

Vurdering av Aquatron biologisk toalettsystem

Befaring og prøvetaking av anlegg, bruk i forhold til norsk regelverk og vurdering av dokumentasjon

Roald Aasen og Jens Christian Køhler

Jordforsk rapport nr. 53/05



RAPPORT

Hovedkontor:

Fredrik A. Dahls vei 20, 1432 Ås
Tel. 64 94 81 00
Fax 64 94 81 10
Besøksadr.: Saghellings, NLH

Nord-Norge kontoret

Vågønes forskingsstasjon
8010 Bodø
Tel. 75 58 32 22
Fax. 75 58 80 99

Tittel:

Vurdering av Aquatron biologisk toalettssystem: Befaring og prøvetaking av anlegg, bruk i forhold til norsk regelverk og vurdering av dokumentasjon

Forfatter(e):

Roald Aasen og Jens Christian Køhler

Dato: 30. juni 2005	Tilgjengelighet: Lukket	Prosjekt nr.: 4138	Arkiv nr.: 6.04.29
Rapport nr.: 53/05	ISBN-nr.:	Antall sider: 17	Antall vedlegg: 2

Oppdragsgiver:

Aquatron International AB

Kontaktperson(er):

Henry Steffensen

Stikkord:

Toalettavløp, kompostering av fekalier, urinseparering, hygienisering, markedspotensiale

Fagområde:

Naturbaserte rensesystemer
Biologisk avfallshåndtering

Sammendrag:

Jordforsk gir i denne rapporten en kort vurdering av Aquatron toalettssystem, hvordan Aquatron passer inn i det norske markedet og regelverk for avløpsrensing samt en kort vurdering av foreliggende dokumentasjon. UV- bestråling av avløpsvannet ble også målt på ny.

Aquatron International AB ble dannet i 1992 for å videreutvikle og selge Aquatron biologisk toalettssystem. Funksjonen til Aquatrons systemet er godt dokumentert gjennom flere undersøkelser.

Aquatron er et produkt for håndtering av toalettavløp fra helårsboliger og fritidsboliger, og består av en sykron/separator, et komposteringskammer for det faste avfallet og en UV-enhet som bestråler spylevann fra toalettet og sigevannet fra biokammeret. Toalettstolen kan ha urinseparering og urin ledes da til oppsamlingstank. Systemet har derfor potensial til å tilfredsstille strenge krav til utslipp for fosfor, organisk stoff og spesielt nitrogen. Foreliggende analyseresultater tilsier også at UV-anlegget vil redusere innholdet av mikroorganismer i spylevannet fra fekaliedelen i toalettet slik at dette innholdet blir lavere enn i gråvannet. Aquatrons systemet gjør det mulig å knytte vanntoalettet til renseanlegget og dermed unngå en oppsamlingstank og krav om regelmessig tømning, forutsatt at spylevannet slamavskilles i et slamfilter. Dette kan gjøre det mulig å installere vanntoalett i fritidsboliger som ikke ligger ved bilvei.

Aquatrons systemet med urinseparering er også velegnet når kretsløpsteknologi ønskes benyttet. Urin og kompost kan med dette systemet nyttiggjøres på egen eiendom til gjødsel og jordforbedring når gjeldende regelverk følges.

Land/fylke:**Kommune:****Sted/Lokalitet:****Kart 1:50 000:****Økon. kart 1:5 000:****UTM-koordinater**

Ansvarlig leder



Roald Sørheim

Prosjektleder



Roald Aasen

Innhold

1.	Innledning	4
2.	Oppbygging av Aquatron toalettsystem	5
3.	Oversikt og vurdering av tidligere dokumentasjon.....	6
4.	Vurdering av Aquatron anlegg i Norge og i Sverige	9
4.1.	Beskrivelse av anleggene.....	9
4.2.	Vurdering av analysetall for reduksjon i tarmbakterier	10
4.3.	Vurdering av omdannet fast avfall.....	10
4.4.	Vurdering av installasjon og drift	11
5.	Aquatrons potensial i det norske markedet.....	12
5.1.	Produktbeskrivelse.....	12
5.2.	Produksjon av forurensningsstoffer	12
5.3.	Utslippskrav	12
5.4.	Aquatrons systemets potensial	13
6.	Konklusjoner og anbefalinger.....	14
7.	Referanser	16
8.	Vedlegg	17

1. Innledning

Aquatron International AB ble dannet i 1992 for å videreutvikle og selge Aquatron biologisk toalettsystem. Systemet er basert på en syklonseparator som ble patentert i 1986 av den svenske oppfinneren Torsten Åkesson fra Lidingö. Syklonseparatoren skiller fast og flytende avfall fra toalettet. Toalettsystemet består i tillegg av en kompostbeholder for kompostering av det faste avfallet og en UV enhet for bestråling av skyllevannet og sigevannet fra kompostbeholderen. Type vanntolett velges etter forholdene så som vanlig vannklosett, lavtspykende klosett eller urinseparerende toalett. Etter behov kan så avløpet ledes videre til slamavskiller og infiltrering

Det finnes nå sju modeller av systemet som dekker bruksområdet helt fra enkelthusholdninger til små og store leilighetskomplekser. Toalettsystemet har blitt solgt og installert i helårs bolighus, blokker med leiligheter, fritidshus og hytter, offentlige bygninger som skoler og brannstasjoner, samt til turisthytter og vandrerhjem og det finnes i dag tusenvis av Aquatron biologiske toalettsystem i drift.

Aquatronsystemet selges i Sverige, Norge, Finland, England, Australia, USA med flere. Ved gjenoppbyggingen etter et kraftig jordskjelv i staten Gujarat i India, valgte Britisk- og Indisk Røde kors i 2003 Aquatron toalettsystemer som sanitærløsning ved byggingen av en rekke helsestasjoner og barnehager.

