

BOV-vannets sammensetning og mengde. Undersøkelser i Danskerudfeltet på Ås.

Av Rolv Kristiansen og Nils Skaarer.

Rolv Kristiansen er forsker (NLVF) med daglig tilknytning til Mikrobiologisk institutt, NLH og for tiden ansatt ved Styringsutvalget for jordforskning, NLVF for å koordinere infiltrasjons- og sandfilterforskningen. Han er cand.agric (1974) og lic.agric. (1978) fra Norges landbrukshøgskole.

Nils Skaarer er ansatt som forsker og leder av prosjektet «Ressursvennlige boligformer» ved Norges landbrukshøgskole. Han er landskapsarkitekt (1974) fra Norges landbrukshøgskole.

INNLEDNING

Lukkede klosettsystemer har i de senere år fått økende aktualitet for spredt boligbebyggelse og fritidshus. Spillvannet (bade- og vaskevann, BOV-vann) fra husholdninger med slike klosettsystemer, har blitt utsatt for varierende grad av rensing bl.a. på grunn av usikkerhet om dets mengde og sammensetning. En aktuell måte å rense dette avløpsvannet på, er bruk av ulike typer jordreanselegg (f.eks. jordfiltergrøft eller -kum og naturlig infiltrasjon).

Flere nyere undersøkelser og utredninger om mengde og sammensetning av denne typen avløpsvann er foretatt (1, 2, 5, 6). Kunnskapene om avløpsvann uten klosett og uten fosfatholdige vaskemidler er mangelfulle. Det samme gjelder for variasjonen mellom ulike husstander. Den foreliggende undersøkelsen er gjort for å anslå hvilke rense- og kapasitetsforhold som må vurderes ved disponering av BOV-vann i ulike jordreanselegg.

FORSØKSFELTET, PRØVETAKING OG ANALYSER.

Forsøksfeltet Danskerud omfatter ti eneboliger som ble bygd i 1978. Feltet ligger ca. 5 km øst for Norges landbrukshøgskole i Ås kommune. Alle boligene har biologiske klosetter og ulike typer jordreanselegg for rensing av spillvann. I denne undersøkelsen har åtte boliger vært med. Familiene ble tildelt tomt etter vanlige regler i kommunen. Målingene kan derfor regnes som representative for norske husstander.

Til en av de undersøkte slamavskillerne (A i tabell 1) er det tilknyttet fem hus, mens ett hus er knyttet til slamavskiller B og to til C. Fordelt på voksne og barn (personer lik eller under 7 år) er det til A utslipp fra 16 voksne og 3 barn, mens det til B og C er utslipp fra henholdsvis 2 voksne og 2 barn, og 4 voksne. Slamavskiller A er trekamret, mens B og C er tokamret. Alle er laget av glassfiberarmert polyester. Alle husstander har vaskemaskin for klesvask og

noen har oppvaskmaskin. I noen av boligene er installert vannbesparende armaturer.

Enkeltprøver av avløpsvannet ble tatt i slamavskillerens siste kammer, og i samme dybde som utløpet. Av arbeidsmessige grunner ble prøvene fortrinnsvis hentet på mandager.

Prøvetakingen har strukket seg fra 1. oktober 1978 til 1. mars 1979. Hovedmengden av data ble samlet ved regelmessig prøvetaking i perioden oktober—desember 1978. På grunn av husholdningenes skifte i vaskemiddeltyper har registreringene av fosfor vært mer omfattende enn for andre parametre (tabell 1).

Avløpsvannet ble analysert ved standardmetoder eller som beskrevet tidligere (3). Vannforbruket ble målt kontinuerlig og oppgis som middelvei i perioden september 1978 — mars 1979, mens ukemidlene i prøvetakingsuker er brukt til beregning av spesifikke verdier for utslipp (midlere ukentlige utslipp pr. person og døgn). Der som ikke annet er nevnt stammer resultatene for ordinært husholdningsavløpsvann fra PRA-undersøkelsene ved NLH (4,7). Spesifikt utslipp er i det tilfellet beregnet ut fra midlere konsentrasjoner og et vannforbruk på 162 l/p/d (5). Midlere utslippsverdier pr. person og døgn er beregnet som veid middelvei i måleperioden og ut fra antall personer pr. slamavskiller uten hensyn til aldersfordelingen i de enkelte husstander. Temperaturen i slamavskillerne er målt en gang pr. uke i perioden 3. januar til 28. februar 1979.

