

# Vurdering af etablerede forsøg med opsamling, rensning og genanvendelse af gråvand til toiletskyl

Vurdering af etablerede forsøg med  
opsamling, rensning og  
genanvendelse af gråvand til  
toiletskyl

Per Overgaard Pedersen  
Carl Bro A/S

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

# Indhold

<b>FORORD</b>	<b>5</b>
<b>SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER</b>	<b>7</b>
<b>SUMMARY AND CONCLUSIONS</b>	<b>13</b>
<b>1 INDLEDNING</b>	<b>21</b>
1.1 BAGGRUND	21
1.2 FORMÅL	21
1.3 RAPPORTENS OPBYGNING	22
<b>2 SAMMENSTILLING AF INFORMATIONER OM FORSØG MED GRÅVANDSANLÆG</b>	<b>23</b>
2.1 INDLEDNING	23
2.2 LOVGIVNINGSMÆSSIGE KRAV	24
2.3 MYNDIGHEDSPRAKSIS	24
2.3.1 <i>Administrationspraksis i Københavns Kommune</i>	24
2.3.2 <i>Udenlandske kvalitetskrav til gråvand</i>	25
2.4 PROJEKTERING OG UDFØRELSE AF GRÅVANDSANLÆG	25
2.5 OVERSIGT OVER ETABLEREDE GRÅVANDSANLÆG	26
2.6 PRINCIPIEL OPBYGNING AF GRÅVANDSANLÆG	27
2.7 VANDBESPARELSESPOTENTIALE	28
2.8 KARAKTERISERING AF GRÅVANDETS SAMMENSÆTNING	29
2.8.1 <i>Udseende</i>	29
2.8.2 <i>Kemiske og bakteriologiske analyser fra aktive anlæg</i>	30
2.8.3 <i>Kemiske og bakteriologiske analyser fra nedlagte anlæg</i>	32
2.8.4 <i>Erfaringsværdier fra indløbskarakterisering af gråvand</i>	34
2.9 MIKROBIOLOGISKE UNDERSØGELSER AF GRÅVANDSANLÆG	34
<b>3 GENNEMGANG AF FORSØGSANLÆG</b>	<b>37</b>
3.1 FORMÅL	37
3.2 ANVENDT PROCEDURE FOR TEKNISK GENNEMGANG	37
3.3 TILSYNSRESULTATER FRA AKTIVE FORSØGSANLÆG	37
3.3.1 <i>Generelt</i>	37
3.3.2 <i>Hedehusene, Bofællesskabet Stationsvej</i>	38
3.3.3 <i>Folehaven, Vaskeri</i>	40
3.3.4 <i>Afd. 42 Virklund, Silkeborg Boligselskab</i>	43
3.3.5 <i>LEV-Huset, Bofællesskabet Pile Allé</i>	45
3.3.6 <i>Afd. 47 Virklund, Silkeborg Boligselskab</i>	47
3.3.7 <i>Nordhavmsgården, Foreningen Socialt Boligbyggeri</i>	50
3.3.8 <i>Vestbadet</i>	51
3.3.9 <i>Øvrige aktive anlæg</i>	53
3.4 GENNEMGANG AF RESULTATER FRA NEDLAGTE FORSØGSANLÆG	53
3.4.1 <i>Generelt</i>	53
3.4.2 <i>Baldersgade 20-22, København</i>	54
3.4.3 <i>Ryesgade 1 og Sankt Hans Gade 10, København</i>	55
3.5 SAMMENFATNING AF RESULTATER FRA FORSØGSANLÆG	56
3.5.1 <i>Anlægs- og procestekniske data</i>	57
3.5.2 <i>Driftstekniske data</i>	57

3.5.3	<i>Økonomiske nøgletal</i>	59
<b>4</b>	<b>SCREENINGSUNDERSØGELSE</b>	<b>61</b>
4.1	INDLEDNING	61
4.2	FORMÅL	61
4.3	UNDERSØGELSESPROGRAM	61
4.4	PRØVEUDTAGNINGSMETODE OG FREKVENS	62
4.5	ANALYSEPROGRAM	62
4.5.1	<i>Kemiske parametre</i>	62
4.5.2	<i>Mikrobiologiske parametre</i>	62
4.6	ANALYSERESULTATER	63
4.7	VURDERING AF ANLÆGGETS RENSNINGSEFFEKTIVITET OG AFLØBSKVALITET	64
4.7.1	<i>Vurdering af afløbskvalitet</i>	64
4.7.2	<i>Vurdering af rensningseffektivitet</i>	65
<b>5</b>	<b>KONKLUSION OG ANBEFALINGER</b>	<b>67</b>
5.1	KONKLUSIONER	67
	<i>Administrationspraksis</i>	67
	<i>Leverandører og rådgivere involveret i grävandsanlæg</i>	67
	<i>Teknisk gennemgang af etablerede forsøg med grävandsanlæg</i>	68
	<i>Rensningsresultater</i>	69
5.2	ANBEFALINGER	70
<b>6</b>	<b>REFERENCELISTE</b>	<b>73</b>

#### **BILAG:**

- Bilag A Tilsynsrapporter - Teknisk gennemgang
- Bilag B Fortegnelse over identificerede grävandsanlæg i Danmark
- Bilag C Sammenfatning af nøgletal for grävandsanlæg med genanvendelse til toiletskyl
- Bilag D Oversigt over nuværende myndighedspraksis
- Bilag E Analyserapporter, Virklund Afd. 47

# Forord

Denne rapport præsenterer resultaterne af projektet ” Vurdering af etablerede forsøg med opsamling, rensning og genanvendelse af gråvand til toiletskyl”, som er finansieret af Miljøstyrelsen i forbindelse med projekterne, der er igangsat under Aktionsplanens 4. tema: ”Håndtering af regnvand og gråt spildevand”.

Formålet med projektet har været at indsamle viden om og vurdere de forsøgsanlæg med genanvendelse af gråvand til toiletskyl, der er etableret i Danmark.

Projektet er gennemført af Per Overgaard Pedersen (Projektleder) og Thomas Bo Sørensen fra Carl Bo as, Ekspertisecenter Spildevand i perioden fra oktober 2001 til maj 2002.

Projektet har været fulgt af en styregruppe bestående af følgende personer:

- Line Wilchen Hollesen, Miljøstyrelsen
- Claus Vangsgård, Danske Vandværkers Forening
- Per Overgaard Pedersen, Carl Bro as

Der skal rettes en tak til Danmarks Tekniske Universitet for at stille oplysninger og specielt principdiagrammer over anlægsopbygninger til rådighed for nærværende projekt.



# Sammenfatning og konklusioner

## **Indledning og formål**

Nærværende projekt er udført i perioden fra oktober 2001 og frem til juni 2002, hvor der er gennemført en undersøgelse af de etablerede forsøg med opsamling, rensning og genanvendelse af gråt spildevand til toiletskyl gennemført i perioden 1991-2001.

Formålet med projektet har været at indsamle viden om og vurdere de danske forsøgsanlæg med genanvendelse af gråt spildevand til toiletskyl.

Projektet er finansieret af Miljøstyrelsen inden for rammerne af "Aktionsplan for byfornyelse og spildevandsrensning".

## **Registrerede og gennemgæede grävandsanlæg**

I perioden 1991-2001 er der etableret i alt 35 forsøg med opsamling, behandling og genanvendelse af gråt spildevand til toiletskyl, hvoraf 10 anlæg er udført med genanvendelse af grävand til toiletskyl.

Kun halvdelen af de etablerede anlæg er i funktion her i 2002, og der er registreret 7 aktive anlæg med genanvendelse af grävand til toiletskyl.

## **Administrationspraksis**

En rundspørge til større kommuner viste, at de kommunale forvaltninger har givet 9 dispensationer til etablering af forsøg med grävandsanlæg.

Generelt må det dog konkluderes, at kommunerne ikke har ensartede procedurer for behandling af dispensationsansøgninger, og at de adspurgte sagsbehandlere efterlyste vejledninger og / eller tekniske anvisninger på, hvilke krav der skal stilles til grävandsanlæg.

I Københavns Kommune har man en praksis for behandling af ansøgninger, og der føres rutinemæssig tilsyn med forsøgsanlæggene.

## **Hovedresultater fra den teknisk gennemgang af forsøgsanlæggene**

Generelt må det konkluderes, at der er etableret en række forskellige forsøgsanlæg, som har haft karakter af prototypeanlæg, som er skræddersyet til den pågældende lokalitet. Enkelte leverandører har forsøgt at udvikle et "standardanlæg" med henblik på en evt. senere typegodkendelse.

En del af de firmaer, som startede udviklingen af grävandsanlæg for 5-8 år siden, har i dag standset deres aktivitet.

Baseret på den tekniske gennemgang af 7 aktive anlæg kan den driftsmæssige status sammenfattes som følger:

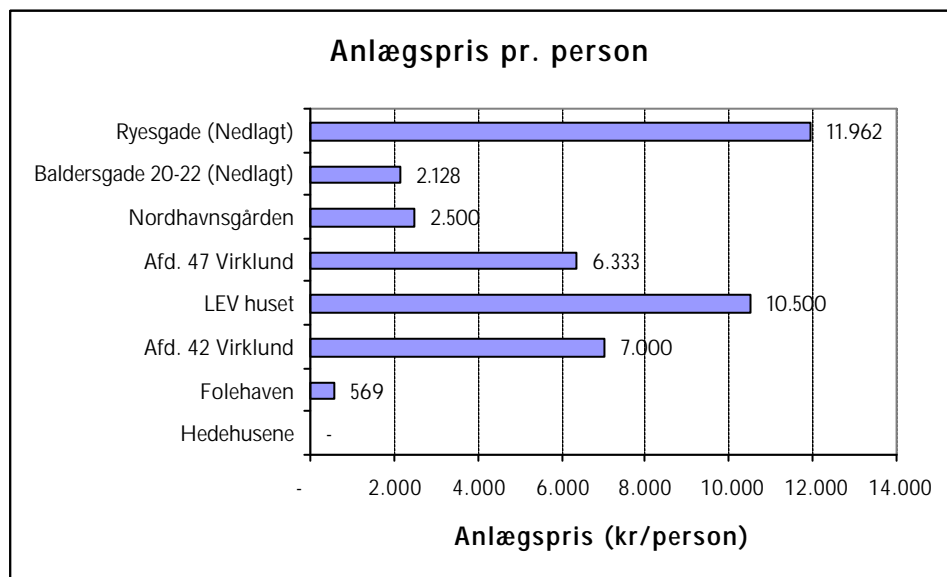
- Fejlkoblinger af spædevandstilførsel blev konstateret på to anlæg.
- Ingen anlæg har kørt uden driftsmæssige problemer, som dog har varieret noget i omfang og karakter fra anlæg til anlæg. Typiske problemer har været tilstopning af komponenter pga. dårlig slamudskillelse. Lækage og oversvømmelser. Svigt af pumper og ventiler.



- Manglende eller uregelmæssig frekvens på udskiftning af UV-lampe blev konstateret på flere anlæg. I driftsvejledningerne var frekvensen for udskiftning ofte angivet til en gang hvert eller hvert andet år.
- Regelmæssig slamtømning (enten via bundventil til kloak eller med slamsuger) blev kun foretaget på få anlæg.
- Pasning af anlæggene foretages ofte af et personale, som ikke er uddannet til formålet og efter en driftsvejledning med sparsomme oplysninger.
- Logbog over anlæggets drift (med registreringer af vandforbrug) fandtes kun i yderst begrænset omfang.
- Omfanget af pasningen varierede fra en gang ugentligt og op til ½ mandår på det største anlæg. Det vurderes dog, at et dagligt tilsyn på 2-5 min. vil være nødvendigt for at sikre en stabil drift. Derudover skal der påregnes en pasning ca. 1-2 gange pr. måned, hvor der skal ske rensning af filtre og aflæsning af vandure. Praksis for tømning af slam varierer så meget, at der ikke kan angives en anbefalet tømningfrekvens.
- Ingen anlæg havde en fast serviceordning på anlægget, hvilket ofte skyldes, at firmaet, som etablerede anlægget, ikke eksisterer mere. Det vurderes, at 1-2 årlige serviceeftersyn vil være påkrævet for at opnå en stabil drift.
- Vandanalyser udførtes ikke som en del af den rutinemæssige kontrol af anlæggenes funktion.
- Prøveudtagnings- og vandanalyseprogrammer er kun gennemført på 4 aktive demonstrationsanlæg og 2 nedlagte anlæg.

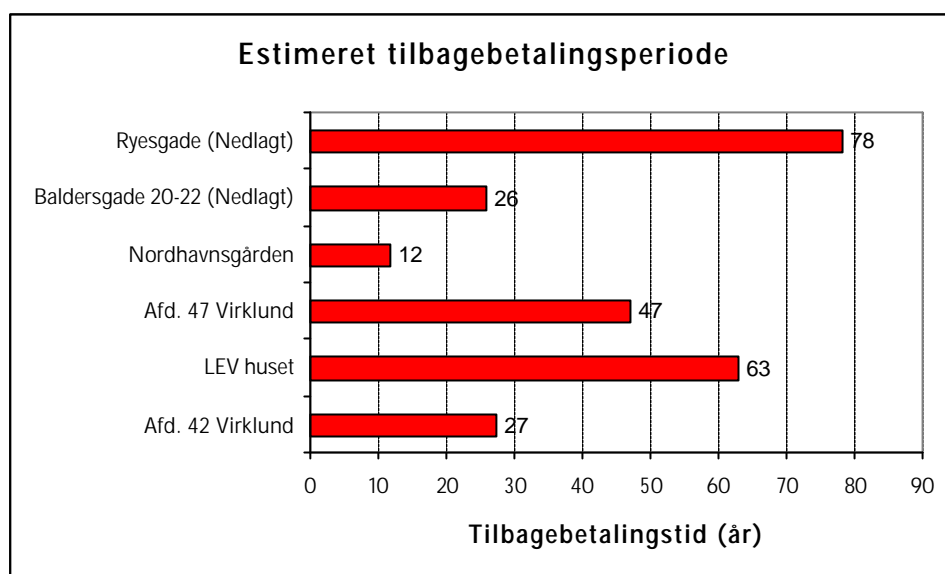
### Beregnete nøgletal for anlæg og drift af gravandsanlæg

Med henblik på en sammenligning af anlægsprisen på de etablerede forsøgsanlæg er der beregnet en anlægspris pr. person, som er tilsluttet anlægget. Af figur A fremgår resultaterne.



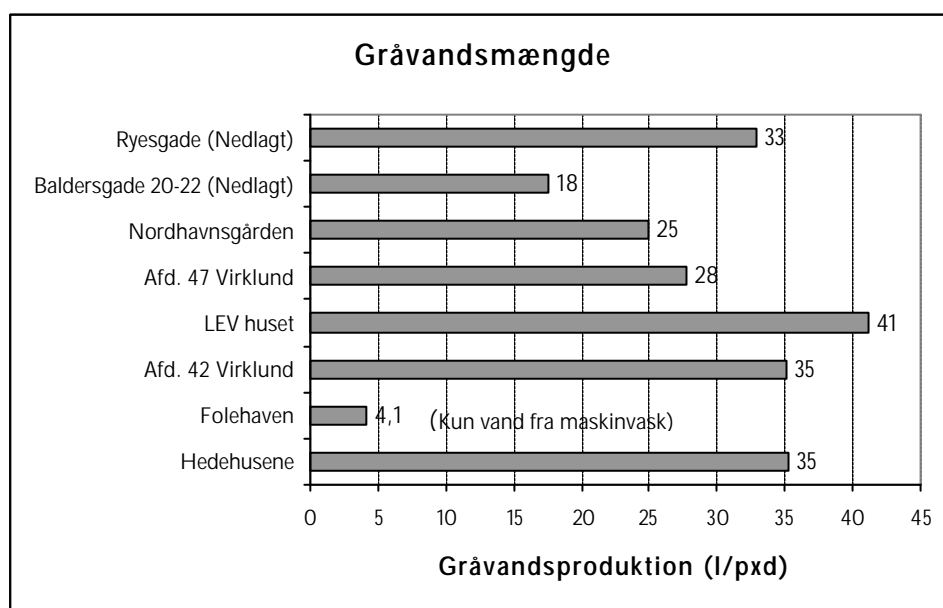
Figur A: Anlægspris pr. person tilsluttet anlægget

Derudover er der gennemført en beregning af tilbagebetalingstiden for de anlæg, hvor oplysninger om anlægspris, vandbesparelse og driftsudgifter har været til rådighed. De estimerede tilbagebetalingsperioder fremgår af figur B.



Figur B: Beregnet tilbagebetalingstid

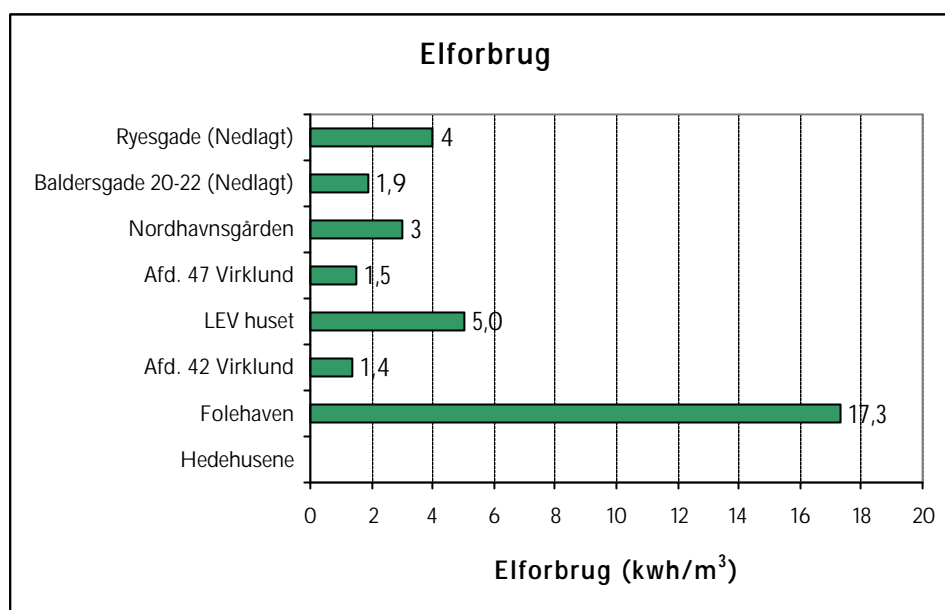
Figur C viser en sammenfatning af den producerede gråvandsmængde pr. person pr. døgn. Gennemsnittet kan beregnes til 31 l/pxd (ekskl. Folehaven, som kun genbruger vaskevand fra maskinvask i et fælles vaskeri). Dette kan sammenholdes med, at det gennemsnitlige forbrug til toiletskyl for en normal husstand i år 2000 var 35,4 l/pxd /9/.



