse.

Overordnede anbefalinger / krav er definert, hvor de lokale myndighetene skal:

- utvikle, implementere og regelmessig gjennomgå en forvaltningsstrategi for renseanlegg i spredt bebyggelse
- vurdere alle relevante momenter ved godkjenning av installasjon og drift av anlegg i spredt bebyggelse, herunder helse- og miljømessige spørsmål, både mht. beliggenhet og nedslagsfelt/resipient
- spesifisere plasserings- og systemspesifikke betingelser for godkjenning av drifts- og utslippstillatelser
- kontrollere at godkjenningsordninger er i samsvar med formålstjenlig kontroll og revisjon
- gjennomføre opplæring av huseiere som inkluderer:
 - anleggseiers lovbestemte ansvar for anlegg i spredt bebyggelse
 - helse- og miljømessige risiki forbundet med bruk av anleggene
 - spesifikke spørsmål knyttet til det installerte anlegg

I tillegg anbefales de lokale myndigheter til å implementere et program for systemrevisjoner for å kontrollere ytelsen til renseanleggene, samt å overvåke effekten av installasjonene i resipienten / nedslagsfeltet.

Opplæring er sterkt fokusert i veiledningen. Det er opp til kommunene selv å velge hvilken form denne opplæringen skal ha, men det stilles krav til hvilken informasjon/opplæring den enkelte aktør (anleggseier, leverandør, serviceinstitusjon, kommunen, lokale myndigheter) skal ha mottatt/gjennomført. Flere institusjoner (universiteter, NSW-EPA, Australian Water and Wastewater Association, etc.) tilbyr kurs som kommunene kan benytte. Kommunene oppfordres videre til å utvikle opplæringsstrategier som ivaretar dette. Generelle og produktspesifikke informasjonsbrosjyrer myntet på anleggseiere inngår i denne strategien.

I følge veilederen har **anleggseier** følgende forpliktelser:

- Anleggseier er ansvarlig for korrekt drift av anlegget. Dette inkluderer regelmessig ettersyn og vedlikehold.
- Anleggseier skal være klar over hvilke krav som stilles til anlegget, og at nødvendige serviceavtaler er inngått.
- Anleggseier er ansvarlig for at andre beboere også er informert om drift- og vedlikeholdskravene.
- Dersom anlegget er defekt og kan ikke bringes i orden ved passende drift og vedlikehold, skal dette rapporteres til lokale myndigheter, og anlegget erstattes med nytt.

- Dersom det oppdages feil eller avvik mht. dimensjonering av anlegget, skal leverandør og helsemyndigheter varsles mht. typegodkjenning.

I følge veilederen har **leverandør** følgende forpliktelser:

- Leverandør har ansvar for at det respektive anlegg er passende for, og blir benyttet til, det tilsiktede formål.
- Dersom det ved service oppdages feil på anlegget som skyldes feilaktig bruk av systemet, skal leverandøren påpeke dette ovenfor anleggseier. Dersom problemet fortsetter skal det rapporteres til lokale myndigheter for korrektive tiltak.
- Dersom utløpet fra anlegget forårsaker forurensning utenfor den aktuelle eiendomsgrensen, skal leverandør rapportere situasjonen til lokale myndigheter.
- Alt servicepersonell skal ha formålstjenlig opplæring.
- Produsenter skal ha produktsertifisering – kvalitetssikringssystem eller et kvalitetssikringssystem iht. ISO9002 eller ISO9001.
- Entreprenør skal ha kvalitetssikringssystem iht. ISO9002 eller tilsvarende.
- Servicepersonell skal gi råd og veiledning vedr. drift og vedlikehold av anlegget til kunder og huseiere ved enhver anledning.
- Leverandør plikter å levere driftsmanual, inkl. evt. kopier, til anleggseier. Leverandøren plikter også at lokale myndigheter har komplett sett med spesifikasjoner, vedlikeholdsmanualer og driftsmanualer for hver anleggstype som ser installert i myndighetsområdet. Manualen skal inneholde:
 - systemets drift og ytelse
 - driftsbetingelser – anleggskapasitet, utjevningsvolum og uønskede hendelser
 - feilsøking og tegn på anleggsfeil – som for eksempel lukt og oversvømmelse
 - vedlikeholdskrav
 - HMS og kjemikaliebehandling
 - garanti
 - nødnummer
- Leverandøren skal være i stand til å utføre midlertidige reparasjoner innenfor 24 t fra varslings, samt å korrigere enhver helserisiko.
- Leverandøren skal produsere en rapport, i triplikat, for hver service. Rapporten skal bekrefte overholdelse av driftsbetingelsene, spesifisere evt. reparasjoner, samt test resultater. (En kopi til lokale myndigheter, en til anleggseier og en til eget arkiv for revisjon).
- Leverandøren skal sikre at restprodukter (slam) blir fjernet fra anlegget og behandlet i overensstemmelse med HMS standarder og lokale forskrifter.

2.3 Karakteristikk av avløpsvann (innløpsverdier)

For å bestemme rensegraden på de forskjellige anleggene er man avhengig av å kjenne innløpskonsentrasjonen. Det er imidlertid vanskelig å ta representative prøver av innløpsvannet på et minirensesanlegg, da tilløpet kontinuerlig gjenspeiler forbruket i husstanden. Forbruket varierer over døgnet og stoffmengdene som tilføres avløpet varierer med den bruken man har i huset til enhver tid.

Det mest riktige ville ha vært å ta en serie med døgnblandprøver på både inn- og utløp. Rammen for dette prosjektet tillater imidlertid ikke et så omfattende prøveprogram. Vår prøvetaking er begrenset til stikkprøver på utløpet. Som innløpsverdier er det derfor brukt litteraturverdier.

Det er utviklet en forurensingsmodell for avløpsvann fra boliger i Norge (L. Vråle, 1987). Denne studien utviklet en modell kalibrert i forhold til enkelte boligfelt hvor ingen industri var tilknyttet. Bidragene av de forskjellige parametrene er fremstilt som gram per personekvivalent og døgn (g/pe*d), og er gjengitt nedenfor.

Tabell 6. Spesifikke forurensningsbidrag i avløpsvann fra enkelthus (Vråle, 1987)

Parameter	Enhet	100% tilstedeværelse	Med pendlerfradrag
Fosfor	g/pe*d	2,0	1,8
Nitrogen	g/pe*d	12,0	10,6
BOF ₇	g/pe*d	46,0	41,0
KOF	g/pe*d	94,0	85,0
Suspendert stoff	g/pe*d	42,0	37,0

Det spesifikke vannforbruket benyttet i modellen var ca. 130 l/pe*d ved 100 % tilstedeværelse og ca. 120 l/pe*d hvor pendlerfradraget var inkludert. Med dette spesifikke vannforbruket vil man etter denne modellen ha innløpskonsentrasjoner som følger:

Tabell 7. Konsentrasjoner i avløpsvann fra enkelthus (Vråle, 1987).

Parameter	Enhet	100% tilstedeværelse	Med pendlerfradrag
Fosfor	mg/l	15,4	15,0
Nitrogen	mg/l	92,3	88,3
BOF ₇	mg/l	353,8	341,7
KOF	mg/l	723,1	708,3
Suspendert stoff	mg/l	323,1	308,3

Tallene fra denne studien har vært mye benyttet i Norge opp gjennom årene (tall med pendlerfradrag). Det har imidlertid vært noen kritiske bemerkninger, siden disse har skilt seg noe fra verdier gjengitt i internasjonal litteratur. I tabellene nedenfor er tallene fra denne studien sammenlignet med et knippe internasjonale tall av nyere dato. Det er viktig å presisere at de internasjonale kildene

som er benyttet har tatt utgangspunkt i avløp fra boliger og ikke innløpsverdier på større renseanlegg.

Tabell 8. Samling av internasjonale litteraturverdier for spesifikke verdier i avløpsvann fra enkelthus.

Kilde ⁵	SS		BOF ₅ ³		tot-N		tot-P		Vannforbruk l/pe*d
	g/pe*d	mg/l	g/pe*d	mg/l	g/pe*d	mg/l	g/pe*d	mg/l	
US EPA	44,2	294,7	45,2	301,3	10,6	70,7	2,6	17,3	150
NSW (AUS) ⁴	30,0	250,0	30,0	250,0	8,4	70,0	2,1	17,5	120
C & T	95,0	500,0	85,0	447,4	13,3	70,0	3,3	17,3	190
B.L. (SVE)					18	95,4	2,9	15,1	189
L. Vråle ¹	37,0	308,3	35,3	294,5	10,6	88,3	1,8	15,0	120
L. Vråle ²	42,0	323,1	39,7	305,0	12,0	92,3	2,0	15,4	130
Middel-alle	49,6	335,2	47,0	319,7	12,2	81,1	2,4	16,3	149,8
Middel-int.	56,4	348,2	53,4	332,9	12,6	76,5	2,7	16,8	162,3

¹Tall medregnet pendlertap

²Tall med 100% tilstedeværelse

³BOF-tallene fra L. Vråle studie er korrigert fra BOF₇ til BOF₅ med faktor BOF₇/BOF₅ = 1,16.

⁴Medianverdier fra oppgitt variasjonsområde

⁵Kilder: US EPA = (US EPA, 2002), NSW (AUS) = (New South Wales EPA, AUS, 1998), C&T = (Crites & Tchobanoglous, 1998), B. L. (SVE) = (B. Liss, 2003).

Med bakgrunn i L. Vråle sine tall har SFT ved 2 anledninger senere justert det spesifikke tallet for fosfor (Bratli et. al. 1991 og Mosevoll et. al. 1996). Spesifikt bidrag for fosfor er i disse rapportene satt til henholdsvis 1,7 og 1,6 gP/pe*d.

Som en kan se er de norske tallene gjennomgående lavere når man inkluderer pendlertapet, og tar SFT's senere tall med i betraktningen. De norske tallene samsvarer rimelig godt internasjonal litteratur når det gjelder BOF₅ og SS. Verdiene fra den norske studien er imidlertid høyere mht. nitrogen og lavere mht. fosfor.

Et annet viktig aspekt er det forholdsvis lave vannforbruket i den norske studien om man sammenligner med tall fra USA og Sverige. I forhold til at det har vært knapphet på vann i Australia i mange år, med sterk fokus på redusert vannforbruk, føles det heller ikke riktig at vannforbruk i Norge er på samme nivå som i Australia. I løpet av de siste 20 årene har vannforbruket i Norge økt en god del og flere kommuner regner med et vannforbruk på 130-150 l/pe*d.

Det er helt klart forskjellige mønster mht. både vannforbruk, livsstil og spisevaner som ligger bak de ulike tallene ovenfor. Imidlertid ønskes det å påpeke følgende forhold:

- Vannforbruket i husstandene i Norge har ikke blitt redusert de senere årene som følge av økt levestandard og endret livsstil.
- Tallene benyttet i L. Vråle sin studie var i hovedsak basert på målinger fra ett boligfelt, hvor bl.a. pendlertapet kan ha hatt større betydning enn hva tilfellet er for anlegg i spredt bebyggelse.
- Store usikkerheter er knyttet til bestemmelsen av fysiologisk utskillelse i L. Vråles studie. Dette utgjør den klart største bestanddelen av de spesifikke tallene.

- I det globaliserte samfunnet man nå er en del av er både livsstil og spisevaner endret i forhold til tidligere. Dette vil igjen kunne gi store utslag i form av bl.a. fysiologisk utskillelse og vannforbruk.
- I motsetning til da Norge innførte forbud mot fosfat i vaskemidler til klesvask, er oppvaskmaskiner en innretning som i dag inngår i de aller fleste kjøkken. Forbudet gjelder ikke vaskemidler til oppvaskmaskin og de siste årene har det dessuten dukket opp flere utenlandske produkter som inneholder fosfat. Disse var ikke på markedet da sjablonverdien for fosfor ble etablert og senere revidert.

Med basis i ovenstående data og betraktninger er det valgt å tilnærme de norske "sjablontallene" til tallene fra internasjonal litteratur. For å beregne rensegrad på de forskjellige anleggene er det derfor valgt å inkludere innløpsverdier som vist i tabellene nedenfor i tillegg til de nasjonale sjablonverdiene.

Tabell 9. Forslag til innløpskonsentrasjoner for beregning av rensegrader.

Parameter	g/pe*d	mg/l
SS	50	333
BOF5	50	333
KOF	125	833
tot-N	12	80
tot-P	2,2	15
Forbruk (l/pe*d)		150

*KOF er beregnet ut i fra et BOF₅/KOF forhold på 0,4 som er foreslått av European Water Association (Pons et al. , 2004).

Vi gjør oppmerksom på at tallene i tabell 9 er hovedsakelig ment som et innspill til en diskusjon rundt dette tema. De utenlandske referansene gir en indikasjon på at de norske sjablontallene (f.eks. 1,6 gP/pe*d), er modne for diskusjon og muligens revurdering.

3 NORSK REGELVERK

3.1 Forurensningsforskriften – Del 4: Avløp

Anlegg i den størrelsesorden som er omfattet av dette prosjektet ivaretas lovmessig av Forurensningsloven og i Forurensningsforskriftens - del 4: Avløp, § 11 og § 12. (*Forurensningsforskriften - Del 4: Avløp* er for enkelhetsskyld i det etterfølgende kun omtalt som *Forurensningsforskriften*.) I dette avsnittet pekes det på noen viktige punkter, som er relevante for dette prosjektet.

§12-2 definerer kommunen som forurensningsmyndighet. Som forurensningsmyndighet har kommunen ansvar for tilsyn. Med tilsynsansvar medfølger kontroll- og reaksjonsansvar. I forhold til dokumentasjon av rensegrad (kontroll) for minirensanlegg står det i § 12-10 at dokumentasjon iht. EN12566-3 er tilstrekkelig. I prinsippet betyr dette at den eneste direkte kontrollforpliktelsen kommunen har iht. forskriften er å kontrollere hvorvidt minirensanleggene har ”papirene” i orden, dvs. være godkjente iht. EN12566-3. Det er med andre ord ikke krav i forskriften til prøvetaking for utslippskontroll av anlegg i drift.

I § 12-6 gis kommunen anledning til å fastsette lokal forskrift. Dette gjelder imidlertid kun dersom dette er nødvendig ut i fra forurensningsmessige forhold eller brukerinteresser. I § 12-17 står det at lokale forskrifter gitt i medhold av forurensningsloven og tilhørende forskrifter fra før 1.1.2007 oppheves. Dette betyr at alle tidligere lokale forskrifter er opphevet pr. dags dato, dvs. det er kun Forurensningsforskriften som gjelder, med mindre man av forurensningsmessige forhold eller brukerinteresser ønsker å fastsette ny lokal forskrift.

§ 12-8 beskriver krav til reduksjon av fosfor og organisk stoff. I forhold til nedslagsfeltet Morsa er det del a) som gjelder med 90 % reduksjonskrav til både fosfor og BOF₅. Det er ikke angitt konsentrasjonskrav til utløpsverdier i § 12. Renseeffekten skal beregnes som årlig middelv verdi av det som blir tilført renseanlegget. Som nevnt ovenfor er det meget vanskelig å få tatt representative prøver på tilført avløpsvann, slik at praktisk kontroll av overholdelse av kravene er nesten umulig.

Kravet til drifts- og vedlikeholdsavtale er definert i §12-13 og vedl. 2 pkt. 2.3 til kap. 11. Følgende punkter skal minimum inngå i en slik avtale (skrevet med leverandør eller annen fagkyndig virksomhet):

- Servicebesøk (ant. besøk pr. år og oppgaver som skal utføres ved service, herunder kontroll av slammengde, tømning av slam, kontroll av vannkvalitet, kontroll av alarm mv.)
- Beredskapsordning som sikrer anleggseier assistanse dersom det oppstår funksjonssvikt på anlegget
- Årlig rapportering av service og slamtømming til kommunen
- Leveranse av deler
- Eventuelle andre forhold som også er av forurensningsmessig betydning for det aktuelle anlegget.

3.2 Typegodkjenning

Det Norske Veritas (DNV) har siden 1994 forestått typegodkjenning av prefabrikkerte minirensesanlegg. Ordningen er beskrevet i "Normer for typegodkjenning av minirensesanlegg". Dette er DNV's egne normer som er tilnærmet lik tidligere kvalitetsnorm fra SFT (TA 1403/1997).

1. januar 2007 ble avløpsdelen i forurensingsforskriften endret. Det ble da krav om at minirensesanlegg skal testes i henhold til "NS-EN 12566-3: Små avløpsanlegg for opptil 50 personekvivalenter (PT) – Del 3: Prefabrikkert og/eller montert på stedet".

Reglene for innføring av europeiske normer fører til at det fra 31.07.2008 kun vil være tillatt å selge minirensesanlegg med dokumentasjon i henhold til NS-EN 12566-3. Som et resultat av dette har DNV besluttet at ordningen med typegodkjenning av minirensesanlegg etter DNVs normer vil opphøre fra 01.05.2007. Etter denne dato vil det ikke være mulig å oppnå typegodkjenning etter norsk norm.

Det er relativt store forskjeller mellom den nye EU-normen (NS-EN 12566-3) og den eksisterende norske normen som er bygget på SFT's tidligere kvalitetsnorm (TA1403/1997). I denne rapporten gjengis det imidlertid kun noen få hovedpunkter. For mer detaljert informasjon henvises det til normene.

NS-EN 12566-3 inneholder ingen tallfestede rensekrav slik som den norske typegodkjenningsordningen. Derimot er det leverandørene som skal oppgi hvilket rensekrav anleggene skal godkjennes for. Det betyr i praksis at den enkelte leverandør kan forholde seg til de krav som gjelder i de land anleggene ønskes solgt, når rensegrader skal dokumenteres. Kjøper må derfor forvise seg om at den typegodkjenningen som foreligger for det enkelte anlegg, også tilfredsstiller nasjonale og lokale krav.

DNV's typegodkjenning stiller krav til renseeffekt som følger:

Klasse*	BOF7 (mg/l)		Tot-P (mg/l)	
	Langtidsgrense	Ukesgrense	Langtidsgrense	Ukesgrense
1	20	40	1,0	2,0
1F	-	40	-	2,0
2	30	50	-	-
2F	-	50	-	-
3	-	-	1,5	2,5
3F	-	-	-	2,5

*Klasse 1 = Anlegg konstruert for å fjerne organisk stoff og fosfor, Klasse 2 = kun organisk stoff, Klasse 3 = kun fosfor, F = Hytte/fritidsbolig.