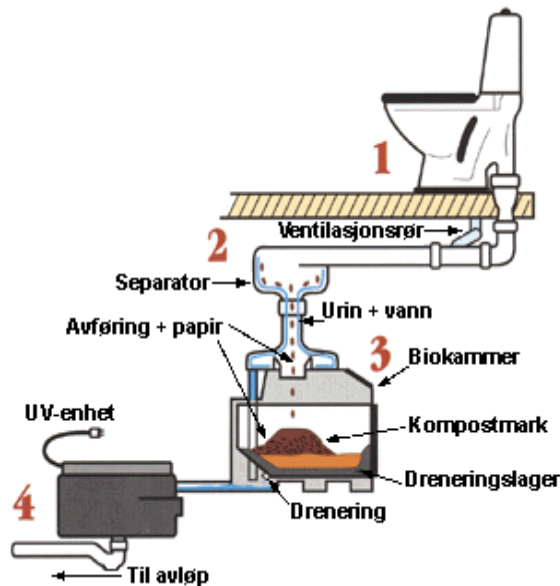
Funksjonen til Aquatronsystemet er godt dokumentert gjennom flere undersøkelser blant annet fra Sveriges landbruksuniversitet (SLU) og er typegodkjent av SITAC, det tidligere svenske Boverket.

Jordforsk er blitt forespurt om å gi en kort vurdering av toalettsystemet spesielt med henblikk til hvordan Aquatron passer inn i det norske regelverket for spredt avløpsløsninger, beskrive i hvilke nisjer i markedet toalettet har sin styrke, vurdere toalettsystemet gjennom besøk og prøvetaking på utvalgte anlegg i Norge og Sverige samt å gi en kort vurdering av dokumentasjonen som foreligger om Aquatron hybridtoalettsystem.

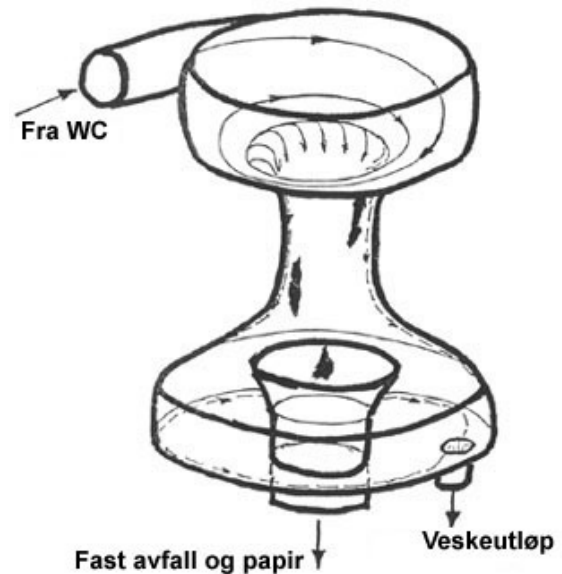
Vi håper at vår vurdering av Aquatron toalettsystemet vil kunne være til hjelp og veiledning ved behandling av utslippstillatelser i kommunene hvor dette anlegget ønskes installert og til hjelp for kunder som vurderer Aquatron systemet som sin sanitærløsning.

2. Oppbygging av Aquatron toalettsystem

Aquatron toalettsystem består av en syklon separator, et komposteringskammer for det faste avfallet og en UV-enhet som bestråler det våte avfallet og sigevannet fra biokammeret. I separatoren skilles urin og spylevann fra avføring og papir ved hjelp av et naturlig fall i rørene fra toalettstolen. Det faste avfallet faller ned i et biokammeret og komposteres der. Ved bruk av kompostmark kan omdanningen fremskyndes vesentlig. Det våte avfallet renner videre til UV-enheten og deretter ut i avløpsledningen. Avløpet anbefales ført til et filterposekammer og deretter til et infiltrasjonsanlegg. Prinsippene i systemet og separatoren er vist i skissene nedenfor.



Skisse av Aquatron toalettsystem



Skisse av syklonseparator

3. Oversikt og vurdering av tidligere dokumentasjon

Nedenfor er det gitt en kronologisk oversikt over tilgjengelig dokumentasjon på Aquatron toalettssystem med noen korte kommentarer og konklusjoner:

Kalju Valdmaa (1986): Undersökning av funktionen i vattentoaletten "Aquatron 3000". Sveriges Lantbruksuniversitet, Avd. för avfallsbiologi, Uppsala.

Undersøkelse hvor belastning av urin, fekalier og skyllevann ble registrert ved praktisk bruk og beregnet per person. Den kjemiske sammensetningen av den faste fasen og vannfasen ble analysert og separasjonseffekten av organisk stoff samt av fosfor, kalium og nitrogen ble beregnet. Analyser utført av Statens Lantbrukskemiska Laboratorium (SLL). Reduksjon i UV enhet fra 200 til <1 TKB/ g (før og etter UV-enhet).

Åkesson Innovation AB (1988): Test av AQUATRON UV-enhet.

Test av 5 installerte Aquatron anlegg i 2 år fra 1986-1988 hvorav 3 i fritidshus og 2 i bolighus. Kartlegging av utnyttelsesgrad i forhold til anleggenes kapasitet, vannforbruk per person/døgn. Samlet bakterietallet fra både gråvann og fra toalettet ble målt før infiltrasjon med høyeste måling på <2400 KB/100 ml. Prøvetaking av Miljökontoret i Norrtälje kommune.

Anonym (1991): Test av bakteriedödande effekten hos Aquatron systemets UV-bestrålare vid suspenderad vätska, Aquatron International AB, Skebobruk, Sverige

Nye målinger av bakterietall før og etter UV-enhet ved framprovosert diaré. Målingene viste en reduksjon i TKB og KB fra 24 000 000 og 160 000 000 /100 ml før til <2/ 100 ml etter bestråling noe som ga en desimalreduksjon på henholdsvis 8 og 9 for TKB og KB (koliforme bakterier). Analyser fra Vattennårdslaboratoriet AB (VVL), Vällingby, Sverige

Susanne Hansson (1992): Provning av separator/ vätskeavskiljare. Statens Provningsangstalt (SP), Enhet for Energiteknik, Borås: Rapport E30314:

Undersøkelse av mengde og størrelse av partikler, vann og papir som skilles ut i Aquatron 3000 sykklonseparatoren. Resultatene viste at 97,6-99,0 % av rent vann gikk igjennom separatoren. Med tilsatte toalett-papir, partikler på ø 2-5 mm gikk og grovere partikler (ø 6-7 mm) gikk 90,3-97,7 % av vannet gjennom mens 100 % av papiret ble skilt av. For de minste partiklene ble kun 7,4 % skilt ut mens 98,3-99,8 % av de grove partiklene ble skilt ut.