Figur C: Beregnet gråvandsproduktion

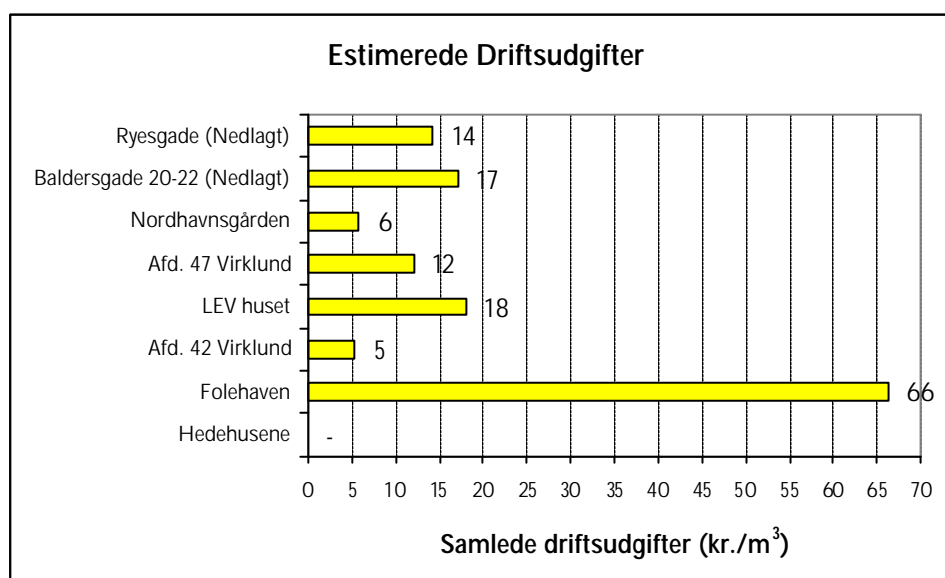
Der er foretaget en beregning af det gennemsnitlige elforbrug til behandling og distribution af 1 m<sup>3</sup> gråvand. Opmærksomheden skal henledes på, at elforbruget er estimeret og ikke målt, eftersom der ikke fandtes en bimåler, som særskilt opgør forbruget til gråvandskomponenter.

Figur D sammenfatter det estimerede elforbrug pr. m<sup>3</sup> behandlet gråvand.



Figur D: Estimeret elforbrug pr. m<sup>3</sup> spildevand

De samlede driftsomkostninger er estimeret på grundlag af oplysninger indsamlet ved gennemgangen af anlæggene. Resultaterne er sammenfattet på figur E.



Figur E: Estimeret driftsomkostning pr. m<sup>3</sup> gråvand

Det beregnede niveau på 5-66 kr./m<sup>3</sup> gråvand kan sammenlignes med, at driftsomkostningerne på 111 kommunale og private vandforsyningsanlæg i år 2000 /9/ er opgjort til gennemsnitligt 5,28 kr./m<sup>3</sup> med en variation på 1,46-18,08 kr./m<sup>3</sup>.

#### **Rensningseffektiviteten på gråvandsanlæg**

I forbindelse med projektet er der udført en screeningsundersøgelse af gråvandsanlægget på lokaliteten Virklund afd. 47, hvor der er gennemført et reduceret prøveudtagnings- og analyseprogram på tre dage i april 2002.

Analyseresultaterne viste følgende:

- Indløbsanalyser for de fysisk-kemiske og bakteriologiske parametre viser usædvanligt lave værdier sammenholdt med en karakteristisk sammensætning af gråvand.
- Forårsaget af det lave indløbsniveau giver det ingen mening at beregne anlæggets rensningseffektiviteter for de kemiske parametre. For de bakteriologiske indikatorparametre (kimal ved 22°C og 37°C samt Enterokokker) er reduktionen beregnet til 17-83%.
- Udløbet i cisternen kan ikke overholde kvalitetskravene til drikkevand hvad angår de mikrobiologiske parametre, og derudover kan turbiditetskravet ikke opfyldes ved to af de tre analyser.
- Årsagen til det forhøjede indhold af mikrobiologiske indikatorparametre på anlægget ved Afd. 47 Virklund tillægges hovedsageligt, at vandet ikke gennemgår en UV-behandling umiddelbart inden udpumpning til cisternen.

Ud over rensningsresultaterne fra Virklund afd. 47 er erfaringsgrundlaget i øjeblikket meget spinkelt. Resultaterne fra andre anlæg og undersøgelser er sammenfattet i nedenstående tabel F.

Tabel F: Rensningseffektivitet, Gråvandsanlæg

Analyseparametre	Anlæggets Rensningseffektivitet (Middel)				
	Genbrugsfabrikken, Århus "UV-bestråling"	Baldersgade 20-22	Virklund Afd. 47, Silkeborg	Mikrobiologiske undersøgelser af gråvandsanlæg /19/	
Mikrobiologiske:				Største værdi (1)	Mindste værdi (1)
Enterokokker	-	-	17-79%	99,9%	89%
Kimal ved 37°C	99,9%	99,9%	73-79%	-	-
Kimal ved 22°C	-	-	47-83%	99,9%	91%
Coliforme bakterier	>99%	97-99,9%	43%	-	-
Termotolerante coliforme bakterier	>99%	>99,9%	-	-	-
Kemiske:					
BOD	84%	92-94%	0-91%	-	-
COD	-	67-87%		90%	31%

Note: (1) Rensningseffektiviteten er baseret på opgivne "største" og "mindste" værdi for de 4 anlæg.

### Anbefalinger

- Såfremt gråvandsanlæg skal gøres permanente, og tilladelse til etablering og drift skal kunne udstedes af den ansvarlige myndighed, skal der udarbejdes tillæg og / eller ændringer i lovgivningen. Herunder skal Vandforsyningsloven ændres, således at der åbnes mulighed for at give tilladelse / dispensation til anvendelse af gråvand til toiletskyl.
- Der er behov for at vurdere, hvorvidt afledning af slam fra gråvandsanlæg og tilslutning af nødoverløb kan ske inden for rammerne af gældende betalingsvedtægter for kloakforsyningen og / eller tilslutningstilladelser til kommunal kloakforsyning.
- Der bør udarbejdes kvalitetskrav til gråvandets indhold af fysiske, kemiske og bakteriologiske parametre. Der kan evt. tages udgangspunkt i tilsvarende krav for gråvandsanlæg, som er udarbejdet i New Zealand.
- Der bør udarbejdes tekniske anvisninger til anlæggenes dimensionering, udførelse og drift i lighed med Rørcenter-anvisning 003 "Brug af regn-

vand til wc-skyl og vaskemaskiner i boliger". Der skal specielt fokuseres på den procestekniske dimensionering af anlæggene, hvor der bør udarbejdes generelle retningslinier for udformning og dimensionering.

- Der bør udarbejdes vejledende retningslinier for kommunernes behandling af ansøgninger om tilladelser til etablering af gråvandsanlæg og tilsyn med samme.
- Baseret på erfaringerne fra den tekniske gennemgang anbefales der fastsat krav til en lovpligtig serviceordning, hvor hvert anlæg skal gennemgå minimum et årligt servicecheck af en autoriseret VVS-installatør.

# Summary and conclusions

## **Introduction and Objectives**

The present project was carried out in the period from October 2001 to June 2002, presenting an evaluation of the full-scale tests completed, focussing on collection, treatment and reuse of grey wastewater for toilet flushing carried out in the period 1991-2001.

The objective of the project was to collect information about and assess the Danish pilot plants in full-scale for reuse of grey wastewater for toilet flushing.

The project is financed by the Danish Environmental Protection Agency within the framework of "Aktionsplan for byfornyelse og spildevandsrensning" (Action plan for urban renewal and wastewater treatment).

## **Greywater Treatment Systems in Denmark**

In the period 1991-2001 a total of 35 full-scale tests with collection, treatment and reuse of grey wastewater were carried out; of these, 10 treatment systems were established with reuse of greywater for toilet flushing.

Only half of the established treatment systems is in operation in 2002, and seven active treatment systems with reuse of greywater for toilet flushing are registered.

## **Administration Practice in Denmark**

An opinion poll among large Danish municipalities shows that the municipal administrations have granted nine exemptions for establishment of tests with greywater treatment systems.

However, generally it may be concluded that the procedures for consideration of exemption applications used by the municipalities differ. Furthermore, the polled attendants called for instructions and / or technical directions specifying the requirements to be met in respect of greywater treatment systems.

In the Municipality of Copenhagen a practice for consideration of applications is applied, and routine inspections are performed at the pilot plants.

## **Main Findings from Technical Evaluation**

Generally, it may be concluded that a number of different pilot plants have been established. The character of the pilot plants is a prototype plant tailored for the location in question. A few suppliers have tried to develop a "standard plant" with a view to obtaining a certification.

Quite a few of the companies, who started the development of greywater treatment systems five to eight years ago, have now stopped this activity.

Based on the technical inspection of the seven active treatment systems the operational status may be summarised as follows:

- Faulty connection of water (drinking water) was registered at two treatment systems.
- No treatment systems have been operating without operational problems, though, the extent and character have varied from system to system. Typical problems have been clogging of components due to poor sludge separation. Leakages, flooding and failure of pumps and valves were observed during the inspections.
- Lack of or irregular frequency for exchange of UV-lamp was registered at several treatment systems. In the operating instructions the frequency for exchange was often stated to be once every year or once every second year.
- Routine sludge removal (either via a bottom valve to the sewer system or by a sludge exhauster) was only performed at a few treatment systems.
- Often the staff operating the treatment system was not skilled for such work. Besides, the operating instructions only contained scanty information.
- A record book describing the operation of the treatment system (including registrations of water consumption) was only available at a few systems.
- The frequency of the regular control and maintenance varied from once or twice every week. At the largest treatment system, six months per year was used for operation and maintenance. However, it is assessed that a daily inspection of 2-5 min. will be necessary in order to secure stable operation of the system. Besides, cleaning of filters and reading of water meters should take place approx. one or two times per month. The procedure for emptying of sludge varies to such extent that a frequency for emptying cannot be recommended.
- No treatment systems had a regular service contract with the company that established the system. It is assessed that one or two annual service inspections will be required in order to secure stable operation of the treatment system.
- The routine control of the operation of the treatment systems did not include water analyses.
- The sampling and water analysis programme has only been applied at four active demonstration systems and at two treatment systems, which had been closed down.

### **Key Plant Data, Investment and Operation**

The investment cost per person connected to the treatment system has been estimated for the established pilot plants. Figure A illustrates the results of this comparison.

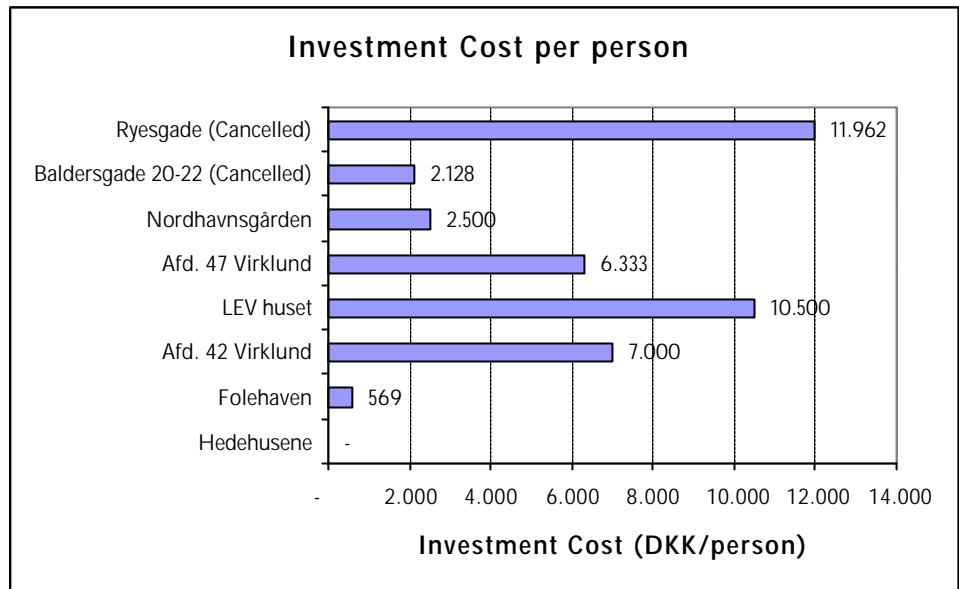


Figure A: Investment Unit Costs

Furthermore, the payback time has been estimated for the treatment systems for which information about investment costs, water savings and operating costs were available. The estimated payback time periods appear from figure B.

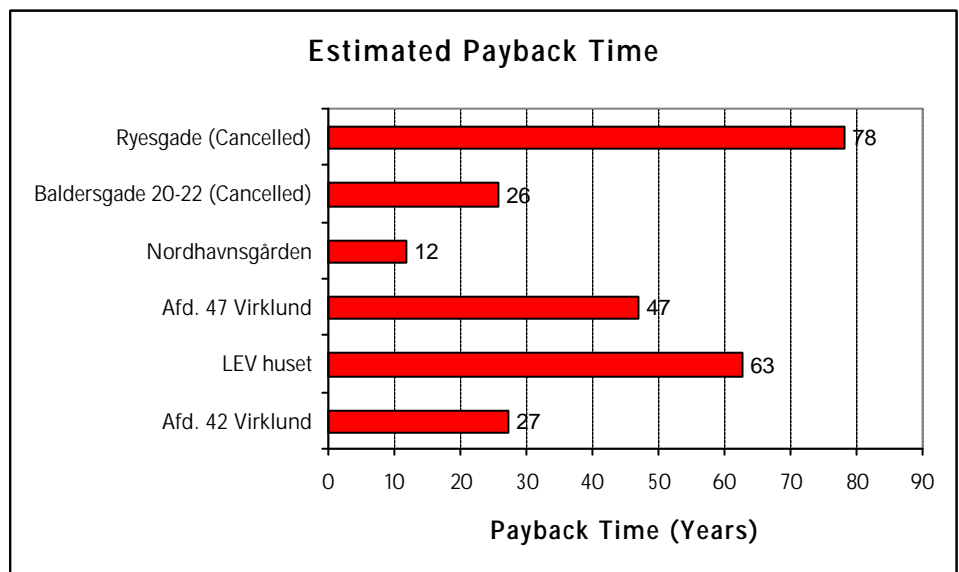


Figure B: Payback Period

Figure C gives a summary of the produced greywater quantity per person per day. The average is estimated at 31 l/p×d (except for Folehaven, which only reuses wash water from washing machines at a common laundry). By comparison, the average consumption for toilet flushing for a normal household was 35.4 l/p×d in the year of 2000.



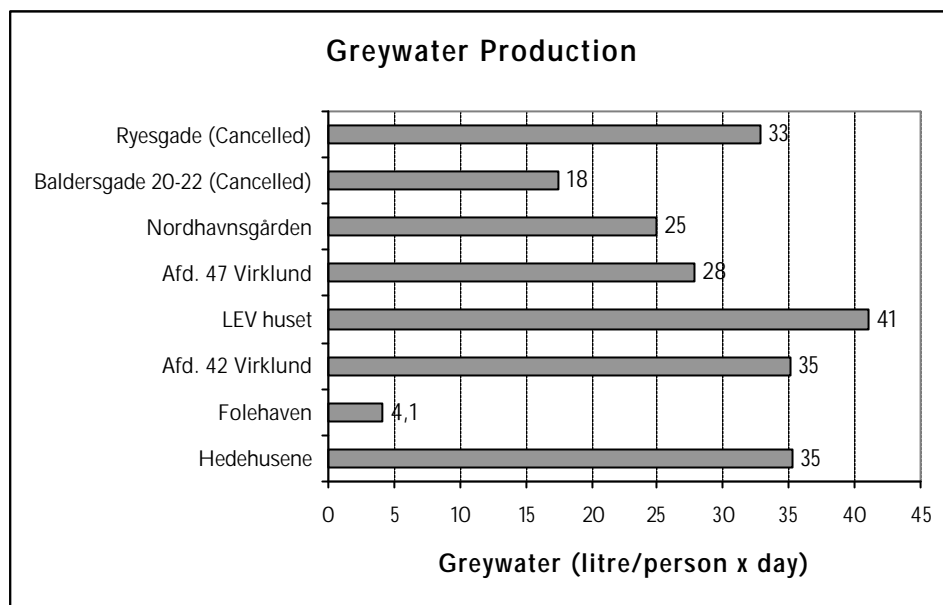


Figure C: Greywater Production

The average power consumption for treatment and distribution of 1 m<sup>3</sup> of greywater was estimated. It should, however, be noted that the power consumption has been estimated and not measured, as no secondary kilowatt meter was available for separate registration of the consumption for greywater components.

Figure D summarises the estimated power consumption per m<sup>3</sup> of treated greywater.