NS-EN 12566-3 setter krav til testing av anleggenes konstruksjon, styrke, vanntetthet. Den norske typegodkjenningen hadde ingen prosedyrer for å teste dette.

NS-EN 12566-3 inneholder ingen bestemmelser vedrørende serviceavtaler eller årsrapportering i forbindelse med dette. Årsrapportene er grunnlagsdokumenter for fornyelse av typegodkjenningen fra DNV. I den nye EU-normen ligger dette ikke inne som et moment ved fornyelse av typegodkjenningen.

3.3 Lokal forskrift

En del kommuner har lokale forskrifter, mens andre kommuner har retningslinjer og planverk som kan ivareta de samme momentene. Typisk innhold og oppbygging av lokale forskrifter er nærmere beskrevet i kap. 4.1.

Alle lokale forskrifter er som beskrevet ovenfor i realiteten opphevet ved årsskiftet. Dvs. samtlige må revideres/skrives på nytt. Iht. den nye Forurensningsforskriften skal en lokal forskrift erstatte kravene i §12-7 til §12-13, dvs. en lokal forskrift skal minimum regulere følgende forhold:

- Avløpsnett
- Krav til reduksjon av forurensningsstoffer (fosfor, org. stoff, SS)
- Dokumentasjon og kontroll av rensegrad
- Utslippssted
- Lukt
- Utforming og drift av anlegget, herunder krav om serviceavtale for minirensesanlegg

Slik SFT har lagt dette opp vil det i de aller fleste tilfeller, både av miljøhensyn og brukerinteresser, være tilstrekkelig krav til renseeffekt i den nye forskriften. Det gis imidlertid anledning til å stille endrede krav enn de som er beskrevet i forskriften (jfr. §12-5).

Tradisjonelt har hver enkelt kommune laget sine lokale forskrifter. Nå er det imidlertid slik at vassdrag og nedslagsfelt i svært liten grad følger kommunegrensene. Derimot har samme vassdrag som regel samme behov for vern mot forurensninger, uavhengig om det ligger i kommune A eller B. Videre kan brukerinteressen være annerledes i en kommune nedstrøms, f.eks. i forbindelse med uttak av vann til drikkevannsformål. Dette gjelder f.eks. både i Morsa og i Haldenvassdraget. Det er derfor nærliggende at lokale forskrifter burde vært vassdrags-/resipientorientert og ikke kommuneorientert slik situasjonen er i dag.

Flere av de kommunene som har lokal forskrift, og har avrenning til Morsa, har tilpasset dette gjennom å differensiere mellom områder som ligger innenfor og utenfor Morsa, både når det gjelder godkjente renseløsninger og krav til rensegrad.

3.4 Sammenfatning og diskusjon

De viktigste lovgivende dokumentene forbundet med minirensesanlegg er beskrevet ovenfor. Øverste nivå er Forurensningsloven med tilhørende For-

urensningsforskrift. Neste nivå er typegodkjenningsordningen som på nåværende tidspunkt dekkes opp med to dokumenter; DNV's norm for typegodkjenning og den nye EU-normen. Deretter kommer lokal forskrift, som vil kunne dekke opp lokale behov, som nasjonal lovgivning ikke kan detaljere.

Hver for seg er ikke noen av disse dokumentene fullstendig dekkende. En må derfor se hele lovverket samlet, og der hvor det er mangler må dette dekkes opp gjennom lokal forskrift.

Ovennevnte lovverk er i stadig forandring. Avløpsforskriften er endret med virkning fra 1.1.2007. DNV's typegodkjenning er på vei ut, og skal i sin helhet erstattes med EU-norm NS-EN 12566-3. Disse prosessene har løpt parallelt en tid, og det er tydelig at man har forsøkt å tilpasse dette i det nye lovverket.

Siden NS-EN 12566-3 ikke inneholder spesifikk informasjon om drift og vedlikehold av minirensanlegg, er dette inkludert i vedlegg 2.3 til §11 i Forurensningsforskriften. Her er det flere ting å påpeke:

- a) Det er i første punkt spesifisert at man ved servicebesøk skal utføre tømming av slam. Dette er kun passende for innendørs anleggene til Biovac (jfr. beskrivelse nedenfor). Ellers vil dette være lite ønskelig ut i fra hensynet til en kommunal tømmeordning (som leverandørleddet ikke har noen befatning med). Denne formuleringen er både upassende og ikke presis nok.
- b) Under samme punkt er det pålagt at det skal utføres kontroll av vannkvalitet. Det er imidlertid ikke beskrevet hvilke parametere som skal definere ordet "vannkvalitet". Dette punktet er det eneste i hele lovverket som berører etterprøving av denne type renseanlegg, og vil bli mer inngående diskutert nedenfor.
- c) Det er ikke intuitivt lett å forstå hvorfor årlig rapportering av service og slamtømming til kommune skal være regulert i en avtale mellom leverandør og huseier. Årsaken er at det er anleggseier som er forurenser og således ansvarlig for dette. Leverandør var tidligere pålagt gjennom den norske typegodkjenningsordningen å rapportere til kommunen. Dette er ikke inkludert i NS-EN 12566-3, men er forsøkt ivaretatt med denne formuleringen. Dette betyr at leverandøren forplikter seg til å ha en klausul i serviceavtalen med anleggseier som sier at han, på vegne av anleggseier, rapporterer til offentlige myndigheter. Dette blir ikke ivaretatt i alle drifts- og vedlikeholdsavtaler som er virksomme i dag (jfr. kap. 5).
- d) Dersom det er andre forhold som er av forurensningsmessig betydning for det aktuelle anlegget, burde dette ikke vært regulert i *drifts- og vedlikeholdsavtalen mellom huseier og leverandør*, men gjennom utslippstillatelsen som kommunen utsteder til huseieren.

Videre inneholder ikke NS-EN 12566-3 noen spesifikke krav til renseseffekt eller utløpskonsentrasjoner. Dette er imidlertid fanget opp Forurensningsforskriftens §12-8, hvor krav til reduksjon av fosfor, org. stoff og SS er an-

gitt (resipientavhengig). Slik dette er fremstilt er etterprøving av kravene en umulig oppgave for forurensningsmyndighetene (kommunen). For at man skal kunne registrere en *renseeffekt* er man selvsagt avhengig av å kunne ta prøver av både inn- og utløpsvann. Slik samtlige minirensanlegg er utformet er det i praksis ikke mulig å kunne ta prøver av innløpsvann uten at anleggene tilrettelegges særskilt for dette, noe som vil påføre anleggseierne store omkostninger.

Det eksisterende lovverk burde ikke vært basert på et renseseffekt-krav for denne typen anlegg, men heller et konsentrasjonskrav. Konsentrasjonskravet er enkelt å etterprøve, og kan settes basert på en renseseffekt, ut i fra en ”kjent” innløpskonsentrasjon slik det er diskutert i kap. 2.3.

Krav til utløpskonsentrasjoner var tidligere ivaretatt i DNV's typegodkjenningsordning. Siden denne ordningen vil bortfalle anbefales det at konsentrasjonskrav re-introduseres i lovgivningen, enten ved at Forurensningsforskriften skrives om (anbefales) eller ved at det settes konsentrasjonskrav i lokale forskrifter.

Videre finnes det ingen hjemmel i lovverket som forplikter kommunen til å utføre etterprøving. Det står riktignok i §12-8 at *renseeffekten skal beregnes som årlig middelvei av det som blir tilført renseanlegget*, men det står samtidig i §12-10 at eneste dokumentasjonskrav for overholdelse av krav om renseseffekt er at anlegget skal ha dokumentasjon iht. NS-EN 12566-3. I praksis betyr dette at kommunen som forurensningsmyndighet kun forplikter seg til å sjekke om minirensanlegget har godkjenning iht. denne EU-normen. Dette er for så vidt ingen stor endring i forhold til eksisterende praksis, men i denne sammenheng virker formuleringen ovenfor (*kursiv*) rimelig malplassert.

Basert på de resultatene både i denne undersøkelsen (jfr. kap. 6) og tidligere undersøkelser (jfr. kap. 2.1) er det rimelig klart at denne ordningen ikke er tilfredsstillende. **Dvs. det er ikke godt nok at anleggene har papirene i orden i form av en typegodkjenning.** Anleggene må følges opp over tid, og det må settes strengere krav til regulering av drift, vedlikehold og etterprøving. Det anbefales derfor en endring i lovverket. Dette kan gjøres ved å endre ordlyden i Forurensningsforskriften direkte, eller ved å ivareta dette i lokale forskrifter, eller ved en kombinasjon.

Eksisterende lokale forskrifter er opphevet fra og med 1.1.2007. Nye lokale forskrifter er kun tillatt i de tilfeller dette er nødvendig ut i fra forurensningsmessige forhold eller brukerinteresser (jfr. Forurensningsforskriftens § 12-6). Kommunene har anledning til å stille strengere krav i følge § 12-5. Denne formuleringen er ikke entydig, men kan tolkes dit hen at det skal særskilte behov til for at man kan etablere lokale forskrifter, og at disse må inneholde momenter som gjør at kravene er skjerpede i forhold til Forurensningsforskriften. Dette må utredes nærmere. For kommunene med avrenning til Morsa vassdraget anbefales det at det utarbeides en felles lokal forskrift som ivaretar vassdragets interesser.

Slik gjeldende regelverk oppfattes er det ikke tilstrekkelig å kun henvide til NS-EN 12566-3. Dette har sin årsak i at denne normen ikke setter spesifikke krav til verken renseeffekt eller utløpskonsentrasjoner. Det er lagt opp til at anleggene skal tilfredsstillere et renseeffekt-krav, men det er opp til anleggsprodusent å definere. Man må derfor i tillegg til å henvide til normen, også definere hvilke krav som skal være tilfredsstillt. Dette kan man gjøre i lokal forskrift (og i utslippstillatelse), men kunne enklest vært definert i Forurensningsforskriften.

4 KOMMUNENS ROLLE

4.1 Spørreundersøkelse kommuner

Et utvalg kommuner i Østfold og Akershus (Rygge, Råde, Spydeberg, Moss, Hobøl, Våler, Halden, Ski og Enebakk) inngikk i en spørreundersøkelse, for å få et bilde av kommunens rolle og engasjement i organiseringen av avløpsanlegg i spredt bebyggelse.

Spørsmålene som ble stilt var som følger:

1. Har kommunen utarbeidet en egen lokal forskrift? Dersom ja, ønsker vi å få tilsendt en kopi.

2. I hvilken grad, og på hvilken måte, utfører kommunene kontroll på anleggene. Dersom analyser er utført, ønsker vi kopi av resultatene.

3. Kan dere gi oss en kortfattet beskrivelse av saksbehandling i forbindelse med:

i) Planlegging av RA i spredt bebyggelse

ii) Drift- og vedlikehold av RA i spredt bebyggelse (forholdet til leverandør/anleggseier)

iii) Korrigerende tiltak ved innmeldte avvik fra leverandør, evt. avvik oppdaget selv.

4. Er det satt av nok ressurser til dette arbeidet i kommunen?

5. Hva er deres inntrykk av leverandørene?

Det kom inn svar fra 7 kommuner, og disse er oppsummert nedenfor.

Ad. Spørsmål 1, Lokal forskrift:

To kommuner har utarbeidet egen forskrift og to har retningslinjer som i prinsippet fungerer som forskrift. En kommune henviste til kommunedelplan for vannmiljø, og en kommune hadde forskrift om saksbehandlings- og kontrollgebyr. En kommune hadde ikke noe. I tillegg er det mottatt en lokal forskrift fra kommune som ikke har besvart spørreskjema (denne inngår også i vurderingen nedenfor).

De kommuner som har forskrift eller retningslinjer (5 stk) er stort sett bygget på samme lest. Forskriftene/retningslinjene regulerer anlegg for både bolig- og fritidsbebyggelse og inkluderer følgende elementer:

- Krav om utslippstillatelse
- Beskrivelse av godkjente renseløsninger (spesifisert for bolig- og fritidsbebyggelse)

- Krav til planlegging (gjelder grunnundersøkelser for naturbaserte anlegg og resipientforhold)
- Krav til renseeffekt
- Krav til utførelse (byggeprosess, Plan og Bygningsloven (PBL))
- Krav til drift (drift- og vedlikehold, serviceavtale, kontroll, renseeffekter)

Med ett unntak er det ikke spesifisert krav til prøvetaking/analyse av utløpsprøver. I det tilfellet hvor dette var spesifisert var frekvensen for dette satt opp til en gang hvert 4. år. Samtlige stiller krav til rapportering fra servicefirma, hvor eventuelle analyseresultater skal være inkludert. Hvilke parametere dette skal inkludere er ikke beskrevet.

Med ett unntak er de eksisterende forskrifter/retningslinjer ikke oppdaterte i forhold til ny avløpsforskrift og typegodkjenning. Sett i lys av at de nye forskriftene har opphevet alle lokale forskrifter f.o.m. 1.1.2007, var heller ikke annet å forvente.

Krav til renseeffekt er oppgitt som både %- og konsentrasjonskrav. Det benyttes for det meste %-krav.

Der hvor det er spesifisert er det satt krav til service/tilsyn minimum 1 gang pr. år. Dette er en lemping i forhold til typegodkjenningsordningene, som krever tilsyn hver 6 mnd.

Forskriftene/retningslinjene bærer preg av å ha samme utgangspunkt, hvor en del uheldige formuleringer går igjen. Dette tolkes som et tegn på at lokale hensyn ikke er like godt ivaretatt alle steder, og at det har foregått en del kopiering.

Ad. Spørsmål 2, kommunal kontroll:

Av de mottatte tilbakemeldinger oppgir ingen kommuner at de har gjennomført kontroll av anleggenes ytelse. En kommune oppgir at de har som målsetning å ta prøver av 25 % av anleggene årlig, men tar i dag ikke mer enn 5-6 prøver årlig. Ingen analyseresultater er mottatt i forbindelse med denne undersøkelsen.

Selv om det ikke var direkte fokus i forbindelse med dette spørsmålet, oppgir flere kommuner at kontroll i forhold til PBL blir gjennomført.

Ad. Spørsmål 3, kommunal saksbehandling:

i) Planlegging av RA i spredt bebyggelse:

I denne forbindelse henvises det i stor grad til kommunale planer. Kommunene gjennomfører tiltaksanalyser, resipientvurderinger, og regulering av områder med spredt bebyggelse. Sentralt i kommunenes planarbeid er PBL, Morsaprojektet, samt kommunens egne resipientvurderinger.

ii) Drift- og vedlikehold av RA i spredt bebyggelse:

Samtlige kommuner krever at alle anlegg skal ha serviceavtale med leverandør, samt at alle leverandører skal sende inn årsrapporter. I tillegg har samtlige kommuner ordninger for slamtømming.

Ingen kommuner bekreftet hvorvidt serviceavtalene/årsrapportene ble fulgt opp. Det forutsettes at serviceavtale er inngått før det gis utslippstillatelse.

Flere kommuner oppgir at de har tett dialog med leverandører i forbindelse med byggesak og slamtømming.

iii) Korrigerende tiltak ved avvik:

Ved rapporterte avvik tar kommunene kontakt med anleggseier i form av pålegg, varsler, forurensningsgebyr og inndraging av utslippstillatelse.

Oftest forekommende avvik er manglende betaling av servicegebyr.

Ad. Spørsmål 4, ressurser:

De fleste kommunene oppgir at de ikke har nok ressurser til å følge opp avløpsanlegg i spredt bebyggelse. Innføring av gebyr fremstilles som en forutsetning for at denne situasjonen skal forbedres.

Det uttrykkes også ønske om å kunne utvikle egen kompetanse på området, bl.a. ved å få bedre kunnskap om de ulike prosessmessige løsninger.

Ad. Spørsmål 5, inntrykk av leverandørene:

Besvarelsene på dette spørsmålet var kortfattet, og de fleste kommunene har et tilfredsstillende inntrykk av leverandørene. Det oppgis at dette varierer, hvor de største aktørene trekkes frem som mest profesjonelle.

En kommune kom med mer utfyllende tilbakemelding og hovedpunktene gjengis her:

Leverandører kommer med påstander det er vanskelig å etterprøve. Dette går bl.a. på reduksjon av bakterier. Det kan være ønskelig å kunne differensiere anleggene ut i fra deres evne til å fjerne bakterier.

Resultater fra uttesting i forb. med typegodkjenning burde vært oversendt kommunene automatisk.

Utløpsvann burde rutinemessig analyseres mht. tot-P. Resultatene burde så legges inn i nasjonal database.

Ny typegodkjenningsordning (EU-norm) inneholder ikke krav til ny-testing etter 5 år, slik den eksisterende gjør det. Vanskelig for én kommune å kreve dette.

4.2 Sammenfatning og diskusjon

Kommunene er forurensningsmyndighet for renseanlegg i spredt bebyggelse. Pga. manglende ressurser og mangelfullt regelverk, er det imidlertid en stor utfordring for kommunene å håndtere denne type anlegg.

Det blir ofte fokus på administrative og byggesaksmessige forhold i tilknytning til Plan- og Bygningsloven (PBL). De forurensningsfaglige tema blir derfor nedprioritert, muligvis pga. at lovgivningen i PBL er klarere og at saksbehandlingsrutinene i kommunen er ellers sterkt knyttet til dette.

Det gjennomføres svært liten etterprøving av anleggenes ytelse. I de fleste kommunene er det totalt sett investert meget betydelige beløp i denne typen anlegg, men siden det ikke utøves aktiv kontroll av utløpsvann kjenner man faktisk ikke effekten av investeringene.

Som nevnt i kap. 3 er samtlige lokale forskrifter opphevet fra og med 1.1.2007. I tillegg vises det i kap. 3 at det er behov for supplerende regulering til den nye typegodkjenningsordningen og Forurensningsforskriften. Generelt kan man si at de eksisterende forskriftene ikke vil kunne ivareta en slik supplerer uten omfattende revidering. I tillegg inneholder de eksisterende lokale forskriftene også en del formuleringer som med fordel kan endres eller fjernes. Mht. videre arbeid med lokale forskrifter henvises det til kap. 3.

