

Prefabrikerte minirensesanlegg

Av Arild Schanke Eikum

Arild Schanke Eikum er siv.ing. Ph.D., og daglig leder av firmaet Aquateam, Norsk vannteknologisk senter A/S, Norway.

RESYME

Det stilles store krav til prefabrikerte minirensesanlegg for avløp fra enkelthus. De skal tilfredsstillende myndighetenes krav til rensing, ha en enkel konstruksjon og samtidig være driftsstabile under sterkt varierende belastning. Det finnes i alt seks prefabrikerte minirensesanlegg på det norske marked. Fem av disse anleggene bygger på en biologisk prosess, alene eller i kombinasjon med slamavskilling eller kjemisk felling. Enkelte av anleggene bærer et klart preg av nytenkning med henblikk på detaljløsninger av vann- og slambehandling. Servicekontrakter med utstyrsleverandøren er ofte en del av totalløsningen. Mye tyder på at i løpet av relativt kort tid vil prefabrikerte minirensesanlegg falle inn som et fullgodt alternativ til andre avløpsløsninger for enkelthus.

1. INNLEDNING

Minirensanlegget må betraktes som et alternativ til løsninger som septiktank og infiltrasjon i grunnen eller septiktank og sandfilter, eventuelt jordhaug (mound) systemet. Det er fordeler og ulemper med alle typer løsninger. Grunnforhold, type resipient, kapital- og driftskostnader og

driftsstabilitet er viktige faktorer i valg av løsning.

Miljøverndepartementet opprettet høsten 1977 Rådet for typevurdering av prefabrikerte avløpsrensanlegg. Dette rådets mandat var å utarbeide dimensjoneringsnormer og kvalitetskriterier samt å utføre en funksjonsprøve av større prefabrikerte anlegg. Rådet ble nedlagt i 1983, og det er i dag opp til hver enkelt anleggsprodusent å få gjort den nødvendige utprøving. Når det gjelder minirensanleggene så har det hele tiden vært opp til hver enkelt produsent å utføre en funksjonsprøve. Dette har ofte resultert i en lite enhetlig utprøving av disse anleggene.

I løpet av de siste 2 år har det kommet norske anleggstyper på markedet som bygger på prosessløsninger og tekniske detaljer som bærer klart preg av nytenkning. Vår holdning til drift og vedlikehold av anlegg for enkelthus er også i ferd med å endre seg. Servicekontrakter med utstyrsleverandør er ofte med som en del av totalløsningen. Slambehandlingen er heller ikke glemt slik den ofte var tidligere. Vi er derfor iferd med å få gode minirensesanlegg for enkelthus som helt klart bør vurderes der hvor grunnforhold etc. tilsier at slike løsninger er fordelaktige.

2. GENERELLE KRAV TIL PREFABRIKERT MINIRENSEANLEGG

Det er en rekke krav som bør stilles til prefabrikerte minirensesanlegg, og som flere anleggstyper på det norske marked tilfredsstiller i større eller mindre grad:

1. Tilfredsstiller myndighetenes krav til rensing
2. Stor driftsstabilitet, også under varierende belastning
3. Rask oppstartning av prosessen etter inntil en måned uten belastning
4. Enkel konstruksjon
5. Lavt støynivå
6. Ikke forårsake lukt
7. Drift og vedlikehold bør være enkelt og ikke arbeidskrevende.

I Norge er det fylkesmannen som vurderer bruken av prefabrikerte minirensesanlegg i sitt fylke. Det blir da ikke bare lagt vekt på renseseffekt med hensyn på organisk stoff og fosfor, men det blir ofte gjort en totalvurdering av en slik løsning sett i lys av de lokale forhold. Dersom vi sammenligner oss med andre land, så finner vi færre prefabrikerte minirensesanlegg i Norge enn f.eks. Sverige og Finland. Det synes som om holdningen til minirensesanlegg har vært noe mer restriktiv i Norge.

