

# Utprøving og demonstrasjon av avløpsrensing basert på vakuumsystem og kildeseparering av avløp

Av Petter D. Jenssen

Petter D. Jenssen er professor ved Institutt for tekniske fag, Norges Landbrukshøgskole

## Sammendrag

I Ås kommune er det bygget 24 studentleiligheter med separat håndtering av svartvann (toalettavfall) og gråvann (bad-, oppvask- og vaskevann). Svartvannet samles med bruk av vakuumsystem og et tilhørende vakuumsystem til en tett tank. Innholdet i svartvannstanken kan våtkomposteres og bli til et luktfritt og hygienisert gjødselprodukt. I svartvannet foreligger mesteparten av næringsstoffene i husholdningsavløpet og ca. 80 % av fosforet og 90 % av nitrogenet kan resirkuleres med svartvannet. Hvis en i tillegg resirkulerer Leca fra gråvannsfiltret vil en kunne oppnå mer enn 90% resirkulering av fosfor.

Gråvannet renses i et biofilter av Leca, etterfulgt av en konstruert våtmark, som også er fylt med Leca. Renseevnen for organisk materiale (BOF), nitrogen, fosfor og bakterier har vært svært god i dette anlegget.

Vannforbruket til toalettene er 1.2 li-

ter per spyling, mot 6-10 liter i et vanlig toalett. Totalt vannforbruk ble redusert fra 154 liter per person per døgn til 118,5 liter per person per døgn når sparedusjer ble installert. Vanlig vannforbruk i norske boliger ligger fra 150 til 180 liter per person per døgn.

Det oppstod noen driftsproblemer til å begynne med med tilstopping av toaletter der nye ventilkonsept ble utprøvd, men etter at utluftingen av samletanken for svartvann ble god nok har det ikke vært slike problemer.

Vakuumsystemer støyer foreløpig mer enn vanlige toaletter, men støyen er kortvarig. Beboerne har ikke klaget på støy fra vakuumsystemene.

De løsningene som dette prosjektet demonstrerer er aktuelle i mange områder der bygging av tradisjonelt avløpsnett blir dyrt og der det er ønskelig å spare vann eller å resirkulere næringsstoffer i avløp. Interessen for dette systemet har vært stor og det har vært mange på besøk fra både inn- og utland.

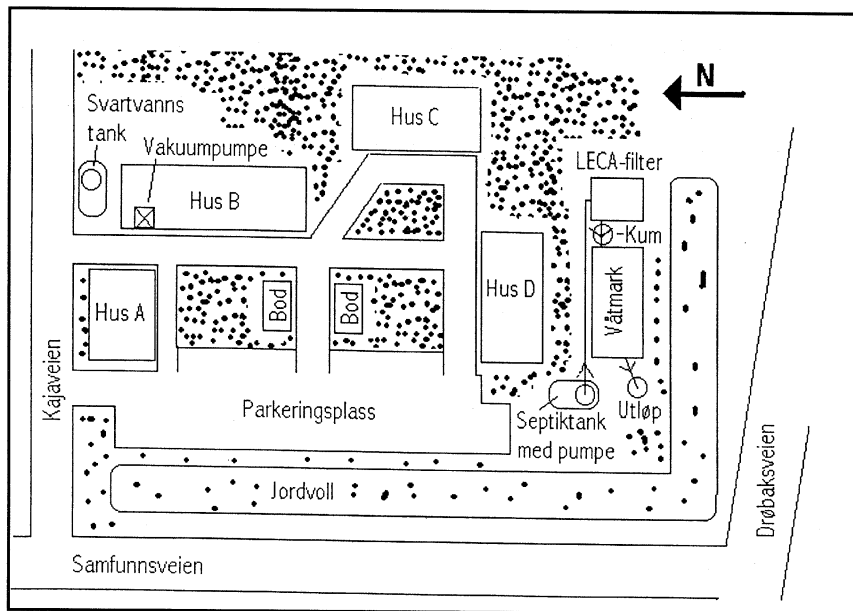


Fig. 1. Prinsippskisse over bygninger og avløpsanlegg i Kajaveien 15 - 17.