5 ANLEGGSTYPER / LEVERANDØRER

I forbindelse med gjennomføringen av prosjektet ble 6 leverandører kontaktet med følgende formål:

-Få leverandørenes beskrivelse av anleggets oppbygging og funksjon

-Få innføring i hvordan leverandør vanligvis tar prøver på anlegget, slik at man skulle unngå misforståelser med hensyn på prøvetaking.

-Få informasjon om leverandørenes system mht. drift og vedlikehold

Det er totalt 8 leverandører som innehar typegodkjenning. Av disse var det 6 stk som sa seg villig til å bidra med informasjon:

Leverandør:

Wallax as
Klargester NUF
Biovac AS
EcoBio AS
Odin Maskin AS
Vakt og hytteservice A/S

Anleggsnavn:

Wallax
BioDisc
Biovac, AQUAmax
Kongsted
Odin
ZAPF

I det etterfølgende er det fokusert på en prosessteknisk innføring i de ulike teknologiene, samt en beskrivelse av det enkelte firmas organisatoriske håndtering av service- og vedlikehold. Den enkelte leverandørs dokumentasjon mht. brukermanual, serviceavtale og tømmeinstruks er også vurdert.

5.1 Wallax

Wallax as er et selvstendig norsk selskap som selger, distribuerer og administrerer service og vedlikehold av egenutviklede anlegg. Anleggene produseres i Sverige.

Prosess:

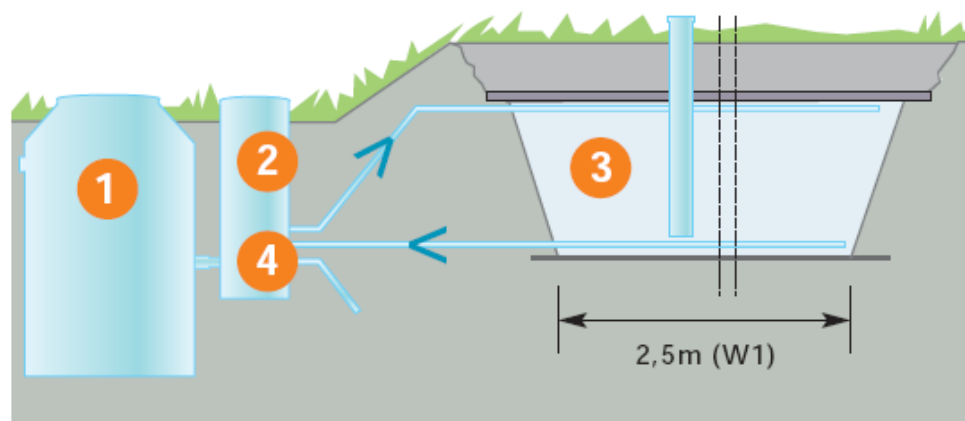
Opprinnelig var teknologien kun basert på kjemisk felling, men i den senere tid har man også tilbudt løsning som inneholder et biologisk rensetrinn.

En tverrsnittillustrasjon av det kjemiske rensetrinnet i et Wallax anlegg er vist i figuren nedenfor.



Figur 1. Kjemiske rensetrinn i et Wallax anlegg.

Innløpsvannet (svart og gråvann) ledes til forbehandling i ytterringen. Dette er anleggets forsedimentering/slamavskiller (1). Via en støttjvner (2) ledes vannet til vippeskuffen (3) som sørger for mekanisk mengdeproporsjonal dosering av fellingskjemikalie. Fellingskjemikalie lagres i plasttank (4) og tilsettes blandesyklonen (6) via en doseringsventil (5). I syklonen blandes avløpsvann og kjemikalier slik at det dannes fnokker. Etter å ha passert senter av syklonen sedimenterer fnokkene og danner kjemslamlager i bunnen av innerringen (7). Under blandesyklonen (6) ligger en tagget skibordsrenne og det rensede avløpsvannet (klarsonen) trekkes via denne (8) til utslipp, evt. til biologisk etterpolering (vist i figuren nedenfor).



Figur 2. Wallax anlegg m/ biologisk etterpoleringstrinn.

Fra det kjemiske rensetrinnet ledes vannet med selvfall til en pumpestasjon (2). Herfra pumpes vannet til et etterpoleringsfilter (3) bestående av pukk. Fra etterpoleringstrinnet ledes avløpsvannet med selvfall tilbake til pumpestasjonen for resirkulasjon over en tidsperiode på 23 timer før vannet ledes til utslipp (4).

Det benyttes 40% aluminiumsulfat løsning (ALG) som fellingskjemikalium. Ved igangkjøring justeres doseringsmengden til 6 ml/vippeskuff (7 l), dvs. en doseringsmengde på ca. 860 ml/m³ avløpsvann.

Prøvetakingspunkt:

Prøvetakingspunkt for Wallax minirensesanlegg er i pumpestasjon der anleggene er utstyrt med etterpoleringstrinn. Tidspunktet for prøveuttak er etter endt resirkulering. Dersom anlegget ikke har etterpoleringstrinn, skal prøven tas av overflatevannet i innerringen.

Servicesystem:

Wallax as har utviklet et eget logistikksystem for oppfølging av service. Systemet sikrer at anleggene får nødvendige antall besøk ut i fra størrelse og type anlegg. Wallax koordinerer servicebesøkene og genererer kjørelistene for eksternt servicepersonell.

Det benyttes 7 forskjellige selskaper for gjennomføring av service. På Østlandet benyttes i stor grad firma AquaPower (Drøbak), hvor 1-2 mann har ansvar for ca. 550 anlegg. Servicepersonell har bl.a. bakgrunn som ADK personell, tidligere driftsoperatører og rørleggere. I påkrevde tilfeller benyttes Wallax as eget personell for utførelse av service.

- Wallax koordinerer servicebesøk og setter opp kjørelistene for eksternt servicepersonell.
- Igangkjøringer skjer i regi av Wallax eller servicepersonell.
- Opplæring av nye servicefolk gjennomføres over en hel uke ved at Wallax sentralt tar med seg nye folk på service. I tillegg gjennomføres teoretisk opplæring.
- Hvert år avholdes servicekonferanse over 3 dager med alt servicepersonell.
- Boliger har 3 servicer pr. år, hytter 2 servicer pr. år. Per dato utføres totalt 4300-4400 servicer pr. år i Wallax systemet
- Service faktureres 1 g. pr. år, serviceavgiften er eksklusiv kjemikalier, som faktureres separat etter forbruk.

Slamtømming:

- bestemmes ut fra slamnivå (det benyttes elektronisk slamlodd; nivågaffel m/lyd)
- tømmefrekvensen kan variere mellom 7-17 mnd, men normalt en gang per år.
- faste intervaller anbefales ikke. (tvungen kommunal tømming)
- alle minirensesanleggene har 3 tømme punkter

Ved kommunal tømming kan følgende oppstå:

- det tømmes kun 1 sted (ikke 3) pga avtale med tømmefirma som er basert på septik og ikke minst pris.
- anleggene blir som regel ikke rengjort
- tømming for ofte / for sjelden

Hvert år i januar måned påfølgende år sendes årsrapporter til den enkelte kommune. Årsrapportene inneholder opplysninger om anleggenes drift, antall servicebe-

søk, slamtømming, pH, flyteslam (fett), tilleggsservice, problemer med doseringsmengde.

Ved gjentagende problem reiser Wallax' eget personell ut for å feilsøke. Dersom anlegg blir "misbrukt" av anleggseier er et tiltak å skifte hengelås. Dersom påpekte tiltak ikke er utført etter 2 nye servicebesøk og/eller ved stopp av service (for eksempel ikke betalt serviceavgift) sendes brev til kunde med kopi til den aktuelle kommune.

Ved servicebesøk gjennomføres følgende feltanalyser: Ortho-P visuelt test kit, pH med lakmus / elektronisk pH-meter. Dersom fosfor er høy justeres doseringsmengdene.

Ved eiendomsoverdragelse kontaktes Wallax as ofte, hvor megler spør om heftelser og opplysninger generelt.

Brukermanual:

Wallax har en brukerinstruks som levers anleggseiere. Brukerinstruksen beskriver anleggets oppbygging og de enkelte komponenters funksjoner.

Anleggseiers oppgaver er definert, med følgende hovedpunkter:

- Holde anlegget låst
- Sørge for å ikke helle sterke kjemikalier (med eksempler) i avløpet
- Sørge for at Q-tips, bind, kluter og kondomer ikke kastes i toalettet
- Ansvar for å melde fra til Wallax ved problemer/skader på anlegget, samt når anlegget skifter eier

Serviceavtale:

Wallax' drifts- og vedlikeholdsavtale er utformet som en kontrakt mellom anleggseier og Wallax. En kopi av standard formular følger vedlagt i Vedlegg 4. Kun hovedpunktene i avtalen er gjengitt og kommentert her.

Avtalen definerer hvor ofte det skal være servicebesøk, samt hvilke oppgaver som skal foretas ved hvert servicebesøk. Videre er det inkludert en henvisning til brukerinstruks, hvor eiers ansvar er definert.

Avtalen forplikter leverandøren til å utbedre uforutsette driftsproblemer innen 24 timer, samt å levere reservedeler i minimum 20 år.

Avtalen regulerer videre adkomst til anlegget, slamtømming, garantitid (15 år), serviceavgift, varighet, kommersielle bestemmelser, samt overførsel av avtalen.

Slamtømmeinstruks:

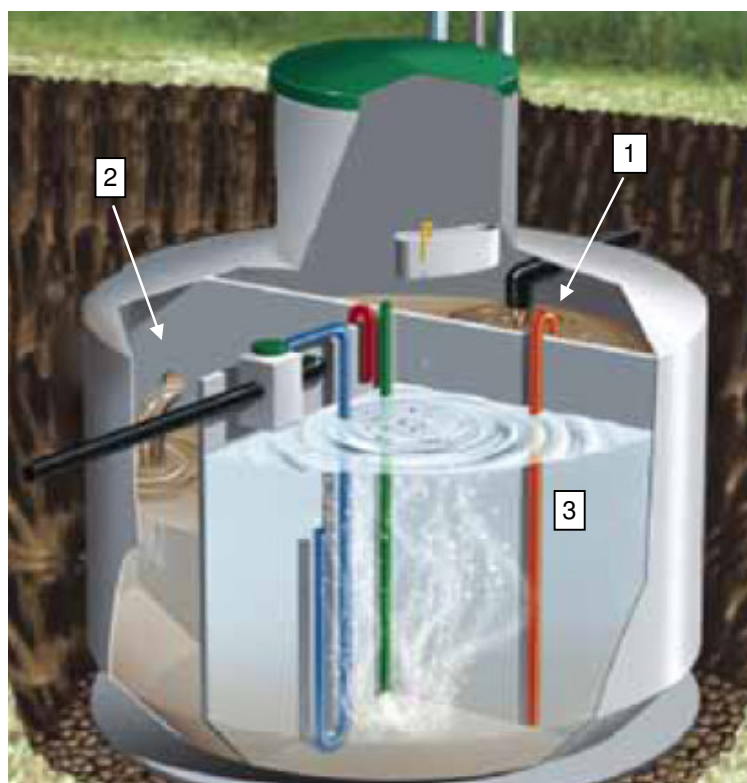
Wallax har utarbeidet egen slamtømmeinstruks. Denne viser tømmepunktene (3 stk) og forteller hvordan tømning og rengjøring skal foretas. Slamtømmeinstruks skal være tilgjengelig i anlegget.

5.2 Biovac

Biovac AS er et norsk selskap som tilhører Goodtech-gruppen. Selskapet selger og distribuerer, samt administrerer/forestår service og vedlikehold av egenproduserte anlegg.

Prosess:

Proessen er også egenutviklet og er basert på "sequential batch reactor" eller SBR prinsippet. For de minste anleggene hvor det kun er et reaksjonskammer har også betegnelsen "fill & draw" eller FD prinsippet vært benyttet. I figuren nedenfor er det vist et gjennomskåret bilde av et FD 5 N anlegg. Dette er et nedgravd anlegg med kapasitet for avløpsmengder fra 1 hus. Beskrivelsen nedenfor gjelder for et FD 5 N anlegg.



Figur 3. Nedgravd Biovac-anlegg (type FD 5 N).

Avløpsvannet renner først inn i forsedimentering/slamlager (1). Her separeres grove partikler og avløpssjøppel. Via mellomløpsdykker renner så vannet videre til en utjevningstank (2). Herfra pumpes vannet porsjonsvis til reaktortanken (3) ved hjelp av mammutpumpe. Slam fra reaktortanken pumpes til forsedimentering/slamlager, rentvann (dekantat) pumpes til utløp, begge ved hjelp av mammutpumper. Luft besørges av blåsemaskiner som er montert i styreskapet.

Typisk reaksjonssyklus er:

- Lufting - Sedimentering - Uttapping – Ventefase

Innpumping til reaksjonstanken styres delvis på syklustider, og delvis på nivå i utjevningstanken, og skjer i ventefasen. Dersom nivået ikke er høyt nok vil an-

legget gå i ventefase eller dvalefase. I vente- og dvalefasen foregår verken inn- eller utpumping, mens man har pulslufting i reaktortanken. Pulsluftingen er justerbar av og på i vente- og dvalefasen. Slam pumpes til mottakstank / forsedimentering, et uttak i luftefasen, og et uttak i sedimenteringsfasen, begge justerbare.

Ved idriftsettelse innstilles/gjennomføres følgende:

- luftmengde justeres ikke
- kjem. Dosering settes ikke i gang v/start, startes etter 4-6 uker
- kjem. Dosering justeres v/ 1. gangs service
- kjem. Dosering 50ml/210 l, PAX 21 (tilsvarer ca. 250 ml/m³ avløpsvann)
- avløpsvannet blir analysert i igangkjøringsfasen, og blir inntrimmet ved neste service
- oppstartsbesøk og 1. servicebesøk ses på som en del av inntrimmingen

Prøvetakingspunkt:

Prøvetakingspunkt for Biovac minirensesanlegg er i pumperør til utløp i reaksjonstanken (dekanteringsrør). Dette kan imidlertid by på problemer med slam-inndraging dersom dette gjøres når f.eks. lufting pågår. En må derfor være oppmerksom på hva man suger opp, for ikke å dra med seg slam i prøven. Alternativ prøvetaking er å justere seg inn mot slutten av sedimenteringsfasen/uttappingsfasen, for så å ta prøver direkte fra overflaten i reaksjonstanken. Et annet alternativ er å ta prøver fra reaksjonstanken i luftefasen, for deretter å sedimentere prøven i 30 minutter og dekantere prøven og ta vare på klarvannsfasen (siste metode er ikke benyttet i dette prosjektet).

Service

Biovac har 27 servicepersoner tilknyttet i sitt system, hvor 1 er ansatt i Biovac og resten er selvstendig næringsdrivende innleid på kontrakt. Typisk faglig bakgrunn for disse er rørleggere, landbruksmekanikere og noen elektrikere.

Opplæring av servicepersonell gjennomføres som følger:

- teoretisk grunnopplæring av nye folk (Biovac v/servicesjef)
- praktisk opplæring i felt ved at servicesjef er med ut på anlegg
- årlig servicekonferanse med alt servicepersonell over 3 dg.
- alle må bestå teoretisk eksamen etter 2 års arbeid i felt
- bestått eksamen medfører intern sertifisering for arbeider på Biovacanlegg

Kundene må ha serviceavtale før utslippsavtale kan gis av kommunen. Biovac har en klausul i kontrakten med kunden om at kontrakten ikke er gyldig før utslippsavtale er gitt av kommunen.

Ved servicebesøk gjennomføres følgende feltanalyser: Visuell kontroll av utløp og sedimenteringstest, samt stikkprøvekontroll av ortofosfat (fotometrisk prøve). Per dato utføres totalt ca 13000 servicer pr. år i Biovac systemet

Anlegg montert innendørs har innretning for tørking av slammet, slik at slamtømming for disse anleggene foretas i forbindelse med servicebesøk. For nedgravde anlegg tømmes slammet 1 gang pr. år med sugebil.

Biovac benytter ikke årsrapporten til kommunene for å loggføre evt. problemer på det enkelte anlegg, men benytter i stedet et eget oppfølgingssystem. Mest forekommende avvik fra kunder er at de ikke betaler årsavgiften. Dersom andre typer (tekniske) avvik skulle forekomme, retter Biovac opp forholdet og sender regning til anleggseier. Ved stopp av servicesender Biovac melding til kunde og kommunen.

Brukermanual:

Biovac har en brukerinstruks som leveres anleggseiere. Brukerinstruksen har en enkel skisse som viser anleggets oppbygging.

Videre inngår det god informasjon om hva man ikke skal slippe i avløpet.

Brukerinstruksen inkluderer også punkter som anleggseier plikter å følge opp ved egenkontroll.

Tilslutt inneholder brukerinstruksen en forklaring på hvilke feil som kan oppstå dersom alarmen er aktivert.

Serviceavtale:

Biovac's serviceavtale inngår som en del av kjøpekontrakten mellom anleggseier og Biovac. En kopi av standard formular følger vedlagt i Vedlegg 4. Kun hovedpunktene i avtalen er gjengitt og kommentert her.

Den definerer at det skal være servicebesøk 2-3 ganger pr. år, samt hvilke oppgaver som skal foretas ved hvert servicebesøk.

Avtalen forplikter leverandøren til å utføre ekstraordinær service innen 24 timer.

Det ligger ingen forpliktelse til å holde reservedeler i et bestemt antall år i denne avtalen.

Anleggseiers ansvar er definert ved bl.a. å henvise til brukerinstruksen (jfr. beskrivelse ovenfor). I tillegg plikter anleggseier å gi Biovac adgang til anlegget, som for en rekke av disse anleggene er viktig da de er plassert innendørs.

Avtalen regulerer videre garantitid (2 år), serviceavgift, varighet, kommersielle bestemmelser, samt overførsel av avtalen ved videresalg.