Fred Nyberg (1992): AQUATRON i kombintion med BDT-vatteninfiltration. VAAT Consult HB, Barkarby, Sverige.

Vurderte Aquatrons påvirkning på en BDT slamavskiller og på infiltrasjonsanelgg. Ved 3 liter vannskylning forventes ingen problem med øket infiltrasjon. Ved 6 liter skylning forventes det å gi 20 % økning noe som kan føre til overbelastning av filteret dersom filteret ikke er dimensjonert rikelig. Forventet økning i slammengde i en BDT (Bad, Disk, Tvätt) slamavskiller ved 3-6 liters skylninger var kun fra maksimalt 5 % og trolig <1 %.

Thor Axel Stenström (1992): Aquatron- Hygieniska aspekter. Statens bakteriologiska laboratorium (SBL), Stockholm.

En gjennomgang av forelagt dokumentasjon med hensyn på det hygieniske aspektet ved Aquatron toalettssystem der spesielt effektiviteten av UV bestrålingen ble vurdert. Støtter Nybergs (1992) vurdering av belastningen på slamavskiller.

Typgodkännandebevis 0790/91 for separator til Aquatron toalettsystem. Boverket, 1992.

Aquatron er typegodkjent av SITAC og godkjenningen er gitt etter vurdering av:

- Aquatron produkt og systembeskrivelse
- Aquatron brukt i kombinasjon med slamavskiller og infiltrasjon (Nyberg, 1992)
- Beskrivelse av Aquatron hybridtoalett
- Installasjonsbeskrivelse

Godkjenningen er gitt på grunnlag av Boverkets bestemmelser for nybygg (NR) der følgende ble gransket: kontroll av materialer og produkter, spillvann og dimensjonering av fallvinkel, lufting, rensing, materialer og produksjonskontroll. *Boverket har nå skiftet navn til SITAC: Swedish Institute for Technical Approval in Construction, Box 553, 371 23 Karskrona. Godkjenningen gjelder fortsatt.*

Björn Vinnerås (2001). Faecal separation and urine diversion for nutrient management of household biogradable waste and wastewater. Licentiate Thesis med 4 artikler. Rapport 244, ISSN 00283-0086, Institutionen för lantbruksteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), Uppsala

Undersøkelser av den næringsmessige sammensetningen av gråvann og svartvann fra husholdninger og hvor mye tungmetaller som finnes i avfallet. I artikkel III ble separasjonen av N og P ved bruk av Aquatron undersøkt. I artikkel IV ble lokal separasjon av fekalier ved bruk av Aquatron systemet sammenlignet med filtrering, flotasjon og sedimentasjon.

Sarah M. West (2003). Innovative On-site and Decentralised Sewage Treatment, Reuse and Management Systems in Northern Europe & the USA. Report of a study tour – February to November 2000. Utgitt av Sarah Marie West, Sydney.

Rapport etter en studietur som dekket en hel rekke desentraliserte sanitærløsninger i de nevnte land. Omtale av Aquatron systemet i Sweden Ecovillage, Jönköping, Sverige og av Aquatron sykklonseparator benyttet som et element i sanitærløsninger i Folly Foot Farm and Wildlife Sanctuary, Bath, England. En orientering om Aquatron International AB og Aquatrons systemet og dets prinsipper og vikemåte er også gitt i et eget kapittel. I appendiks B er kildeseparasjon med Aquatron diskutert mer utfyllende samt hvilke bruksområder og fordeler systemet har.

Vår vurdering av dokumentasjonen for Aquatron toalettsystemet er at den er omfattende og grundig og at de kritiske faktorene er godt undersøkt.

Som det framgår av titlene på dokumentasjonene er det først og fremst effektiviteten av UV bestrålingen av avløpsvannet og hvor effektivt sykklonseparatoren skiller ut vann, fekalier og dopapir som er undersøkt. Det er også gjort beregninger av hvordan skyllevannet belaster slamavskillere og infiltrasjonsanlegg. I tillegg til selve produktutformingen og kvaliteten på systemet er det undersøkning av disse faktorene som er viktige med hensyn på å dokumentere at toalettsystemet ikke forurensar ved utslipp til miljøet.

Selve separasjonen av fekalier, dopapir og urin i sykklonseparatoren er undersøkt av Vinnerås (2001) og grundig dokumentert hans avhandling gjort ved SLU i Uppsala. En tilsvarende undersøkelse ble også gjort av Valdmaa (1986). Hansson (1992) undersøkte separasjonseffektiviteten med andre materialer enn fekalier. Alle tre undersøkelsen viser at Aquatron separatoren skiller ut det meste av fekalier og alt av toalettpapir og at om lag 10 % eller mindre av skyllevannet følger med ned i biokammeret. Effektiviteten avtar noe ved lange rør før separatoren.

Konklusjonene på bestråling av UV enheten er at den er godt dimensjonert slik bestrålingen blir så kraftig at tarmbakterier dør selv når disse er bundet til partikler i skyllevannet. Når brukerne har diaré er dette viktig for å unngå at for store mengder bakterier kommer i utløpet.

Prøver tatt etter 1 og 2 års drift viser at bestrålingen også er effektiv over tid med hensyn på tilsmussing av lampeglass og levetid på UV rørene.

Selve komposteringsprosessen av fekalier og papiret og hygieniseringen er ikke dokumentert. Erfaringer fra anlegg som har vært i drift i flere år viser en tydelig omdanning og volumreduksjon av den faste fraksjonen, spesielt når komposteringsmark tilsettes.

4. Vurdering av Aquatron anlegg i Norge og i Sverige

I samråd med leverandøren ble fem Aquatron installasjoner, tre i Norge og to i Sverige, valgt ut til befaring og prøvetaking. Anleggene betjener en enebolig, to fritidsboliger, en brannstasjon og en skole. Således er flere varianter av Aquatrons systemet og bruksområder med i denne undersøkelsen.

Under befaringene ble installasjonene inspisert visuelt hvor helling på innløpsrør til separator, tilstanden til avfallet og sigevann i bioreaktoren, UV lys og helling på UV enheten ble kontrollert. Det ble tatt prøver av det faste avfallet der det var synlig omdannet (anlegg D og E hvor prøven fra D ble analysert) og fra to UV-enheter ble det tatt til sammen fire prøver for å måle nedgangen i bakterier ved bestråling av skyllevannet.