3. PREFABRIKERT MINIRENSEANLEGG PÅ DET NORSKE MARKED

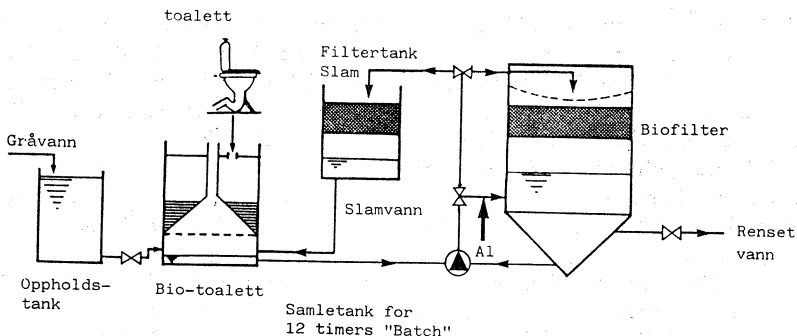
Vi skal gi en kort beskrivelse av de mest vanlige typene av prefabrikerte minirensesanlegg på det norske marked. Til tross for at nesten alle anleggstypene bygges på biologiske prosesser, så har de alle svært forskjellig oppbygging og detaljløsninger. Vi skal prøve å fremheve spesielle

sider eller detaljer ved hver anleggstype. Kostnader for de enkelte anleggene er ikke tatt med i denne beskrivelsen.

3.1 T. Gedde

Konstruktøren av denne anleggstypen er Tore Gedde, kjent som oppfinneren av «Snurredassen». Anleggets oppbygging og driftserfaringer er tidligere beskrevet i norske tidsskrifter. (From, 1983, Hille-Dahl, 1983, Miljøvernteknikk, 1984). Geddes anlegg bærer preg av nytenkning og viser klart at han har som mål å tilby en totalløsning som også innebærer slambehandling. Anleggets oppbygging er vist i figur 1. Selve rensesanlegget er bygget for å behandle «gråvann» (vann fra kjøkken, bad og vaskerom) og overskuddsvæske fra bio-toalettet. Avløpsvannet fra boligen går først til en 1000 liters utjevningstank. Det går deretter til en samletank for en 12 timers «batch» før det føres inn på selve biologisk-kjemiske behandlingstrinnet. I oppsamlingstanken blandes gråvannet med overskuddsvæske fra bio-toalettet og slamvann fra filtertanken for avvanning av det biologisk-kjemiske slammet. Avløpsvannet har nå en fosforkonsentrasjon fra 10—26 mg P/l, KOF fra 260—470 mg/l og pH 6, 5—7,2 (Miljøvernteknikk, 1983). Avløpsvannet tilsettes aluminiumsulfat-løsning (molforhold Al/P ca. 2,0) før det pumpes inn i en spissbunnet tank hvor det flokkuleres ved en varmeindusert omrøring. Etter 20 minutter stopper flokkuleringen, slammet synker til bunns, pumpes så til filtertanken og den 8 timer lange biologiske prosessen (rundpumping) settes i gang.

Det anvendes et biofilter bestående av 225 liter oppkappede drenerør. Spredningen av avløpsvannet skjer via en perforert



Figur 1. *Prinsippskisse for T. Geddes minirensanlegg (Miljøverntechnik, 1983).*

topplate over filteret. Det biologiske slammet som rives løs fra vekstflaten vil selvstøtt tas ut ved neste fellingssyklus.