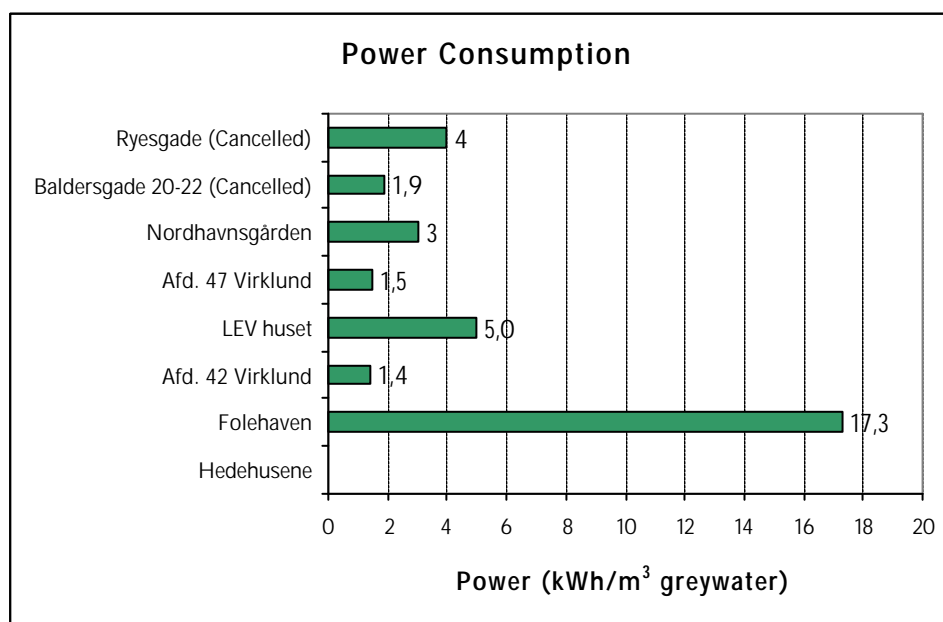


Figure D: Power Consumption per m<sup>3</sup> of Greywater

The total operating costs were estimated on the basis of information collected at the inspection of the treatment systems. The results are represented in figure E below.

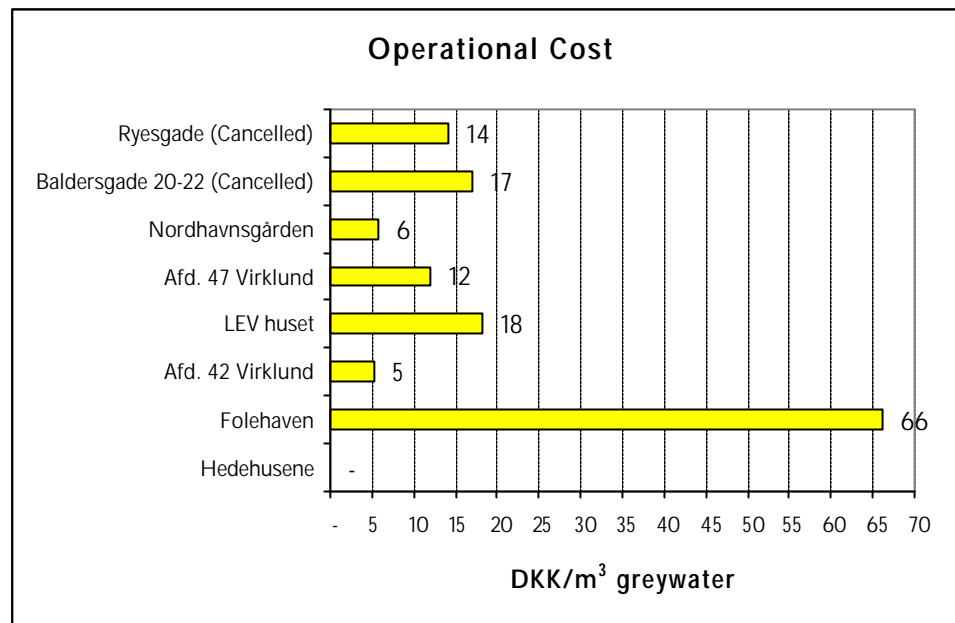


Figure E: Operational Costs per m<sup>3</sup> of Greywater

The estimated level of DKK 5-66 per m<sup>3</sup> of greywater may be compared with the fact that in the year 2000 /9/ the operating costs at 111 municipal and private water supply plants were estimated at an average of DKK 5.28 per m<sup>3</sup> with a variation of DKK 1.46 - 18.08 per m<sup>3</sup>.

#### Purification Efficiency of Greywater Treatment Systems

As part of the project a screening of the greywater treatment system at the location Virklund, afd. 47, was conducted. At this location a reduced sampling and analysis programme was implemented in the course of three days in the month of April 2002.

The analysis results demonstrated the following:

- The inlet analyses of the physical-chemical and bacteriological parameters demonstrated exceptionally low values compared to a characteristic composition of greywater.
- Due to the low inlet level it makes no sense to estimate the purification efficiencies of the chemical parameters of the system. As to the bacteriological indicator parameters (bacterial count - growth at 22°C and 37°C - as well as Enterococci) the reduction was estimated at 17-83%.
- The outlet from the cisterns does not meet the Danish quality requirements for drinking water with respect to the microbiological parameters, and, furthermore, three of the analyses do not meet the requirement for turbidity.
- The reason for the increased content of microbiological indicator parameters at the treatment system at the location Virklund, afd. 47 mainly is that the water does not undergo a UV treatment right before pumping into the cistern.

Beyond the treatment results from Virklund, afd. 47, the experience base is modest at present. The results from other full-scale plants and tests are illustrated in table F below.

Figure F: Purification Efficiency

Parameter	Plant Purification Efficiency (Average)				
	Genbrugsfabrikken, Århus "UV-radiation"	Baldersgade 20-22	Virklund Afd. 47, Silkeborg	Microbiological Evaluation of Greywater Treatment Systems /19/	
Microbiological parameters:				Max. Value (1)	Min. Value (1)
Enterococci	-	-	17-79%	99,9%	89%
Bacterial count (growth at 37°C)	99,9%	99,9%	73-79%	-	-
Bacterial count (growth at 22°C)	-	-	47-83%	99,9%	91%
Coliform bacteria	>99%	97-99,9%	43%	-	-
Termotolerant coliform bacteria	>99%	>99,9%	-	-	-
Chemical parameters:					
BOD	84%	92-94%	0-91%	-	-
COD	-	67-87%		90%	31%

Note: (1) The efficiency is based on "Max. Value" and "Min. Value" for a total of four plants

### **Recommendations**

- If the greywater treatment systems are to be made permanent and it is to be possible for the responsible authorities to grant permission to establish and operate these systems, amendments to the current acts will have to be made. Consequently, the Act on Water Supply will have to be amended, making it possible to grant permission / exemption for use of greywater for toilet flushing.
- It will have to be assessed whether sludge from the greywater treatment systems may be discharged and whether the emergency overflow may be connected within the framework of the current payment regulations for the public utilities and /or permission to be connected to the municipal sewage system.
- Quality requirements for the content of physical, chemical and bacteriological parameters of the greywater should be established. The drawing up of these quality requirements may be based on the similar requirements for greywater treatment systems prepared in New Zealand.
- Technical directions for the dimensioning, realisation and operation of the treatment systems should be drawn up in conformity with Direction No. 003 “Use of Storm Water for Toilet Flushing and Washing Machines in Houses” laid down by the Danish Technological Institute. Special focus should be given to the process-technical dimensioning of the treatment systems and, thus, general guidelines for design and dimensioning should be prepared.
- Guidelines should be drawn up for the municipalities’ consideration of applications for permission to establish greywater treatment systems, including routine monitoring and control.
- Based on the experiences from the technical inspections it is recommended that requirements for a statutory service arrangement are determined, implying that an authorised plumber is to perform a service check of each treatment system at least once every year.



# 1 Indledning

## 1.1 Baggrund

I 1997 indgik den daværende regering en 4-årig aftale om at afsætte midler til en Aktionsplan for fremme af økologisk byfornyelse og spildevandsrensning. I 2000 blev ordningen forlænget i 4 år. I forbindelse med finanslov 2002 blev det besluttet at stoppe bevillingen af midler til gennemførelse af aktionsplanen.

”Aktionsplanen for byfornyelse og spildevandsrensning” blev oprindeligt ind-delt i følgende temaer:

- Tema 1: Økologisk håndtering af spildevand i det åbne land
- Tema 2: Økologiske byggematerialer og konstruktioner
- Tema 3: Næringsstoffer fra til land
- Tema 4: Håndtering af sekundavand

Nærværende projekt er opstartet, før det blev besluttet at nedlægge ”Aktionsplanpuljen” og er gennemført som oprindeligt planlagt. Dog er analyseprogrammet reduceret væsentligt i omfang i forhold til det, der ville være optimalt for gennemførelse af en screeningsundersøgelse.

I perioden fra 1997 og frem til 2001 er der gennemført en række demonstrationsprojekter og fuldskalaforsøg for at afklare, hvordan anlæggene virker i praksis. I henhold til den sammenfattende beskrivelse på Miljøstyrelsens hjemmeside er der under tema 4 gennemført 10 projekter.

Nærværende projekt har bestået i en verificering af den nuværende status (nedlagt eller aktivt) af grävandsanlæg, der blev identificeret i ”Identifikation af grävandsanlæg” /3/ og i en supplerende kontakt til større kommuner og leverandører af grävandsanlæg.

Der er fokuseret på anlæg, der har *genbrug af grävand til toiletskyl* som det primære formål. Anlæg med genanvendelse af regnvand er ikke medtaget i projektet.

Der er foretaget en teknisk gennemgang af 7 aktive grävandsanlæg med genanvendelse af grävand til toiletskyl.

På en udvalgt lokalitet er der gennemført et reduceret prøveudtagnings- og analyseprogram i indløb og afløb fra grävandsanlæggenes behandlingsdel til karakterisering af anlæggets renseeffektivitet.

## 1.2 Formål

Formålet med dette projekt har været at indsamle viden om og vurdere de forsøgsanlæg med genanvendelse af grävand til toiletskyl, der findes i Danmark.

Resultaterne fra nærværende projekt skal indgå i en samlet vurdering af, om der vil være mulighed for at åbne op for andre anvendelser af grävand end til toiletskyl.

### 1.3 Rapportens opbygning

Rapportens *kapitel 2* indeholder en sammenstilling af de basisoplysninger, som er indsamlet på de forsøgsanlæg, der er etableret i Danmark.

Rapportens *kapitel 3* sammenfatter resultaterne af den tekniske gennemgang, som er udført på 7 aktive anlæg med genanvendelse af grävand til toiletskyl. Der er lagt vægt på en sammenfatning af nøgledata om anlæggenes kapaciteter, opbygning og drift. Der er derudover medtaget tidligere resultater fra to nedlagte anlæg.

Rapportens *kapitel 4* sammenfatter resultaterne af en screeningsundersøgelse, som er gennemført på lokaliteten, *Virklund Afd. 47* i Silkeborg. Screeningsundersøgelsen omfatter et prøveudtagnings- og analyseprogram på 6 prøver (3 indløbsanalyser og 3 afløbsanalyser).

Rapportens afsluttes i *kapitel 5* med en konklusion baseret på nærværende undersøgelse. Baseret på videnindsamlingen gives der dernæst en række konkrete anbefalinger til, hvilke forhold man skal være opmærksom på ved anlæggelse og drift af grävandsanlæg.

Afslutningsvist er der angivet en række forhold, som opmærksomheden skal henledes på, såfremt der skal udarbejdes regler for permanent etablering og drift af grävandsanlæg.

## 2 Sammenstilling af informationer om forsøg med grävandsanlæg

### 2.1 indledning

Dette projekt bygger i stor udstrækning på identifikation af etablerede forsøgsanlæg med grävandsinstallationer, som blev gennemført af Danmarks Tekniske Universitet i projektet "Identifikation af grävandsanlæg" /3/.

Oplysninger om de etablerede forsøg med grävandsanlæg er primært hentet fra ovenstående projekt og efterfølgende suppleret med oplysninger fra følgende databaser:

- Miljøstyrelsens hjemmeside ([www.mst.dk/projektresultater](http://www.mst.dk/projektresultater), [www.mst.dk/vand](http://www.mst.dk/vand) og [www.mst.dk/fagomr](http://www.mst.dk/fagomr))
- Dansk Center for Byøkologi ([www.danskbyokologi.dk](http://www.danskbyokologi.dk))
- By- og boligministeriets database ([www.bm.dk/publikationer](http://www.bm.dk/publikationer))
- Landsforeningen af Økosamfund ([www.ecovillages.org/denmark](http://www.ecovillages.org/denmark))

I nærværende projekt er der herudover foretaget en telefonisk kontakt til 39 af landets 220 kommuner samt potentielle leverandører af grävandsanlæg med henblik på at identificere supplerende anlæg.

Som en del af aktionsplanen er der ydet tilskud til følgende demonstrationsprojekter og fuldskalaforsøg med grävandsanlæg:

- Demonstrationsprojekt i fuldskala for rensning af gråt spildevand fra Beboerforeningen, BO-90
- Grävands- og separationstoilet (Transform Aps)
- Genanvendelse af gråt spildevand på campingpladser (Gals Klint Camping)
- Etablering og drift af anlæg til opsamling, rensning og genanvendelse af grävand til toiletskyl og maskinvask af tøj (Nordhavnsgården)

Ud over ovennævnte projekter er der gennemført en række udredningsprojekter finansieret inden for Aktionsplanens rammer. Disse projekter omtales ikke nærmere her, og der henvises til referencelisten, hvoraf afrapporterede projekter fremgår.

I det følgende afsnit er de registrerede basisoplysninger for hvert af de identificerede grävandsanlæg sammenfattet.

Kapitel 3 sammenfatter resultaterne af de gennemførte undersøgelser af et aktivt grävandsanlæg med genanvendelse af grävand til toiletskyl.



## 2.2 Lovgivningsmæssige krav

Der findes i dag ingen lovgivning (love, bekendtgørelser og normer), som regulerer etableringen af permanente anlæg eller forsøg med anvendelse af grävand til toiletskyl.

Der kan dog henvises til Bekendtgørelse nr. 871 om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg, hvor der i §18 stk. 4 og §19 er nævnt, at dispensationer ikke kan gives, uden at embedslægen har været inddraget.

Der findes ingen kvalitetskrav til grävandets indhold af fysiske, kemiske og bakteriologiske parametre.

## 2.3 Myndighedspraksis

De etablerede forsøg med genanvendelse af grävand må betragtes som midlertidige forsøgsanlæg, som enten er etableret helt uden godkendelser eller med dispensationer fra gældende lovgivning på vandforsyningsområdet.

Den nuværende praksis hos de kommunale forvaltninger er under nærværende projekt undersøgt ved et telefoninterview af ansvarlige teknikere fra 40 kommunale forvaltninger.

Resultaterne findes i bilag D og er sammenfattet i nedenstående tabel, som viser en oversigt over, hvilke kommuner der har behandlet ansøgninger om tilladelse til etablering af forsøg med grävandsanlæg.

Tabel 1: Oversigt over nuværende myndighedspraksis i primærkommuner

Kommune	Dispensationer	Regler/administrationspraksis
Kolding	2	Nej
København	Flere	(Ja)
Ry	3	Nej
Svaneke		Nej
Aalborg	2-4	Nej
Øvrige	Ingen	Nej
<b>Total</b>	<b>7-9</b>	-

Som det fremgår af tabellen, er det kun et meget lille antal forsøgsanlæg (9 ud af i alt 35 anlæg), der har fået dispensationer fra kommunerne.

En del forsøg er formentlig igangsat uden en egentlig dispensation fra kommunens miljømyndighed. Det kan dog ikke udelukkes, at sagen kan være behandlet i forbindelse med en evt. ansøgning om byggetilladelse.

Generelt har kommunerne dog tilkendegivet, at hver ansøgning bliver taget op til særskilt vurdering.

Generelt efterlyses anvisninger og normer for, hvordan sådanne ansøgninger skal behandles.

### 2.3.1 Administrationspraksis i Københavns Kommune

I Københavns kommune (Københavns Energi, Vandinstallation) /8/ har man siden 1995 behandlet flere ansøgninger om dispensation til etablering af forsøgsanlæg. Kommunen er den eneste, som har udviklet en egentlig praksis, som kan beskrives som følger:

- Vandforsyningen foretager sagsbehandling hvad angår spædevandstilførelse og nødforsyningsarrangementer
- Ledningsdimensionering, pumpekapacitet, beholderrumfang og brugen af gråvand anses for at være en "afløbssag" og behandles af "Afløbskontoret".
- Kopi af projektbesvarelsen / installationstilladelse sendes til Miljøkontrollen og Stadsingeniørens direktorat, Afløbskontoret.

Ovennævnte praksis blev fastlagt i marts 1996 med deltagelse af repræsentanter fra Vandforsyningen, Spildevandskontoret og Magistratens 4. og 5. Sekretariat i Københavns Kommune samt Embedslægen, Sundhedsstyrelsen, Miljøstyrelsen og Bygge- & Boligstyrelsen.

Der føres tilsyn med alle etablerede anlæg mindst en gang årligt.

Københavns Energi, Vandinstallationer inddrager Embedslægeinstitutionen og Miljøstyrelsen i de sundhedsmæssige aspekter og diverse krav til vandanalyser i den periode, som dispensationen omfatter.

### 2.3.2 Udenlandske kvalitetskrav til gråvand

Der er gennemført en overordnet gennemgang af udenlandsk litteratur vedrørende gråvandsanlæg. Der er ikke fundet mange referencer til egentlige kvalitetskrav til rensning af gråt spildevand. Der er refereret vejledende kvalitetskrav gældende i New Zealand og Berlin. Disse er angivet nedenfor:

	<u>New Zealand /20/</u>	<u>Berlin /5/</u> Vejledende (Højest tilladelig)
Fækal Coliforme bakterier	< 1 CFU/100 ml	
Coliforme bakterier	< 10 CFU/100 ml	50 (10.000) CFU/100 ml
Termotolerante bakterier	-	100 (2.000) CFU/100 ml
Virus	< 2 CFU/50 l	
Parasitter	< 1 CFU/50 l	
Turbiditet	< 2 NTU	
pH	6,5 - 8,5	
Farve	< 15 TCU	
Frit klor	< 0,05 mg/l	

### 2.4 Projektering og udførelse af gråvandsanlæg

I perioden fra 1990 frem til 2001 er projekteret og udført en række forsøgsanlæg. I nedenstående tabel er der vist en oversigt over, hvilke firmaer og institutioner der har været involveret i de konkrete forsøgsprojekter.