## Beskrivelse av prosjektet

Studentleilighetene i Kajaveien 15.-17. ble bygget i løpet av vinter, vår og sommer 1997 for å øke antallet studenthybler i tilknytning til NLH. Hyblene er bygget og drevet av Studentsamskipnaden i Ås (SiÅs), og med unntak av avløpssystemet er boligene finansiert av statstilskudd for bygging av studenthybler og låneopptak. Det er plass til 48 studenter i komplekset fordelt på 24 leiligheter. To studenter deler bad, bod og kjøkken, men har sitt eget soverom. Komplekset består av fire hus (A, B, C og D) og to boder (se fig. 1).

## Transport og behandling av svartvann

Svartvannet samles ved hjelp av et

vakuumsystem fra JETS Vacuum AS. Toalettene har et oppgitt vannforbruk på 1,2 liter per spylning. Systemet drives av to JETS Vacuumatorer som både skaper vakuum og pumper svartvannet videre til oppsamlingstanken. Vakuumsystemet består av 50 og 63 mm rør. Dimensjonen avhenger av antall toaletter tilkoblet. 50 x 4,6 mm (rørdiameter x godstykkelse) brukes for inntil 3 toaletter og 63 x 5,8 mm for inntil 24 toaletter. Dette betyr at rørene fra leilighetene og ned til kjelleren stort sett er 50 mm, mens øvrig rørdimensjon er 63 mm.

Rørene i et vakuumanlegg kan legges uavhengig av fall og kan løfte avløpet vertikalt en etasje. Ellers må rørene legges med ca. 1% fall og med

knepunkt for hver 25 m for å gjenvinne trykkforskjellen i røret.

Rørsystemet er lagt helt åpent i kjeller og delvis i leilighetene for å kunne gjøre eventuelle reparasjoner enklere. Vakuurrørene ligger på ca. 50 cm dyp mellom husene. For å beskytte rørene mot utvendig trykk og frost er de lagt i en isolert kasse og utstyrt med varmekabel. Svartvannet samles i en tett tank beliggende nord for hus B (Figur ). Tanken er på 15 m<sup>3</sup> og er utstyrt med nivåfølere som varsler når nivået stiger over 12 m<sup>3</sup>. Tanken skal ikke stå under trykk og for å fjerne ammoniakk og andre luftforbindelser blir luften ledet gjennom et torv/Leca-filter. Frem til nyttår 1998 ble svartvannet sendt til en våtkomposteringsreaktor i Aremark, men er senere av økonomiske årsaker sendt til Nordre Follo renseanlegg for avvanning, stabilisering og hygenisering.

## Rensing av gråvann

Gråvannet transporteres i et 110 mm gravitasjonsavløp til en 10 m<sup>3</sup> septiktank som er plassert øst for hus D. I stedet for en egen pumpekum som er det vanlige i Norge, er pumpen plassert inne i et filter som står i septiktanken. Pumpen er en vanlig dykkpumpe (Grundfos MS 402) på 0,37 kW, og styres av nivåfølere. Filtret gjør to ting; det filtrerer gråvannet slik at pumpen ikke tettes igjen av partikler og det gjør at det ikke oppstår turbulens i resten av tanken når pumpen går.

Fra septiktanken pumpes gråvannet til et biofilter med vertikal strømning, som er fylt med Lecakuler i størrelsen