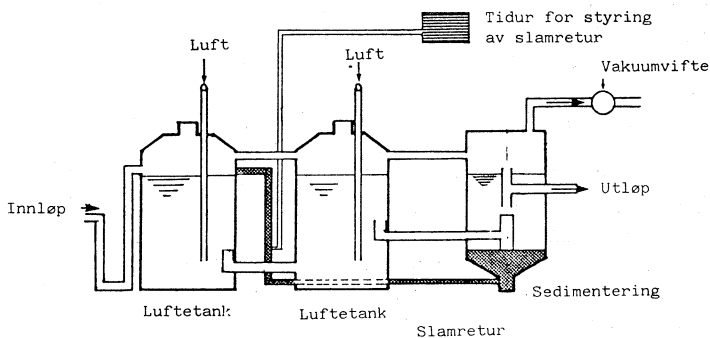
T. Geddes anlegg er fortsatt under utprøving. Erfaringene hittil er gode (From, 1983, Miljøverntechnik, 1984). Det oppsagt tas ut av systemet ved neste fellingssyklus om en KOF-reduksjon lik 86 prosent.

Et større utprøvningsprogram vil settes i gang i 1984. I alt fire eneboliger (3 i Vestfold og 1 i Øvre Eiker) vil bli utstyrt med et slikt anlegg og regelmessig kontrollert og overvakt av Driftsassistenten i Buskerud.

3.2 Biovac

Biovac husanlegg bygger på aktiv-slammetoden for rensing av avløpsvannet fra enkelthus. I motsetning til T. Geddes anlegg er Biovacs anlegg dimensjonert for alt avløpsvann generert i boligen, også toaletteavløp.

Biovac husanlegg bærer preg av at det er lagt vekt på å få fram en enkel og robust konstruksjon. Figur 2 viser anleggets oppbygging. Anlegget er bygget opp med to-delt luftetank (1) og en spissbunnet sedimenteringstank (2). Herfra føres returslammet tilbake til den første luftetank.



Figur 2. *Prinsippskisse av Biovac husanlegg (fosforfjerning og slamavvanning er ikke vist på figuren).*

Så langt er anlegget bygget på kjente prinsipper. Imidlertid har anlegget et luftesystem som er helt spesielt (patentert av Biovac A/S) og som gir flere fordeler for et lite anlegg som skal plasseres i kjelleren i et bolighus. Luftesystemet drives av en vakuumpvifte (4) som skaper et undertrykk i alle tankene. Luft vil da suges inn gjennom stigerørene (5) og frigis under væskeoverflaten slik som vist på figuren. Luften vil tilføre biomassen nødvendig oksygen samtidig som vi får en effektiv omrøring

i tankene. Slamreturen styres av et kopplingsur som åpner for lufttilførsel i slamreturledningen. Det skapes da en mammutpumpe og det aktive slammet føres tilbake til første luftetank.

I alt tre Biovac husanlegg har vært utprøvet i 1/2 år hver av NIVA (Paulsrud, 1984). Alle tre anleggene er rene biologiske anlegg uten fjerning av fosfor. Undersøkelsen er vist i tabell 1. (Verdiene er middelverdier for 1/2 år).

Tabell 1. *Undersøkelse av Biovac husanlegg (uten fosforfjerning) (Paulsrud, 1984).*

Parameter	ANLEGG A		ANLEGG B	
	2 voksne + 2 barn (vanlig sanitær standard, vannbesparende klosett)		2 voksne (høy sanitær standard, vanlig klosett)	
	Utløpskonsentrasjon (mg/l)	Renseeffekt (%)	Utløpskonsentrasjon (mg/l)	Renseeffekt (%)
Organisk stoff				
BOF ₇	12	98	9	98
Suspendert stoff	50	93	9	99
Totalfosfor	16	24	7,8	60

Renseeffektene er usikre, da innløpskonsentrasjonene er beregnet ut fra spesifikke tall for forurensningsproduksjon og vannmengder. Utløpskonsentrasjonene viser relativt lave verdier med hensyn på organisk stoff og suspendert stoff. Fosforreduksjonen var selvsagt lav fordi anlegget ikke var utstyrt med kjemisk felling. Forsøk med fosforfjerning gjennomføres i løpet av 1984. Figur 3 viser utløpskonsentrasjonene på BOF₇ og suspendert stoff for anlegg B.