4.1. Beskrivelse av anleggene

Anlegg A (befaring 18.04.2005)

Anlegget er modell 4 x 200 samt en UV-enhet og betjener en enebolig. Anlegget har vært i drift i noen måneder. To kamre står til kompostering og ett er i bruk. Det er liten fyllingsgrad på kamrene som står til kompostering, og kamrene var ikke tilsatt kompostmark enda. Drenslaget i kamrene består av finfordelt bark.

UV-enheten står ikke i vater og var vanskelig tilgjengelig for inspeksjon. Utenfor boligen var det et prøvetakingsrør. Vannet i dette røret var imidlertid blandet med gråvann. På grunn av at UV-enheten ikke står i vater var det mulig å ta vannprøve fra bunnen av dette kammeret. Vannet i prøven var svært blakket. Det ble ikke tatt noen prøve av det faste avfallet i komposteringskammeret da avfallet var lite omsatt.

Anlegg B (befaring 28.02.2005 og 07.03.2005)

Anlegget er modell 4 x 200 samt en UV-enhet og betjener en fritidsbolig. Anlegget har vært i drift fra våren 2004. Ett kammer står til kompostering og ett er i bruk. Kammeret ble satt til kompostering ved årsskiftet 2004/05. Komposten var ennå lite omsatt. Det var ikke tilsatt kompostmark til komposten. Drenslaget i kamrene består av finfordelt bark. UV-enheten var i vater.

Anlegg C (befaring 07.03.2005)

Anlegget er modell 4 x 200 samt en UV-enhet og betjener en fritidsbolig. Anlegget har vært i drift fra 2004. Fra dette anlegget foreligger det tre tidligere analyser av spylevann (980, 7700 og 24 000 presumpativ *E. coli* / 100 ml, analysebrev ikke vedlagt).

Anlegg D (befaring 31.03.2005)

Anlegget består av 1 stk Aquatron modell 4 x 300 og betjener en brannstasjon. Anlegget har vært i drift 2 -3 år og er ikke tømt ennå. Det er ca 6 toaletter på brannstasjonen. Anlegget belastes med 6 personer minimum per døgn og gjennom hele døgnet. I perioder er det flere personer. I bunnen av hvert kammer er det grovt bark som drenslag. Slammet er tilsatt kompostmark. Det er benyttet urinseparerende toaletter. Urin + vann ledes til oppsamlingstanker med plastsekk uten lufting over tak. I sommerhalvåret kan det være sjenerende lukt. Det tømmes da 5 liter rapsolje i hver sekk. Det gir en overflate uten nevneverdig fordampning. Det ble tatt en slamprøve av ferdig kompostert masse under laget med kompostmark. "Kontinuerlig" rotasjon hvert kammer belastes 1 uke (i to ulike posisjoner). Tørt papir i overflaten fjernes.

Anlegg E (befaring 31.03.2005)

Anlegget består av fire stykk Aquatron modell 1200. Anlegget betjener en skole og det er 12 urinseparerende toaletter på hver enhet. Regnvann benyttes til spyling. Urintankene inneholder 70 % vann og 30 % urin. Urintankene er luftet over tak. Det er ingen tetting av kumlokk og ikke problemer med lukt. Anlegget har daglig tilsyn. Iblant kastes det papir i urinskålen, men generelt går det bra. Det ble tatt slamprøve av omdannet slam med kompostmark. Komposteringstanken tømmes etter behov, ca. 1 gang per år.

4.2. Vurdering av analysetall for reduksjon i tarmbakterier

Fra befaringene våren 2005 ble reduksjonen i antall tarmbakterier (presumptive *E. coli* og termotolerante koliforme bakterier (TKB)) i UV enheten målt på ny. Til sammen ble det målt 4 prøver for denne parameteren. Tidligere analyser har vist et nivå av TKB i avføringen ved diaré før UV- behandling på om lag $2,4 \cdot 10^7$ TKB/ 100 ml prøve. Resultatet av TKB etter bestråling i UV enheten viste tall på 19, 8700, 9200 og 17000 TKB/ 100 ml. Dette gir en reduksjon på fra 99,99999-99,929 % eller en desimalreduksjon fra 6 til 4. TKB innholdet i prøvene var noe høyere enn tidligere rapporterte tall, men reduksjonene var allikevel betydelige.

Reduksjonen i bakterietall i svartvannet fra Aquatronanleggene betyr at bakteriebelastningen generelt ikke er større enn den er fra gråvannet når disse sammen eventuelt ledes til slamavskiller og videre til infiltrasjon.

4.3. Vurdering av omdannet fast avfall

Anleggene A, B og C var alle så nye at det var ingen hensikt å ta prøver av det faste avfallet da dette ikke var ferdig omdannet. Vurderingen er derfor gjort fra en analyse av prøve fra anlegg D.

Produktkvalitet for kompost er definert i kapittel 3 i *Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav* og inndeling i kvalitetsklasser 0, I, II og III i tabell i § 10 etter innholdet av tungmetaller. Klasse 0 er den klassen med minst begrensninger på bruk mens innholdet av tungmetaller i klasse III gir flest begrensninger i bruksområder og mengder. Forskriften omfatter ikke hjemmekompost som det faste avfallet fra biokammeret er, men inndelingen kan allikevel brukes som en veiledning på kompostens kvalitet. Flere analyser av prøver fra Aquatron anlegg vil kunne endre på denne klassifiseringen.

Kvalitetsklasser:	0	I	II	III
	mg/kg tørrstoff			
Kadmium (Cd)	0,4	0,8	2	5
Bly (Pb)	40	60	80	200
Kvikksølv (Hg)	0,2	0,6	3	5
Nikkel (Ni)	20	30	50	80
Sink (Zn)	150	400	800	1500
Kobber (Cu)	50	150	650	1000
Krom (Cr)	50	60	100	150

Analyse av omdannet fast avfall fra anlegg D (vedlegg 2) gir kvalitetsklasse II ut i fra innholdet av kvikksølv (0,92 mg/ kg) og kadmium (0,89 mg/kg).

Dersom en følger kravene til Miljømerket Svanen for fast omdannet avfall fra biologiske toaletter skal tørrstoffinnholdet være på over 25 %, pH mellom 6 og 8, Kjeldahl nitrogen mer enn 1 % og termotolerante koliforme bakterier (TKB) mindre enn 2/ g våtvekt prøve. I tillegg skal konsistensen være slik at fekalier ikke kan gjenkjennes på sin opprinnelige form. Lukten bør være som fuktig jord og det skal ikke lukte ammoniakk.