Tabel 2: Oversigt over danske firmaer og institutioner involveret i gråvandsanlæg

Firma	Adresse	Rådgivning og/eller projektering	Leverandør	Bemærkning
Transform, Dansk Rodzoneteknik	Borgergade 6, 1 sal 1300 København	Ja	Ja	Demonstrationsanlæg
EBO-consult	Hvidovrevej 137 2650 Hvidovre	Ja	?	Anlæg til vaskerier
AquaSafe	Skt. Pauls Kirkeplads 9B 8000 Århus	Ja	Ja	Nedlagt
Unicon Aqua	Køgevej 172 4000 Roskilde	Ja	Ja	Produkt udgået
PlanEnergi	Vestergade 48H 8000 Århus C	Ja	Nej	Aktivitet nedlagt
AEC	Gl. Kongevej 131 1850 Frederiksberg	Ja	Ja	Demonstrationsanlæg
HOH Vand og Miljø A/S	Geminivej 24, 2670 Greve	Ja	Ja	Delkomponenter
Arkitekt Jesper Holm, I/S arkitekt-teqnestuen	Landsbygaden 58 Sengeløse, 2630 Taastrup	Ja	Nej	
Dan Technic A/S	Roskildevej 328 2630 Taastrup	Nej	Ja	Nedlagt
Moe & Brødsgaard	Tørringvej 7 2610 Rødovre	Ja	Nej	Demonstrationsanlæg
DTU Danmarks Tekniske Universitet	Anker Engelundsvej 1 Bygning 101A 2800 Kgs. Lyngby	Ja	Nej	Demonstrationsanlæg
PH - Consult	Ordruphøjvej 4 DK-2920 Charlottenlund	Ja	Nej	
Rambøll	-	Ja	Nej	Demonstrationsanlæg, campingplads
Carl Bro as	Granskoven 8 2600 Glostrup	Ja	Nej	Demonstrationsanlæg

Telefoninterview med udvalgte firmaer viste, at der ikke endnu er udviklet et typeanlæg til behandling, opbevaring og genanvendelse af gråt spildevand. Ovennævnte firmaer har været involveret i et eller flere af forsøgs- og demonstrationsprojekterne identificeret i nærværende projekt.

## 2.5 Oversigt over etablerede gråvandsanlæg

På basis af de kilder, der er nævnt i afsnit 2.1, er der opstillet en bruttoliste over lokaliteter i Danmark, hvor der enten er eller har været etableret anlæg til opsamling, rensning eller genanvendelse af gråvand.

Der er i første omgang indsamlet følgende basisoplysninger:

- Lokaltets navn
- Genbrugsformål
- Status (aktivt eller nedlagt)
- Størrelse
- Opstartsår
- By
- Reference
- Kontakt

I bilag B findes der en samlet oversigt over de registrerede anlæg. Dette er dog ikke ensbetydende med, at der kun er gennemført 35 forsøg med grävandsanlæg i Danmark men et udtryk for et antal, som er identificeret inden for rammerne af dette projekt.

Af bilaget fremgår det, at 19 anlæg blev etableret i perioden 1981-96, hvilket er før Aktionsplanens opstart.

I nedenstående tabel er vist en oversigt over antallet af anlæg fordelt på den nuværende status og anvendelsesformålet for grävandet.

Tabel 3: Oversigt over etablerede forsøgsanlæg med grävand

Anlæggets status	Genanvendelsesformål					
	Toiletskyl	Vask	Vanding	Intet	Andet	Total
Aktive anlæg	7	2	2	5	2 <sup>1</sup>	18
Nedlagte anlæg	2			2	8 <sup>2</sup>	12
Ikke i funktion	1				4 <sup>3</sup>	5
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>35</b>

Bemærkninger:

<sup>1</sup> Pilefordampning/Rodzoneanlæg

<sup>2</sup> Ikke angivet

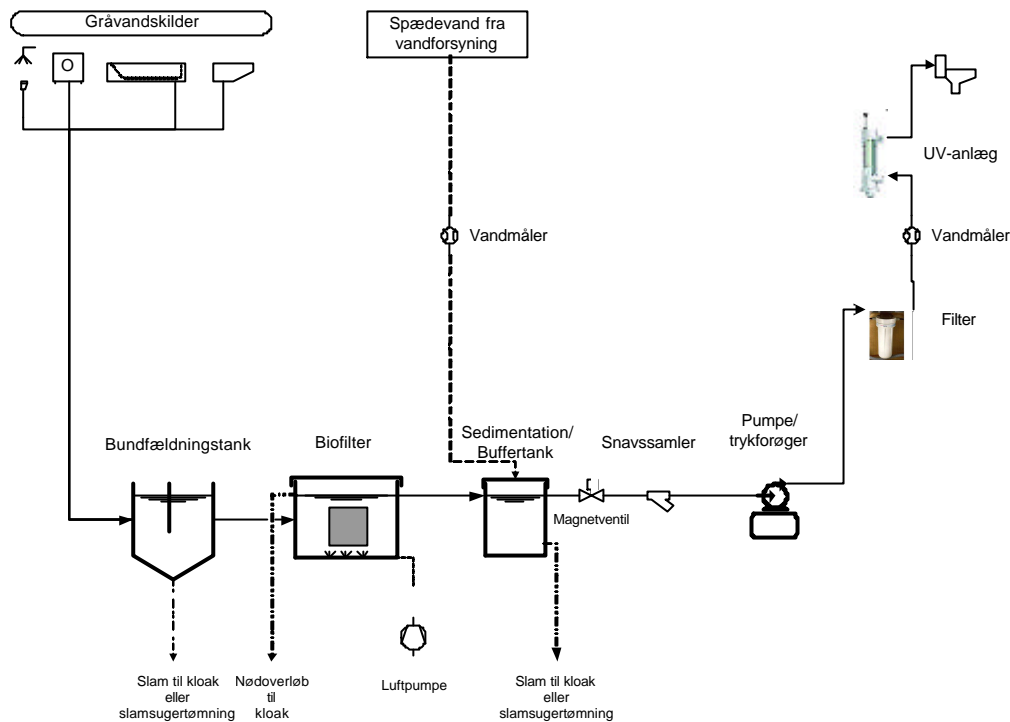
<sup>3</sup> Kun forberedt

Af tabellen fremgår det, at der kun findes 7 aktive anlæg med genanvendelse af grävand til toiletskyl, mens et anlæg er nedlagt, og et anlæg ikke er i funktion.

Nærværende projekt er afgrænset til alene at se på de 9 grävandsanlæg med toiletskyl, og de øvrige anlæg er ikke behandlet yderligere.

## 2.6 Principiel opbygning af grävandsanlæg

Nedenstående flowdiagram giver en oversigt over typiske enhedsprocesser, som er anvendt på de etablerede anlæg med genanvendelse af grävand til toiletskyl.



Figur 4: Principiel opbygning af gråvandsanlæg med genanvendelse til toiletskyl

Ovennævnte figur giver en oversigt over de hyppigt anvendte enhedsprocesser, idet nogle anlæg dog arbejder med en biologisk rensning, der er baseret på en mere ”grøn rensning” i form af følgende typer:

- Akvakultur og marskbaseret anlæg
- Pilefordampningsanlæg
- Rodzoneanlæg
- Biologisk sandfilteranlæg

Antallet af tanke og anlæggets opbygning er typisk tilpasset de aktuelle fysiske forhold og afpasset til anlæggets kapacitet.

## 2.7 Vandbesparelsespotentialer

Gråvandsanlæg, hvor der er etableret forsøg med genanvendelse af toiletskyl, repræsenteres af 5 lokaliteter, som kan karakteriseres som enten rækkehusbebyggelse eller etageejendomme, hvor der må antages at være et normalt vandforbrugsmønster.

To lokaliteter har et atypisk forbrugsmønster, idet Folehavens Vaskeri udelukkende genanvender maskinvaskevand, mens Vestbadet kun genanvender brusevand.

Med henblik på at sammenligne de aktuelt målte gråvandsproduktioner med forbrug til toiletskyl er der i tabellen vist en oversigt over det gennemsnitlige døgnforbrug og forbrugsfordelingen, jf. den seneste vandforsyningsstatistik 2000.

Tabel 5: Husholdningsforbrugets fordeling, 2000 /9/

Anvendelse	l/p*d	%
Personlig hygiejne	47,2	36
Toiletskyl	35,4	27
Tøjvask	17,0	13
Opvask/rengøring	13,1	10
Mad/drikke	9,2	7
Øvrigt	9,2	7
<b>Total</b>	<b>131,1</b>	<b>100</b>

Det gennemsnitlige forbrug til toiletskyl er i en normal husholdning således ca. 35 l/p\*d.

Gråvandet stammer sædvanligvis fra følgende kilder:

- Håndvaske, badefaciliteter
- Tøjvask

Normalt vil det samlede gråvandspotentiale således variere mellem 50-80 l/p\*d, såfremt det vurderes ud fra ovennævnte opgørelse.

Ovennævnte nøgletal kan sammenlignes med de registrerede enhedsforbrug på de gennemgåede anlæg.

## 2.8 Karakterisering af gråvandets sammensætning

### 2.8.1 Udseende

På nedenstående figur er der vist et eksempel på gråvandets udseende efter de tre typiske rensetrin på et anlæg med behandling af gråvand.

På det konkrete anlæg foreligger der ikke et foto af vandets udseende efter finfiltrering og UV-behandling.

Figur 6: Eksempel på gråvandets udseende ved forskellige behandlingsstrin



Note:

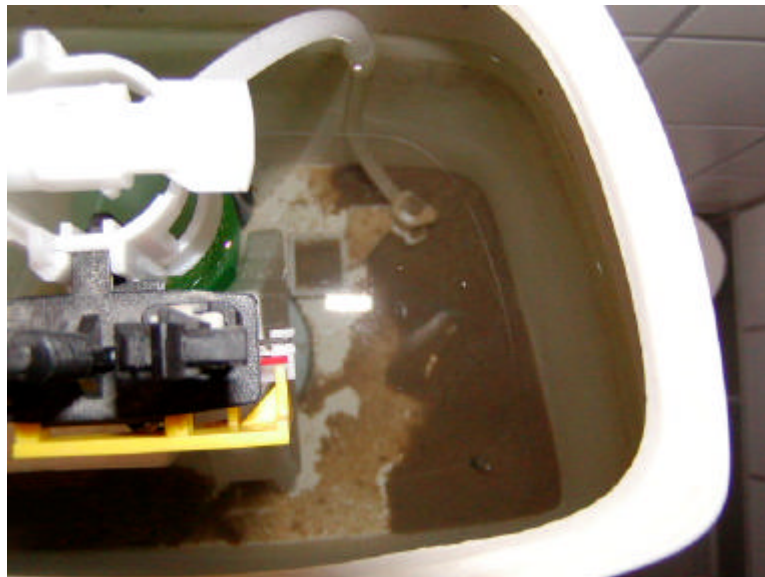
1 = Før behandling

2 = Efter mekanisk forhandling

3 = Efter biologisk behandling

Til sammenligning med ovennævnte er der vist et foto fra en cisterne, som viser et typisk billede af gråvandets udseende ved aftapningsstedet; dvs. efter finfiltrering og UV-behandling.

Figur 7: Eksempel på gråvandets udseende ved aftapningssted i cisterne



### 2.8.2 Kemiske og bakteriologiske analyser fra aktive anlæg

I nærværende projekt er der kun gennemført et reduceret analyseprogram omfattende tilløb og afløb fra et enkelt anlæg. Resultaterne behandles nærmere i kapitel 3.

Ved den tekniske gennemgang er det endvidere konstateret, at vandanalyser kun eksisterer i meget begrænset omfang på de etablerede forsøgsanlæg.

Erfaringsgrundlaget fra de aktive danske anlæg må siges at være yderst spinkelt, således har gennemgangen af de 7 identificerede anlæg vist, at der kun er gennemført egentlige analyseprogrammer på følgende anlæg:

- Nordhavnsgården
- BO-90
- Virklund afd. 47
- Folehaven
- Genbrugsfabrikken i Århus
- Hedehusene
- Ryesgade 1 og Sankt Hans Gade 10
- Baldersgade 20-22
- Overgaden Neden Vandet 5A, 5B

Måleprogrammet for de to første anlæg er finansieret inden for rammerne af Aktionsplanen. Resultaterne er ikke rapporteret i øjeblikket og kan ikke umiddelbart inddrages i nærværende projekt.

Måleprogrammet for de sidste fire anlæg er gennemført i 1998-99 i forbindelse med projektet "Boligernes Vandforbrug - Mikrobiologiske undersøgelser af regn- og grävandsanlæg" /19/. Resultaterne er sammenfattet i afsnit 2.9.

Resultaterne fra Virklund afd. 47 og Folehaven er sammenfattet i nedenstående tabel.

Tabel 8: Ind- og udløbsresultater fra Virklund Afd. 47 og Folehaven

Analyseparameter	Anlæg	Virklund afd. 47 (1)		Folehaven (2)	
		03.11.99		30.08.01	6.08.01
	Enhed	Indløb	Udløb	Udløb	Udløb
<b>Mikrobiologiske:</b>					
Enterokokker	CFU/ml			<1	<1
Clostridium perfringens	CFU/ml	34	10	-	-
Kimtal ved 37°C	CFU/ml	-	-	1	<1
Kimtal ved 21°C	CFU/ml	>50.000	11.000	<1	2
Coliforme bakterier	antal/100 ml	>16.000	9.200	<1	<1
Termotolerante coliforme bakterier	antal/100 ml	>16.000	9.200	-	-
<b>Fysisk-kemiske:</b>					
pH	-	7,17	7,99	8,8	8,8
Konduktivitet	mS/m	-	-	307	330
Suspenderet stof	mg/l	26	4,4	<5	<5
Turbiditet	FTU	-	-	0,23	0,36
BOD	mg/l	51	2	<2	<2
COD (Cr)	mg/l	140	13	<30	<30
Ilt	mg/l	-	-	95%	96%
Sulfid-S	mg/l	-	-	-	-
NVOC, <sup>(1)</sup>	mg/l	-	-	7,1	8,0
Nitrogen	mg/l	4,8	2,4	3,8	4,5
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /NH <sub>3</sub> -H	mg/l	1,9	<0,1	-	-
NO <sub>x</sub> -N	mg/l	1,1	1,7	-	-
Fosfor	mg/l	0,8	0,67	2,1	0,8
<b>Miljøfremmede stoffer:</b>					
LAS	µg/l	-	-	<5 (3)	
NPE	µg/l	-	-	<5 (3)	
PAH	µg/l	-	-	1,1 (3)	
DEHP	µg/l	-	-	<1 (3)	
<b>Tungmetaller:</b>					



Analyseparameter	Anlæg	Virklund afd. 47 (1)		Folehaven (2)	
		03.11.99		30.08.01	6.08.01
	Enhed	Indløb	Udløb	Udløb	Udløb
Kviksølv	µg/l	-	-	<0,2 (3)	
Bly	µg/l	-	-	<1 (3)	
Cadmium	µg/l	-	-	<0,2 (3)	
Nikkel	µg/l	-	-	9 (3)	
Krom	µg/l	-	-	<1 (3)	
Kobber	µg/l	-	-	17 (3)	
Zink	µg/l	-	-	18 (3)	
Jern	µg/l	-	-	<10 (3)	

Note:

- (1) Analyseresultater fra /3/
- (2) Analyseresultater fra /14/.
- (3) Foretaget på blandingsprøve fra 30.08.01 og 6.09.01
- (4) CFU = Colony Forming Units

### 2.8.3 Kemiske og bakteriologiske analyser fra nedlagte anlæg

Ud over ovennævnte analyser findes der i /15/ rapporteret bakteriologiske analyser fra to nu nedlagte forsøgsanlæg henholdsvis "Genbrugsfabrikken i Århus" og "Baldersgade 20-22", som blev afprøvet i perioden 1991-94.

Anlægget ved "Genbrugsfabrikken i Århus" kan sammenfattende karakteriseres som følger:

- Genanvendelse af badevand fra 5 stk. brusekabiner
- Gråvandsanlæg bestående af følgende rensetrin (etableret i 1991-92):
  - Mekanisk filter
  - Fordelerkar (400 l)
  - Biofilter (grusfilter)
  - Lagertank (600 l)
  - Pumpe med tryktank
  - Finfilter
  - Caribbean Clear (1. forsøg) og UV-anlæg (2. forsøg)

Forsøg 1 med "Caribbean Clear" er et desinfektionssystem, som anvendes i svømmebade. I enheden er anbragt to elektrisk ledede kobberelektroder med 7% sølv. Ved vandpassagen frigøres sølv- og kobberioner, som opblandes i gråvandet. Disse har hhv. en bakterie- og en algedræbende virkning /15/.

Der er gennemført "hygiejnemålinger" omfattende hovedsageligt bakteriologiske analyser på anlægget i 2 prøveudtagningsrunder til vurdering af de to forskellige efterbehandlinger (Caribbean Clear og UV-anlægget). Et uddrag af resultaterne er sammenfattet i nedenstående tabel.