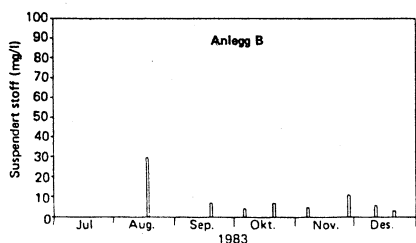
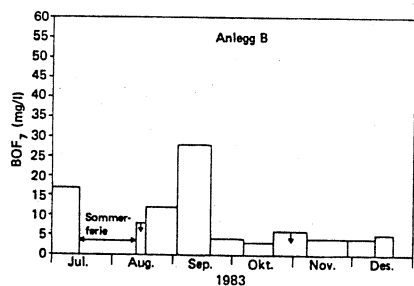
I likhet med T. Geddes anlegg er Biovac husanlegg et minirensanlegg som er utviklet i Norge. Biovac leveres i dag som rent biologiske anlegg, men som tidligere

nevnt pågår det utprøving av anlegget med fosforfjerning. To typer prosesser for fosforfjerning er under utprøving; simultanfelling og adsorpsjon på aktivert aluminiumoksyd. Foreløpig foreligger det ikke resultater fra disse forsøkene.

Biovac A/S har også en slamvannings- og tørkeenheter under utvikling. Denne enheten, som til nå har vist seg å være svært lovende, reduserer slammengden betraktelig. For øvrig er slammet stabilt på grunn av den høye slamalderen i anlegget.

Biovac husanlegg kjennetegnes ved en svært enkel og robust konstruksjon uten lukt og støy. Anlegget leveres med en godt

gjennomarbeidet servicekontrakt slik at hver enkelt huseier skulle være sikret en stabil og problemfri drift.



Figur 3.

Innhold av organisk stoff (BOF₇) og suspendert stoff i utløpsvannet fra anlegg B (Paulsrud, 1984).

3.3 Klargester

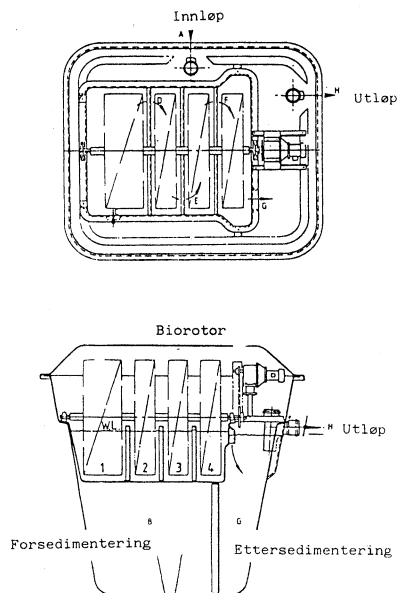
Klargester bioskive anlegg for enkelthus er utviklet av Klargester Environmental Engineering Ltd. i England. Anlegget er bygget som et mekanisk-biologisk renseanlegg hvor biorotor brukes i det biologiske trinnet (se figur 4).

Biorotorbassenget er delt i fire helt adskilte kammerer, og avløpsvannet som kommer fra slamavskilleren følger en slyngende vei gjennom disse fire biologiske trinn.

Det første av disse biorotorkammerer har åpen forbindelse i bunnen med slamavskilleren. Store deler av bioslammet som løsner fra det første biorotortrinnet passerer gjennom disse åpninger og sedimenterer i slamavskilleren. Dette betyr lavere belastning på de etterfølgende biorotortrinn og mindre slam til ettersedimentering.

Hele biorotorbassenget monteres i selve slamavskilleren (se figur 4).