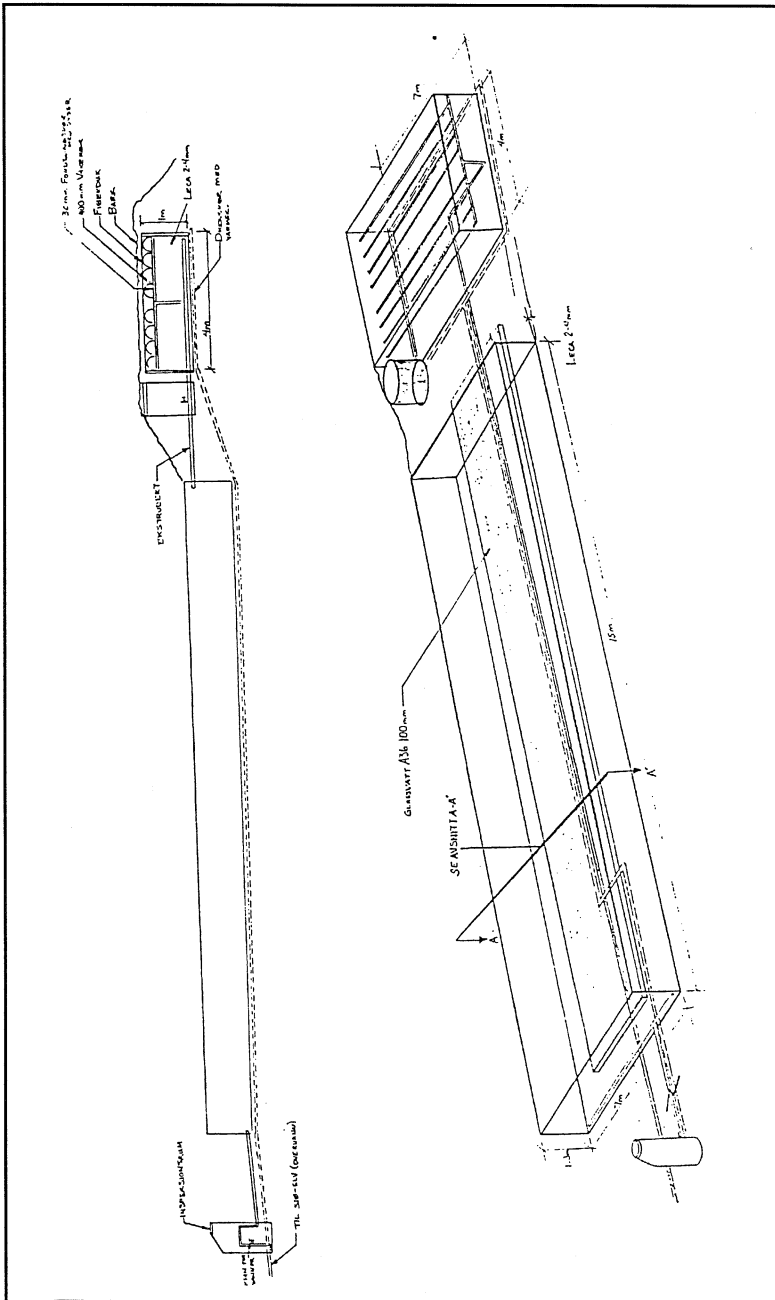
2-4 mm (Fig.2). Vannet blir fordelt støtvis gjennom en manifold ut til 32 mm rør som er utstyrt med fordelingsdyser på oversiden. Over disse fordelingsrørene ligger halve 400 mm varerør som finfordeler vannet fra slamavskilleren over Leca-filteret (se fig. 2). Over varerørene ligger det en fiberduk og et barklag for å gi isolasjon.

I bunnen av Leca-filteret samles vannet og ledes gjennom et 110 mm rør til våtmark. Vannet fordeles i våtmarken via et perforert rør som er omsluttet med 4-10 mm Leca. Forøvrig er våtmarken fylt med 2-4 mm Leca av samme type som i Leca-filteret. Våtmarken er isolert langs sidene med isopor for å hindre inntrengning av kulde fra jorden. Våtmarken og LECA-filtret er begge dimensjonert for en belastning tilsvarende 100 l/p\*d. Utløpet av våtmarken samles i et 110 mm rør som går over i en fleksibel slange som kan heves og senkes for å regulere nivået i våtmarken. Deretter går vannet gjennom en vannlås og ut på det komrnunale overvannsnettet.

Renseevnen har vært stabil og høy med hensyn på fosfor, nitrogen, organisk stoff og bakteriereduksjon (se tabell 1 og 2 på side xxx).

Renseevnen i forfilteret har vært svært høy selv om det ikke har fungert optimalt, p.g.a. for lavt trykk i fordelingssystemet. Gråvannet inneholdt lite nitrogen og både inn- og utløpskonsentrasjonene holdt drikkevannstandard m.h.p. nitrogeninnhold.