Slamtømmeinstruks:

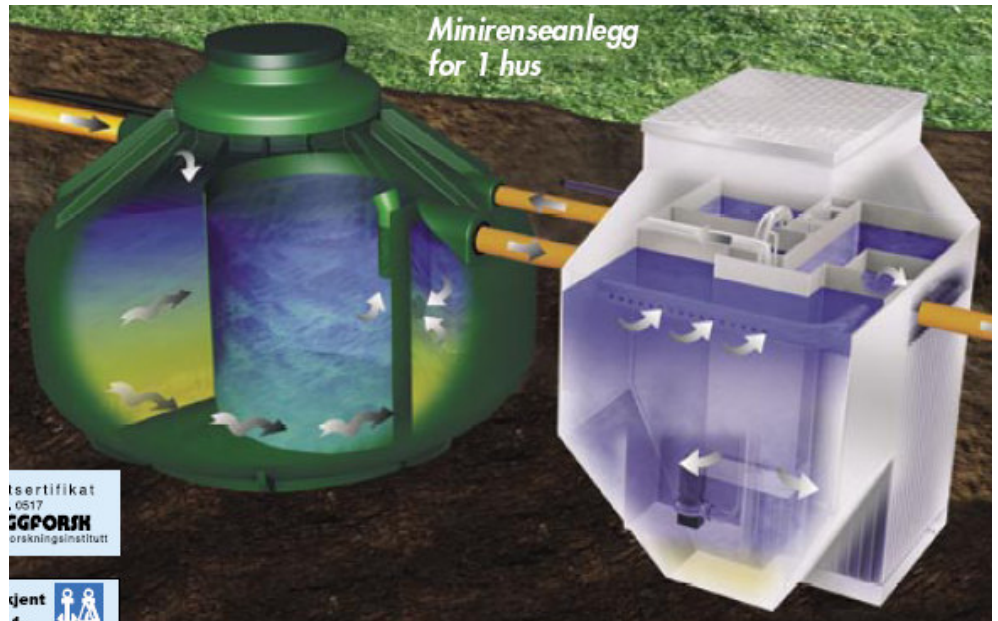
Biovac har utarbeidet egen slamtømmeinstruks. Denne viser tømmepunktene (3 stk) og forteller hvordan tømning og rengjøring skal foretas.

5.3 Odin Maskin

Odin Maskin AS er et selvstendig norsk selskap som selger og distribuerer, samt forestår service og vedlikehold av egenproduserte anlegg.

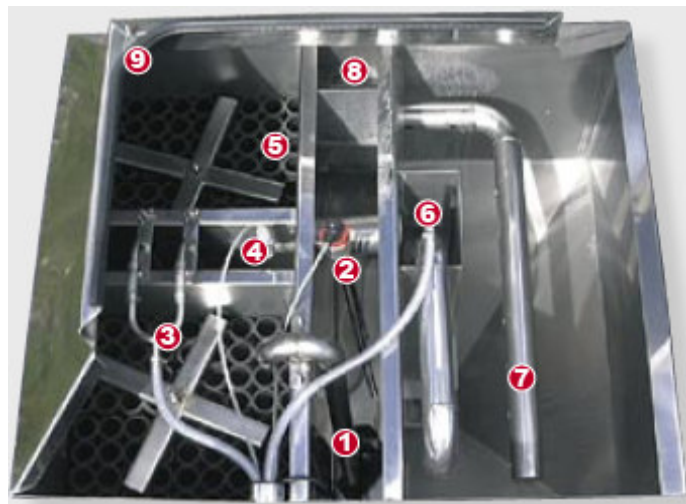
Prosess:

Odins minirensesanlegg består av en slamavskiller, med etterfølgende biologisk/kjemisk renseanlegg som vist på figuren nedenfor.



Figur 4. Odin minirensanlegg for 1 hus.

Det biologiske trinnet er basert på fastfilmprinsippet, hvor biomediet består av sammenkoblede tuber av plastnetting. Spesifikk overflate på biomediet er $125 \text{ m}^2 / \text{m}^3$ netto volum i luftetanken. I figuren nedenfor er det vist et mer detaljert bilde av inndelingen i det kjemisk/biologiske anlegget:



Figur 5. Kjemisk/biologisk rensetrinn i Odin minirensanlegg.

Vannet ledes fra slamavskilleren med selvfall til en pumpekum (1). I pumpekummen er det montert en senkbar pumpe som pumper vannet til biotrinnet (5). Denne pumpen styres på nivå av konduktive staver (2). Biotrinnet forsynes med luft fra blåsemaskin via 2 stk perforerte rør (3) som er plassert under biomediet. Fra biotrinnet renner vannet med selvfall til kjemisk rensetrinn. Fellingskjemikalier tilsettes i det biologiske rensetrinnet (4). Ettersedimenteringen er utformet med konisk bunn, og det sedimenterte slammets pumpes med mammutpumpe (6) tilbake til slamavskilleren. Den rensede vannet trekkes av gjennom et perforert rør (7) og renner med selvfall til utløpet (8).

Det benyttes PAX 21 som fellingskjemikalie, og startdose ved igangkjøring er 400 ml/m³. Kjemikaliedosering justeres på bakgrunn av visuell inspeksjon av utløpsvannet (mye grums; dosering justeres).

Prøvetakingspunkt:

Prøvetakingspunkt for Odin Maskin minirensanlegg er i utløpskammer vist på figuren ovenfor (8). Dette har imidlertid et lite volum, og det har tendens til begroing/sedimentering der. Et alternativ er å ta prøver under vannspeilet i etter-sedimentering dersom det ikke er synlig flyteslam.

Service

Odin Maskin har egen servicemann som utfører service på alle anlegg, unntatt 8-10 stk som er satt bort til rørleggerfirmaer på Sørlandet og Vestlandet. Odin`s servicemann administrerer service i samarbeide med kontorpersonell. Servicemann har bakgrunn fra produksjon av anleggene.

Odin Maskin besørger selv idriftsettelse.

Serviceintervall: Fast 2 ganger pr. år på alle typer anlegg. Det utføres begrenset kontroll i forbindelse med servicebesøk; pH måles og det foretas en visuell vurdering av utløpsvannet.

Odin Maskin`s minirensanlegg skal tømmes for våtslam 1.gang pr. år. Det er huseiers ansvar å skaffe årlig tømmeavtale med godkjent slamstømmingsfirma. Kvittering for utført tømning skal være tilgjengelig for Odin`s servicemann.

Servicemann kontrollerer slamnivå i slamutskiller og rapporterer til huseier hvis det er behov for det..

Brukermanual:

Odin Maskin leverer ikke brukermanual med sine anlegg da de anser at huseiers plikter i forhold til drift av anlegget er begrenset, og disse plikter kommer fram i serviceavtalen.

Serviceavtale:

Odin Maskin`s serviceavtale er utformet som en separat kontrakt mellom anleggseier og Odin Maskin. En kopi av standard formular følger vedlagt i Vedlegg 4. Kun hovedpunktene i avtalen er gjengitt og kommentert her.

Den definerer at det skal være servicebesøk 2 ganger pr. år, samt hvilke oppgaver som skal foretas ved hvert servicebesøk.

Avtalen forplikter leverandøren til å rykke ut ved driftsstans eller vitale feil ved anlegget innen 24 timer (36 t. i helgen). Odin maskin forplikter seg også til å korrigere anlegget mellom planlagte servicebesøk, dersom prøver tatt av kommunen viser overskridelse av rensekraft.

Det ligger ingen forpliktelse til å holde reservedeler i et bestemt antall år i denne avtalen.

Anleggseiers plikter å gi Odin maskin adgang til anlegget, samt å gi kommunal kontrollør adgang i forbindelse med prøvetaking. I tillegg plikter anleggseier å ta vare på all nødvendig dokumentasjon i forbindelse med service og andre kontroller, samt å ha en avtale med slamtømmefirma om årlig tømming av slamavskilleren.

Avtalen regulerer videre serviceavgift, prisstigning og kommersielle bestemmelser.

Slamtømmeinstruks:

Odin Maskins anlegg har forutgående konvensjonell slamavskiller (dvs. det skal ikke tømmes slam fra selve renseanlegget). Det er således ikke utarbeidet egen slamtømmeinstruks.

5.4 Zapf

Zapf minirensesanlegg blir markedsført i Norge av firmaet Vakt og Hytteservice AS i Risør. Anleggene blir produsert i Tyskland, mens salg og service administreres av Vakt og hytteservice.

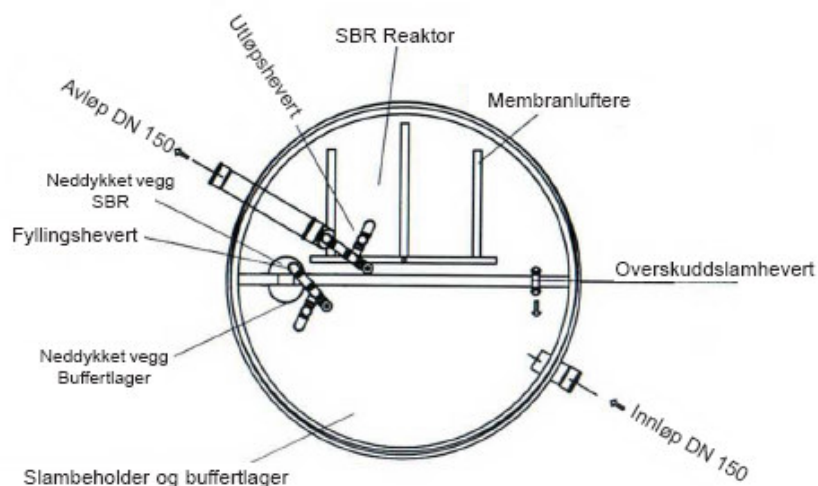
Prosess

Proessen er basert på ”sequential batch reactor” eller SBR prinsippet. I figuren nedenfor er det vist et gjennomskåret bilde av et anlegg utført i betong.



Figur 6. Zapf minirensesanlegg

Sett ovenfra deles anlegget i 2 deler som vist på figuren nedenfor. Den ene delen fungerer som slamasviller og buffervolum, mens den andre delen er reaksjonstank.



Figur 7. Zapf minirensesanlegg sett ovenfra.

Avløpsvannet renner først inn i slambeholder og bufferlager. Her separeres grove partikler og avløpssjøppel. Herfra pumpes vannet batch-vis til reaktortanken ved hjelp av mammutpumpe. Slam fra reaktortanken pumpes til slamasviller, rentvann (dekantat) pumpes til utløp, begge ved hjelp av mammutpumper. Blåseluft besørgeres av blåsemaskin som er montert i styreskapet.

Typisk reaksjonssyklus er:

- Fylling – 8 min
- Lufting – 250 min
- Sedimentering – 90 min

Normalt er det 4-6 sykluser pr. døgn. Kjemialiedosering (PAX 21) skjer rett i reaktortanken, og det blir dosert ca. 20 ml/syklus, noe som tilsvarer ca. 200 ml/m³ avløpsvann. Doseringsmengden er fast pr. syklus. Normalt PAX forbruk ligger på ca. 35 l/år for et enkelthusanlegg.

Prøvetakingspunkt:

Prøvetakingspunkt for Zapf minirensesanlegg er i overflaten i reaksjonskammer. I denne forbindelse er det imidlertid viktig at man er på anlegget i siste del av sedimenteringsfasen. Dette er forenklet for Zapf anleggene, da samtlige anlegg drives med lik syklus tid. Dvs. man kan legge opp prøvetaking slik at man er på plass til samme tid av døgnet, uansett hvilket anlegg man skal ta prøve av.

Service:

Vakt og hytteservice benytter kun egne ansatte som serviceteknikere. Disse forestår montering, igangkjøring og servicebesøk.

Opplæring av servicepersonell skjer i egen regi, bl.a. ved besøk til produsent i Tyskland.

Service utføres 1 – 2 ganger pr. år. Ved servicebesøk kontrolleres slamnivå i slamavskiller. Gjentetting/begroing av diffusor kontrolleres ved en visuell vurdering omrøringen i tanken. Det tas normalt ikke ut prøver for analyse ved servicebesøk. Vakt og hytteservice har tatt ut noen prøver for egenkontroll (BOF og P).

Brukermanual:

Vakt og hytteservice har egen brukerhåndbok som leveres anleggseiere.

Brukerhåndboken innleder med en sikkerhetsveiledning, som gir råd/informasjon til anleggseier om de risikoer som er forbundet med drift av minirensenanlegget.

Brukerhåndboken inneholder et forholdsvis detaljert beskrivelse av anleggets oppbygging, bestanddeler og funksjon.

Videre inngår det god informasjon om hva man ikke skal slippe i avløpet.

Brukerinstruksen inkluderer også punkter som anleggseier plikter å følge opp ved egenkontroll.

Serviceavtale:

Vakt og hytteservice' serviceavtale er utformet som en separat kontrakt mellom anleggseier og Vakt og Hytteservice. En kopi av standard formular følger vedlagt i Vedlegg 4. Avtaleformularet er meget kortfattet.

Den definerer at det skal være servicebesøk 1-2 ganger pr. år, men den sier ikke noe om hvilke tjenester som inngår i servicebesøket.

Avtalen forplikter leverandøren til å utføre ekstraordinær service innen 24 timer.

Det ligger ingen forpliktelse til å holde reservedeler i et bestemt antall år i denne avtalen.

Anleggseiers ansvar er definert ved å henvise til brukerinstruksen (jfr. beskrivelse ovenfor).

Avtalen regulerer videre rapportering til kommunen, serviceavgift, varighet, samt overførsel av avtalen ved videresalg.

Slamtømmeinstruks:

Vakt og hytteservice har ikke egen slamtømmeinstruks, men retningslinjer for tømning av slam er beskrevet i brukerhåndboken.

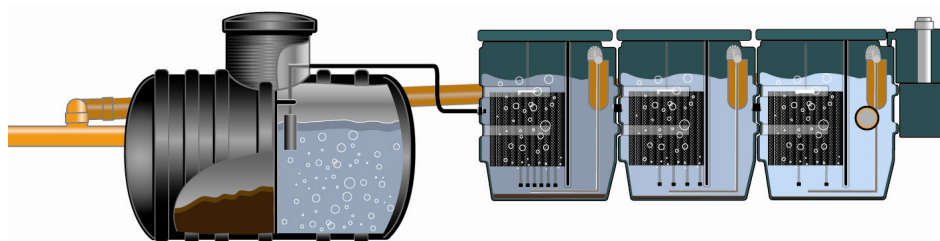
5.5 Kongsted

Ecobio AS er et norsk selskap etablert i 2001. Firmaet importerer den dansk-produserte anleggstypen Kongsted. Kongsted anlegget ble typegodkjent i 2004, og frem til i dag her Ecobio levert ca. 150 anlegg i Norge. Ecobio selger sine anlegg selv, men har også et utstrakt forhandlernetverk, bestående av forskjel-

lige rørleggerbedrifter og entreprenørvirksomheter. Service administreres av Ecobio.

Prosess

Kongsted anlegget er basert på biofilm prinsippet, med minimum 3 stk reaktorer i serie som vist på figuren nedenfor.



Figur 8. Kongsted minirensesanlegg.

Forut for det biologiske rensetrinnet er det montert en slamavskiller. Fra slamavskilleren renner avløpsvannet til et pumpekammer. Herfra pumpes vannet til den første bioreaktoren. Vannet renner deretter med selvfall gjennom de neste to bioreaktorene. Biofilmen er av fastsittende type, bestående av en pakke med vertikalstilte nettingrør i hver reaktor. Disse pakkene beluftes av luftedyser plassert under biomediet. Biofilm/slam vil falle av biomediet fra tid til annen, og sedimenterer i hvert kammer. Bunnfelt slam pumpes til slamavskiller med mammutpumper fra hver slamlomme hvert 20. min. Samlet oppholdstid i anlegget er ca. 1 døgn.

I forbindelse med returpumping av slam doseres det PAC 90 på røravgang fra bioreaktor som er nærmest slamavskilleren. Kjemikalieforbruk er ca. 0,14 l pr. døgn for et 5 PE anlegg, noe som tilsvarer ca. 190 ml/m³ avløpsvann.

I kalde områder er det normalt at man lager overbygg for isolering av bioreaktorene.

Ecobio satser på utvikling av styring og varsling. Målsetningen er at alle anlegg skal ha SMS varsling til Ecobio sentralt (driftsinformasjon og alarm).

Prøvetakingspunkt:

Prøvetakingspunkt for Kongsted er i overflaten i siste stillekammer.

Service:

Service administreres av Ecobio, og utføres i samarbeid med rørleggerbedrifter i Akershus og Østfold. Servicekontrakt inngås mellom huseier og Ecobio. Det gjennomføres 2 stk serviser pr. år.

Opplæring av service/monteringsfirma på eget anlegg (2 dager). Opplæring av service ved at Ecobio tar de med på servicerunde, samt at de tas med til fabrikk i Danmark.

Slamivå måles v/service: Bruker ”kosteskaft-metoden”, og når nivå er høyt gis det beskjed til slamtømmer. Ecobio ønsker å bestemme tidspunkt (intervall) for slamtømming. Spesielt viktig i forbindelse med hyttefelt. Man ønsker ikke å tømme slam i hvileperioder, pga. biologisk nedbrytning.

Ecobio har tatt en del prøver av termotolerante koliforme bakterier (TKB) pga. krav i Frogn kommune. Vil starte opp med et prøveprogram på fosfor og TKB ved alle servicebesøk i en periode fremover.

Brukermanual:

Ecobio har en ”informasjonspakke” som leveres anleggseiere (pga. innbrudd i kontorene hos Ecobio, for tiden bestående av delvis norsk og mest dansk dokumentasjon). I denne info-pakken inngår det bl.a. en ”driftsveiledning for anleggseier”, heretter omtalt som driftsveiledning.

Driftsveiledningen beskriver at anlegget må være avlåst, og anleggseier har ikke tilgang til anlegget uten at servicepersonell er til stede.

Videre inngår det god informasjon om hva man ikke skal slippe i avløpet, samt forholdsregler i forbindelse med vask og rengjøring.