Mellom det 3. og 4. biorotortrinn er det bygget et resirkuleringsssystem som sørger for å ta ut en del av det biologisk rensede avløpsvannet og returnerer dette til slamavskilleren. Dette er gjort for å sikre retur av oppløst oksygen til slamavskilleren. Denne blandingen av oppløst oksygen og aktive bakterier opprettholder biologisk aktivitet selv under lavbelastete perioder.



Figur 4.

Klargester minirensesystem for enkelthus.

Fra siste biorotorkammeret flyter det mekanisk, biologisk rensede avløpsvannet til ettersedimentering.

Bunn- og flyteslam pumpes tilbake til slamavskilleren mens rensede avløpsvann passerer en overløpsrenne til resipienten.

Klargester kan også benyttes som simultanfellingsanlegg. Fellingskjemikalium tilsettes i siste eller nest siste biorotorkammeret.

I 1983 ble det gjennomført en studietur til England for å se nærmere på Klargester minirensesanlegg. I alt fem anlegg i størrelsesorden 15—600 pe ble besøkt på 8 uker på grunn av streik. Det ble oppgitt svært gode renseresultater/ innhold av organisk stoff målt som BOD₇ varierte fra 6—25 mg/l.

Ved Norges tekniske høgskole — NTH ble det i 1983 gjennomført en studie av Klargester minirensesanlegg (Førde, 1983). Anlegget var montert i Institutt for vassbyggingss forsøkshall, og det ble tilstrebet en etterligning av en normal belastning på anlegget. Resultatene viser en klart dårligere renseeffekt enn de tall som opplyses fra feltundersøkelser i England. Dette skyl-

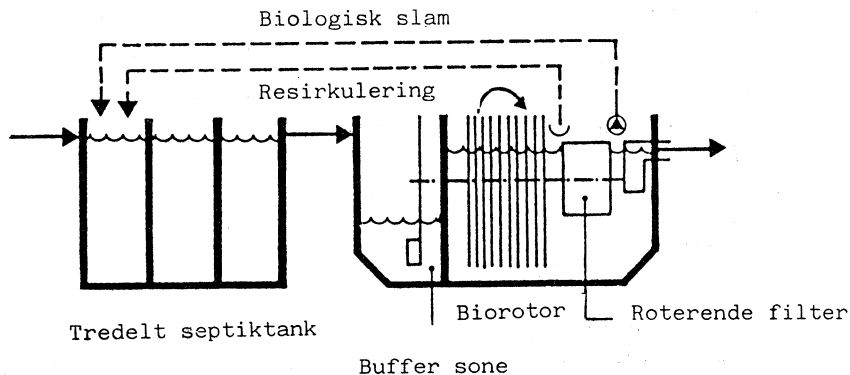
des antagelig større hydraulisk belastning og et tynnere avløpsvann under de forsøk som ble gjennomført ved NTH.

3.4 Mecana

Minirensesanlegget Mecana Biospiral er utviklet i Sveits. Anlegget er i likhet med Klargester-anlegget, bygget på en mekanisk-biologisk rensesprosess hvor en biorotor anvendes i det biologiske trinnet. En prinsippskisse av anlegget er vist i figur 5.

Det benyttes vanligvis en slamavskiller foran anlegget. Denne tar selvfølgelig ut en vesentlig del av det sedimenterbare stoffet og dermed avlaster det biologiske trinnet samtidig som slamavskilleren utnyttes som en lagertank for det biologiske slammet. Det dimensjoneres for slamtømming 1—2 ganger pr. år (Byskov og Ødegaard, 1980). Anlegget består av et utjevningssjøbasseng med øseverk, biorotor, øseverk for resirkulering og et trommelfilter og en pumpe for filtrat.

Øseverket sikrer biorotoren tilførsel av en konstant vannmengde uavhengig av tilrenningen til slamavskilleren, slik at man



Figur 5. Prinsippskisse av Mecana minirensesanlegg.

Tabell 3. Fosforfjerning i *Mecana minirensaneanlegg* (Harr, 1981).