Leca-filtret renses godt for fosfor. Det er imidlertid ventet at denne rensingen vil reduseres etterhvert som filteret blir



Figur 2. Prinsippkisse av gråvannseanlegget

**Tabell 1. Utløpskonsentrasjoner (mg/l) for slamavskiller, Leca-filter og konstruert våtmark, samt renseevne for Leca-filteret og total renseevne (%) for hele anlegget.**

	Ut slam- avskiller	Ut forfilter	Renseevne Leca-filter %	Ut våtmark	Total renseevne %
BOF	73.2	21.5	71	3.9	95
Total nitrogen	6.8	3.5	49	2.2	68
Total fosfor	0.82	0.21	75	0.04	95

**Tabell 2. Antall termotolerante koliforme bakterier /100 ml.**

Dato	Septiktank	Leca-filter	Utløp
28.10.97	30.000	80.000	50
30.03.98	810.000	510.000	<1000
04.05.98	700.000	90.000	500
15.05.98			300

mettet. Den vesentlige fosforrensingen vil etter dette skje i våtmarksfilteret.

Innholdet av termotabile koliforme bakterier ble kraftig redusert i forfilteret og ytterligere i våtmarksfilteret. En vesentlig forbedring av bakteriereduksjonen i for-filteret forventes når fordelingssystemet utbedres. En ytterligere forbedring av renseevnen kan og forventes når plantebestanden i våtmarksfilteret blir fullt utviklet.

### **Svartvannets sammensetning**

Det er tatt to analyser av innholdet i svartvannstanken (se tabell 3 på neste side).

Tungmetallinnholdet ligger godt under kravet til slam som kan spres på jordbruksareal, unntatt sink-målingen den 13.11.97. TS-innholdet er under halvparten av hva det teoretisk skulle ha vært. Dette skyldes at beboerne i gjennomsnitt har spylt mer enn en gang etter et toalettbesøk.

### **Støymåling av toaletter**

For å finne støynivået og støyvarigheten ved spyling av vakuuttoalettene ble det foretatt to typer støymålinger (se tabell 4). PEAK måler den absolutte høyeste lyden uavhengig av tid, mens SEL måler den totale støyen. Til sam-

**Tabell 3. Analyseresultater for svartvann fra Kajaveien.**

	Dato	13.11.97	30.01.98	SFT- krav til slam som skal spres på jordbruksareal
Parameter	Enhet			
PH		7,7	8	
Tørrstoff	%	0,52	0,37	
Glødetap	%TS	71,9	47,1	
Kjeldahl-N	g/100g TS	21,1	29,3	
Ammonium-N	Mg/100g TS	18300	24900	
Nitat-N + Nitritt-N	Mg/100g TS	94,5	< 36,9	
Fosfor	g/100g TS	2,39	4,18	
Kalium	g/100g TS	3,71	7,04	
Kalsium	g/100g TS	2,49	2,98	
Magnesium	g/100g TS	0,557	1,22	
Sink	Mg/kg TS	1020	296	500
Kobber	Mg/kg TS	46,4	77,4	650
Nikkel	Mg/kg TS	6,3	8,4	50
Kadmium	Mg/kg TS	< 1,5	< 2,0	2*
Bly	Mg/kg TS	< 15	< 15	80
Kvikksølv	Mg/kg TS	< 1,89	< 5,9	3
Krom	Mg/kg TS	7,5	9,5	100

\* Fram til 31.12.1999 er grensen 2,5 mg pr. kg TS .

**Tabell 4. Støymåling av toaletter.**

	PEAK dB	SEL dB	Spylning (sekunder)	Fylling av vannbeholder (sekunder)
Vakuumtoalett	107,3	91,6	5	-
Vannklosett	98,8	86,2	7	145
<i>Differanse</i>	8,5	5,3	-2	

menligning ble støynivået fra et vanlig vannklosett foletatt. Samtlige resultater er et gjennomsnitt av tre målinger.

Vakuumtoalettet hadde en støytopp som lå 8,5 dB høyere enn vannklosettet. Siden dB-skalaen er logaritmisk og lyd fordobler seg for hver 3 enhet, snakker vi om en markant forskjell. Når det gjelder den totale støyen var forskjellen mindre; 5,4 dB. Tiden med støy var

nesten like lang, med unntak av at vannklosettet i tillegg brukte tid på å fylle vanntanken.

Disse resultatene vil sannsynligvis ikke være representative i fremtiden, da det er under utvikling nye ventiler som kommer til å redusere lydnivået fra vakuumtoalettene ytterligere. Det har ikke vært klage fra beboerne på støy fra vakuumtoalettene.