Brukerinstruksen inkluderer også punkter som anleggseier plikter å følge opp ved egenkontroll, samtidig inneholder brukerinstruksen en forklaring på hvilke feil som kan oppstå dersom alarmen er aktivert.

Serviceavtale:

Ecobio's serviceavtale er utformet som en separat kontrakt mellom anleggseier og Ecobio. En kopi av standard formular følger vedlagt i Vedlegg 4. Avtaleformularet er meget kortfattet.

Den definerer at det skal være servicebesøk 2 ganger pr. år, men den sier ikke noe om hvilke tjenester som inngår i servicebesøket. Dette er beskrevet i egen instruks og er anført på servicerapport til kunde.

Avtalen forplikter leverandøren til å utføre ekstraordinær service ved alarm på anlegget innenfor garantiperioden.

Avtalen forplikter ikke Ecobio til å respondere på henvendelser innen 24 timer.

Det ligger ingen forpliktelse til å holde reservedeler i et bestemt antall år i denne avtalen.

Anleggseiers ansvar er ikke beskrevet i avtaleteksten, men i følge Ecobio er anleggseiers ansvar begrenset til å ringe dem ved alarm.

Avtalen regulerer videre serviceavgift.

Slamtømmeinstruks:

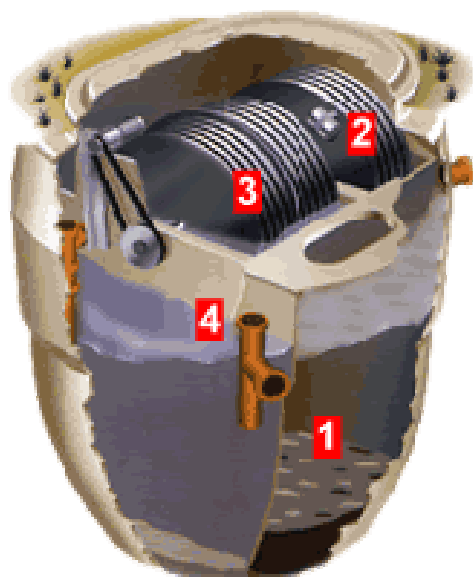
Ecobio's anlegg har forutgående konvensjonell slamavskiller (dvs. det skal ikke tømmes slam fra selve renseanlegget). Det er således ikke utarbeidet egen slamtømmeinstruks.

5.6 Klargester

Klargester NUF er et datterselskap av det engelske selskapet Environmental Treatment Systems Ltd.. Klargester NUF forestår salg og installasjon av anleggene, og administrerer service av anleggene.

Prosess

Klargesters anlegg er basert på et roterende biofilm prosess, som vist på figuren nedenfor.



Figur 9. Klargester minirensesanlegg.

Avløpsvannet ledes først til forsedimentering/slamavskilleren (1). Selve biorotoren ligger som et delvis lukket basseng nede i forsedimenteringen. Biorotoren er todelt, der det første trinnet (2) mottar delvis separert avløpsvann via et dykket innløp fra forsedimenteringskammeret, og det andre trinnet (3) mottar vann pr. doseringskopper fra biotrinnet 1. Fra biotrinnet 2 renner vannet til ettersedimenteringskammeret (4). Det rensede vannet renner så ut av tanken via et dykket utløp.

Fellingskjemikaliet doseres mengdeproporsjonalt, styrt av vannnivået og tilsettes biotrinnet 2 for omrøring og transport til ettersedimenteringsstanken. Det benyttes PAX-21, med en normaldose på ca. 100-150 ml/m³.

Biorotorhastigheten er fast (dvs. ikke justerbar), med ca. 2 runder pr. minutt. Det er ca. 6 timers fordrøyning i gjennom anlegget ved normalbelastning.

Kan ha utilsiktet nitrifikasjon i biorotor 2 med etterfølgende denitrifikasjon i ettersedimentering. Sistnevnte kan føre til flyteslam i ettersedimentering. Deresom ønskelig kan det legges opp til planlagt denitrifikasjon ved returpumping fra ettersedimentering.

Prøvetakingspunkt:

Prøvetakingspunkt for Klargesters minirensanlegg er i dykkert til utløp i ettersedimentering. Alternativt kan man ta prøver fra overflaten i ettersedimentering dersom det ikke er synlig flyteslam

Service:

Det utføres 2 serviser pr. år pr. anlegg. Service administreres av Klargesters, og utføres stort sett av eksternt innleid personell. Det gjennomføres opplæring av servicepersonell i egen regi.

I forbindelse med servicebesøk måles ortho-P i utløpsvannet. I tillegg foretas visuell vurdering av utløpsvannet mht. innhold av suspendert stoff.

Kjemikaliedosering settes til 100 ml/m³ og justeres av servicepersonell ved etterfølgende serviser.

Slamtømming bestemmes på 3 måter: i) på bakgrunn av erfaring, ii) slamdybde i ettersedimentering (ekkolodd v/service), eller iii) visuell vurdering av SS i utløp.

Brukermanual:

Klarester har en brukermanual som levers anleggseiere.

Brukermanualen innleder med en sikkerhetsveiledning, som gir råd/informasjon til anleggseier om de risikoer som er forbundet med drift av minirensanlegget.

Brukermanualen beskriver anleggets oppbygging og de enkelte komponenters funksjoner.

Veiledning ved oppstart av anlegget er inkludert i manualen.

Videre inngår det god informasjon om hva man ikke skal slippe i avløpet, samt forholdsregler i forbindelse med vask og rengjøring.

Anleggseiers pålegges å utføre vedlikeholdskontroll hver 3. mnd. Hva denne egenkontrollen går ut på er beskrevet.

Serviceavtale:

Klaresters drifts- og vedlikeholdsavtale er utformet som en kontrakt mellom anleggseier og Klarester. En kopi av standard formular følger vedlagt i Vedlegg 4. Kun hovedpunktene i avtalen er gjengitt og kommentert her.

Den definerer hvor ofte det skal være servicebesøk (2 stk), samt hvilke oppgaver som skal foretas ved hvert servicebesøk. Videre er det inkludert en henvisning til brukerinstruks, hvor eiers ansvar er definert. I tillegg er enkelte av eiers forpliktelser også listet opp her.

Avtalen regulerer videre rapportering til kommunen, slamtømming, serviceavgift, varighet, kommersielle bestemmelser, samt overførsel av avtalen.

Slamtømmeinstruks:

Klargester har utarbeidet egen slamtømmeinstruks. Denne viser tømmepunktene (3 stk) og forteller hvordan tømming og rengjøring skal foretas. Slamtømmeinstruks skal være tilgjengelig i anlegget.

5.7 Sammenfatning og diskusjon

Det er en forutsetning at minirenselanleggene skal ha god tilgjengelighet til prøvetakingspunkt, og at prøver kan tas uten store problemer. Dette er tilfredsstillende på flere typer anlegg, men bør diskuteres mer detaljert med den enkelte leverandør. Enkelte leverandørers løsninger er imidlertid ikke spesielt praktiske og gir mulighet for feil resultat. Det anbefales at prosedyrer for prøvetaking (for den enkelte anleggstype) utarbeides og inngår som et særskilt punkt i lovverket.

Svært få leverandører utfører analyser av fosfor i utløpet. Prosjektet har imidlertid ikke mottatt noen oversikt over resultater fra noen av leverandørene (selv om man har bedt om det). Noen leverandører utfører dette med såkalte "testkits" til eget bruk. Imidlertid er nøyaktigheten begrenset ved bruk av dette utstyret, samtidig som det setter rimelig store krav til presisjon og behandling av prøven og prøveutstyret.

Den enkelte leverandørs prisnivå for service kommenteres ikke. Dette varierer imidlertid ganske betydelig fra kr. 2.000,-/år inkludert kjemikalieforbruk til ca. kr. 3.000,- eksklusive kjemikalieforbruk, begge for 1-hus anlegg. Innholdet i den servicen som ytes varierer. Uten å gjøre en grundigere analyse av hva som inngår i servicen og hvor mye tid som anvendes ved hvert besøk, er dette ikke tatt opp i sin fulle bredde i dette prosjektet.

Noen leverandører benytter eget personell, men de fleste leverandører setter bort anleggsservice til underleverandører og det er selvsagt underleverandørens tidsforbruk og kostnader som gjenspeiler de reelle kostnader for drift og vedlikehold av anleggene. Siden det er leverandørene som har driftsavtale med anleggseier vil forskjellen mellom det anleggseier betaler (iht. serviceavtale) og det underleverandør får for å utføre arbeidet være administrative kostnader knyttet til ordningen.

Innhold og utforming av serviceavtaler er svært forskjellig fra leverandør til leverandør. Både i DNVs typegodkjenning og i den nye Forurensningsforskriften er minstekrav til innhold beskrevet. Minstekravet er en opplisting av hva som skal være regulert i avtalen (behørig kommentert i kap. 3.4).

Tabell 10. Oversikt over innhold i serviceavtaler mellom leverandør og anleggseier.

Nr.	Punkter i liste over minstekrav	Wallax	Biovac	Odin	Zapf	Kongsted	Klargester
1	Servicebesøk:						
1.1	Antall besøk pr. år.	X	X	X	X	X	X
1.2	Kontroll av slammengde	X	X	X	÷	÷	X
1.3	Tømming av slam*	IA	X	IA	IA	IA	IA
1.4	Kontroll av vannkvalitet	X	X	X	÷	÷	÷
1.5	Kontroll av alarm	÷	÷	÷	÷	÷	X
2	Beredskapsordning	X	X	X	X	X	X
3	Årlig rapportering	X	X	÷	X	÷	X
4	Reservedeler	X	X	X	÷	÷	÷
5	Forurensningsmessige forhold	÷	÷	÷	÷	÷	÷

X = inkludert i avtalen, IA = ikke aktuelt, ÷ = ikke ivaretatt i avtalen

Som en kan se av tabellen ovenfor er det i utgangspunktet ingen av leverandørene som tilfredsstiller kravet i Forurensningsforskriften fullt ut. Det siste punktet som gjelder forurensningsmessige saker er vel i utgangspunktet et punkt som ikke nødvendigvis bør inngå i en standardbeskrivelse, slik at det faktisk at ingen leverandører har noe om dette er ikke uventet. Kontroll av alarm er det også svært få som har inkludert i klartekst. Dette kan imidlertid være inkludert under formuleringer som for eksempel "kontroll av tekniske innretninger". Tatt disse argumentene i betraktning er det mulig at Wallax og Biovac har serviceavtaler som tilfredsstiller Forurensningsforskriften fullt ut. Alle de andre har en eller flere mangler.

For de av anleggene som har kontroll av vannkvalitet inkludert i sin serviceavtale omfatter dette følgende kontroll:

Tabell 11. Spesifisering av hvilken kontroll som inngår hos leverandører som har dette inkludert i sin serviceavtale.

Anlegg	Kontroll av vannkvalitet, spesifisering
Wallax	pH og fosfat i utløpsvann
Biovac	Visuell kontroll
Odin	Turbiditet (visuell), pH, ortofosfat

Det er ingen standard for hva som skal inngå i en brukermanual for minirensenanlegg. Variasjonen i innhold er dermed også meget stor for disse anleggene, hvor ytterpunktene går fra ingen manual overhodet til brukerhåndbok. (I tilfellet hvor ikke manual overleveres, levers imidlertid noe dokumentasjon, dette er medtatt i tabellen nedenfor.) Innholdet i brukermanualene er listet opp i tabellen nedenfor.

Tabell 12. Innhold i brukermanualer som leverandører gir ut til anleggseiere.

Nr.	Innhold i brukermanual	Wallax	Biovac	Odin	Zapf	Kongsted	Klargester
1	HMS, sikkerhetsinstruks, eller lignende	÷	÷	X	X	÷	X
2	Tegning over anlegg / komponenter	X	X	X	X	X	X
3	Forklaring over virkemåte, anlegg/komponenter	X	÷	÷	X	÷	X
4	Anleggseiers ansvar/plikter/oppgaver	X	X	÷	X	X	X
5	Liste over hva som <u>ikke</u> skal i avløpet	÷	X	÷	X	X	X
6	Forklaring på feil som kan forårsake alarm	÷	X	÷	X	X	÷
7	Veiledning for oppstart av anlegget	÷	÷	÷	X	÷	X
8	Forholdsregler i forb. med vask og rengjøring	÷	÷	÷	÷	X	X

Det er ulik praksis mht. slamtømming, men de aller fleste kommuner har tvungen slamtømming. Dette er ikke alltid samsvarende med optimal drift av renseprosessene i minirensesanlegg. Eksempelvis oppga en leverandør at deres anlegg trengte ulik frekvens på tømming, fra hver 8 mnd. til hver 18 mnd. Det har vist seg at dette har vært problematisk å optimalisere i kommuner hvor den tvungne slamtømmingen sier tømming en gang pr. år dvs. hver 12 mnd. En annen leverandør oppga at slamtømmefirmaene fikk kontrakt med kommunen basert på tømming ett sted i anlegget, mens denne typen hadde 3 steder som sugebilen må tømme fra. Konsekvensen var at minirensesanleggene ikke ble tømt tilfredsstillende.

6 ANLEGGSYTELSE

6.1 Beskrivelse av undersøkelsen

Et av hovedpunktene i dette prosjektet var å gjennomføre en funksjonskontroll av de typer minirensanlegg som er installert i Morsa regionen. Som beskrevet ovenfor er det derfor utført en funksjonskontroll av 6 typer anlegg i denne undersøkelsen. Anleggene i undersøkelsen er hovedsakelig klasse 1 anlegg (jfr. DNV's typegodkjenningsordning), og fra år 2000 eller nyere.

En målsetning med undersøkelsen var å ha en så jevn fordeling mellom anleggstyper og deltakerkommuner som mulig. Da det er flest installasjoner 1-hus størrelse inneholder undersøkelsen også flest av de, men det var også ønskelig å inkludere andre størrelser. Følgende anlegg ble derfor undersøkt i kommunene som deltok:

Tabell 13. Oversikt over antall anlegg pr. kommune, samt type og størrelse på anlegg.

Kommune	Anleggstype	Størrelse
Enebakk	Biovac	1-hus
	Biovac	1-hus
	Kongsted	1-hus
	Wallax	5-hus
Halden	Kongsted	1-hus
	Odin Maskin	1-hus
	Odin Maskin	1-hus
	Wallax	1-hus
Hobøl	Kongsted	1-hus
	Kongsted	3-hus
	Wallax	5-hus
Spydeberg	Biovac	2-hus
	Biovac	1-hus
	Wallax	1-hus
	Klargester	2-hus
	Odin Maskin	1-hus
Våler	Klargester	1-hus
	Klargester	7-hus
	Klargester	3-hus
	Odin Maskin	1-hus
	Zapf	2-hus
	Zapf	1-hus
	Zapf	2-hus
	Zapf	3-hus

Som det kommer frem av tabellen ovenfor, ble det noe skjev fordeling i forhold til kommunene, mens når det gjelder anleggstype er det lik fordeling med 4 stk av hver type.

Samtlige leverandører var med på prøvetaking av minst ett anlegg. Dette var i første omgang for å sikre at det blir tatt prøver på den måten og på det sted som

leverandøren anbefaler. Dette er således etterfulgt ved prøvetaking i de tilfeller hvor leverandøren ikke var med.

De parametere som ble analysert i akkreditert laboratorium var:

Parameter	Metode / prinsipp
Suspendert stoff (SS)	AV17 / NS4733
KOF _{Cr}	AV20
Total fosfor (tot-P)	AV9 / NS4725
BOF ₅	AV110 / NS4758
Ortofosfat (PO ₄ -P)	AV8 / NS 4724
Nitritt + Nitrat (NO ₂ +NO ₃)	AV14 / AA

Prøvetaking bestod av 1 stk stikkprøve på steder som beskrevet i kap. 5 for den respektive anleggstype. For samtlige anleggstyper er det lang oppholdstid og rimelig god utjevning i de volumer det ble tatt prøver fra. Det vurderes derfor at, selv om dette er stikkprøver, er de representative og kan nærmest betraktes som en døgnblandprøve.

Ved siden av prøvetaking for analyse i akkreditert laboratorium ble også enkelte parametere undersøkt på anlegget, og disse var:

- pH
- temperatur
- oksygenkonsentrasjon (DO)

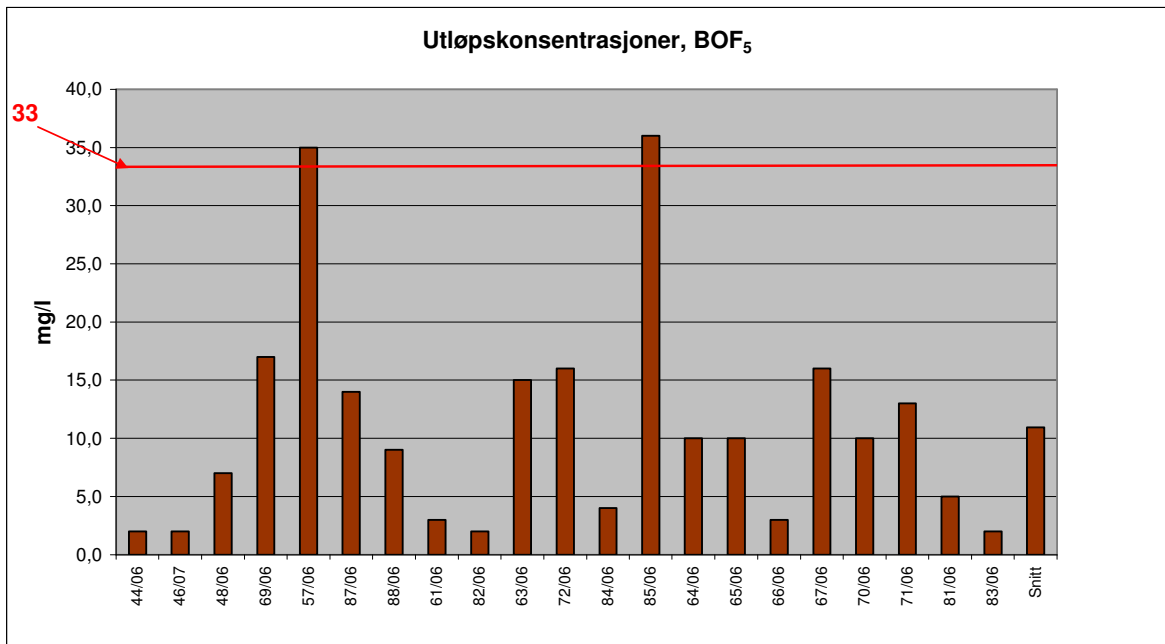
Anleggenes tilstand mht. lufting, biologisk vekst, plassering, utløpsforhold, skumproblemer og lukt ble også vurdert ved anleggsbesøkene.