I forhold til disse kravene viste analysen av prøven fra anlegg D at den er noe for våt (19,4 %) og at innholdet av TKB er for høyt (5420 TKB/ g), men at pH på 7,7 og Kjeldahl-N på 4 % er innenfor kravene. Det var heller ikke noen stikkende lukt av prøven og prøvens konsistens var mørk og grovkornig.

Det høye bakterietallet viser at ferskt tilført avfall annen hver uke gjør at komposten ikke er fri for tarmbakterier og at avfallet derfor må stå en lengre periode uten ny belastning før tømning av biokammeret kan skje under betryggende forhold. Etter 2-3 års drift av anlegg D har det enda ikke vært nødvendig med tømning av biokammeret der.

Prøvetakingen viste at vermikomposteringen (kompostering med kompostmark) omdanner avfallet til en fin kompost når drenglaget i bunnen er tilstrekkelig grovt slik at massene ikke blir for våte. Det gjenstår å dokumentere at komposten er fri for TKB ved riktig drift av biokammeret.

Etter tømning kan komposten etterkomposteres eller ettermodnes ytterligere ved tilførsel av mer struktur som bark eller flis. En innblanding av strukturmateriale vil gi en mer luftig og kompost slik at varmkompostering kan starte. Varmkompostering vil kunne hygienisere avfallet om dette skulle være nødvendig før bruk.

Komposten kan nyttes i egen hage når gjeldende regelverk følges.

4.4. Vurdering av installasjon og drift

Anlegg som er korrekt installert og tilsatt kompostmark ser ut til gi en god kompost forutsatt et minimum av tilsyn og at temperaturen er tilfredsstillende der kompostbeholderen er plassert.

UV-enheten reduserer innholdet av mikroorganismer i betydelig grad. Det bør imidlertid ikke forventes at vannet er fritt for mikroorganismer.

For å sikre at anleggene er korrekt montert og at de fungerer som beskrevet, bør det inngås en serviceavtale mellom kjøper og leverandør av Aquatronanleggene der en kontroll av anleggenes funksjon og montering inngår. Kontrollen bør utføres av fagfolk som er kvalifiserte til å foreta kontroller av Aquatronsysteet. Korrekt montering er viktig da feil kan gi for dårlig UV-bestråling av avløpsvannet og dårlig separasjon i syklonseparatoren ved feil helling og lengde på rør. Samme krav til korrekt installasjon gjelder også for eventuelle gråvannrensaneanlegg.

For å øke dreneringen fra biokamrene anbefaler vi at en grovere barktype enn den som tilføres anleggene ved oppstart i dag benyttes. Barken bør være minst mulig omdannet for at dreneringen skal være effektiv. Vi anbefaler også at tykkelsen på barklaget økes til om lag 10 cm.

5. Aquatrons potensial i det norske markedet

5.1. Produktbeskrivelse

Aquatron er et produkt for håndtering av toalettavløp fra helårsboliger og fritidsboliger. Et komplett system for håndtering av toalettavløp består av toalettstol, syklon for separering av faste partikler og spylevann, komposteringsbeholder, UV-anlegg og utslippsarrangement. Toalettstolen kan ha urinseparering, og urin ledes da til oppsamlingstank. Slamavskilt vann ledes til filtreringsanlegg i samsvar med VA-miljøblad nr. 59 (Lukkede infiltrasjonsanlegg) eller VA-miljøblad nr. 60 (Biologiske filtre for gråvann). Et flytdiagram for et avløpsanlegg basert på Aquatron rensesystem er vist i vedlegg 1.

5.2. Produksjon av forurensningsstoffer

Avløpsvann og forurensningsstoffer i utslippet fra boliger kommer i hovedsak fra kjøkken og bad. En oversikt over forurensningskilder og forurensningsstoffer er gitt i tabellen under.

Tabell 1.

Spesifikke forurensningsmengder for avløpsvann fra boliger. Tallene er basert på full tilstedeværelse (som for eksempel ved bruk av fritidsboliger).

Kilde	Enhet	Fosfor	Organisk stoff**	Nitrogen
Kjøkken og oppvask	g/døgn og person	0,20	14	0,5
Tøyvask	g/døgn og person	0,08	8	0,4
Bad og dusj	g/døgn og person	0,02	6	0,3
<i>Sum gråvann</i>	g/døgn og person	<i>0,30</i>	<i>28</i>	<i>1,2</i>
Toalettavløp – urin	g/døgn og person	0,83	7	9,3
Toalettavløp – fekalier	g/døgn og person	0,47	11	1,5
<i>Sum toalettavløp</i>	g/døgn og person	<i>1,30</i>	<i>18</i>	<i>10,8</i>
<i>Sum gråvann og toalett</i>	g/døgn og person	<i>1,60</i>	<i>46</i>	<i>12</i>

** BOF₇.

Tabellen viser at det meste av fosforet og nitrogenet kommer fra toalettet. Størstedelen av det organiske stoffet tilføres avløpsanlegget fra gråvannet. Ved bruk av urinseparerende toalett og Aquatron for behandling av fekalier vil spylevann fra fekaliedelen bli tilført gråvannet og den samlede tilbakeholdelsen av fosfor vil bli omkring 1,2 gram per person og døgn. "Gråvannsrenseanlegget" tilføres omkring 0,4 gram fosfor per person og døgn. De tilsvarende tallene for nitrogen er 9,5 gram som fjernes ved bruk av Aquatron og urinseparerende toalett og 2,5 gram tilføres gråvannsrenseanlegget. Tallene for organisk stoff bestemt som BOF₇ er på tilsvarende måte stipulert til 16 og 30 gram per døgn.

Under rådende pendlerforhold, dvs. når det tas hensyn til pendlertap for yrkesaktive og skoleelever, reduseres produksjonen av fosfor, organiske stoff og nitrogen fra *toaletter* i hjemmet med henholdsvis 13 %, 26 % og 22 %.