Prøve	Mol Fe/ Mol P	Utløp (mg P/l)	Produsent reduksjon av P
1	1,18	2,4	84,1
2	1,72	1,05	90,9
3	1,40	1,2	98,7

oppnår stabile driftsbetingelser og jevn belastning på biokulturen. På utløpssiden av biorotoren er montert et mindre øseverk som resirkulerer en del av avløpsvannet. Dette system vil sikre biokulturen tilstrekkelig substrattilførsel i perioder uten tilrenning av avløpsvann til slamavskilleren samtidig som vannmengden i denne gradvis vil bli renset til et høyere nivå.

Vanlig ettersedimentering i form av sedimenteringstank er erstattet av et trommelfilter. En roterende, perforert ståltrommel, trukket med en spesiell filterduk er neddykket i det biologisk behandlede avløpsvann, som må strømme fra utsiden gjennom duken til avløpet. Slam avsettes på utsiden, nivå i tanken stiger etter som strømningsmotstanden i duken øker. Filtratpumpe startes automatisk og suger renset avløpsvann fra innsiden, gjennom duken hvorved avsatt slam på utsiden fjernes. Slammet, med en TS på ca. 0,5%, pumpe til slamavskiller.

Sammenlignet med vanlig sedimenteringsbasseng krever dette filteret mindre plass, og det vil trolig også gi større sikkerhet mot slamflukt. Filterduken skiftes en til to ganger pr. år.

Rensgraden mht. BOF₇ er vanligvis 85—95%.

Produsenten henviser i sitt materiale til

forsøk med fosfatfelling utført som simultanfelling på et 10-talls *Mecana*-anlegg med gode resultater.

3.5 UPO-Vesimies

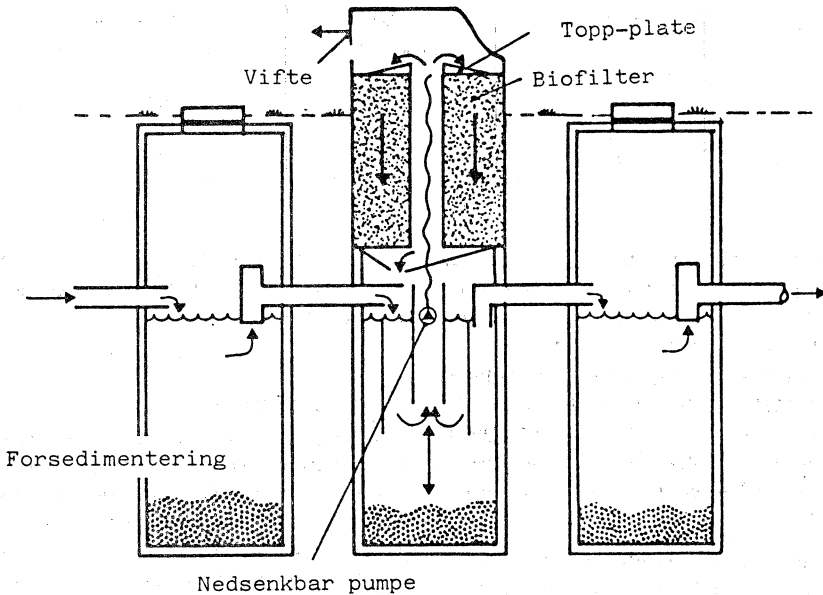
UPO-Vesimies minirensaneanlegg er utviklet i Finland. Standardmodellen er beregnet for 1—3 familier, men flere enheter kan kjøpes i serie slik at totalbelastningen kan komme opp i 40 personer. Et biofilter utgjør den biologiske prosessen i dette anlegget. For øvrig er anlegget bygget med tre brønner slik som vist på figur 6.

Den første og siste brønnen virker som slamavskillere.