6.2 Resultater

Analyseresultatene er basert på en (1) prøveserie pr. anlegg. Det er totalt undersøkt 24 anlegg, med 4 anlegg av hvert fabrikat. **Statistiske sammenligninger mellom anleggstypene er ikke relevante pga. det begrensede omfanget av undersøkelsen.** På grunn av dette hensyn er hvert anlegg angitt med en numerisk kode (COWI's lab-protokoll nr.). Detaljerte opplysninger om det enkelte anlegg (fabrikat, kommune, anleggseier, etc.) offentliggjøres derfor ikke, men komplett oversikt over analysedata finnes i Vedlegg 5.

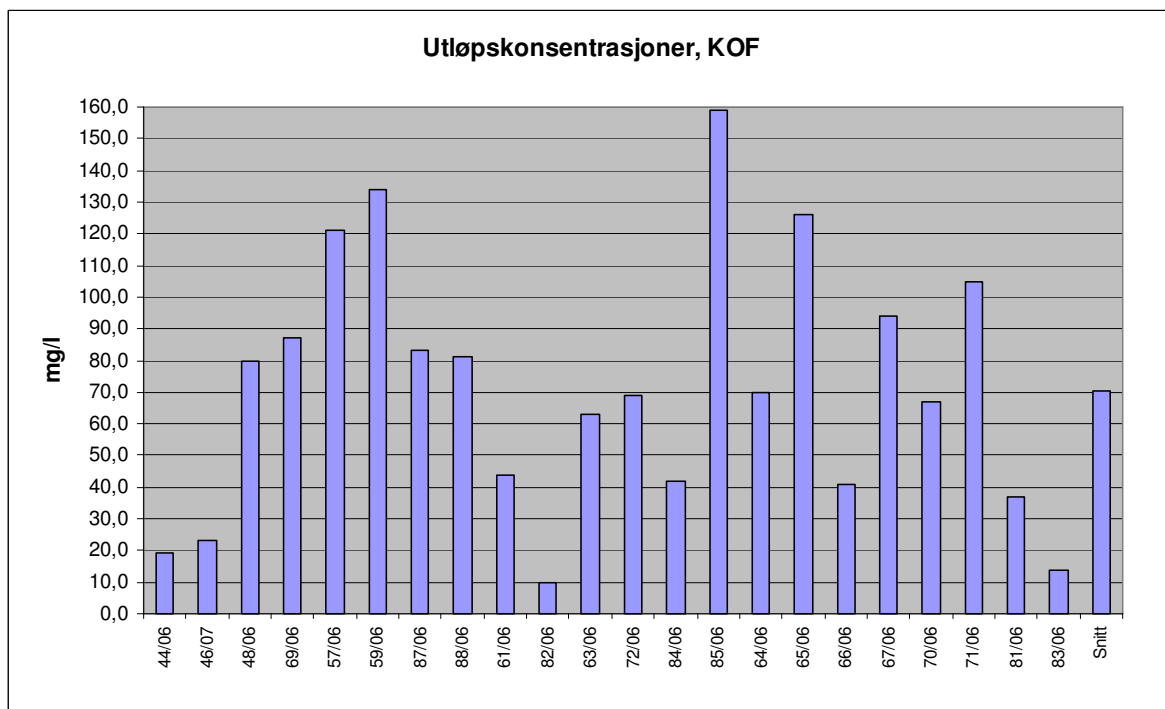
6.2.1 Organisk stoff

Det stilles krav til reduksjon av organisk stoff målt som BOF₅ i Forurensningsforskriftens §12. Figuren nedenfor viser utløpskonsentrasjonene for BOF₅ for anlegg med biologisk rensetrinn i undersøkelsen.



Figur 10. Utløpskonsentrasjoner BOF₅

Selv om det ikke stilles krav til reduksjon av parameteren KOF, er det også analysert på denne parameteren, da denne parameteren sammen med andre parametere gir tilleggsinformasjon om anleggenes ytelse. Figuren nedenfor viser utløpskonsentrasjoner for KOF for samtlige anlegg med biologisk rensetrinn i undersøkelsen.

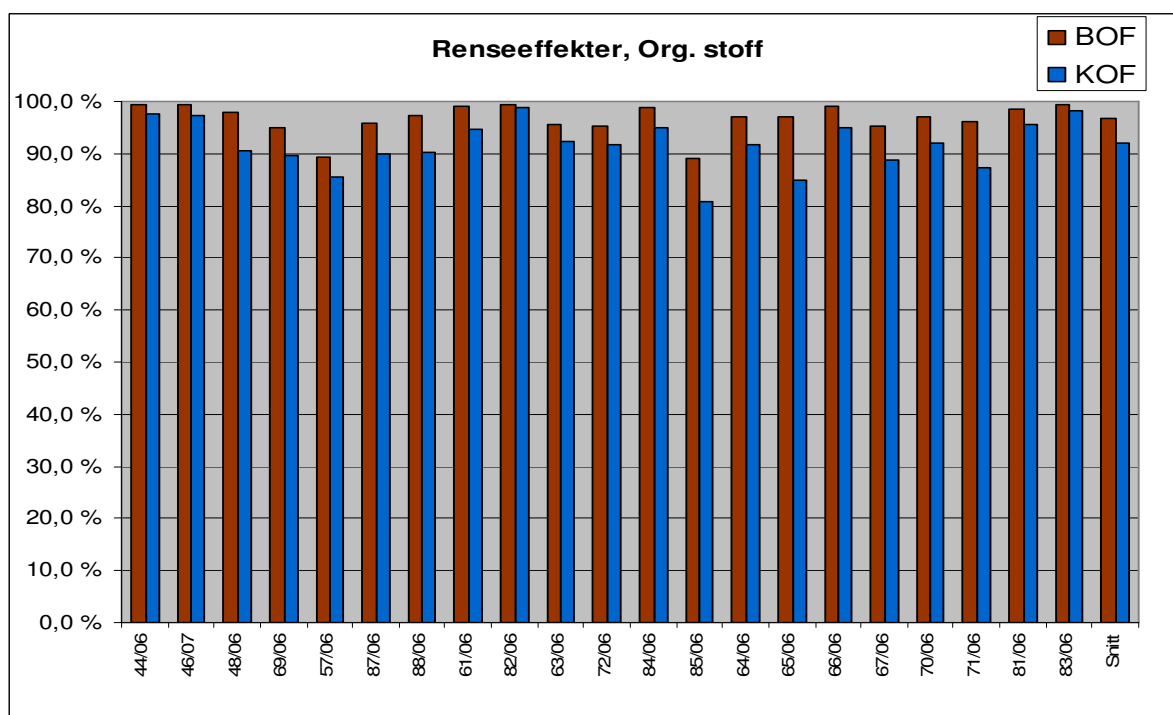


Figur 11. Utløpskonsentrasjoner KOF.

Pga. prøveuttaksmetoden (Biovac, se kap. 5.2) var det ikke mulig å ta ut et tilstrekkelig prøvevolum for anlegg 59/06. Dette anlegget er derfor kun analysert for KOF og tot-P.

Som det kommer frem av figurene ovenfor er utløpskonsentrasjonene i hovedsak lave. Gjennomsnittlige utløpskonsentrasjoner var 71 og 11 mg/l for henholdsvis KOF og BOF₅. For de anleggene som hadde biologisk rensetrinn var maksimalverdiene 159 og 36 mg/l for henholdsvis KOF og BOF₅.

I tabell 7 i kap. 2 er det satt opp forslag til innløpskonsentrasjoner for både KOF og BOF₅, på henholdsvis 833 og 333 mg/l. Med dette som utgangspunkt vises oppnådde renseseffekter av organisk stoff i figuren nedenfor.

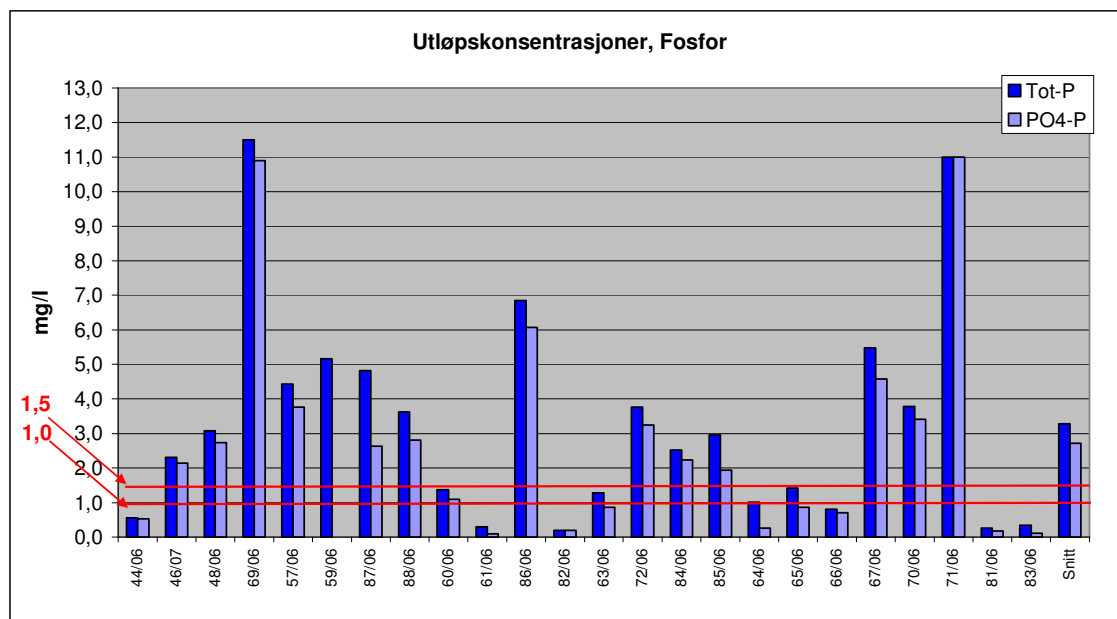


Figur 12. Renseeffekter for organisk stoff målt som BOF₅ og KOF.

Som en kan se av figuren har anleggene gjennomgående meget god reduksjon av organisk materiale. Kun 2 prøver av de anleggene som hadde biologisk rensetrinn oppnådde ikke 90 % rensesgrad mht. BOF₅. I begge tilfeller ble det oppnådd 89 %, dvs. kun ett %-poeng og dermed innenfor analysemetodens feilmargin.

6.2.2 Fosfor

Forurensningsforskriften stiller også krav til reduksjon av fosfor. Det er derfor tatt prøver av både total fosfor og orto-fosfat. I figuren nedenfor vises utløpskonsentrasjonene for alle anlegg i undersøkelsen.

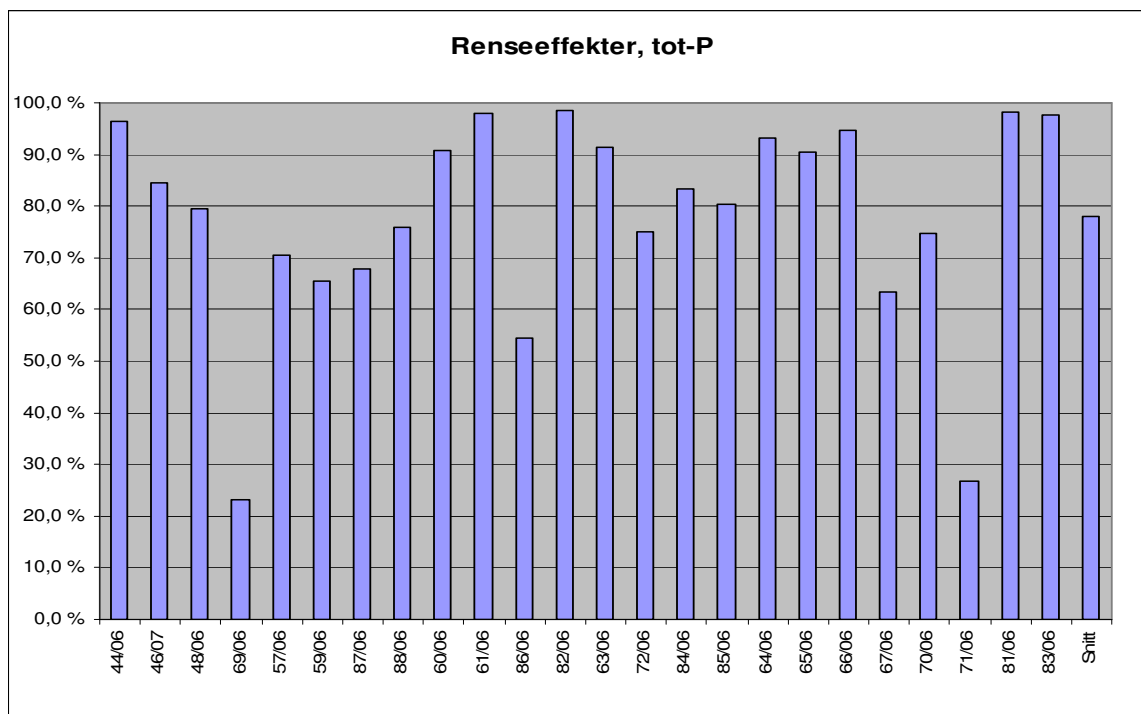


Figur 13. Utløpskonsentrasjoner for fosfor i samtlige prøver i undersøkelsen.

Resultatene ovenfor viser at anleggene gjennomgående har større problemer med reduksjon av fosfor. Gjennomsnittlig utløpskonsentrasjon for alle 24 anlegg er 3,28 og 2,71 mg/l for henholdsvis tot-P og PO₄-P. Høyeste utløpskonsentrasjon ble målt til 11,5 og 11,0 mg/l for henholdsvis tot-P og PO₄-P, mens tilsvarende minimumskonsentrasjoner ble målt til 0,2 og 0,1 mg/l.

Som en kan se av figuren ovenfor er PO₄-P -andelen gjennomgående rimelig høy. Gjennomsnittlig utgjorde PO₄-P ca. 76 % konsentrasjonsmessig av tot-P (alle prøver). Man ser imidlertid en klar trend hvor de med lav utløpskonsentrasjon har lavere andel PO₄-P. Gjennomsnittlig PO₄-P andel for de prøvene som hadde lavere utløpskonsentrasjon enn 1,5 mg tot-P/l var 65 %, mens for de prøvene som hadde høyere utløpskonsentrasjon enn dette var PO₄-P andelen 84 %.

I tabell 7 i kap. 2 er det satt opp forslag til innløpskonsentrasjon for tot-P på henholdsvis 15 mg/l. Med dette som utgangspunkt vises oppnådde renses effekter av tot-P i figuren nedenfor.



Figur 14. Renseeffekter for totalfosfor.

Som en kan se av figuren har anleggene svært varierende virkningsgrad i forhold til reduksjon av fosfor. Gjennomsnittlig renseseffekt for samtlige prøver var 79 %. Kun 10 av 24 prøver overholdt reduksjonskravet på 90 %, dvs. kun 42 % av anleggene hadde godkjente resultater ut i fra ovenstående forutsetninger. Dersom man ser dette i sammenheng med kravet i typegodkjenningsordningen og som tilsvarer 90 % reduksjon i forhold til det nasjonale nøkkeltallet, på maks. 1,0 mg tot-P/l, ville kun 6 av 24 anlegg ha godkjente utløpsverdier.

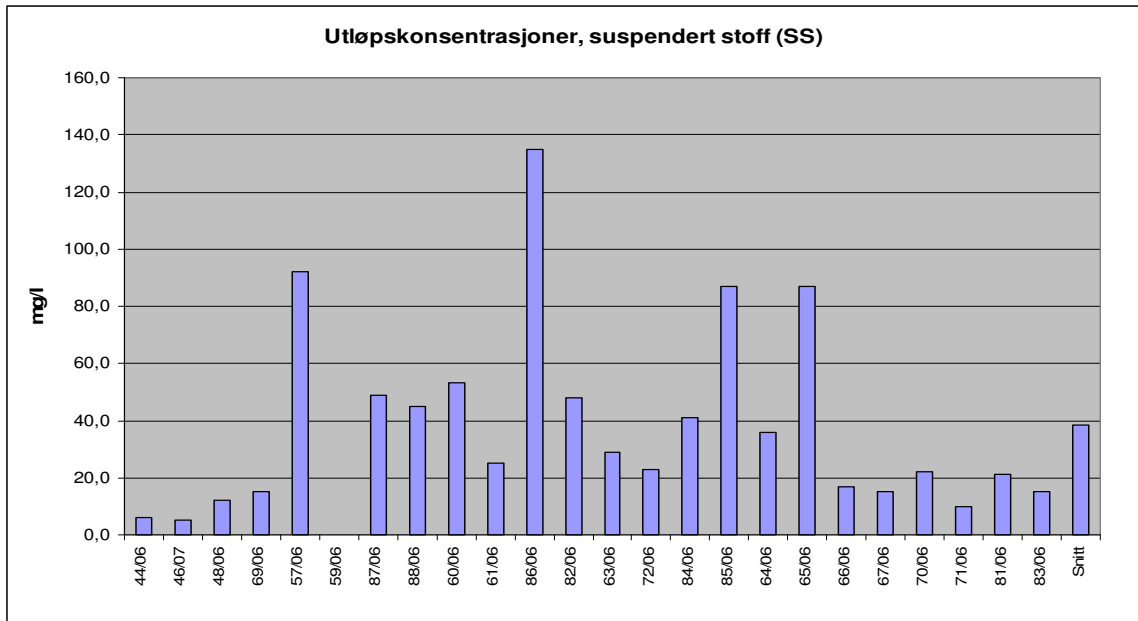
6.2.3 Øvrige parametere

Suspendert stoff, SS

Utløpsvann ble analysert for innhold av suspendert stoff (SS). Dette gir informasjon om anleggets evne til å skille ut sedimenterbart stoff, og vil sammen med andre parametere også dokumentere anleggenes ytelse.