5.3. Utslippskrav

Før vann legges inn i boliger må kommunen gi tillatelse til utslipp av avløpsvannet. Kravene til utslipp skal settes på grunnlag av vannkvalitetsmål for den aktuelle vannresipienten. Mange kommuner har vedtatt lokale forskrifter der utslippskrav er definert. Lokale forskrifter har

normalt krav til utslipp av fosfor og organisk stoff. Noen kommuner har også satt krav til utslipp av nitrogen og mikroorganismer. En lokal forskrift forenkler saksbehandlingen i kommunen og sikrer en enhetlig behandling av søknader. Krav om resirkulering av næringsstoffer er i liten grad blitt lagt til grunn ved utforming av lokale forskrifter. Jordforsk er imidlertid av den oppfatningen at kretsløpsteknologi og gjenbruk av næringsstoffer vil bli mer utbredt i årene fremover.

5.4. Aquatronsystemets potensial

I områder med spredt bebyggelse er desentraliserte avløpsløsninger som regel mest hensiktsmessig. Aquatronsystemet kan benyttes i alle slike løsninger. Nedenfor er det framhevet områder hvor Aquatron er spesielt godt egnet eller hvor det finnes få eller ingen alternative løsninger.

Områder med strenge utslippskrav

Tabell 1 med tilhørende tekst viser at ved bruk av Aquatron og urinseparering vil utslippene av fosfor, nitrogen og organisk stoff til slamavskiller vil bli redusert med henholdsvis 75 %, 79 % og 35 %. Slamavskiller vil gi en liten tilleggsrensing. *Systemet har derfor potensialet til å tilfredsstille strenge krav til utslipp for alle tre parametrene og spesielt til nitrogen.* Foreliggende analyseresultater tilsier også at UV-anlegget vil redusere innholdet av mikroorganismer i spylevannet fra fekaliedelen i toalettet slik at dette innholdet blir lavere enn i gråvannet. Aquatronsystemet gjør det mulig å knytte vanntoalettet til renseanlegget og dermed unngå en oppsamlingstank og krav om regelmessig tømning.

Kretsløpsteknologi

Aquatronsystemet med urinseparering er også velegnet å benytte der det er ønske om å benytte kretsløpsteknologi. Urin og hygienisk sikker kompost kan med dette systemet nyttiggjøres på egen eiendom til gjødsel og jordforbedring.

Fritidsboliger uten bilveg

Mange fritidsboliger ligger ikke ved bilveg. Under slik forhold kan det ikke benyttes renseanlegg som krever tømning med slamsugebil. Slike hytter kan derfor ikke installere vanntoalett med oppsamling i tank. Aquatronsystemet kan gjøre det mulig å installere vanntoalett også i slike fritidsboliger (se vedlegg 1). Det må da benyttes slamfilter for fjerning av faste partikler i gråvannet og spylevannet fra fekaliekammeret i toalettet. Det bør vurderes om tilgjengelige slamfiltre har kapasitet til å ta hånd om de ekstra vann- og slammengdene. Fra tidligere vurderinger basert på undersøkelser fra Statens Provningsanstalt (SP) og Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) konkluderer imidlertid VAAT Consult HB med at den økte belastningen på slamavskiller maksimalt er på 5 % mer slam og trolig mindre enn 1 %.

6. Konklusjoner og anbefalinger

Oppsett av anlegget

Det bør utarbeides en monteringsanvisning på norsk for anlegget. Anlegget bør fortrinnsvis monteres av fagfolk slik at anlegget står stabilt og i vater. Komponentene må monteres slik at det ikke er risiko for vannlekkasjer. Det må også etableres lufting over tak fra kompostrommet, (alternativt luktfjerningsanlegg), slik at det ikke forekommer sjenerende lukt fra anlegget. Anleggskomponentene må plasseres slik at tilsyn med anlegget kan gjennomføres på en rasjonell måte.

Drift av anlegget

Det bør utarbeides driftsinstruks for anlegget og denne bør fortrinnsvis være på norsk for salg her i landet. Sentrale punkter er følgende:

- Klargjøring av komposteringskammer med ilegging av drenslag bestående av grov bark. Jordforsk anbefaler et lag med tykkelse på ca 10 cm. Anlegget bør leveres med bark til minimum 2 kamre.
- Tilsetting av kompostmark av typen kompostmark (*Eisenia foetida*) etter en tids drift.
- Det bør gis anbefalinger om fyllingsgrad av hvert enkelt kammer.
- Driftstid og krav til komposteringstid bør beskrives. Konsistensen til ferdig omdannet kompost bør også beskrives slik at brukerne vet når denne bør og kan tømmes.
- Ved tømming bør det beskrives hvor lenge avfallet skal stå etter siste påfylling slik at komposten blir tilfredsstillende hygienisert (fri for TKB).
- Det bør gjennomføres en visuell kontroll av komposteringskamre som er i drift og som står til kompostering. Papirsøyler som kan dannes i kompostbeholderen under doløkket må jevnes ut over hele flate i komposteringskammeret.

Salg og markedsføring i Norge

Det er de senere årene blitt utviklet mange renseløsninger både for gråvann, toalettavløp og sambehandling av både gråvann og toalettavløp. Aquatrons systemet må derfor markedsføres slik at systemets spesielle egenskaper fremheves. Jordforsk vil peke på følgende forhold:

- Aquatron sine representanter i Norge må sikre at anleggene blir korrekt montert slik at anleggene fungerer som forutsatt. Anleggene må også monteres slik at de kan driftes på en enkel og rasjonell måte.
- Markedsføringen bør rettes mot kommuner som setter krav om nitrogenfjerning og som prioriterer kretsløpsteknologi.
- Markedsføringen bør rettes mot kommuner med fritidsbebyggelse. Der det ikke er bilveg fram til hyttene eller der kommunene ikke kan ta imot toalettavløp fra oppsamlingstanker er Aquatrons systemet spesielt egnet som sanitærløsning.

Konklusjoner

- Aquatron er et godt utprøvd og dokumentert toalettsystem med høy grad av funksjonalitet.
- Aquatron toalettsystemet separerer og omdanner det faste avfallet til kompost som kan brukes i egen hage når gjeldende regelverk følges.
- Aquatron toalettsystem kan kombineres med urinseparasjon i toalettstolen.
- UV-enheten reduserer bakterietallet i skyllevannet og i drenet fra biokammeret slik at avløpet for eksempel kan ledes til videre infiltrasjon sammen med gråvann fra kjøkken, bad og vask.