RESULTATER.

Organisk stoff.

Mengdene av organisk stoff er uttrykt som kjemisk og biokjemisk oksygenforbruk (KOF og BOF) samt total karbon. Resul-

tatene går fram av tabell 1 og figur 1. Tabell 1 viser også middelveidienes standardavvik $\frac{s}{\sqrt{n}}$

Det følger av tabellen at 77% (74—80) av KOF var i form av løst stoff, mens BOF utgjorde gjennomsnittlig 38% (35—43) av de målte totale KOF-verdiene.

Den variasjonen mellom anleggene som kom til uttrykk ved KOF- og BOF-bestemmelsene, ble ikke funnet for karbon. Samvariasjonen mellom KOF og total-C samt BOF og total-C var ikke signifikant ($r=0,24$ og $0,23$). Årsaken kan delvis være at foruten organisk karbon blir også uorganisk karbon med i total-C bestemmelsen. For denne type avløpsvann må imidlertid mengdene av uorganisk C antas å være små i forhold til organisk C. Ved KOF- og BOF-bestemmelsene forekommer en viss oksydasjon av uorganiske forbindelser og ofte ufullstendig oksydasjon av en del organiske stoffer. Ved karbonbestemmelsen oksyderes alt C-holdig materiale til CO_2 som bestemmes gaskromatografisk. Dårlig korrelasjon mellom løselig organisk karbon og KOF/BOF er rapportert av andre (8).

Det følger også av tabellen at karbon utgjorde 23% (19—25) av det totale tørrstoffet og 19% (14—23) av det suspenderte tørrstoffet. Det suspenderte stoffet besto i stor grad av fibre og levende og døde mikroorganismer (3). Andelen KOF i det suspenderte stoffet i forhold til det som er løst, er tilnærmet lik andelen som er rapportert ved tilknyttet WC (7).

Sammenliknet med avløpsvann fra slamavskillerne med både BOV-vann og WC-tilknytning (figur 1), ble KOF- og BOF-utslippet redusert med henholdsvis 60 og 73% ved bruk av lukkede klosettsystemer.