I figuren nedenfor er det vist utløpskonsentrasjon for SS i samtlige prøver i undersøkelsen.

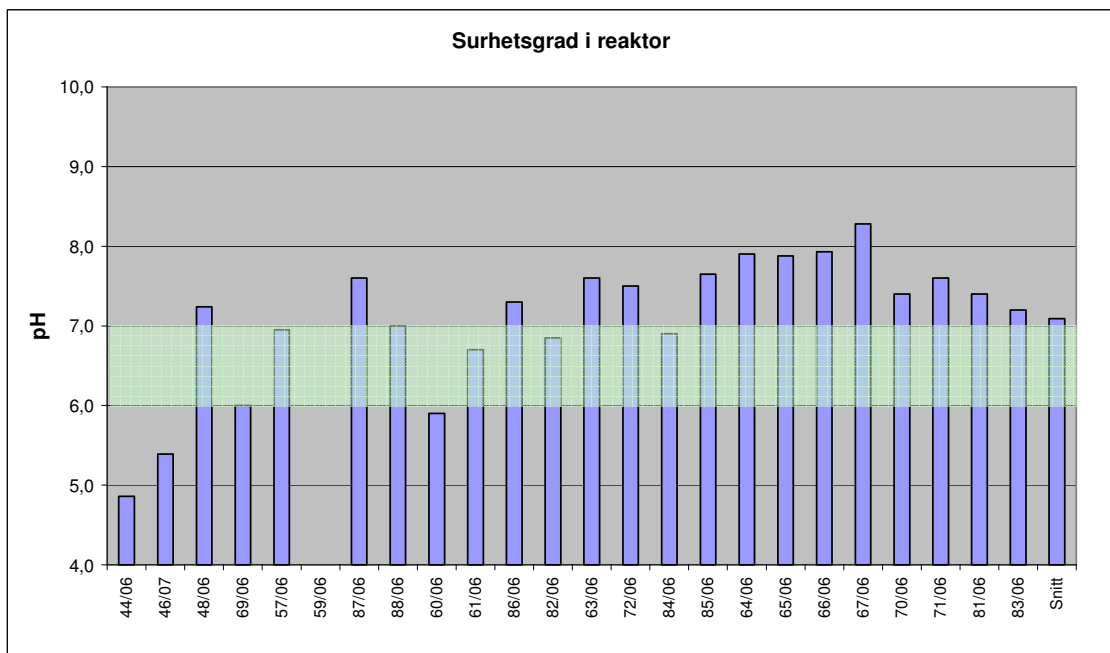
Gjennomgående oppnår anleggene forholdsvis lave SS-konsentrasjoner i utløpsvannet, med et gjennomsnitt på ca. 39 mg SS/l.



Figur 15. Utløpskonsentrasjoner for suspendert stoff.

Surhetsgrad, pH

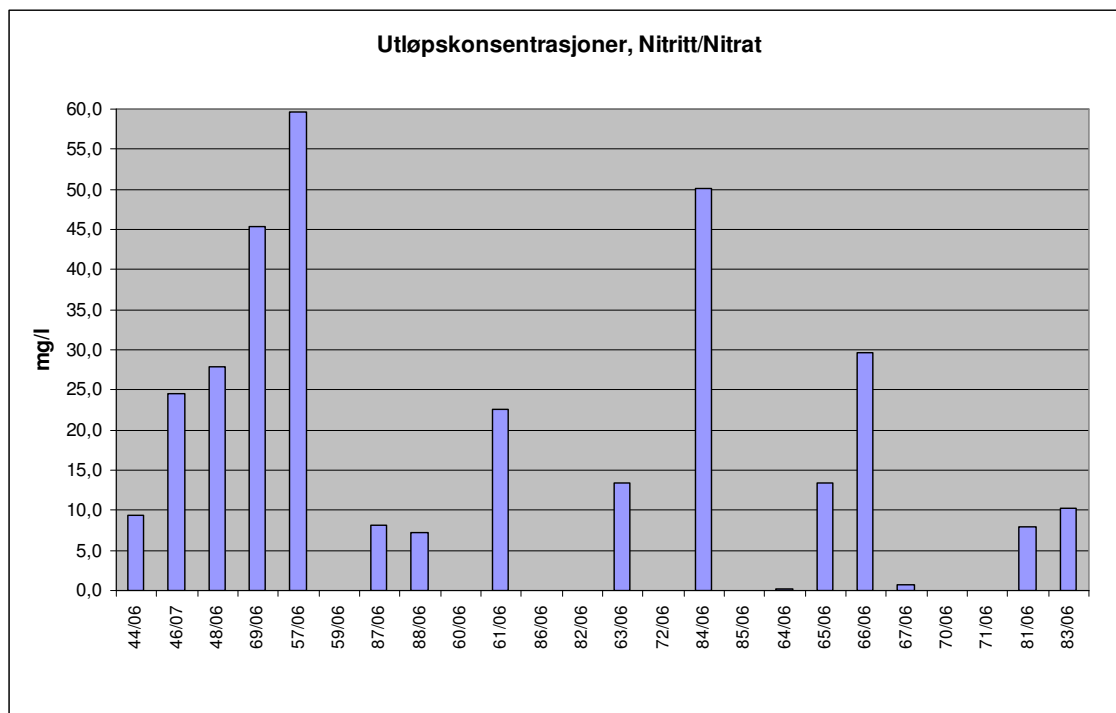
pH er en meget viktig parameter både i forbindelse med biologisk aktivitet og i forbindelse med kjemisk felling. Det er således nødvendig å overvåke dette i forbindelse med en undersøkelse som denne. Figuren nedenfor viser reaktor-pH for anleggene i undersøkelsen.



Figur 16. pH i reaktorene i de undersøkte anleggene.

14 av anleggene har høyere pH enn 7, mens 4 anlegg har pH 6 eller lavere, dvs. 5 anlegg har pH mellom 6 og 7 (grønt felt).

Nitrat/nitritt



Figur 17. Nitrat/nitritt konsentrasjon i utløpsvann fra anleggene i undersøkelsen. (Anleggene som tilsynelatende har null (0) i diagrammet ovenfor har i realiteten meget lav konsentrasjon.)

Diagrammet ovenfor indikerer at anleggene varierer fra å ha ingen til fullstendig nitrifikasjon. Det ble ikke foretatt analyser mhp. ammonium og tot-N, slik at det er ikke mulig å vurdere hvorvidt man har hatt denitrifikasjon i anleggene.

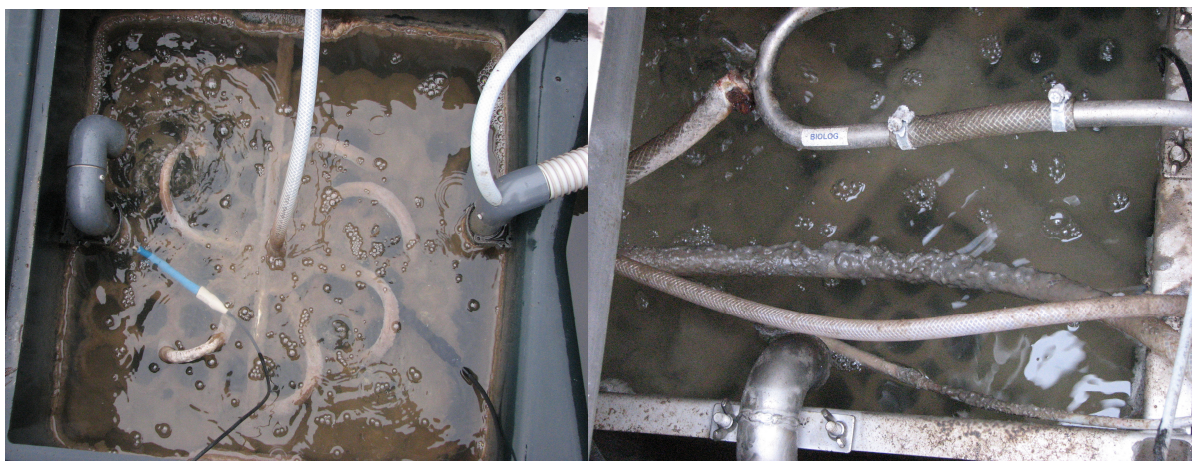
Nitrifikasjon er en prosess som forbruker alkalitet. Avhengig av vannets bufferevne, vil dermed denne prosessen kunne ha forholdsvis stor innvirkning på pH. På anlegg med stor organisk belastning vil man ikke kunne oppleve nitrifikasjon.

6.2.4 Observasjoner

I forbindelse med anleggsbesøk ble forskjellige aspekter vurdert og notert. Dette omfattet: Temperatur i vannet, oksygenkonsentrasjon, skumdannelse, flyteslam, lukt, resipient, ujevn lufting, tette biomedier osv.

Vanntemperaturen i reaktorene varierte fra ca. 8 til 15 °C, altså innenfor normalt område. Oksygenkonsentrasjonen i bioreaktorene varierte også en del, men i de aller fleste tilfeller lå de over 3-4 mgO₂/l .

I sammenheng med gjengrodd biomedie kunne man imidlertid se at det i første biokammer var noe lavt oksygennivå, se bilde nedenfor. Dette gjaldt både Kongsted og Odin maskin anlegg. Gjengroingen hadde i disse tilfeller også mest sannsynlig gitt utslag i nedsatt lufting, som også bidro til lavt oksygen nivå i tankene.



Figur 18. Gjengrodd biomedie i reaktorer med fastfilm.

Skumdannelse og flyteslam ble observert, men kan ikke sies å ha vært noe markant problem på det fleste anleggene som inngikk i denne undersøkelsen.

Svært få anlegg avga sjenerende lukt til omgivelsene ved de anleggsbesøkene som inngikk i denne undersøkelsen. I de tilfellene hvor lukten var merkbar, skyldtes dette i hovedsak utett løkk over anlegget. Dette utelukker ikke at anleggene har luktulemper, f.eks. i varmere årstid.

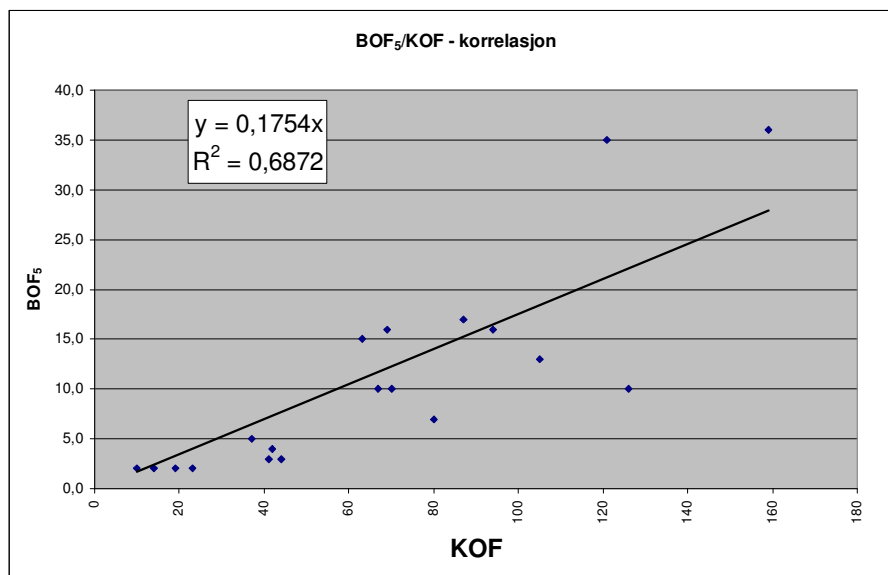
De aller fleste anlegg hadde avløp til bekk, og mange av de var lukkede anlegg. De fleste av disse bekkene var små, og det er usikkert hvorvidt man kan si om de var vannførende hele året.

6.3 Sammenfatning og diskusjon

Som det kommer frem av diagrammene ovenfor har anleggene gjennomgående god renseevne mhp. **organisk stoff**. Dette er ikke overraskende da anleggene i utgangspunktet er dimensjonert for nettopp dette.

Det er kun stilt krav til reduksjon av BOF_5 i Forurensningsforskriften. Det er den analysemetoden som gir best korrelasjon og er mest benyttet for organisk stoff. Metoden er imidlertid både tidkrevende og kostbar. Etterprøving av disse anleggene har vært diskutert tidligere i denne rapporten. Et moment for å gjøre denne jobben noe enklere kan være å benytte "surrogat"-parametere. En ofte brukt parameter, som også er billigere og enklere å analysere på, er KOF. Korrelasjon mellom BOF_5 og KOF i utløpsvannet er derfor vurdert. I figuren nedenfor er korrelasjonen vist. Trendkurven gir en korrelasjon på $BOF_5 \approx 0,175 \times$

KOF. Det eksisterende tallmaterialet gir imidlertid ikke grunnlag for å konkludere på dette, og flere prøver burde tas for å se om det er mulig å etablere en korrelasjon som kan benyttes i fremtiden.



Figur 19. BOF_5/KOF korrelasjon i anlegg med biologisk rensetrinn.

Reduksjon av **fosfor** var ikke tilfredsstillende. Det er flere faktorer som kan ha innvirkning på dette:

- Optimal fellings-pH
- Doseringsmengde
- Innblanding av kjemikalier
- Koagulering/flokkulering/sedimentering
- Frigjøring av fosfor fra slamavskiller
- Feil på utstyr
- Manglende kjemikalier

Leverandør av fellingskjemikalier (Kemira) oppgir at aluminiumsbaserte kjemikalier som f.eks. PAX har et optimalt fellingsområde mellom pH 6 – 7. Ser man på figur 16 ovenfor er det faktisk kun 5 av 24 prøver som ligger innenfor dette området. Det er derfor sannsynlig at dette er en medvirkende årsak til de dårlige renseresultatene mhp. fosfor. Årsaken til de mange relativt høye pH verdiene kan for eksempel skyldes bruk av grunnvann eller alkaliske vaskemidler.

I tabellen nedenfor er det vist en oversikt over leverandørens anbefalte og normalt anvendte doseringsmengder av fellingskjemikalium (data hentet fra kap. 5). I høyre kolonne er det beregnet hvilket molforhold denne doseringen gir, basert på utfelling av 12 mgP/l (forutsatt 15 mgP/l i innløpsvann og 20 % reduksjon i slamavskiller uten kjemisk felling).

Tabell 14. Oversikt over normale doseringsmengder for de ulike anleggstypene.

Anlegg	Kjemikalium	Dosering		
		ml/m ³	gAl ³⁺ /m ³	mol Al ³⁺ /mol P
Wallax	ALG (40 %)	860	39	2,8
Kongsted	PAX 14	190	18	1,3
Biovac	PAX 21	250	23	1,7
Zapf	PAX 21	200	19	1,4
Odin	PAX 21	400	37	2,7
Klargester	PAX 21	100	9	0,7

*Klargester oppgir at normaldose er 100-150 ml/m³. Ved 150 ml/m³ vil mol Al/ mol P være 1,0.

Det viser seg at doseringsmengdene som benyttes for å fjerne fosfor varierer med en faktor på over 4. Pga. konkurrerende kjemiske reaksjoner og ikke fullstendig innblanding tilsier erfaringstall at det på konvensjonelle og større renseanlegg normalt må tilsettes 2,5 ganger så mye Al³⁺ i forhold til det man ved støkiometriske beregninger finner at man trenger for å fjerne fosfor. For minirensanlegg er forutsetningene ikke like gode som på større renseanlegg med hensyn på effektiv innblanding av kjemikaliene samt flokkulering og koagulering. I tillegg kan man forvente at fosfor konsentrasjonen er høyere. Derfor burde nødvendig molforhold forventes å være enda høyere enn 2,5 for minirensanlegg. Som tabellen ovenfor viser er det kun 2 leverandører som anbefaler denne doseringsmengden. Dette betyr at det å finne riktig doseringsmengde er en av flere faktorer det er nødvendig å gjøre noe med for å bedre anleggenes evne til å fjerne fosfor.

I konvensjonelle og større renseanlegg er det etablert egne rensetrinn for innblanding, koagulering og flokkulering, for å oppnå en så effektiv utnyttelse av kjemikaliene som mulig, og for å oppnå bedre renseresultater. Dette er det ikke like lett å få til i et minirensanlegg. Ulike løsninger er valgt, og mye tyder på at det er potensiale for forbedringer hos de fleste leverandørene på dette punktet. Det anbefales derfor at man går sammen med leverandørene, med tanke på å utvikle de beste tekniske løsningene mhp. innblanding, koagulering og flokkulering.

Alle minirensanlegg har en eller annen form for forsedimentering eller slamavskiller. Denne blir som regel tømt en gang pr. år. Det slammet som blir liggende der blir septisk (anaerobt). Dette kan forandre både den biologiske sammensetning så vel som den vannkjemiske (red-oks). Begge forhold kan medføre at fosfor frigjøres fra det sedimenterte slammet til vannfasen. Som et resultat vil vannet som går fra dette prosessstrinnet til det biologisk/kjemiske trinnet etter hvert inneholde en høyere fosforkonsentrasjon enn det som kan forventes å komme i innløpet. Dette vil igjen gi for lav dosering i det kjemiske rensetrinn, med høyere utløpskonsentrasjoner som resultat. Det foreligger ikke noe datagrunnlag fra denne undersøkelsen for å kunne vurdere hvorvidt dette kan være en prosess som medvirker til den dårlige renseeffekten for fosfor. Imidlertid kan det heller ikke utelukkes, og dette bør derfor utredes nærmere i videre undersøkelser.

Årsaker knyttet til manglende driftsoppfølging er også en mulig årsak til den dårlige renseseffekten for fosfor. I forbindelse med anleggsbesøkene i denne studien, var ingen kjemikaliebeholdere tomme. Imidlertid var det ikke mulig å vurdere hvorvidt doseringsutrustningen fungerte etter hensikten. Det kan derfor ikke utelukkes at også dette var medvirkende årsak til noen av de dårlige resultatene.