Den sentrale enhet i anlegget er biofilteret som arbeider med konstant hydraulisk belastning. Under belastningspauser utnytter pumpen avløpsvannet som er lagret i pumpebrønnen slik at ikke biokulturen dør ut. Samtidig vil rensingen forbedres. Anlegget er varmeisolert og utstyrt med temperaturregulering.

Filtermediet i biofilteret består av PVC-ringer, 35 mm i diameter og med en spesifikk overflate lik 250 m²/m³ filtermasse.

Det foreligger begrenset informasjon om dette rensaneanleggets renseseffekt og driftsstabilitet til tross for at det i 1981 var levert i alt 1800 enheter i Skandinavia og England.

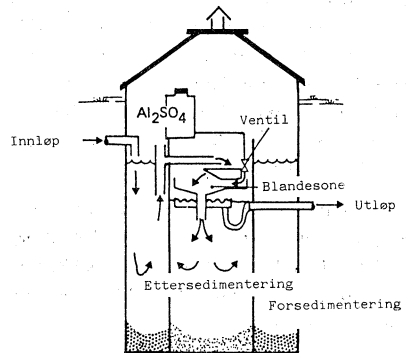


Figur 6. *Prinsskisse av UPO-Vesimies minirenseslegg.*

3.6 Wallax

Wallax minirenseslegg er utviklet og produsert i Sverige. Anlegget bygger kun på kjemisk rensing, Figur 6 viser en prinsskisse av anlegget.

Anlegget fungerer etter et meget enkelt system. Avløpsvannet tas inn i forsedimenteringsdelen og går videre til det kjemiske trinnet, der fosfat utfelles gjennom tilsetning av aluminiumsulfatoppløsning. Anleggets eneste bevegelige komponent er vippskålen som etter at den er fylt med avløpsvann, automatisk tipper over og tømmer innholdet i det kjemiske trinnet. Samtidig doseres den oppmålte mengde kjemikalier. Blandingen av avløpsvann og



Figur 7.

Prinsskisse av Wallax minirenseslegg.

Tabell 3. Oversikt over de viktigste minirenselanlegg i Norge i 1984.

ANLEGG	LEVERANDØR	STØRRELSE	pe	PROSESSBESKRIVELSE	STABILT SLAM	AVVANNING TØRKTING	MERKNADER
Blovac	Blovac A/S 02-807633 Kapellvn 18 1410 KILBOTN	1-6		Lavt belastet aktivt slam-anlegg. Fosforfjerning under utprøving. Anlegget behandler gråvann + toalettavløp.	Ja	Ja ¹⁾	Plasseres inne i kjeller. Anlegg med Fosforfjerning utprøves i 1984.
Mallax	Aqua Nova 067-39467 Strandvn 16 3506 RØYSE	1-60		Slamavskilling + kjemisk felling.	Nei	Nei	Plasseres ute.
Klarøster	Klarøster Norge 094-19680/02-41 99 15 M. Slottsgt 5 0153 OSLO 5	5 10 20-25		Biorotor. Forsedimentering innebygget i anlegget. Renser gråvann + toalettavløp.	Nei	Nei	Plasseres ute.
T. Gedde	Tore Gedde 03-87 66 70 03-87 71 33 3020 KROKSTADELVA	1-5		Biorotor + kjemisk felling. Anlegget renser overskuddsvæske fra biotoalett i tillegg til gråvann. Utjevning av gråvann, 12 timers "Batch" behandling.	Ja	Ja	Plasseres inne i kjeller. Anlegget vil gjennomgå ytterligere utprøving i 1984.
Mecana biospiral	A/S Mecana 02-19 32 64 Postboks 75 1322 HØVIK	10		Biorotor (+ kjemisk felling). Renser gråvann + avløp fra toalett. Slamavskiller foran anlegg.	Nei	Nei	Plasseres ute.
UFO-Vestfles	Trygve Elind A/S 02-12 25 70 Sandviksvn 1322 HØVIK	7-11		Biofilter + slamavskiller foran og bak.	Nei	Nei	Plasseres ute

¹⁾ Under fullskala utprøving.

kjemikalier går i en syklon der fellingen skjer. Fra utløpet i midten av syklonen går vannet ned i en beholder, der slammet sedimenteres og lagres. Det utgående vann renner over en overløpsrenne montert under syklonen.