Tabel 9: Vandanalyser fra forsøgsanlægget, Genbrugsfabrikken Århus

Analyseparameter	Anlæg	Carribbean Clear (1)		UV- bestråling (2)		Bemærkninger
		Dato	25.02 til 05.03.92		27-30.10.92	
	Enhed	Indløb	Udløb	Indløb	Udløb	
<b>Mikrobiologiske:</b>						
Kimtal ved 37°C	CFU/ml	4,1 x10 <sup>6</sup>	1,3 x10 <sup>6</sup>	6,3 x10 <sup>6</sup>	683	
Coliforme bakterier	CFU/100 ml	2.000	95	21.600	i.m.	
Termotolerante coliforme bakterier	CFU/100 ml	1179	38	1080	i.m.	
<b>Kemiske:</b>						
BOD	mg/l	57	10	91	15	

Note:

- (1) Analyseresultater fra /16/. gennemsnit af 4 prøver.
- (2) Analyseresultater fra /16/. gennemsnit af 4 prøver
- (3) CFU = Colony Forming Units

Anlægget ved "Baldersgade 20-22" kan sammenfattende karakteriseres som følger:

- Genanvendelse af badevand fra 18 værelser (18 personer) til toiletskyl på 7 fællestoiletter
- Kapacitet ca. 300 l/d (årlig grävandsmængde 68-115 m<sup>3</sup>)
- Grävandsanlæg bestående af følgende rensetrin (etableret i 1992):
  - Fordelerkar (400 l)
  - Biofilter med filtergrus (400 l)
  - Lagertank (600 l)
  - Pumpe med tryktank
  - Finfilter
  - Carbonfilter
  - UV-anlæg (2x8 watt)

Et uddrag af resultaterne er sammenfattet i nedenstående tabel.

Tabel 10: Vandanalyser fra forsøgsanlægget, Baldersgade 20-22

Analyseparameter	Dato	06.04.1994 (1)		11.05.1994 (1)		Bemærkninger
	Enhed	Indløb	Udløb (2)	Indløb	Udløb (2)	
<b>Mikrobiologiske:</b>						
Kimtal ved 37 °C	CFU/ml	0,91x10 <sup>6</sup>	570	7,0 x10 <sup>6</sup>	650	
Coliforme bakterier	CFU/100 ml	240	5	>16.000	1	
Termotolerante coliforme bakterier	CFU/100 ml	240	<1	>16.000	<1	
<b>Kemiske:</b>						
BOD	mg/l	26	2,1	32	<2	
COD	mg/l	63	21	74	10	

Note:

- (1) Analyseresultater fra /15/
- (2) Udløb målt i cisterne
- (3) CFU = Colony Forming Units

Rensningseffektiviteten på de to anlæg er beregnet på grundlag af ovennævnte analyser, som er sammenfattet i nedenstående tabel.

Tabel 11: Rensningseffektivitet, Genbrugsfabrikken og Baldersgade 20-22

Analyseparameter	Anlæggets Rensningseffektivitet (Middel)	
	Genbrugsfabrikken, Århus "UV-bestråling"	Baldersgade 20-22
<b>Mikrobiologiske:</b>		
Kimtal ved 37 °C	99,9%	99,9%
Coliforme bakterier	>99%	97-99,9%
Termotolerante coliforme bakterier	>99%	>99,9%
<b>Kemiske:</b>		
BOD	84%	92-94%
COD	-	67-87%

De beregnede rensningseffektiviteter på forsøgsanlæggene ligger rimelig stabilt og på et niveau, som forventes af biofilteranlæg med UV-bestråling.

#### 2.8.4 Erfaringsværdier fra indløbskarakterisering af gråvand

Med henblik på en sammenligning af analyserne af det ubehandlede grå spildevand med lignende erfaringsværdier er der i tabellen nedenfor valgt at gengive den summariske sammenstilling, som er foretaget i litteraturstudiet "Characteristics of grey wastewater" /5/.

Tabel 12: Karakteristika for ubehandlet gråt spildevand sammenlignet med #meget tyndt" og "Moderat" husspildevand

Parameter	Enhed	Gråt spildevand Ubehandlet (1)	Husspildevand "Meget tyndt" (2)	Husspildevand "Moderat" (2)
<b>Mikrobiologiske:</b>				
Enterokokker	CFU/ml	Ikke oplyst	Ikke oplyst	Ikke oplyst
Clostridium perfringens	CFU/ml	Ikke oplyst	Ikke oplyst	Ikke oplyst
Kimtal ved 37°C	CFU/ml	Ikke oplyst	Ikke oplyst	Ikke oplyst
Kimtal ved 21°C	CFU/ml		Ikke oplyst	Ikke oplyst
Coliforme bakterier	antal/100 ml	Ikke oplyst	Ikke oplyst	Ikke oplyst
Termotolerante coliforme bakterier	antal/100 ml	0,2x10 <sup>6</sup> -3,8x10 <sup>8</sup>	Ikke oplyst	Ikke oplyst
<b>Fysisk-kemiske:</b>				
BOD	mg/l	48-290	100	250
COD	mg/l	60-360	210	530
Total-P	mg/l	0,06-42	6	16
Total-N	mg/l	0,6-2	20	50
Ammonium	mg/l	0,1-2	12	30
<b>Tungmetaller:</b>				
Aluminium	mg/l	0,001-21	0,25	0,65
Cadmium	mg/l	0,01	0,001	0,002
Kobber	mg/l	0,05-0,27	0,03	0,07
Zink	mg/l	0,09-6,3	0,2	0,8

Note:

(1) Karakteristika gengivet fra /5/

(2) Karakteristika for typisk gennemsnitligt indhold i husspildevand baseret på "Spildevandsrensning, biologisk og kemisk", Mogens Henze m.fl.

En sammenligning af tilløbsanalyserne fra anlæggene ved Virklund afd. 47, Folehaven og Baldersgade 20-22 viser, at BOD- og COD-indholdet lavere end det angivne interval for gråt spildevand.

#### 2.9 Mikrobiologiske undersøgelser af gråvandsanlæg

I forbindelse med rapporten "Boligernes vandforbrug - Mikrobiologiske undersøgelser af regn- og gråvandsanlæg" udarbejdet for By- og Boligministeriet og Miljøstyrelsen af Institut for Miljø og Ressourcer, Danmarks Tekniske Uni-

versitet, 1999 /19/ har DTU undersøgt effektiviteten af den bakteriologiske reduktion på følgende grävandsanlæg:

- Hedehusene, Stationsvej 30
- Ryesgade 1 & Sankt Hans Gade 10
- Baldersgade 20-22
- Overgaden Neden Vandet 5A, B

I nedenstående tabel er resultaterne af denne undersøgelse sammenfattet, som de er gengivet i /19/.

Tabel 13: Effekt af behandlingen af grävand og sammenligning med referencetoiletter. Tabellen er gengivet fra /19/

Analysevariabel	Grävandsanlæg				Referencetoilet (1)	
	Før behandling	Efter behandling	Cisterne	Toiletskål	Cisterne	Toiletskål
<b>Kimtal v. 21° [x10<sup>3</sup> /mL]</b>						
Mindste værdi	11	<0,001	<1	0,4	<0,01	2,2
Største værdi	>2000	220	0,6	730	0,6	17
Antal positive fund	8	10	3	11	7	10
Antal undersøgte prøver	14	7	4	11	8	10
<b>E. coli pr. 100 mL</b>						
Mindste værdi	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Største værdi	24.000	600	<1	510.000	<1	610
Antal positive fund	6	3	0	11	0	5
Antal undersøgte prøver	14	14	7	14	8	10
<b>Enterokokker pr. 100 mL</b>						
Mindste værdi	9	<1	<1	<1	<1	<1
Største værdi	270.000	3.600	27	570.000	<1	8
Antal positive fund	14	5	2	10	0	7
Antal undersøgte prøver	14	14	7	14	8	10
<b>COD [mg O<sub>2</sub>/L]</b>						
Mindste værdi	13	12	9	14	<3	<3
Største værdi	240	27	23	130	11	16
Antal positive fund	-	-	-	-	-	-
Antal undersøgte prøver	14	14	5	7	8	10

Note:

- = ikke målt.

(1) Referencetoiletter omfatter målinger på 7 toiletter uden grävandsanvendelse i Odense.

Nedenstående vurdering af de bakteriologiske analyser er gengivet fra rapportens /19/ kapitel 5.3.

*"I 3 af grävandsanlæggene påvistes E. coli i samtlige 8 prøver fra toiletskålen, ofte i meget høje koncentrationer (op til 510.000/100 ml). I prøverne fra toiletskål fra disse 3 anlæg blev der derimod kun påvist enterokokker i 6 ud af de 10 prøver og i moderate koncentrationer (4 - 33.000/100 ml).*

*I de tilfælde, hvor der blev målt bakterier i det ubehandlede grävand, reducerede behandlingen i alle 14 runder bakterieantallet (Kimtal v. 21°C, E. coli og enterokokker). Ofte var niveauet på samme niveau eller lavere i prøver udtaget fra cisternen end i prøver udtaget umiddelbart efter behandlingen. Dette tyder på, at der ikke sker nogen væsentlig opvækst under transporten og opbevaringen i cisternen.*

Det er dog overraskende, at i 8 ud af 14 målinger var *E. coli* <1/100 ml før behandlingen.

Den mikrobiologiske kvalitet af vandværksforsynede referencetoiletter er overraskende høj. Der kunne kun påvises *E. coli* i 5 prøver og enterokokker i 7 af de 10 prøver, der blev udtaget fra toiletskålen, og de blev kun påvist i meget lave koncentrationer (< 8 *E. coli*/100 ml, undtagen en enkelt værdi på 610 *E. coli*/100 mL, og 8 enterokokker/100 ml). Det skal samtidigt bemærkes, at der hverken blev påvist *E. coli* eller enterokokker i disse toiletters cisterner, og at kimtallet bestemt v. 21°C var langt højere i toiletskålen end i cisternen, dvs. at disse bakterier blev tilført vandet ved brug af toiletterne, hvilket ligeledes vil ske ved anvendelsen af de grävandsforsynede toiletter.

I et anlæg (Ryesgade) påvistes ingen eller meget få *E. coli* i toiletskålen i de 4 runder, men enterokokker påvistes i alle 4 prøver i høje koncentrationer (61 - 570.000/100 ml).

Kimtallet bestemt v. 21°C (0,4 - 730 x10<sup>3</sup>/ml) var i 8 ud af 11 tilfælde højere i de grävandsforsynede toiletskåle end i nogen af referencetoiletterne (2,2 - 17 x10<sup>3</sup>/ml).

Den mikrobiologiske kvalitet af vandet i toiletskålen i grävandsanlæggene er således væsentligt ringere end i vandværksforsynede toiletter i hvert fald for 3 anlægs vedkommende, ringere end selv for toiletter på Odense banegård (referencetoilet). Desuden stiger antallet af indikatorbakterier fra prøverne udtaget "efter behandling" eller fra cisternen til toiletskålen. Dette kunne skyldes, at effekten af desinfektionen ophører."

## 3 Gennemgang af forsøgsanlæg

### 3.1 Formål

Gennemgangen af de aktive forsøgsanlæg er gennemført med henblik på at indsamle data til karakterisering af anlæggenes kapacitet, opbygning, dimensioner og de driftstekniske karakteristika.

### 3.2 Anvendt procedure for teknisk gennemgang

Der er gennemført en visuel kontrol og et interview af den driftsansvarlige på hvert af de identificerede anlæg.

Den visuelle kontrol har i hovedtræk omfattet følgende:

- Registrering af kapacitetsdata
- Anlægsdata og dimensioner
- Omfang af driftsproblemer
  - ◆ Tilslamning af tanke
  - ◆ Driftsproblemer med anlæggets komponenter
  - ◆ Slamtømningshyppighed
  - ◆ Mærkning af rør
  - ◆ Fejlkoblinger
  - ◆ Hydrauliske problemer
  - ◆ Lugtproblemer
  - ◆ Gråvandets udseende
- Gennemgang af driftsvejledning
- Gennemgang af evt. vandanalyser
- Registrering af vandforbrug og elforbrug

### 3.3 Tilsynsresultater fra aktive forsøgsanlæg

#### 3.3.1 Generelt

Den tekniske gennemgang på forsøgslokaliteter har omfattet følgende anlæg:

1. Hedehusene, Bofællesskabet Stationsvej
2. Folehaven, vaskeri
3. Afd. 42, Virklund
4. LEV-Huset, Bofællesskabet Pile Allé
5. Afd. 47, Virklund
6. Nordhavnsgården, Foreningen Socialt Boligbyggeri
7. Vestbadet

I forbindelse med tilsynet er der for hvert anlæg udarbejdet en "Tilsynsrapport - Teknisk gennemgang". Disse rapporter er medtaget i bilag A.

Hvor der er konstateret gravende fejl ved installationerne, er der sendt kopi af tilsynsrapporten til den driftsansvarlige eller kontaktpersonen på lokaliteten.

I det følgende er de væsentligste resultater fra den tekniske gennemgang for hvert anlæg sammenfattet.

Derudover er der i afsnit 3.4 medtaget projektresultater fra to nedlagte anlæg



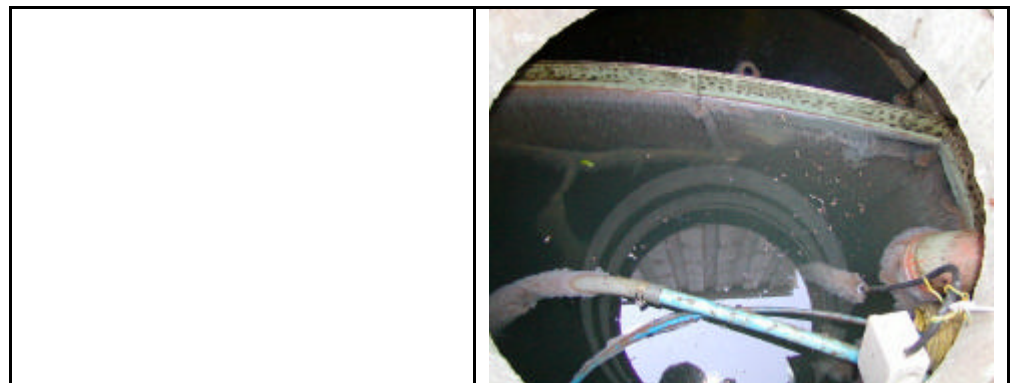
”Baldersgade 20-22” og ”Rymsgade 1 og Sankt Hans Gade 10” i vurderingerne.

### 3.3.2 Hedehusene, Bofællesskabet Stationsvej

Tilsynsrapporten fremgår af bilag A, rapport nr. 1.

#### 3.3.2.1 Anlæggets udformning og nøgledata

Foto af anlægget:



Figur 14: Grävandsanlægget, Hedehusene

#### **Flowdiagram:**

Fremgår af bilag A, Tilsynsrapport nr. 1.

I nedenstående tabel er de registrerede nøgledata sammenfattet.

Tabel 15: Nøgledata for gråvandsanlægget, Hedehusene

Anlægsleverandør	Danti /HOH Vandteknik	
Opstartsår	1995	
Anlægspris	Ikke oplyst	
Kapacitet	1000 l/d (5 lejligheder)	
Hovedkomponenter	Biofilter	1,48 m <sup>3</sup>
	(Filteroverflade)	138 m <sup>2</sup>
	Luftpumpe	40 l/min.
	Forsyningspumpe	4 m <sup>3</sup> /h
	Filtrering/ UV-bestråling	60 l/min. (39 W)
Gråvandsproduktion	90 m <sup>3</sup> (gennemsnit i perioden 1997-99)	
Årlig besparelse (1)	2528 kr.	
Elforbrug pr. m <sup>3</sup> rensset gråvand (2)	Ikke oplyst	
Årlige driftsudgifter (3)	Ikke oplyst	

Note:

- (1) Er beregnet som årlig bruttobesparelse beregnet som gråvandsproduktion × (vandaafgift + spildevandsafgift)
- (2) Elforbruget er beregnet og estimeret ud fra installeret effekt på komponenter til gråvandsrensning og distribution.
- (3) Årlige driftsudgifter omfatter udgifter til el, pasning og vedligeholdelse.

### 3.3.2.2 Vurdering af anlæggets udformning og drift

Anlægget er opbygget som et kombineret gråvands- og regnvandsanlæg.

Siden opstarten i 1995 har anlægget været ramt af en del driftsproblemer - hovedsageligt pga. tilstopninger af ventiler og finfiltre, ligesom biotanken har været tømt for slam flere gange.

I 2001 besluttede man at ombygge anlægget (pris ca. kr. 35.000), og der er etableret nyt UV-anlæg med en intern recirkuleringsløje over biofiltret. Imidlertid har denne ombygning ikke hjulpet på driftsproblemerne, og det overvejes nu at nedlukke gråvandsdelen.

Det vurderes umiddelbart, at problemet med slampartikler i systemet skyldes utilstrækkelig sedimentation af "biofilterslam".

Sedimentationstanken har et volumen på ca. 0,2 m<sup>3</sup>, hvilket giver en gennemsnitlig hydraulisk opholdstid på ca. 4-5 timer (uden belastning fra recirkulationsstrøm), hvilket skulle være tilstrækkeligt vurderet ud fra normal dimensioneringspraksis for bundfældningstanke.

Tanken, som er indbygget i biofiltertanken, har dog en uhensigtsmæssigt udformning, hvilket sammen med den forøgede belastning fra recirkuleringen formentlig er årsagen til den dårlige tilbageholdelse af slam. Derudover skal der påregnes en regelmæssig tømning af sedimenteret slam, såfremt der skal opretholdes et afløb uden væsentligt indhold af suspenderet stof.

Anlægget er oprindeligt udført med luftgab mellem spædevandstilførsel og gråvandstank (tilførsel sker i biofilter, eftersom der ikke findes en rentvandstank) og en tydelig mærkning af rør.

Ved gennemgangen af anlægget blev det konstateret, at der efterfølgende er etableret kobling fra rent vandværksvand til gråvandsledning kun adskilt af en manuel betjent ventil (se foto medtaget i bilag A under rapport 1). Denne anlægsændring indebærer en reel risiko for, at der kan ske en forurening af drikkevandsforsyningen ved svigtende tryk, og hvis ventilen efterlades i åben position.



Høje Tåstrup Kommune indgik i 2001 en serviceaftale med HOH Vandteknik på regelmæssig driftsservice på anlægget. Firmaet har dog meddelt, at man ønsker at opsige aftalen, eftersom det ikke har været muligt at løse driftsproblemerne. Kommunen overvejer nu at nedlægge gråvandsanlægget.