Øvrige driftsmessige problemer en muligens kunne forvente slik som sjenerende lukt, skumproblemer i bioreaktor, flyteslamproblemer osv. var ikke noe fremtredende problem under våre besøk på de anlegg som var med i denne undersøkelsen.

Noen renseanlegg hadde delvis gjengrodde biomedier, og ujevn lufting i bioreaktorene. Dette ga imidlertid ingen merkbare utslag i form av redusert renseseffekt av organisk stoff. Dette tolkes derfor som en indikasjon på at anleggene inneholder en viss sikkerhetsmargin mhp. kapasitet til å redusere organisk stoff.

Det er tatt prøver av både 1-hus anlegg og anlegg med flere hus tilknyttet. Datagrunnlaget i denne undersøkelsen kan ikke fortelle hvorvidt det er noen merkbar forskjell anleggsstørrelsene i mellom.

7 ANLEGGSEIERS ERFARING

7.1 Beskrivelse av undersøkelsen

Det er gjennomført en spørreundersøkelse blant samtlige anleggseiere som har fått sitt anlegg i undersøkt i Morsa-prosjektet. Undersøkelsen omfatter anleggseiere av 24 minirensesanlegg fra 6 forskjellige leverandører i kommunene Enebakk, Halden, Hobøl, Spydeberg og Våler. Anleggseierne var ikke nødvendigvis tilstede ved prøvetakingen, men samtlige ble varslet på forhånd om at det ville bli gjennomført en undersøkelse av anlegget.

Spørreundersøkelsen er foretatt som et telefonintervju etter et spørreskjema med faste spørsmål. Spørsmålene som er benyttet er listet opp nedenfor. Oversikt over anleggstyper og svar på de innledende spørsmål er plassert i tabell 15.

Innledende spørsmål:

Når ble anlegget satt i drift?

Antall husstander tilknyttet anlegget?

Total antall personer i husstanden?

Hvor er anlegget plassert?

Hvor føres det rensede vannet?

Hovedspørsmål:

Hvordan har oppfølgingen vært fra leverandøren?

Hvordan har oppfølgingen vært fra kommunen?

Har det vært ulemper med støy, lukt, tilstopping, frost?

Har det vært feil (driftsstans) ved anlegget? Hvilken feil? Ble feilen rettet opp av leverandør?

Har du mottatt noen form for opplæring?

Har du mottatt brukerveiledning/instruks?

Er det hengt opp skilt ved toalett/vask (hva man ikke skal kaste/tømme i avløpet)?

Er det montert alarm for anlegget (lys/lyd)?

7.2 Resultater

Tabell 15. Oversikt over undersøkte anlegg pr. kommune, type, størrelse på anlegg og svar på innledende spørsmål.

Kommune	Anleggstype	Størrelse	Identitet	Anlegg satt i drift	Antall huster tilknyttet	Antall personer i husstandene	Anleggets plassering fra hus, m	Utslippspunkt
Enebakk	Biovac	1-hus	TE	Aug 2004	1	2	<10	Kjepperudbekken
	Biovac	1-hus	EO	2000	1	1	<10	Mjær
	Kongsted	1-hus	MK	2004/2005	1	3	Ca. 20	-
	Wallax	5-hus	KØ	Nov 2005	2	5	Ca.100	Jordet
Halden	Kongsted	1-hus	BP	Okt. 2005	1	3	Ca. 60	Ca. 80 m til Kitterødbekken
	Odin Maskin	1-hus	GRØ	Jan 2006	1	5	Ca. 15	Jordet Rosneskiln
	Odin Maskin	1-hus	FDF	1997 *	1	3	2-3	Jordet
	Wallax	1-hus	TS	2000	1	2	Ca. 4	Bekk
Hobøl	Kongsted	1-hus	SG	Sommer 2006	1	2	Ca. 30	Finnstadbekken Ca. 100 m Trosterudbekken
	Kongsted	3-hus	AS	Mai/juni 2006	2	5	Ca. 30	Kråkeruddalen
	Wallax	1-hus	TRJ	Høst 2005	1	4	60-70	Bekk
Spydeberg	Biovac	2-hus	PM	Juli 2005	2	3	Ca. 5	Nordmørkbekken
	Biovac	1-hus	ME	Sommer 2005	1	2	25-30	Mørkbekken
	Wallax	1-hus	FL	Høst 2005	1	4	13-14	Naturdalsøkk
	Klargester	2-hus	HTL	Juli 2000	2	4	Ca. 20-30	Lukket rør 200 m – åpen bekk
	Odin Maskin	1-hus	MH	Høst 2004	1	2	Ca. 5-10	Hobølelva
Våler	Klargester	1-hus	SD	Høst 2005	2	5	Ca. 3-4	Bekk- Svinna
	Klargester	7-hus	SS	Mai 2006	6	16-17	Ca 50	Veidalelva
	Klargester	3-hus	NO	Juli 2006	3	15	Ca. 20	Bekk
	Odin Maskin	1-hus	SMØ	Høst 2004	1	4	Ca. 30	Skog elv/bekk
	Zapf	2-hus	ØF	Høst 2005	2	6	Ca. 30	Bekk- Svinna
	Zapf	1-hus	JE	Høst 2005	1	7	Ca. 25	Bekk- Svinna
	Zapf	1-hus	JEK	Høst 2005	1	1	Ca. 20	Bekk- Svinna
Zapf	3-hus	JEG	Høst 2005	3	4-5	Ca. 50-60	Ca. 500m til bekk - Svinna	

* Kjøpt eiendommen i 2003.

Hovedspørsmål og svar er kommentert nedenfor.

Hvordan har oppfølgingen vært fra leverandøren?

De fleste anleggseiere oppgir at de er svært fornøyd med oppfølging fra leverandør ved at de har tegnet en serviceavtale som innebærer servicebesøk fra 2 til 4 x gang-

er pr. år. En anleggseier opplever at leverandøren er litt sløv ved oppretting av feil på grunn av for stort arbeidspress

Hvordan har oppfølgingen vært fra kommunen?

Anleggseiere oppgir at det ikke har vært noen form for oppfølging fra kommunens side etter at det er gitt pålegg om installasjon av anlegg. En anleggseier oppgir at kommunen har vært på besøk 1 gang på 6 år, og da i følge med leverandør.

Har det vært ulemper med støy, lukt, tilstopping, frost?

Enkelte av anleggseierne svarer at de har hatt problemer med lukt og støy.

3 av 4 anleggseiere at Odin Maskin-anlegg oppgir at de opplever luktplager, alt fra lukt spesielt om sommeren til lukt fra kjeller (oppgis at skyldes gjennomføring av rør i vegg).

1 anleggseier av Biovac-anlegg svarer at lukt ble fjernet ved å installere gummiring på lokk, mens en annen anleggseier opplevde luktproblemer inntil nylig, hvor ulempen ble fjernet ved at det ble gjennomført tiltak med utlufting over tak.

1 anleggseier av Wallax-anlegg forteller at lukt er en stor ulempe, og at det lukter over hele området. Leverandør tror at det kan skyldes feil ved en pakning. Anlegget har vært i drift i ca. 1 år.

Problemer med støy skyldes en instrumentkasse som var plassert i kjelleren, og som durte i hele huset. Den ble flyttet ut av huset.

Har det vært feil (driftsstans) ved anlegget? Hvilken feil? Ble feilen rettet opp av leverandør?

Anleggseierne oppgir at det ikke er registrert noen særlige feil ved anleggene. En feil som er registrert ved en type minirensesanlegg er at pumpe til tømmekum har sluttet å fungere. Leverandør har vært rask til å følge opp for å utbedre feilen. En annen oppgir at lampen til stadighet lyser, men ved henvendelse til leverandør får han beskjed om at det benyttes for mye vann, og han har derfor sluttet å melde fra.

En anleggseier (WALLAX) oppgir at anlegget har hatt driftstans i ca. 1 måned på grunn av problemer med et tidsur som styrer pumpe. Feilen er foreløpig ikke rettet opp av leverandør.

Har du mottatt noen form for opplæring?

De fleste anleggseierne oppgir at de har fått en eller annen form for opplæring av leverandør ved installasjon av anlegget. Noen oppgir at de ikke har mottatt opplæring. En anleggseier mente at driften ikke var hans ansvar.

Har du mottatt brukerveiledning/instruks?

De aller fleste oppgir at de har mottatt brukerveiledning/instruks, mens enkelte oppgir at de ikke har mottatt eller vet ikke.

Er det hengt opp skilt ved toalett/vask (hva man ikke skal kaste/tømme i avløpet)?

En anleggseier i undersøkelsen oppgir at det er hengt opp skilt ved toalett/vask. De fleste som er spurt i undersøkelsen er av den oppfatning at alle må forstå hva som kan ikke kastes i et toalett eller helles ut i vask. For en anleggseier ville det overhodet ikke være aktuelt å henge opp noe skilt.

Er det montert alarm for anlegget (lys/lyd)?

Anleggseierne oppgir at det er montert alarm for minirensesanlegget enten i form av lyd eller lys (lampe som lyser). 2 eiere av Wallax-anlegg oppgir at de ikke er montert noen form for alarm.

7.3 Sammenfatning og diskusjon

De fleste anleggseiere er fornøyd med service/vedlikehold og oppfølging fra leverandørens representanter.

Undersøkelsen viser at det er ingen eller svært liten oppfølging fra kommunen om hvorvidt anleggene oppfyller kravene i utslippstillatelsen.

Enkelte anleggseiere har opplevd luktproblemer, men det er blitt funnet tekniske løsninger på problemer.

Behov for opplæring/informasjon til huseier om hva som påvirker anleggets funksjon er viktig.

Anleggseiere er av den oppfatning at det er leverandøren som har ansvaret for at anlegget fungerer.

Det er det behov for avklaring av roller mellom huseier/anleggseier/kommune/leverandør, og det er et klart behov for kunnskap og opplæring om hva som påvirker anleggets drift.

8 FORSLAG TIL VIDERE ARBEID

Med bakgrunn i resultatene fra dette prosjektet, foreslås det at det tas opp til diskusjon nødvendigheten av et 3-5 års program som tar opp viktige FOU behov knyttet til spredt bebyggelsesløsninger. Allerede nå er det viktige oppgaver som kan settes i gang allerede første halvår 2007. Disse kan enkelt passe inn i et større program senere, dersom myndighetene velger å etablere et rammeprogram innen dette viktige miljøområdet.

Det bør settes i gang både kortsiktige prosjekter (strakstiltak) og mer langsiktige prosjekter, hvor det systematisk bygges opp ny kunnskap innenfor virksomhetsområdet. På det siste området bør det baseres på et internasjonalt samarbeid, noe det til dels er lagt et grunnlag for i forprosjektet.

8.1 Kortsiktige prosjekter (strakstiltak)

A. Informasjon og opplæringsmaterieil til anleggseiere

Feil bruk av anlegget er trolig en medvirkende årsak til anleggssvikt. Det er derfor et behov for et "skal/skal ikke" type informasjon til anleggseiere. Tilsvarende materieil fra US, EPA og andre vil bli brukt som mal.

B. Forbedring av prosessløsninger

Innen kjemisk felling synes det å være enkelte prosessproblemer som går igjen på flere anleggstyper. Dette er i første omgang knyttet til utfordringer i forhold til korrekt innblanding og etterfølgende koagulering, som er nødvendig i en kjemisk enhetsprosess. I tillegg varierer doseringsmengdene svært mye mellom de ulike anleggene. Dette tyder på at det er en viss usikkerhet knyttet til dette punktet hos enkelte produsenter. Dette bør tas opp med produsentene og eventuelt løses ved et nært samarbeid med disse.

C. Bedre lokale forskrifter

Eksisterende forskrifter er ikke tilstrekkelige, og ikke oppdaterte i henhold til gjeldende lovverk og typegodkjenning. Det gjeldende regelverket (avløpsforskrift og ny typegodkjenning) gir ikke en fullstendig dekning, og bør i et kortsiktig perspektiv dekkes opp gjennom en ny lokal forskrift. Det bør utarbeides en mer omfattende og fullstendig forskrift som gjelder for Morsaområdet, og som også omfatter prøvetaking, analyser etc. Utarbeidelsen av en slik "Morsa"-forskrift forutsettes utarbeidet i nært samarbeid med tema gruppe avløp.

D. Konferanse/workshop 2007

Gjennomføre en workshop høsten 2007 i samarbeid med Svensk Mijøinstitutt (IVL), NORVAR, Bioforsk, Univ. of Washington, US EPA/WOSSA, kommuner/fylker (Oslo-Akershus, Østfold) samt SFT, hvor FOU resultater, praktiske utfordringer, ny teknologi etc. blir diskutert.

E. Videreføring av driftsoppfølging og funksjonskontroll av eksisterende anlegg

Utvide funksjonskontroll av nyere, eksisterende anlegg i Østfold med til dels samme målsetting som i forprosjektet, men med et endret og utvidet måleprogram. Undersøkelsen bør omfatte minst 100 nye anlegg. I denne undersøkelsen bør anleggstypene også inkludere eksempler på naturbaserte løsninger.

Danmark og Nederland har samarbeidet om utviklingen av en ny prøvetakings/målemetode for næringsalter (og andre parametre). Utviklingsarbeidet har foregått i Danmark. Metoden er patentert i Europa/USA, og gir daglige, ukentlige eller månedlige snittverdier (målt i mg P/l). Et innledende møte sommeren 2006 med forskningsgruppen viste at det er stor interesse for et nordisk samarbeid om dette. Som et ledd i dette prosjektet vil denne teknologien bli utprøvd på enkelte anlegg.

8.2 Langsiktige prosjekter

For å bedre funksjonen av anlegg i spredt bebyggelse må det også iverksettes mer langsiktige tiltak hvor det utvikles nye og bedre styrings/overvåkningsverktøy for denne type anlegg. På dette feltet vil det være svært mye hente på å innlede et internasjonalt samarbeid.

F. Utvikling av metoder for prøvetaking av inn- og utløp på spredt bebyggelse anlegg

Teknologien omtalt i prosjekt E ovenfor er i utgangspunktet utviklet for overvåking av vassdrag og innsjøer. Den aktiviteten som er inkludert i prosjektet ovenfor vil derfor være innledende undersøkelser for å se anvendeligheten for produktet i vann med langt høyere konsentrasjoner, slik tilfellet er i utløpsvann fra avløpsrenseanlegg. En videreføring av dette vil være å gjennomføre et prosjekt i samarbeid med leverandøren, med tanke på å utvikle teknologien for denne applikasjonen.

G. Utvikling av parametere for styring/overvåking av anlegg i spredt bebyggelse

Ny teknologi for styring- og overvåking av små renseanlegg er i svært liten grad tatt i bruk både nasjonalt og internasjonalt. Noe av årsaken er mangel på effektive styringsparametere. Enkelte land har allerede arbeid i gang på dette området. Potensialet for utvikling av nye produkter på dette området er stort, også for norske IKT-bedrifter. Arbeid på dette området, i form av et forprosjekt, burde settes i gang i løpet av 2007.

H. Etablering av et regionalt kunnskapssenter for spredt bebyggelse - forprosjekt

Kunnskap om renseprosesser, praktisk bruk av anleggene, drift og vedlikehold hos alle berørte parter er en absolutt forutsetning for å få spredt bebyggelsesløsninger til å fungere i praksis. Enkelte land har løst dette ved å etablere regionale kunnskapssentre som ivaretar kunnskaps- og informasjonsbehovet hos planleggere, anleggseiere, drift – og servicepersonell og kommuner/fylker. USA har allerede etablert 20 slike sentre. Sverige har pekt på behovet for en tilsvarende løsning og har foreslått et mulig samarbeid med Norge gjennom Intereg samarbeidet. Det foreslås at det opprettes et forprosjekt i 2007 som ser på ulike organisasjonsformer, faglig innhold, lokalisering, internasjonalt samarbeid etc.

LITTERATUR

Crites og Tchobanoglous, "Small and Decentralised Wastewater Management Systems", McGraw-Hill, 1998.

"Design Manual: Onsite Wastewater Treatment and Disposal Systems - Chapter 4: Wastewater characteristics", US EPA, 1980.

"Environment & Health Protection Guidelines. On-site sewage management for single households.", New South Wales EPA, Australia, 1998.

"Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften)", Miljøverndepartementet, 2007.

"Handbook for Managing Onsite and Clustered (Decentralized) Wastewater Treatment Systems", US EPA, 2005

Hellström et al., "Bra små avlopp, Slutrapport, Utvärdering av 15 enskilda avloppsanläggningar", Stockholm Vatten, 2003.

Heltveidt, S.I., "Erfaringer med minirensesanlegg", SFT rapport nr. 94:06, 1994.

"Kvalitetsnormer for minirensesanlegg - TA 1403, Statens Forurensningstilsyn (SFT), 1997.

Liss, Birgitta. "Kvantifisering av kväve- og fosforbelastning från enskilda avlopp." M.Sc. Thesis, Uppsala universitet, 2003.

"Lov om vern mot forurensninger og om avfall (Forurensningsloven)", Miljøverndepartementet, 2005.

Metcalf & Eddy – Wastewater Engineering - Treatment and reuse, 4. ed., McGraw-Hill, 2003.

"Normer for typegodkjenning av minirensesanlegg", DNV, 2002.

"NS-EN 12566-3: Små avløpsanlegg for opptil 50 personekvivalenter (PT) – Del 3: Prefabrikkert og/eller montert på stedet", Norsk Standard, 2005.

"Onsite Wastewater Treatment Systems Manual", US EPA, 2002

Pons et. al., "Wastewater characteristics in Europe – A Survey.", Official Publication of the European Water Association (EWA), 2004.

Vråle, L. "Forurensningsmodell for avløpsvann fra boliger. Bestemmelse av spesifikke tall", NIVA, 1987

"Voluntary National Guidelines for Management of Onsite and Clustered Treatment Systems", US EPA, 2003.

"Wastewater Management Program, On-Sites Online", Washington State Department of Health – Division of Environmental Health, 2006.

Bratli et. al., "Miljømål for vannforekomstene. Tilførselsberegning.", SFT rapport 95:02, TA1139, 1995.

Mosevoll et. Al., " Forurensningsregnskap for avløpssektoren", SFT rapport 96:19, TA1374, 1996.