I Sverige finnes det svært mange Wallax minirensanlegg. Det opplyses at de anlegg som er knyttet til en servicekontrakt fungerer bra (Hatleskog, 1983). De største problemene med anlegg uten tilsyn skyldes mangelfull påfylling av kjemikalier, doseringsutstyr tettes, manglende slamtømming og hydraulisk overbelastning.

4. SAMMENDRAG/UTVIKLINGSTENDENSER

Tabell 3 viser en oversikt over minirensanlegg på det norske marked. I løpet av de siste årene har nye anlegg stadig kommet til, enkelte har vært trukket tilbake fra det norske markedet. Tabell 3 må derfor ikke sees på som en fullstendig liste over minirensanleggene i Norge.

Alle de rensanleggstyper beskrevet tidligere bygger på tradisjonelle rensesprinsipper. Det gjelder både de biologiske og kjemiske trinnene i anleggene. De prosess-

messige forutsetningene for at anleggene skal fungere er derfor til stede. Konstruksjonsmessig varierer derimot samtlige anlegg mye ifra hverandre. Det er ulike løsninger på nær sagt alle detaljer knyttet til de forskjellige enhetsprosesser. Det er ved alle anlegg lagt vekt på løsninger som ikke krever omfattende vedlikehold. Det er allikevel klart at samtlige anlegg må ha rutinemessig service og vedlikehold. Enkelte leverandører har tatt konsekvensen av dette og tilbyr en servicekontrakt. Dette må sees på som et viktig skritt i riktig retning.

Blant de anleggstyper som er opplistet i tabell 3 er det to som går lengre enn de andre med henblikk på å tilby en total-løsning. T. Geddes anlegg og Biovac husanlegg tilbyr en løsning som også tar hånd om slamproblemet. Selv om disse anleggstypene fortsatt er under utprøving, så er det mye som tyder på at begge i løpet av kort tid vil kunne levere systemer som gir en stabil, driftssikker og miljøvennlig løsning for enkelthus. Dette betyr at prefabrikkerte minirensanlegg faller inn som et fullgodt alternativ i rekken av avløpsløsninger for enkelthus.

5. REFERANSER

- Byskov, P. og Ødegaard, H.* (1980), «Rensanlegg for spredt bebyggelse», SINTEF-rapport STF-21-F80039.
- From, J. O.* (1983), «Biotoalett og kjemisk-biologisk rensanlegg i kjelleren gir beste total-renseseffekt i Norge», Miljøvernteknikk nr. 2.
- Førde, M. R.* (1983), «Minirensanlegg for rensing av avløpsvann i spredt bebyggelse», Hovedoppgave i VAR-teknikk, Institutt for vassbygging, NTH.
- Hatleskog, S.* (1983), «Rapport fra studietur i Sverige, okt. 1983», Buskerud fylke.
- Harr, C.* (1981), «Present Technology in Northern Europe on Wastewater Treatment Plant for small flows», Alternative wastewater Treatment, Low-Cost Small Systems — Research and Development, ed. Eikum og Seabloom, Reidel Publ. Company, Holland.
- Hille-Dabl, A.* (1983), «Minirensanlegg i kjelleren», Teknikk og Miljø, nr. 10.
- Miljøvernteknikk* (1984), «Nye forbedringer hos Gedde», nr. 1.
- Olsen, R.* (1983), «Klargester Biodisc» — referat fra studietur til England, februar 1983.
- Paulsrud, B.* (1984), «Driftsoppfølging av Biovac rensanlegg for helårsboliger», NIVA, 0-82101, januar.