### 3.3.3 Folehaven, Vaskeri

Tilsynsrapporten fremgår af bilag A, rapport nr. 2.

Idet anlægget er baseret på genanvendelse af vaskevand fra et større fælles vaskeri, og da anlægget i vid udstrækning bygger på grøn rensning og dermed adskiller sig noget fra de øvrige anlæg, er det valgt at medtage fotos fra hvert rensningstrin.

#### **Foto af anlægget:**



Figur 16: Gråvandsanlægget Folehaven, behandlingsakvarium



Figur 17.: Marskområde opbygget i vaskeriet



Figur 18: Behandlingstanke i kælderen



Figur 19: Sandfilter og UV-anlæg

## Flowdiagram:

Fremgår af bilag A, Tilsynsrapport nr. 3.

I nedenstående tabel er de registrerede nøgledata sammenfattet.

Tabel 20: Nøgledata for gråvandsanlægget, Folehaven

Anlægsleverandør	Projekteret af EBO Consult
Opstartsår	2000
Anlægspris	1,1 mio. kr. (grønt renseanlæg)
Kapacitet	20.000 l/d (940 lejligheder)
Hovedkomponenter	Bundfældningstank 60 m <sup>3</sup> Behandlingstanke 8x4 m <sup>3</sup> Behandlingsakvarium 8,5 m <sup>3</sup> Marskområde 30 m <sup>3</sup> Rentvandstank 23 m <sup>3</sup> Sandfilter Trykfilter Filtrering/ UV-bestråling Ikke oplyst
Gråvandsproduktion	3000 m <sup>3</sup> /år (heraf ca. 100 m <sup>3</sup> til toiletskyl)
Årlig besparelse (1)	100.000 kr.
Elforbrug pr. m <sup>3</sup> rensset gråvand (2)	17 kWh/m <sup>3</sup> (grønt renseanlæg)
Årlige driftsudgifter (3)	198.000 kr.

Note:

- (1) Er beregnet som årlig bruttobesparelse beregnet som gråvandsproduktion × (vandafgift + spildevandsafgift)
- (2) Elforbruget er beregnet og estimeret ud fra installeret effekt på komponenter til gråvandsrensning og distribution.
- (3) Årlige driftsudgifter omfatter udgifter til el, pasning og vedligeholdelse.

### 3.3.3.1 Vurdering af anlæggets udformning og drift

Anlæggets primære drift er rensning og recirkulering af vaskevand fra Folehavens vaskeri, og anvendelsen af gråt spildevand til toiletskyl omfatter kun 5 toiletter.

Anlægget har været drift siden 2000, og det første års drift er evalueret i rapporten "Det grønne vaskeri i Folehaven" /14/. Baseret på denne rapport og den tekniske gennemgang af anlægget kan de konstaterede driftsproblemer resumeres, som følger:

- Utætheder ved septiktank, som er en ombygget kulsilo
- Lugtproblemer, som medførte etablering af ventilationsanlæg
- Tilslamning af behandlingstanke
- Oversvømmelser pga. kalkaflejringer, tilstopning af zeolitlag, defekte ventiler og fejlmonteringer

Anlæggets drift er forbundet med et betydeligt driftstilsyn (0,5 mandår). Det er endvidere vurderet i evalueringen /14/, at bortskaffelsen af slam kan løbe op i op til 10.000 kr. pr. år, såfremt der ikke kan opnås dispensation til at udlede det til offentlig kloak.

Der er ikke indgået aftale om en rutinemæssig driftsservice på anlægget.

Analysen af slammet viste, at der er fundet høje koncentrationer af tungmetaller og miljøfremmede stoffer i slammet /14/, hvilket kan være et miljømæssigt problem, såfremt det ikke kan reduceres.

Anlæggets afløbskvalitet er vurderet i /14/ på grundlag af to stikprøveudtagninger foretaget den 30.08.01 og den 06.09.01. Resultaterne er sammenfattet under afsnit 2.8.2.

Såfremt afløbskvaliteten sammenlignes med kvalitetskravene til drikkevand, kan det konkluderes, at den "højest tilladelige" kravværdi er overskredet for Total-P, sulfat, pH, temperatur og tørstof / inddampningsrest.

Anlæggets rensningseffektivitet kan ikke bedømmes, da der ikke foreligger analyser på tilløbet.

#### **3.3.4 Afd. 42 Virklund, Silkeborg Boligselskab**

Tilsynsrapport fremgår af bilag A, rapport nr. 3.

### Foto af anlægget:



Figur 21: Gråvandsanlæg, Virklung Afd. 42

### Flowdiagram:

Fremgår af bilag A, Tilsynsrapport nr. 3.

I nedenstående tabel er de registrerede nøgledata sammenfattet.

Tabel 22: Nøgledata for gråvandsanlægget, Virklund afd. 42

Anlægsleverandør	Aqua Safe
Opstartsår	1997
Anlægspris	350.000 kr.
Kapacitet	800 l/d (22 boliger)
Hovedkomponenter	Biofilter 4 x 0,8 m <sup>3</sup> Rentvandstank 0,8 m <sup>3</sup> Filtrering/UV-bestråling Finfilter/6 W
Gråvandsproduktion	640 m <sup>3</sup> /år
Årlig besparelse (1)	16.200 kr.
Elforbrug pr. m <sup>3</sup> rensset gråvand (2)	1,4 kWh/m <sup>3</sup>
Årlige driftsudgifter (3)	3.400 kr.

Note:

- (1) Er beregnet som årlig bruttobesparelse beregnet som gråvandsproduktion × (vandafgift + spildevandsafgift)
- (2) Elforbruget er beregnet og estimeret ud fra installeret effekt på komponenter til gråvandsrensning og distribution.
- (3) Årlige driftsudgifter omfatter udgifter til el, pasning og vedligeholdelse.

#### 3.3.4.1 Vurdering af anlæggets udformning og drift

Anlæggets udformning er meget repræsentativ for et middelstort anlæg med tilslutning af 22 boligenheder. Anlægget er designet og udført af det samme firma, som har etableret anlægget ved afd. 47, Virklund.

Anlægget drives stort set med den oprindelige opbygning og med de oprindelige komponenter, idet dog pumpen på trykforøgeranlægget er udskiftet.

Der findes ikke en egentlig sedimentationstank efter biofiltret, hvilket betyder, at der er stor risiko for, at der bundfældes slam i den efterfølgende rentvandstank, og der kunne ved gennemgangen konstateres et mindre slamophobning i bunden. Det er således uhensigtsmæssigt, at der ikke findes en tømmeventil i tankens bund.

Spædevandstilførsel sker med et luftgab på 13 cm over max. vandspejlsniveau i rentvandstanken.

Der er ikke gennemført en mærkning af grävandsledninger og drikkevandsledninger, ligesom det ikke fremgår af ledningerne ved cisternerne, at der anvendes grävand.

Der er ikke angivet en frekvens for udskiftning af UV-lampe, og følgelig er den ikke skiftet siden anlæggets etablering.

Grävandsanlægget drives af viceværtten, som også er ansvarlig for driften af anlægget ved Virklund, afd. 47 efter en driftsvejledning, som fandtes på lokaliteten.

Den rutinemæssige drift af anlægget er begrænset til følgende:

- Månedlig tømning af slam (til kloak) fra biofiltertank 1
- Rensning af finfiltret

Der er ikke indgået aftale om en serviceordning på anlægget.

Der findes igen vandanalyser, hvorfor anlæggets rensningseffektivitet ikke kan bedømmes.

### 3.3.5 LEV-Huset, Bofællesskabet Pile Allé

Tilsynsrapport fremgår af bilag A, rapport nr. 4.

### Foto af anlægget:



Figur 23: Regnvands- og gråvandsanlæg, LEV-Huset, Pile allé 10

### Flowdiagram:

Fremgår af bilag A, tilsynsrapport nr. 4.

I nedenstående tabel er de registrerede nøgledata sammenfattet.

Tabel 24: Nøgledata for gråvandsanlægget, LEV-Huset

Anlægsleverandør	Danti
Opstartsår	1994
Anlægspris	63.000 kr. (Skønnet andel til gråvandsanlæg)
Kapacitet	1000 l/d (5 lejligheder)
Hovedkomponenter	Pumpebrønd Ø 400 mm Opsamlingstank 1 m <sup>3</sup> Biofilter 0,3 m <sup>3</sup> (bioblokke, 63 m <sup>2</sup> ) Klaringsdel 100 l Filtrering/UV-bestråling Danti UV/15 WP, 15 W
Gråvandsproduktion	90 m <sup>3</sup> /år
Årlig besparelse (1)	2.600 kr.
Elforbrug pr. m <sup>3</sup> rensset gråvand (2)	1,5 kWh/m <sup>3</sup>
Årlige driftsudgifter (3)	1.600 kr.

Note:

- (1) Er beregnet som årlig bruttobesparelse beregnet som gråvandsproduktion × (vandafgift + spildevandsafgift)
- (2) Elforbruget er beregnet og estimeret ud fra installeret effekt på komponenter til gråvandsrensning og distribution.
- (3) Årlige driftsudgifter omfatter udgifter til el, pasning og vedligeholdelse.

### 3.3.5.1 Vurdering af anlæggets udformning og drift

Anlægget er opbygget som et kombineret grävands- og regnvandsanlæg.

Anlægget, som blev opstartet i 1994, har været drevet siden med den originale anlægsopbygning, som omfatter både en original regnvands- og grävandsdel. I nærværende projekt er alene grävandsanlægget vurderet.

Der er gennemført en kobling af spædevandstilførsel til grävandsanlæg, som alene er adskilt ved to manuelt betjente ventiler og en vandslange. Den "direkte" sammenkobling indebærer en ikke ubetydelig risiko for forurening af drikkevandsforsyningen ved åbning af begge ventiler og i tilfælde af mindre tryk på drikkevandsforsyningen end på grävandssystemet.

Der har periodevis været driftsproblemer, som kan sammenfattes i følgende hovedpunkter:

- Tilslamning af biofilter
- Periodevise lugtproblemer. Det blev dog løst ved at stoppe brugen af klorin som rengøringsmiddel
- Lækage ved rørsamlinger i teknikrum
- Opstuvning af vand på terræn, hvilket skyldtes manglende nødoverløbsmuligheder pga. tilslamning af tanke

Anlægget skal drives af personalet i beboerhuset, som på besigtigelsestidspunktet ikke havde kendskab til anlæggets funktion. Ingen af det nuværende personale havde kendskab til driften, og der var ikke lavet serviceaftale med et eksternt firma.

Der findes en driftsvejledning udarbejdet af DANTE på lokaliteten. Den beskriver hovedsageligt kun frekvenser på rensning og udskiftning af snavssamlere, finfiltre og UV-lampe. Slamtømning er ikke nævnt.

UV-lampen var ikke skiftet siden 1997 på trods af, at driftsvejledningen foreskrev udskiftning hver andet år.

"Vandaflæsningsskemaer" med vandforbrugsregistreringer er ikke ført systematisk.

Der er ikke gennemført mærkning af rør.

Da der ikke er gennemført et vandanalyseprogram, kan anlæggets rensnings-effektivitet ikke bedømmes.

### 3.3.6 Afd. 47 Virklund, Silkeborg Boligselskab

Tilsynsrapport fremgår af bilag A, rapport nr. 5.



### Foto af anlægget:



Figur 25: Gråvandsanlæg, Virklund Afd. 47

### Flowdiagram:

Fremgår af bilag A, Tilsynsrapport nr. 5.

I nedenstående tabel er de registrerede nøgledata sammenfattet.

Tabel 26: Nøgledata for gråvandsanlægget, Virklund, Afd. 47

Anlægsleverandør	Aqua Safe
Opstartsår	1999
Anlægspris	228.000 kr.
Kapacitet	800 l/d (24 boliger)
Hovedkomponenter	Pumpebrønd Ø 400 mm Opsamlingstank 1 m <sup>3</sup> Biofilter 3 x 1 m <sup>3</sup> (pladefilter/bioblokke) Spiralklaring 200 l Buffertank 150 l Filtrering/UV-bestråling Aqua Cure 6 W
Gråvandsproduktion	365 m <sup>3</sup> /år
Årlig besparelse (1)	9.200 kr.
Elforbrug pr. m <sup>3</sup> rensset gråvand (2)	1,5 kWh/m <sup>3</sup>
Årlige driftsudgifter (3)	4.400 kr.

Note:

- (1) Er beregnet som årlig bruttobesparelse beregnet som gråvandsproduktion × (vandafgift + spildevandsafgift)
- (2) Elforbruget er beregnet og estimeret ud fra installeret effekt på komponenter til gråvandsrensning og distribution.
- (3) Årlige driftsudgifter omfatter udgifter til el, pasning og vedligeholdelse.

#### 3.3.6.1 Vurdering af anlæggets udformning og drift

Anlægget er designet og udført af det samme firma, som har etableret anlægget ved afd. 42, Virklund. I princippet er anlægget opbygget efter samme princip, idet der dog er ændret på anlæggets filtermateriale i biofiltertank 1 og

2, hvor der er anvendt pladefilterindsats, mens der er anvendt bioblokke 100 i tank 3. Desuden er der indskudt en "spiralklaringsenhed" mellem biofilter 3 og buffertanken.

Anlægget drives med den oprindelige opbygning og de oprindelige komponenter bortset fra tilløbspumpen, som blev udskiftet i 2001.

Anlægget har kørt stabilt, og der er kun registreret et enkelt driftsstop, som skyldes relæudfald pga. en fejl på tilløbspumpen.

Spiralklaringen synes at fungere tilfredsstillende, og der har ikke her været problemer med sedimentation af slam i buffertanken. Der er ikke foretaget slamtømning, idet produktionen er lav, og der recirkuleres bundfældet slam fra spiralklaringen til biofiltret.

Derudover drives anlægget med en recirkulationssløjfe, således at det rensede grävand cirkuleres fra buffertank over UV-anlæg og tilbage til buffertanken.

Grävand til toiletskyl pumpes fra buffertanken via et trykforøgeranlæg til cisternerne. Det vurderes umiddelbart, at dette kan indebære en risiko for, at der kan ske bakteriologisk vækst i buffertanken, og at bakterieholdigt grävand pumpes ud til cisternen uden den tilsigtede UV-belysning.

Spædevandstilførsel sker med et luftgab på 15 cm over max. vandspejlsniveau i buffertanken.

Der er ikke gennemført en mærkning af grävandsledninger og drikkevandsledninger, ligesom det ikke fremgår af ledningerne ved cisternerne, at der anvendes grävand.

Der er ikke angivet en frekvens for udskiftning af UV-lampe, og følgelig er den først skiftet primo maj 2002, inden måleprogrammet blev igangsat.

Grävandsanlægget drives af viceværtten, som også er ansvarlig for driften af anlægget ved Virklund, afd. 42. Der fandtes ingen driftsvejledning på lokaliteten, idet leverandøren stoppede sine aktiviteter, før anlægget blev indkørt.

Den rutinemæssige drift af anlægget er begrænset til følgende:

- Kontrol af lamper og pumper
- Skiftning af UV-lampe

Der er ikke indgået aftale om en serviceordning på anlægget, dog tilkaldes en tidligere underleverandør til Aqua Safe, såfremt der opstår driftsproblemer.

Der er tidligere i 1999 foretaget en enkelt prøveudtagning og vandanalyser på anlæggets tilløb og afløb. Resultaterne fremgår af afsnit 2.8.2.

Baseret på denne enkelte analyse kan anlæggets rensningseffektivitet for COD beregnes til ca. 90% og total suspenderet stof til 83%, hvilket svarer til, hvad man kan forvente af et biofilteranlæg. Derimod ligger den bakteriologiske rensningseffektivitet lavt, idet rensningsgraden for kimtal ved 25°C, coliforme bakterier og termotolerante bakterier viser et niveau på 78%, 43% og 43. En effektiv UV-belysning skulle normalt kunne reducere disse indikatorbakterier med op til 99-99,9%. Den dårlige rensning skyldes formentlig utilstrækkelig

effekt på UV-lampen, ligesom den etablerede recirkulationsløjfe kan medvirke til, at der opnås en dårligere rensningseffektivitet, såfremt UV-lampen var koplet direkte på forsyningsledningen til cisternen.

Under nærværende projekt er der foretaget tre nye prøveudtagninger og spildevandsanalyser i april-maj 2002. Prøveudtagnings- og analyseprogrammet samt resultaterne heraf er behandlet i kapitel 4.

### 3.3.7 Nordhavnsgården, Foreningen Socialt Boligbyggeri

Tilsynsrapport fremgår af bilag A, rapport nr. 6.

Anlægget er etableret i 2001, og det er medfinansieret inden for Aktionsplånens rammer under projektet "Etablering og drift af anlæg til opsamling, rensning og genanvendelse af gråvand til toiletskyl og maskinvask af tøj", som varetages af Moe & Brødsgaard. Projektets status her i maj 2002 er, at anlægget er opført og indkørt, og at der er foretaget en række indledende vandanalyser.

I maj 2002 er der opnået dispensation til at genanvende vandet til toiletskyl. Nu resterer der en eftervisning af anlæggets rensningseffektivitet og en endelig rapportering til Miljøstyrelsen i december 2002.

Eftersom der ikke er foretaget sammenfattende vurderinger af anlæggets funktion, og da vandanalyser ikke har været til rådighed for nærværende tekniske gennemgang af anlægget, er det valgt at medtage de midlertidige resultater, som blev registreret i forbindelse med den tekniske gennemgang den 8. april 2002.

#### Foto af anlægget:



Figur 27: Biofil teranlægget ved Gråvandsanlæg, Nordhavnsgården

## Flowdiagram:

Fremgår af bilag A, Tilsynsrapport nr. 6.

I nedenstående tabel er de registrerede nøgledata sammenfattet.