Tabell 1. *Konsentrasjoner av forurensningsemner i BOV-vann.*

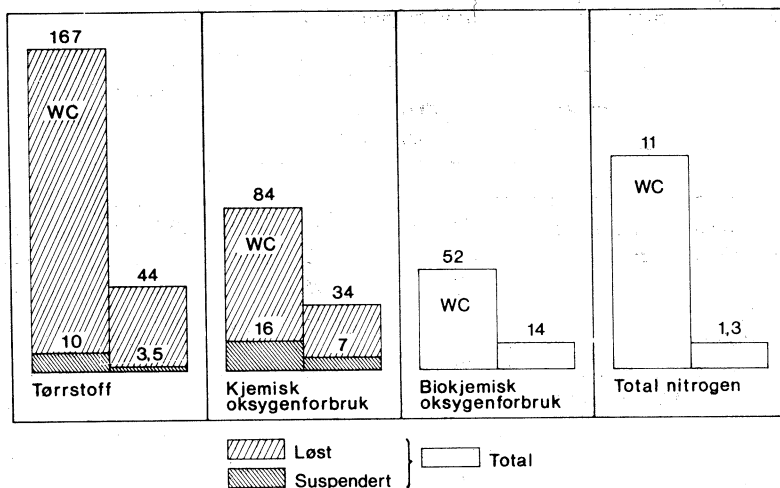
Parameter	Antall enkeltprøver pr. slamavskiller		Slamavskiller		
	A	B	B	C	
Kjemisk oksygenforbruk, ufiltrert mg O/1	9	370 ± 10	307 ± 11	347 ± 11	
Kjemisk oksygenforbruk, filtrert mg O/1	9	273 ± 16	237 ± 13	278 ± 19	
Biokjemisk oksygenforbruk (BOF, mg O/1)	7	160 ± 23	107 ± 10	122 ± 16	
Total karbon mg C/1	8	103 ± 7	104 ± 6	108 ± 8	
Total tørrstoff mg /1	9	432 ± 20	549 ± 24	439 ± 28	
Suspendert tørrstoff mg /1	10	43 ± 3	34 ± 3	28 ± 3	
Karbon i suspendert tørrstoff mg C/1	7	10 ± 2	7 ± 1	4 ± 2	
Nitrogen i suspendert tørrstoff mg N/1	7	1,1 ± 0,2	0,9 ± 0,2	0,5 ± 0,1	
Total nitrogen mg N/1	8	13,0 ± 0,8	26,2 ± 0,6	17,8 ± 1,2	
Ammonium mg N/1	8	5,9 ± 0,4	17,9 ± 0,8	10,7 ± 1,2	
Nitritt + Nitrat mg N/1	5	<0,05	<0,05	<0,05	
Total fosfor mg P/1	12		Se tekst og figur 2		
Ortofosfat mg P/1	8		figur 2		
Surhetsgrad pH	10	6,54 ± 0,06	7,71 ± 0,13	7,06 ± 0,04	
Kimtall (20° C) log antall /ml	8	5,75 ± 0,22	6,50 ± 0,14	6,92 ± 0,17	
Kimtall (37° C) log antall /ml	8	4,85 ± 0,04	6,70 ± 0,09	6,50 ± 0,18	
Termostabile koliformer log antall /100 ml	11	5,26 ± 0,17	5,70 ± 0,24	4,27 ± 0,16	
Fekale streptokokker log antall /100 ml	5	3,21 ± 0,33	2,99 ± 0,32	3,01 ± 0,10	
Vannforbruk (sept. 78-mars 79) 1/p·d	Kont.målt	77	87	115	
Temperatur (jan.-feb. 79) °C	9	5,1 ± 0,1	7,0 ± 0,3	4,7 ± 0,2	

Tørrstoff.

Konsentrasjonene av tørrstoff i BOV-vannet var særlig høy i en av slamavskillerne (B), mens de var nokså like i de to andre (tabell 1). Det suspenderte tørrstoffet utgjorde i middel 6—10 % av det totale tørrstoffet. Bruk av biologisk klosett har ført til en reduksjon av det totale tørrstoffutslippet med gjennomsnittlig 74 %, mens utslippet av suspendert tørrstoff er redusert med omlag 65 % (figur 1).

Nitrogen.

Som for tørrstoff var innholdet av totalt nitrogen høyest i slamavskiller B. Den høye nitrogenkonsentrasjonen sammen med en høy pH-verdi i vannet, skyldes sannsynligvis vask av bleier med utslipp av urin til denne slamavskilleren. Anaerobe forhold i septiktankene var hovedårsakene til at oksyderte former for nitrogen ikke ble funnet. Som figur 1 viser ble utslippet av nitrogen i gjennomsnitt redusert med 88 % ved bruk av lukkede klosettsystemer.



Figur 1. Sammenligning av spesifikt utslipp (g/p·d) fra enkelthus uten vannklosett og med vannklosett (WC).

Fosfor.

For å få fram effektene av fosfatfrie og fosfatholdige vaskemidler ble undersøkelsene lagt opp slik at beboerne periodevis brukte ulike typer vaskemidler. Resultatene er sammenstilt i figur 2. Figuren viser at en ved bruk av biologiske klosetter kan redusere fosforutslippet med 48%. Ved bruk av både fosfatfrie vaskemidler og lukket klosettssystem oppnås gjennomsnittlig 83% reduksjon. Ortofosfatets andel av fosforutslippet var relativt likt under de forskjellige driftsforholdene.