- Installasjon og bruk av Aquatron toalettsystem i Norge kan tilpasses gjeldende lover og forskrifter vedrørende forurensning fra avløp.
- Aquatron toalettsystem er spesielt egnet der det stilles strenge krav til utslippsverdier eller der hvor kretsløpsteknologi ønskes.

7. Referanser

Bjorn Vinneras: Faecal separation and urine diversion for nutrient management of household biodegradable waste and wastewater, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Agricultural Engineering, Report No 245, 79 pages.

Sarah M. West, Sydney Water, Sydney, Australia: Report of a Study Tour - February-November 2000. 115 pages. Innovative On-Site and Decentralised Sewage Treatment Reuse and Management Systems in Northern Europe & the USA.

Testmetode for avløpsfrie toalettssystem, av 14. juni 1999, vedlegg til: Miljømerking av avløpsfrie toalettssystemer, kriteriedokument versjon 2,5. Nordisk Miljømerking,
<http://www.svanen.nu/DocNord/052.pdf>

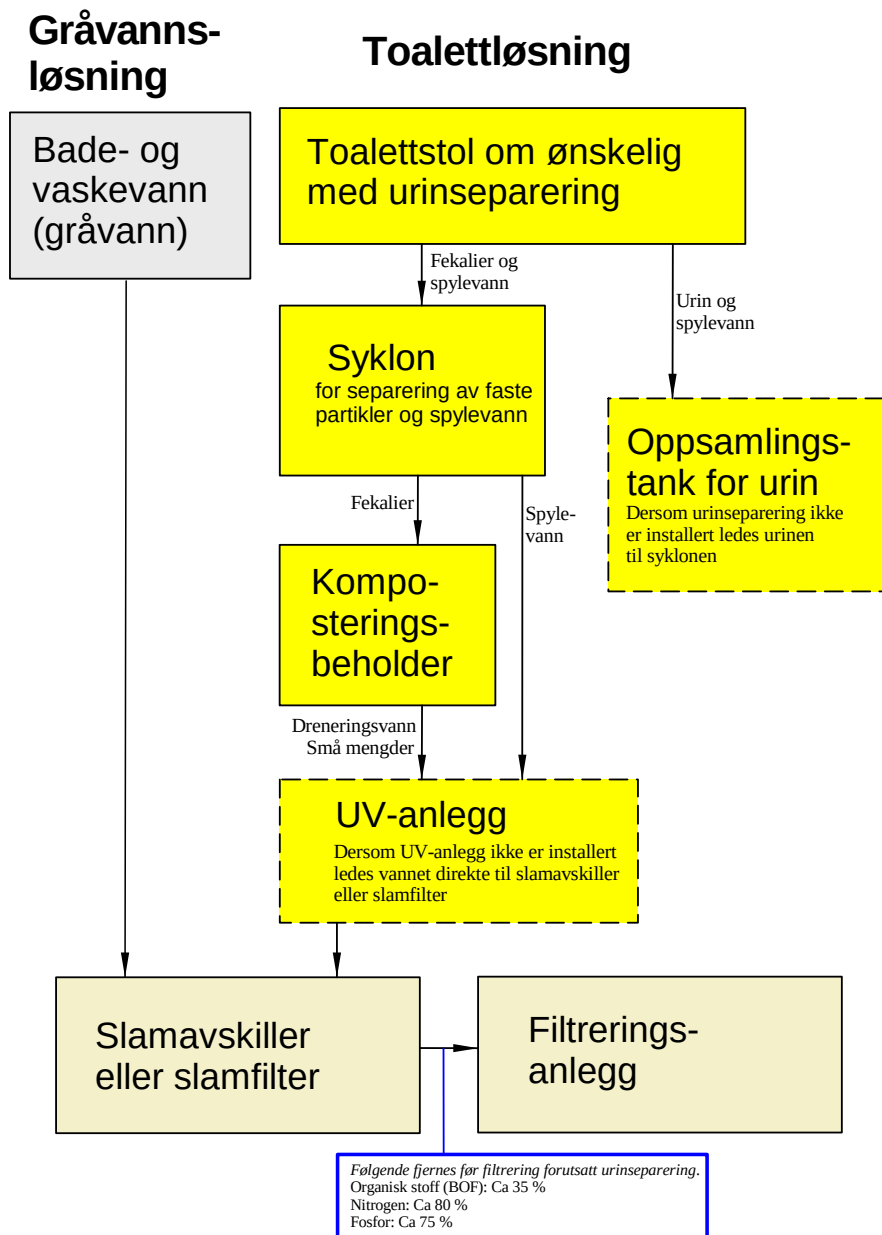
8. Vedlegg

Oversikt over vedlegg

Nr	Emne
----	------

- | | |
|---|--|
| 1 | Flytskjema for ulike Aquatron løsninger |
| 2 | Anonymiserte analysebrev av undersøkte Aquatron anlegg |
-

Vedlegg 1: Flytskjema for ulike Aquatron løsninger



Flytdiagram for et avløpsanlegg basert på Aquatron rense-system. Urinseparering og/eller UV-anlegg etableres etter ønsker fra eier eller etter krav fra kommune.

Vedlegg 2: Anonymiserte analysebrev av undersøkte Aquatron anlegg

FROGN KOMMUNE - ENHET HELSE VANN - OG MILJØLABORATORIUM



Jordforsk
v/Køhler
Fredrik A. Dahlsvei 20
1432 ÅS

ANLEGG A

Dato: 22.04.2005
Lab.nr: 05/ 207
Arkiv: 181411/F

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 18.04.05 ~~Analyseperiode: 18.04.05 - 22.04.05~~ Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve Prøvetaker: Tatt ut av kunden

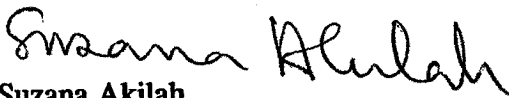
05/ 207-2 **Avløpsvann**

Tatt ut 18.04.2005

Nesodden

Parameter	Metode	Resultat
Termotolerante koliforme bakt.	NS 4792	9 200 /100 ml

Med hilsen


Suzana Akilah

FROGN KOMMUNE - ENHET HELSE VANN - OG MILJØLABORATORIUM



Jordforsk
v/Køhler
Fredrik A. Dahlsvei 20
1432 ÅS

ANLEGG B

Dato: 04.03.2005
Lab.nr: 05/ 112
Arkiv: 181411/F

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 01.03.05 Analyseperiode: 01.03.05 - 04.03.05

Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve

Prøvetaker: Tatt ut av kunden

05/ 112-1 **Avløpsvann**

Tatt ut 01.03.2005

Parameter	Metode	Resultat
Pres. E.coli	NS 4792	8 700 /100 ml

05/ 112-2 **Avløpsvann**

Tatt ut 01.03.2005

Parameter	Metode	Resultat
Pres. E.coli	NS 4792	17 000 /100 ml

Med hilsen

Suzana Akilah
Suzana Akilah

Side 1 av 1

Frogn Rådhus, Postboks 1441 DRØBAK

Telefon 64936790

Telefax 64934890

Analyseresultatene gjelder for analyser av de anførte prøver i den stand de ble mottatt ved laboratoriet.

Rapporten skal ikke gjengis i utdrag, uten skriftlig godkjenning fra prøvingslaboratoriet.

**FROGN KOMMUNE - ENHET HELSE
VANN - OG MILJØLABORATORIUM**



Jordforsk
v/Køhler
Fredrik A. Dahlsvei 20
1432 ÅS

ANLØGG C

Dato: 14.03.2005
Lab.nr: 05/ 132
Arkiv: 181411/F

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 08.03.05 Analyseperiode: 08.03.05 - 14.03.05

Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve

Prøvetaker: Tatt ut av kunden

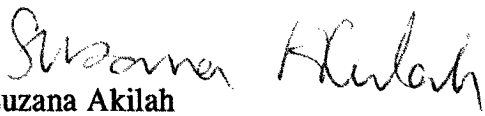
05/ 132-2 **Avløpsvann**

Tatt ut 08.03.2005

Merket: UV behandlet

Parameter	Metode	Resultat
Pres. E.coli	NS 4792	19 /100 ml
Termotolerante koliforme bakt.	NS 4792	19 /100 ml

Med hilsen


Suzana Akilah

Analysereport



Jordforsk
Roald Aasen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 ÅS

Frederik A. Dahls vei 12
1432 ÅS
Telefon: 64948100 Telefax: 64948120

Side: 1 av 1

Rapportnr: M005-2-00896

ANLEGG D

Prøvetype: Kompost

Oppdragsgiver: Jordforsk, Roald Aasen
Telefon: 8100 Telefax: 8110

Antall prøver: 1

Ankomstdato: 01.04.05

Utsendelsesdato: 11.04.05

Prøvenummer				M005-00896-1					
Merking				om-dannet					
Parameter	Metode	Enhet	Dato						
pH	PH-S		080405	7.73					
Ledningstall	*LT-KO	mS/m	070405	303					
Tørrestoff	TS-S	%	080405	19.4					
Glødetap	GLØDTAP-S	g/100g TS	070405	71.1					
Total org. karbon	TOC-F	g/100g □	110405	36.9					
Kjeldahl-N	*NKJELD-KO	g/100g TS	080405	4.02					
C/N-forhold	*C/N		110405	9.18					
Ammonium-N	*NH ₄ -AA-KO	mg/100g TS	070405	7.1					
Nitrat-N + Nitritt-N	*NO ₃ -AA-KO	mg/100g TS	070405	175					
Fosfor	P-ICP-KO	g/100g TS	080405	4.41					
Kalium	K-ICP-KO	g/100g TS	080405	0.985					
Kalsium	CA-ICP-KO	g/100g TS	080405	7.38					
Magnesium	MG-ICP-KO	g/100g TS	080405	1.42					
Natrium	NA-ICP-KO	mg/kg TS	080405	2190					
Svovel	S-ICP-KO	mg/kg TS	080405	9520					
Bor	*B-ICP-KO	mg/kg TS	080405	21.7					
Kobolt	CO-ICP-KO	mg/kg TS	080405	<1.5					
Jern	FE-ICP-KO	mg/kg TS	080405	791					
Mangan	MN-ICP-KO	mg/kg TS	080405	329					
Molybden	MO-ICP-KO	mg/kg TS	080405	5.6					
Sink	ZN-ICP-KO	mg/kg TS	080405	733					
Bly	PB-ICP-KO	mg/kg TS	080405	<7.5					
Nikkel	NI-ICP-KO	mg/kg TS	080405	10.7					
Kobber	CU-ICP-KO	mg/kg TS	080405	106					
Kadmium	CD-EAAS-KO	mg/kg TS	080405	0.89					
Krom	CR-ICP-KO	mg/kg TS	080405	4.7					
Kvikksølv	HG-CVAAS-S	mg/kg TS	080405	0.92					
#Termot.kolf.bakt.m	T-KOL.BAKT	/g	110405	5420					

Ansvarshavendes signatur: B. Dahls

□ Resultatet refererer seg til prøve etter tørking ved 40°C

* Bestemmelsen er ikke akkreditert

Bestemmelse hvor det er blitt benyttet underleverandør Opplysninger om bestemmelsesgrenser og måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet

Prøven(e) oppbevares i én måned etter at analysereporten er sendt dersom ikke annet er avtalt med oppdragsgiver.

Utdrag av denne rapporten kan ikke gjengis uten etter skriftlig godkjenning fra Jordforsk Lab.

Analyseresultatene gjelder kun for de tilsendte prøver.

Jordforsk LAB
Fredrik A. Dahls vei 12
1432 ÅS
Attn: Bjørn Dalbye

ANLEGG D

Dato: 08.04.2005
Lab.nr: 05/2011
Arkiv: 820021/F

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 05.04.05 Analyseperiode: 05.04.05 - 08.04.05

Prøvetaker: Oppdragsgiver

1: Andre Prøver				Referanse	Merking	Tatt ut:
					M005-896-1	04.04.2005
Termotol.kolif.bakt. MPN	Metode	Benevning	Prøve 1:			
	NS 4714	/g	5 420			

Resultatene gjelder kun de undersøkte prøvingsobjekter. Rapporten må ikke offentliggjøres annet enn i sin helhet uten skriftelig tillatelse.
Analysens målesikkerhet oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Med hilsen

Lovise Bratberg Lindstad
Lovise Bratberg Lindstad
Ansvarlig mikrobiologi