Tabel 28: Nøgledata for gråvandsanlægget, Nordhavnsgården

Anlægsleverandør	LOKUS GmbH (Tyskland)
Opstartsår	2001
Anlægspris	400.000 kr.
Kapacitet	120 m <sup>3</sup> /d (80 lejligheder)
Hovedkomponenter	Bundfældningstanke 2 x 1,5 m <sup>3</sup> Biofilter (roterende) (ikke oplyst) Lamersedimentering (ikke oplyst) Genbrugstanke 2 stk. Filtrering/UV-bestråling (ikke oplyst)
Gråvandsproduktion	1460 m <sup>3</sup> /år (forventet)
Årlig besparelse (1)	42.300 kr. (forventet)
Elforbrug pr. m <sup>3</sup> rensset gråvand (2)	3 kWh/m <sup>3</sup> (forventet)
Årlige driftsudgifter (3)	8.400 kr. (forventet)

Note:

- (1) Er beregnet som årlig bruttobesparelse beregnet som gråvandsproduktion × (vandafgift + spildevandsafgift)
- (2) Elforbruget er beregnet og estimeret ud fra installeret effekt på komponenter til gråvandsrensning og distribution.
- (3) Årlige driftsudgifter omfatter udgifter til el, pasning og vedligeholdelse.

### 3.3.7.1 Vurdering af anlæggets udformning og drift

Anlægget er som det eneste af de gennemgæede anlæg leveret af et udenlandsk firma.

Hvor de øvrige anlæg er "skræddersyede anlæg", minder dette anlæg mere om et modulopbygget anlæg, som er udviklet til serieproduktion.

Umiddelbart forekommer de anvendte komponenter også bedre, ligesom den anvendte filtertype og lamersedimentering bygger på velkendte og afprøvede rensningsteknikker.

Der er installeret et ventilationsanlæg til udluftning af anlægget.

De konstaterede driftsproblemer er begrænset til to midlertidige driftsstop på biorotoren, hvoraf et skyldtes en menneskelig fejl.

Der foreligger endnu ikke en driftsvejledning, men denne planlægges udarbejdet i forbindelse med 1-års gennemgangen.

Alle rør er mærket, og anvendelse fremgår tydeligt.

Driftsservice er ikke etableret, eftersom garantiperioden ikke er udløbet.

Det har ikke været muligt at fremskaffe vandanalyser til belysning af anlæggets drift i forbindelse med nærværende gennemgang. Der må henvises til projektets slutrapportering, som forventes at foreligge i december 2002.

### 3.3.8 Vestbadet

Tilsynsrapport fremgår af bilag A, rapport nr. 7.

Anlægget er etableret i 2001, og det er medfinansieret inden for Aktionsplanens rammer. Projektet gennemføres af Moe & Brødsgaard i samarbejde med HOH Vandteknik.

Projektets status er, at den første fase, hvor der skal etableres varmeveksler og sandfilter, er udført. Der er sendt en vandprøve til analyse.

I projektets næste fase planlægges anlægget udbygget med rentvandstanke og UV-behandling.

**Foto af anlægget:**



Figur 29: Sandfilteranlæg, Vestbadet

**Flowdiagram:**

Fremgår af bilag A, Tilsynsrapport nr. 7.

I nedenstående tabel er de registrerede nøgledata sammenfattet.

Tabel 30: Nøgledata for gråvandsanlægget, Vestbadet

Anlægsleverandør	HOH Vandteknik	
Opstartsår	2001	
Anlægspris	Ikke oplyst (Ikke færdigbygget)	
Kapacitet	3000 l/d	
Hovedkomponenter	Sandfilter Genbrugstanke Filtrering/UV-bestråling	HOH Tryksandfilter (Ikke installeret) (Ikke installeret)
Gråvandsproduktion	1100 m <sup>3</sup> /år (forventet)	
Årlig besparelse (1)	28.600 kr. (forventet)	
Elforbrug pr. m <sup>3</sup> rensset gråvand (2)	Ikke oplyst	
Årlige driftsudgifter (3)	Ikke oplyst	

Note:

- (1) Er beregnet som årlig bruttobesparelse beregnet som gråvandsproduktion × (vandafgift + spildevandsafgift)
- (2) Elforbruget er beregnet og estimeret ud fra installeret effekt på komponenter til gråvandsrensning og distribution.
- (3) Årlige driftsudgifter omfatter udgifter til el, pasning og vedligeholdelse.

### 3.3.8.1 Vurdering af anlæggets udformning og drift

Anlægget er under opførelse og indkøring, hvorfor der ikke foreligger egentlige driftsresultater. Der henvises til projektets slutrapportering.

### 3.3.9 Øvrige aktive anlæg

Ud over de gennemgåede anlæg er der under Aktionsplanen finansieret følgende projekter:

- "Demonstrationsprojekt i fuldskala for rensning af gråt spildevand" - Beboerforeningen BO-90. Projektet, der gennemføres af DTU, er ikke afsluttet ved færdiggørelsen af nærværende projekt.
- "Genanvendelse af gråt spildevand på campingpladser", som gennemføres af Rambøll. Fase 1 af projektet, som omfatter forundersøgelser vedrørende etablering af demonstrationsanlæg ved Gals Klint Camping er afsluttet og afrapporteret /4/. Fase 2-4, som omfatter udvælgelse, projektering, etablering, drift og afrapportering af demonstrationsforsøg, er ikke afsluttet på nuværende tidspunkt.

I forbindelse med første følgegruppemøde afholdt i februar 2002 blev det besluttet, at resultaterne fra ovennævnte projekterne ikke skulle indgå i nærværende projekt.

## 3.4 Gennemgang af resultater fra nedlagte forsøgsanlæg

### 3.4.1 Generelt

I nærværende afsnit er der for fuldstændighedens skyld medtaget nøgledata fra to nedlagte anlæg, hvor resultaterne af forsøgene er afrapporteret.

For de øvrige nedlagte anlæg har det ikke været muligt at finde projektrapporter eller andet skriftligt materiale, som sammenfatter projektresultaterne.

### 3.4.2 Baldersgade 20-22, København

Forsøgsanlægget blev i foråret 1991 udviklet af PlanEnergi Århus, og det blev indledningsvist afprøvet i en prototype på en genbrugsfabrik i Århus. Anlægget blev i juni 1992 ombygget og dernæst overflyttet til etageejendommen i Baldersgade 20-22 i København, hvor det blev afprøvet i perioden 1992-1994. I nedenstående tabel er de registrerede nøgledata for det færdigbyggede anlæg sammenfattet.

Tabel 31: Nøgledata for gråvandsanlægget, Baldersgade 20-22

Anlægsleverandør	Projekteret af PlanEnergi	
Opstartsår	1992	
Anlægspris	38.300 kr.	
Kapacitet	300 l/d (18 værelser)	
Hovedkomponenter	Mekanisk filter	(type ikke oplyst)
	Biofilter	Sandfilter (400 l)
	Genbrugstanke	600 l
	Filtrering/UV-bestråling	Carbon filter/UV-Steriliser, Light O <sub>3</sub> Clean, 2x8W
Gråvandsproduktion	115 m <sup>3</sup> /år	
Årlig besparelse (1)	3450 kr.	
Elforbrug pr. m <sup>3</sup> rensset gråvand (2)	1,5-1,9 kWh/m <sup>3</sup>	
Årlige driftsudgifter (3)	1970 kr./år	

Note:

- (1) Er beregnet som årlig bruttobesparelse beregnet som gråvandsproduktion × (vandafgift + spildevandsafgift)
- (2) Elforbruget er beregnet og estimeret ud fra installeret effekt på komponenter til gråvandsrensning og distribution.
- (3) Årlige driftsudgifter omfatter udgifter til el, pasning og vedligeholdelse.

Vurderingen af anlæggets drift er baseret på rapporten "Genanvendelse af badevand til toiletskyl" udarbejdet af PlanEnergi i juni 1995 /15/.

Ud over indkøringsproblemer med UV-anlægget er der ikke konstateret væsentlige driftsproblemer på anlægget.

Der er gennemført to måleserier, hvor der er udtaget og analyseret vandprøver 4 steder på anlægget. Resultaterne er gengivet i tabellen nedenfor.

Tabel 32: Vandanalyser fra forsøgsanlægget, Baldersgade 20-22 /15/

Analyseparameter	Enhed	Prøveudtagningssted			
		Indløb	Biofilter (Udløb)	Efter UV-anlæg	Udløb i cisterne
<b>Dato</b>		(1)	(2)	(3)	(4)
<b>Mikrobiologiske:</b>					
Kimtal ved 37°C					
- 06.04.94	antal/ml	0,91x10 <sup>6</sup>	3500	870	570
- 11.05.94	antal/ml	7,0x10 <sup>6</sup>	17.000	2.900	650
Coliforme bakterier					
- 06.04.94	antal/100 ml	240	40	240	5
- 11.05.94	antal/100 ml	> 16.000	9200	330	1
Termotolerante coliforme bakterier					
- 06.04.94	antal/100 ml	240	5	1	<1
- 11.05.94	antal/100 ml	> 16.000	9.200	330	<1
<b>Kemiske:</b>					
BOD					
- 06.04.94	mg/l	26	<2	<2	2,1
- 11.05.94	mg/l	32	<2	<2	<2
COD					
- 06.04.94	mg/l	63	18	11	21
- 11.05.94	mg/l	74	13	10	10

Note:

(1) Indløb til mekanisk filter

På grundlag af analyseresultaterne i ovenstående tabel kan biofiltrets rensningseffektivitet beregnes til BOD > 99% og COD 66-87%, hvilket er udemærket for denne anlægstype.

Anlæggets samlede reduktion af de bakteriologiske indikatorer synes at være tilfredsstillende. Det skal dog bemærkes, at på trods af at der er sket en reduktion af kimtal ved 37°C på over 99,9%, kan "drikkevandskvalitetskravet" til kimtal (ved 37°C) <20 antal/ml ikke overholdes.

I forsøgets startfase (1992) er der gennemført en indledende vurdering af smitterisikoen ved aerosoldannelser.

På grundlag af en enkelt måling af endotoxin-indholdet (affaldsprodukter fra bakterier), som viste et indhold på 50 µ gram pr. liter, er det vurderet, at aerosoldannelsen maksimalt vil blive 0,05 µ gram pr. m<sup>3</sup> luft, hvilket er lavere end Arbejdstilsynets acceptkriterium på 0,1 µ gram pr. m<sup>3</sup> luft /15/.

Det blev konkluderet, at der ikke var væsentlig risiko for ubehag på grund af indholdet af endotoksiner i grävandet.

Afslutningsvist er det vurderet, at anlægsinvesteringen på ca. kr. 40.000 ikke kan forrentes ved den opnåede vandbesparelse. Ligeledes blev det konkluderet, at elforbruget på 1,5-1,9 kWh/m<sup>3</sup> var noget større end de ca. 1,0 kWh/m<sup>3</sup>, som anvendes til produktion og distribution af drikkevand.

### 3.4.3 Ryesgade 1 og Sankt Hans Gade 10, København

Forsøgsprojektet, som blev gennemført i 1995-96, er finansieret 100% af Boligministeriet, Bygge- og Boligstyrelsen.

Projektet er gennemført af Carl Bro as i samarbejde med TN-entreprise A/S og Danti, som var leverandør af grävandsanlægget.



Projektresultaterne er afrapporteret af Carl Bro as i rapporten "Forsøgsprojekt med grävandsanlæg - Ryesgade 1 og Sankt Hans Gade 10, København" /17/.

I nedenstående tabel er de registrerede nøgledata sammenfattet.

Tabel 33: Nøgledata for grävandsanlægget, Ryesgade 1/Sankt Hans Gade

Anlægsleverandør	Danti
Opstartsår	1996
Anlægspris	359.000 kr.
Kapacitet	1200 l/d (18 lejligheder)
Hovedkomponenter	Modtagetank 2x200 l Biofilter 2x650 l Genbrugstanks 2x650 l Filtrering/ UV-bestråling Danti, 15 W
Grävandsproduktion	360 m <sup>3</sup> /år
Årlig besparelse (1)	9.700 kr.
Elforbrug pr. m <sup>3</sup> rensset grävand (2)	4 kWh/m <sup>3</sup>
Årlige driftsudgifter (3)	5.100 kr.

Note:

- (1) Er beregnet som årlig bruttobesparelse beregnet som grävandsproduktion × (vandafgift + spildevandsafgift)
- (2) Elforbruget er beregnet og estimeret ud fra installeret effekt på komponenter til grävandsrensning og distribution.
- (3) Årlige driftsudgifter omfatter udgifter til el, pasning og vedligeholdelse.

Driftserfaringerne med anlægget viste følgende hovedresultater:

- Det biologiske filter viste sig meget følsomt over for visse rengøringsmidler, og beboerne skulle være meget opmærksomme på, hvad der blev hældt i afløbet.
- Der var lugtproblemer hos beboere og belægnings i toiletterne.
- Vandværket (pumpe og tryktank) var ret ustabil.
- Indregulering af vandflow gennem anlægget var for ustabil og usikkert.
- Mængden af opsamlet spildevand fra 10 lejligheder vurderes at være i underkanten i forhold til det forbrug af grävand til toiletskyl, der var fra de 18 tilsluttede lejligheder.
- Anlægget skal overvåges af en kyndig person.
- Anlægget skal gennemgås og serviceres 1-2 gange om året.

I rapporten er der ikke medtaget egentlige vandanalyser, men det er konkluderet, at kvaliteten af grävandet er ringere end kommunevandet (drikkevand). Anlægget indgik i de bakteriologiske undersøgelser, som er medtaget i afsnit 2.9.

Pga. manglende undersøgelser af risikoen for, at sygdomme kan spredes fra beboere i en lejlighed til beboere i en anden lejlighed, anbefaler rapporten /17/, at grävandet ikke anvendes til toiletskyl på det foreliggende grundlag.

### 3.5 Sammenfatning af resultater fra forsøgsanlæg

I det følgende afsnit er det forsøgt at sammenfatte fælles karakteristika for de gennemgæede grävandsanlæg med henblik på at give en oversigt over sammenlignelige anlægsdata, proces tekniske data, driftstekniske data og økonomiske nøgledata.

### 3.5.1 Anlægs- og procestekniske data

Ved gennemgangen af anlæggene er der ikke fundet mange oplysninger om de retningslinier, som der er anvendt ved dimensioneringen af anlæggene.

Eftersom der er tale om forsøgsanlæg, findes der ingen vejledninger eller andre retningslinier for, hvordan gråvandsanlæg skal opbygges og dimensioneres.

Med henblik på at give en oversigt over, hvordan de aktuelle anlæg så rent faktisk er udført, er der beregnet og / eller sammenstillet procestekniske nøgledata i tabellen nedenfor.

Tabel 34: Sammenfatning af procestekniske nøgledata

Anlæggets nr. og navn	Hydraulisk kapacitet l/d	Biofilter		Genbrugstank (rentvandstank) Opholdstid døgn	UV Kapacitet W
		Volumen m <sup>3</sup>	Opholdstid døgn		
1. Hedehusene	1.000	0,7	0,7	Ingen tank	39
2. Folehaven	20.000	32+ 8,5+30	3,5	1,1	-
3. Afd. 42 Virklund	800	2,1	2,6	1	6
4. LEV-Huset	1.000	0,3	0,3	Ingen tank	15
5. Afd. 47 Virklund	800	3	3,8	0,2	6
6. Nordhavsgården	120.000	Ikke oplyst	-	-	Ikke oplyst
7. Vestbadet	3.000	Ikke oplyst	-	-	Ikke oplyst
8. Baldersgade 20 (1)	300	Ikke oplyst	-	2	16
9. Ryesgade 1 (1)	1.200	1,2	1	1	15

Note:

(1) Nedlagt

Det er i nærværende projekt valgt at karakterisere biofiltrets kapacitet ud fra den hydrauliske opholdstid, hvilket er atypisk, da et biofilter normalt dimensioneres ud fra rumbelastningen (g BOD/m<sup>3</sup>×d) og eventuelt hydraulisk belastning (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>×h = m/h).

Der foreligger imidlertid kun data på BOD-indholdet i tilløbet til biofiltret på 2 anlæg. Nedenfor er rumbelastningen og den hydrauliske overfladebelastning angivet for de anlæg, hvor der foreligger nødvendige data.

Tabel 35: Beregnede middelbelastninger på gråvandsanlæggene

Anlæggets navn	Rumbelastning (Biofilter) (g BOD/m <sup>3</sup> ×d)	Hydraulisk overfladebelastning (m/h)
1. Hedehusene	-	0,02
3. Afd. 42 Virklund	-	<0,01
4. LEV-Huset	-	0,08
5. Virklund, Afd. 47	2-59	<0,01
8. Baldersgade 20	20-24	0,03
9. Ryesgade 1	-	0,03

Ovennævnte beregnede værdier for rumbelastningen kan sammenholdes med, at lavt belastede biofiltre normalt dimensioneres for en rumbelastning på 100-300 g BOD/m<sup>3</sup>×d og en hydraulisk overfladebelastning på < 0.1 m/h (jf. Tabel 5.15 i Spildevandsteknik /18/). Anlæggene er således meget lavt belastede.

### 3.5.2 Driftstekniske data

I forbindelse med gennemgangen af anlæggene er der gennemført et interview med de driftsansvarlige med henblik på at kortlægge typiske driftsproblemer og pasningskravene. Resultaterne er medtaget i bilag A, og de vigtigste forhold er sammenfattet i nedenstående tabel.