Bakterier.

Kimtallet etter inkubasjon ved henholdsvis 20 og 37° C varierte sterkt mellom slamavskillerne. De høye andelene i B og C med bakterier som vokste godt ved 37° C, kan være tegn på større utslipp av bakterier med kroppslig opprinnelse enn i A. Antal-

let av fekale koliformer og streptokokker i de ulike slamavskillerne var i størrelsesorden 10^4 — 10^6 , henholdsvis 10^3 pr. 100 ml. Det høyeste antall fekale (termostabile) koliformer ble funnet i B hvor det var utslipp etter bleievask. Denne effekten ble ikke vist for fekale streptokokker.

Sammenliknet med en slamavskiller tilknyttet WC, hvor det ble funnet et geometrisk middel på $1 \cdot 10^3$ termostabile koliformer (3), var det spesifikke utslippet i de undersøkte slamavskillerne 64—98 % lavere. Årsakene til det forholdsvis høye antallet fekale bakterier i BOV-vannet er usikre.

Da det organiske stoffet i BOV-vannet ikke har vært utsatt for enzymatisk nedbryting i fordøyelsessystemet, er det sannsynligvis et godt vekstsubstrat for bakterier (2). Det er også mulig at klosettavfall inneholder bakteriehemmende stoffer som vir-

ker hygieniserende på avløpsvannet. Mens C/N-forholdet i avløpsvann med tilknyttet WC (3), er omlag 2, er det i BOV-vann 5-6. I begge tilfeller vil det i septiktanken avspaltes overskuddsnitrogen i form av ammoniakk som er bakteriehemmende. Det er sannsynlig at mindre ammoniakk avspaltes fra BOV-vann enn fra avløpsvann som inneholder klosettavfall.

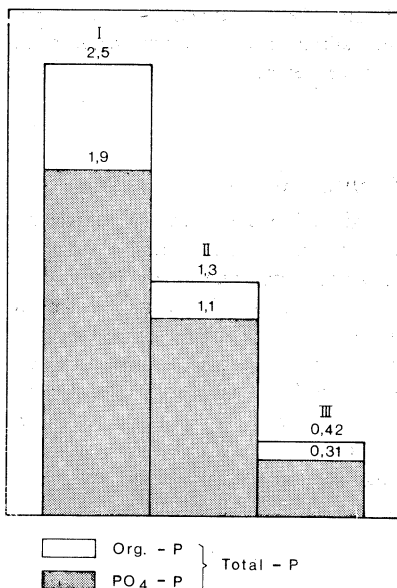
Temperatur.

Lave temperaturer er vist å gi reduserte renseseffekter i sandfiltergrøfter fordi strømningsforholdene i filtermediet blir ugunstige (3).

De vintertemperaturene som ble målt i siste kammer i slamavskillerne i Danske-rudfeltet (tabell 1), var i området 4–8° C. Målingene viste at temperaturene var lavere i siste kammer enn i første. Med små vannmengder (slamavskiller C) ble det målt en temperaturdifferanse på 4° C mellom første og siste (andre) kammer. Ved større vannmengder (slamavskiller A) ble temperaturforskjellen mellom første og tredje kammer bare 2° C. Temperaturen på BOV-vannet er såpass høy at overdekning av rør og rensanlegg muligens kan reduseres i forhold til dagens praksis.

Vannforbruk.

Av boligene som inngår i undersøkelsen, har sju installert vannbesparende armatur. Vannforbruket ble imidlertid ikke påvist lavere for disse boligene. Det midlere vannforbruket for alle de undersøkte boligene var forholdsvis lavt (81 l/p.d i måleperioden). Lavt vannforbruk har en viss innvirkning på konsentrasjonene av de ulike parametrene som er gjengitt i tabell 1. Det antas en vannbesparing på vel 30 % ved



Figur 2. Sammenligning av spesifikt fosforutslipp (g/p.d.) fra enkeltbus med og uten WC og fosfat-holdige vaskemidler.

- I: Vannklosett og fosfat-holdige vaskemidler (4,5).
- II: Uten vannklosett og med fosfat-holdige vaskemidler.
- III: Uten vannklosett og uten fosfat-holdige vaskemidler.

installasjon av lukkede klosettsystemer (5). Denne undersøkelsen kan indikere at vannforbruket reduseres mer ved bruk av slike klosettsystemer.

Familiestørrelsen så ut til å innvirke på mengdene av vann som ble benyttet. Husstander med 2-3 personer (4 stk.) har i gjennomsnitt brukt 95 l/p.d, mens husstander med 4-5 personer (6 stk.) hadde 75 l/p.d i forbruk. Det må tillegges at målingene omfatter bare perioden medio sept. 78 til mars 79, slik at forbruk i andre deler av

året ennå ikke er undersøkt. Mer omfattende tallmaterier for vannforbruk vil bli rapportert senere.

RENSING I JORDRENSEANLEGG.

Fordi BOV-vannet inneholder reduserte mengder forurensende stoffer i forhold til avløpsvann som inneholder klosettavfall, kan det sannsynligvis renses ved bruk av enklere renseanlegg enn de som benyttes i dag. Det er likevel betydelige mengder suspendert stoff, organisk stoff og bakterier i BOV-vann. Da den største andelen av det organiske stoffet er i løst form, vil effekten av økt slamavskilling være mini-

mal. Forholdene må legges tilrette for biologisk omsetning av det organiske materialet. Utslipet av vann og suspendert stoff er så høyt at det kan oppstå kapasitetsproblemer ved bruk av for små jordfilteroverflater. Vannstrømmene i små kompakte jordfilteranlegg vil sannsynligvis i stor grad bli mettet. En vil derfor kunne få dårlig fjerning av de fleste forurensningsemner og da særlig uønskete mikroorganismer.

Et forskningsprogram er nylig startet opp ved NLH for å klarlegge disse og andre forhold ved bruk av jord som rensemedium for avløpsvann fra spredt bosetning. Parallelt vil rapporter komme fra forsøksfeltet på Danskerud.

LITTERATURLISTE

1. *Anderson, L. & F. Nyberg.* 1974. Bad-och diskvattnets sammensättning i ett hyreshus i Bromsten vid två provtagningstillfällen våren 1974. Rapport avd. för Vateknik och Vattenkemi, KTH, Stockholm. 20 s + 3 bilag.
2. *Brandes, M.* 1978. Characteristics of effluent from gray and black water septic tanks. *J. Water Pollut. Contr. Fed.* 50: 2547—2559.
3. *Kristiansen, R.* 1978. Sandfiltergrøfter. Studier av økologiske forhold og renseseffekter i et forsøksanlegg. Norges Landbrukshøgskole, Ås — NLH 186 s.
4. *Lindbak, P. E.* 1978. Rensing av avløpsvann fra spredt bolig- og fritidsbebyggelse. Infiltrasjonsanlegg, sandfilteranlegg og resorpsjonsanlegg. Prosjektkomitéen for rensing av avløpsvann, PRA 20. 54 s.
5. *Lygren, E.* 1978. Avløpsvannets mengde og sammensetning. PRA 1.1. Delrapport. NIVA. 73 s.
6. *Siegrist, R., M. Witt & W. C. Boyle.* 1976. Characteristics of rural household wastewater. *J. Environ. Eng. Div. ASCE.* 102: 533—548.
7. *Stadsbaug, H. E.* 1974. Jord som rensemedium og resipient for kloakkvann fra enkelthus og mindre tettsteder. I: Jord som resipient. Rapporter fra forskningsprogram for rensing av avløpsvann. s. 111—144.
8. *Viraraghavan, T.* 1976. Correlation of BOD, COD and soluble organic carbon. *J. Water Pollut. Contr. Fed.* 48: 2213—2214.