Tabel 36: Sammenfatning af driftstekniske nøgledata

Anlæggets nr. og navn	Grävandsmængde	Fejltilslutninger/ Driftsproblemer		Pasning og tilsyn	Driftsservice
		Fejl	Problem		
1. Hedehusene	90	Fejlkobling af spædevand	Tilstopning af tanke, ventiler	En gang ugentligt	Ja (aftale opsagt)
2. Folehaven	3000 (101) (3)	Lækage på septiktank	Lækage, oversvømmelser og tilstopninger	½ mandår	Nej
3. Afd. 42 Virklund	640	-	Pumpesvigt, slamtømning af tanke	10 min/uge + 1 time/mdr.	Nej
4. LEV-Huset	90	Fejlkobling af spædevand	Lugt ved opstart og utætte ledninger	ca. 2 timer/år	Nej
5. Afd. 47 Virklund	365	Fejl på indløbspumpe	-	5 min/uge	Nej
6. Nordhavnsgården	1460	2 nødstop på filter	Høj vandstand i lamelsed.	2 min/dag	Ikke oplyst
7. Vestbadet	1100	(2)	(2)	(2)	Ikke oplyst
8. Baldersgade 20 (1)	115	-	Indkøring af UV-anlæg	Ikke oplyst	Nej
9. Ryesgade 1 (1)	360	Fejl på pumpe / trykbeholder og kapacitet af buffertank	Flowregulering og oversvømmelser	Ikke oplyst	Nej

Note:

- (1) Nedlagt
- (2) Erfaringsgrundlaget mangler pga. nylig opstart.
- (3) Ud af 3000 m<sup>3</sup> anvendes 101 m<sup>3</sup> til toiletskyl.

Overordnet kan det konkluderes, at der har været en del problemer med driften af anlæggene, og at en stabil funktion kræver driftspersonalets daglige tilsyn samt rengøring af filtre mv. 1-4 gange pr. måned.

Et meget overset punkt i vedligeholdelsen af anlæggene er, at UV-lampen ikke udskiftes efter den i driftsvejledningen angivne frekvens (typisk hvert eller hvert andet år).

Oftentimes sker der slamophobning i anlægget som følge af manglende sedimentationskapacitet, eller komponenter tilstoppes pga. for stort slamindhold i tanken. Der må påregnes en regelmæssig slamtømning, såfremt der skal opretholdes en stabil drift.

Derudover skal det bemærkes, at ingen anlæg har indgået en serviceaftale. Minimum et årligt serviceeftersyn vurderes nødvendigt for at opretholde en tilstrækkelig driftssikkerhed.

Det skal ligeledes bemærkes, at der efter anlæggets installation, som blev foretaget af autoriseret VVS installatør, er etableret ulovlig spædevandstilførsel på to anlæg pga. periodevis svigt af grävandsforsyning. I begge tilfælde indebærer det en potentiel forureningsrisiko for drikkevandsforsyningen.

### 3.5.3 Økonomiske nøgletal

Med henblik på en overordnet vurdering af rentabiliteten af anlæggene er der indsamlet oplysninger om følgende:

- Anlægspris
- Årlige driftsudgifter (herunder elforbrug)
- Årlig vandbesparelse

Baseret på disse oplysninger er der foretaget beregning af følgende:

- Besparelspotentiale (sparet vand- og spildevandsafledningsafgift)
- Årlig nettobesparelse ( besparelspotentiale - driftsudgifter)
- Elforbrug pr. m<sup>3</sup> behandlet gråvand

Disse oplysninger er anvendt til en simplificeret beregning af tilbagebetalingsperioden, som er beregnet efter følgende formel:

$$\text{Tilbagebetalingsperiode} = \frac{\text{Anlægsudgift}}{\text{Besparelspotentiale}_{\text{år}} - \text{Driftsudgifter}_{\text{år}}}$$

Hvor

- Tilbagebetalingsperiode er i år;
- Anlægsudgift er inkl. moms;
- Besparelspotentiale<sub>år</sub> er udregnet som årlig vandmængde × (vandafgift + vandafledningsafgift);
- Driftsudgifter<sub>år</sub> er de årlige estimerede driftsudgifter omfattende eludgifter samt drifts- og vedligeholdelsesudgifter.

I nedenstående tabel er de økonomiske nøgletal for de gennemgåede anlæg sammenfattet.

Tabel 37: Sammenfatning af økonomiske nøgledata

Anlæggets nr. og navn	Gråvandsproduktion l/p>d	Anlægspris inkl. moms kr.	Elforbrug kWh/m <sup>3</sup>	Årlig besparelse (2) kr./år	Tilbagebetalingstid år
1. Hedehusene	35	Ikke oplyst	Ikke oplyst	2.500	-
2. Folehaven	4	1.140.000	17,3	100.000	Negativ netto besparelse
3. Afd. 42 Virklund	35	350.000	1,4	16.200	27
4. LEV-Huset	41	63.000 (3)	5,0	2.600	63
5. Afd. 47 Virklund	28	228.000	1,5	9.200	47
6. Nordhavsgården	25	400.000	3,0	42.300	12
7. Vestbadet	-	Ikke oplyst	Ikke oplyst	28.600	-
8. Baldersgade 20 (1)	18	38.000	1,9	3.500	26
9. Ryesgade 1 (1)	33	359.000	4,0	9.700	78

Note:

- (1) Nedlagt
- (2) Baseret på vand og spildevandsafgifter, niveau 2001
- (3) Samlet pris til regn- og gråvandsanlæg er 126.000 kr. Gråvandsandel er anslået

Af ovenstående tabel fremgår det, at tilbagebetalingstiden hænger meget sammen med anlæggets kapacitet.

Det må imidlertid vurderes, at der med det nuværende takstniveau på vand- og spildevandsafgifter ikke er et økonomisk incitament til etablering af et grävandsanlæg, når tilbagebetalingstiden er på 12-78 år.

## 4 Screeningsundersøgelse

### 4.1 Indledning

I projektbeskrivelsen til nærværende projekt var det forudsat, at grävandsanlæggenes rensningseffektivitet skulle undersøges, og at omfanget af et undersøgelsesprogrammet skulle godkendes af Miljøstyrelsen inden gennemførelsen.

I forbindelse med første følgegruppemøde blev der udarbejdet et forslag til prøveudtagnings- og analyseprogrammet, som blev behandlet på mødet.

Der blev anbefalet et program, som omfattede 2 sæt ind- og udløbsprøver på de 7 aktive forsøgsanlæg.

Imidlertid kunne dette program ikke gennemføres inden for projektets økonomiske rammer, og der var ikke mulighed for at forøge bevillingen, eftersom de afsatte midler for 2002 under "Aktionsplan for fremme af økologisk byfornyelse og spildevandsrensning" blev sløffet i december 2001.

På følgegruppemødet blev det besluttet at gennemføre en reduceret screeningsundersøgelse, som er beskrevet i det følgende.

### 4.2 Formål

Formålet med undersøgelsen har været at vurdere et aktivt grävandsanlægs rensningseffektivitet bedømt ud fra et reduceret analyseprogram omfattende fysiske, kemiske og bakteriologiske parametre.

Der er anvendt et tilpasset måleprogram, hvor analysevariable primært er valgt ud fra et økonomiske synspunkt, og således at der kan foretages en overordnet vurdering af anlæggets funktion.

Det blev valgt at foretage tre prøveudtagninger på et typisk grävandsanlæg til vurdering af anlæggets rensningseffektivitet.

### 4.3 Undersøgel sesprogram

Det er valgt at gennemføre et måleprogram på et karakteristisk grävandsanlæg, som både i størrelse og opbygning er repræsentativ for de gennemgæede anlæg.

Der er udvalgt følgende lokalitet:

**Afd. 47 Virklund**  
Andelsboligforeningen Gunilhøj  
Virklund afd. 47  
Silkeborg

Anlægget er forinden prøveudtagningen tilset af firmaet System Frandsen, og der er udskiftet UV-lampe primo april inden første prøveudtagning.

#### 4.4 Prøveudtagningsmetode og frekvens

I april 2002 er der på 3 forskellige dage (15.04, 25.04 og 30.04) udtaget stikprøver (repræsentativ samleprøve over en time) af indløb (pumpebrønd) og udløb (cisterne i toilet).

Både indløbs- og udløbsprøven er udtaget som blandingsprøver, der ved hvert prøvested er udtaget som 4 stikprøver i tidsrummet fra kl. 08:00 til kl. 09:00. Disse delprøver sammenstikkes til en samleprøve. Alle stikprøver / samleprøver til mikrobiologi er udtaget i steril emballage.

Delprøve til Sulfid-S bestemmelse er udtaget i forbindelse med udtagning af første stikprøve.

I forbindelse med prøvetagningen er der målt pH, ilt og temperatur ved udtagningens begyndelse og afslutning.

Prøver er udtaget, opbevaret og transporteret i henhold til DS 302 og DS 2250 af et DANAK registeret laboratorium (Miljø-kemi - Dansk Miljø Center A/S).

#### 4.5 Analyseprogram

Prøverne er analyseret af Miljø-Kemi - Dansk Miljø Center A/S. Analysemetoder og detektionsgrænser er angivet nedenfor.

##### 4.5.1 Kemiske parametre

Tabel 38: Kemiske parametre

Parameter	Metode	Detektionsgrænse
Suspenderede stoffer	DS 207	5 mg/l
Turbiditet	DS 290	0,1 FTU
BOD	DS/R 254 EN1899	0,5 mg/l
COD	DS 217 modf.	5 mg/l
Ilt, elektrode	DS 2206	0,1 mg/l
Konduktivitet	DS 288	1 mS/m
NVOC	DS/EN 1484	0,1 mg/l
pH	DS 287	
Sulfid-S	DS 280	0,01 mg/l

##### 4.5.2 Mikrobiologiske parametre

Tabel 39: Mikrobiologiske parametre

Parameter	Metode	Detektionsgrænse	Udsædsdoser/ fortyndinger
Kimtal v. 37°C	DS 2217/1	1 CFU pr. 100 ml	100 ml, 10 ml, 1 ml
Kimtal v. 22°C	EN/DS 6222* DS 2251	1 CFU pr. ml	1 ml, -1 til -4
Enterokokker	ISO/DIS 7899	1 CFU pr. 100 ml	100 ml, 10 ml, 1 ml
Clostridium perfringens	DS 2256	1 CFU pr. ml	1 ml, -1 til -4

Note:  
CFU = Colony forming units

## 4.6 Analyseresultater

Analyserapporter fra Miljøkemi er vedlagt i bilag E. Resultaterne er sammenfattet i tabellen nedenfor.

Tabel 40: Sammenfatning af analyseresultater, Virklund afd. 47

Analyseparameter	Dato	15.04.2002		25.04.2002		30.04.2002	
	Enhed	Indløb	Udløb	Indløb	Udløb	Indløb	Udløb
<b>Mikrobiologiske:</b>							
Enterokokker	CFU/ml	1	61	6	5	19	4
Clostridium perfringens	CFU/ml	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Kimtal ved 37°C	CFU/ml	530	2.400	470	110	1300	350
Kimtal ved 22°C	CFU/ml	17.000	70.000	21.000	11.000	57.000	9.800
<b>Fysisk-kemiske:</b>							
pH	-	7,8	8,1	7,2	7,8	8,0	8,2
Konduktivitet	mS/m	48	38	49	36	47	36
ilt <sup>(1)</sup>	mg/l	-	-	3,06	5,62	5,55	8,8
Suspenderet stof	mg/l	9	<5	6	<5	5	<5
Turbiditet	mg/l	3,6	1,8	5,8	1,6	4,0	0,93
BOD	mg/l	2,7	3,1	<2	2,5	2,7	<2,0
COD (Cr)	mg/l	<10	11	<10	13	<10	12
Sulfid-S	mg/l	0,048	0,010	0,036	<0,01	0,032	<0,01
NVOC, <sup>(2)</sup>	mg/l	2,3	2,0	1,9	1,8	1,9	1,7

Note:

Indløb = udtaget i pumpebrønd (Blandingsprøve mellem kl. 8.15-9.15)

Udløb = udtaget i cisterne (Stikprøve efter forudgående 5 udskylninger)

<sup>(1)</sup> = Iltindhold målt ved sluttidspunkt af prøveudtagning

<sup>(2)</sup> = Ikke flygtig organisk kulstof

CFU = Colony Forming Units

Af tabellen fremgår det, at de fysiske og kemiske analyseresultater foretaget på tilløbet ligger meget lavt på alle prøveudtagningsdage. Analyseverdierne adskiller sig væsentligt fra de tidligere analyser foretaget 3. november 2002, hvor der er målt et COD indhold på 140 mg/l, BOD-indhold på 51 mg/l og suspenderet stofindhold på 26 mg/l.

Sammenholdt med det typiske indhold af COD, BOD og SS (se tabellen i afsnit 2.8.4) forekommer tilløbsniveauet meget lavt.

Hvad angår de mikrobiologiske parametre ligger Clostridium perfringens under detektionsgrænsen, hvor der tidligere er målt 34 CFU/ml. Kimtal ved 22°C ligger på det samme niveau som ved den tidligere prøve udtaget i 1999.

Årsagen til det meget lave indhold af organisk stof i prøverne udtaget i april 2002 kan skyldes prøveudtagningsmetoden. Erfaringsmæssigt burde tidsrummet mellem kl. 8-9 umiddelbart være repræsentativ, da de største afløb fra håndvask og bad må forventes at ligge mellem kl. 6-9 og kl. 20-23. Imidlertid kan det se ud til, at der har været et andet forbrugsmønster på de tre prøveudtagningsdage.

Det er ikke angivet, hvor og hvornår (tidspunkt) tilløbsprøven er udtaget den 3. november 1999, hvorfor den direkte sammenligning ikke kan foretages.

Derudover skal det bemærkes, at alle mikrobiologiske parametre viser et noget højere niveau i afløbet end i tilløbet på prøverne udtaget den 15.04.2002.

Årsagen kan ikke umiddelbart forklares, da der ikke er konstateret driftsproblemer på anlægget den pågældende dag.



## 4.7 Vurdering af anlæggets rensningseffektivitet og afløbskvalitet

### 4.7.1 Vurdering af afløbskvalitet

Indledningsvist skal der gøres opmærksom på, at alle gravandsanlæg er etableret som forsøgsanlæg, og at der er ikke stillet egentlige krav til afløbskvaliteten fra anlæggene. I Danmark findes der ingen kvalitetskrav til gravvand i dag.

I nedenstående tabel er den målte afløbskvalitet sammenholdt med "Kvalitetskrav til drikkevand" for at få et indtryk af, hvor langt afløbskvaliteten ligger fra drikkevandskvalitetskravene.

Tabel 41: Sammenligning af afløbsanalyser med drikkevandskvalitetskrav, Virklund afd. 47

Analyseparameter	Dato	15.04.02	25.04.02	30.04.02	Kvalitetskrav til drikkevand <sup>(3)</sup>	
	Enhed	Udløb Cisterne	Udløb Cisterne	Udløb Cisterne	Værdi ved indgang til ejendom	Værdi ved taphane
<b>Mikrobiologiske:</b>						
Enterokokker	CFU/ml	61	5	4	i.m. (CFU/ 100 ml)	i.m.
Clostridium perfringens	CFU/ml	<1	<1	<1	i.m.	i.m.
Kimtal ved 37°C	CFU/ml	2.400	110	350	20	-
Kimtal ved 22°C	CFU/ml	70.000	11.000	9.800	200	-
<b>Fysisk-kemiske:</b>						
pH	-	8,1	7,8	8,2	-	-
Konduktivitet	mS/m	38	36	36	>30	>30
Ilt <sup>(1)</sup>	mg/l		5,62	5,6	5	-
Suspenderet stof	mg/l	<5	<5	<5	-	-
Turbiditet	FTU	1,8	1,6	0,93	1	1
BOD	mg/l	3,1	2,5	<2,0		-
COD (Cr)	mg/l	11	13	12	-	-
Sulfid-S	mg/l	0,010	<0,01	<0,01	-	-
NVOC, <sup>(2)</sup>	mg/l	2,0	1,8	1,7	4	4

Note:

<sup>(1)</sup> = Iltindhold målt ved sluttidspunkt af prøveudtagning

<sup>(2)</sup> = Ikke flygtigt organisk kulstof

<sup>(3)</sup> = Vandkvalitetskrav ved forbrugers taphane, jf. bekendtgørelse nr. 871 af 21.09.2001

CFU = Colony forming units

Udløb = udtaget i cisterne (Stikprøve efter forudgående 5 udskyllinger)

Af tabellen fremgår det, at afløbet ikke kan overholde kvalitetskravene til drikkevand, hvad angår de mikrobiologiske parametre, og derudover kan turbiditetskravet ikke opfyldes ved to af de tre analyser.

Enterokokker ved de to sidste analyser ligger på niveau med, hvad tidligere undersøgelser /19/ har vist, mens kimtal ved 22°C ligger væsentlig højere, end hvad der tidligere er målt på andre anlæg, hvor der højest er målt 600 CFU/ml.

Dette indikerer, at det etablerede UV-anlæg formentlig ikke er så effektivt som på de tidligere undersøgte anlæg.

#### 4.7.2 Vurdering af rensningseffektivitet

Anlæggets rensningseffektivitet hvad angår organisk stof (COD, BOD) og suspenderet stof kan ikke vurderes, eftersom både indløbs- og udløbsniveauet ligger meget tæt på detentionsgrænserne, og udløbet ofte er højere end indløbet.

Med hensyn til reduktionen i de mikrobiologiske indikatorparametre er disse beregnet i tabellen nedenfor.

Tabel 42: Beregnede reduktionsgrader i de mikrobiologiske indikatorer

Analyseparameter	15.04.02	25.04.02	30.04.02
	Reduktion	Reduktion	Reduktion
<b>Mikrobiologiske:</b>	%	%	%
Enterokokker	-	17	79
Clostridium perfringens	-	-	-
Kimtal ved 37°C	-	76	73
Kimtal ved 22°C	-	47	83

Note: - = kan ikke beregnes

De opnåede reduktioner er forholdsvis lave sammenlignet med lignende anlæg med en effektiv UV-behandling, hvor der typisk opnås reduktionsgrader på 99-99,9%.

Årsagen til den dårligere rensning og den dårligere grävandskvalitet i cisternerne tillægges hovedsageligt, at vandet ikke har gennemgået en UV-behandling umiddelbart inden udpumpning til cisternen. Der er i stedet etableret en intern recirkulationssløjfe, hvor der recirkuleres med en pumpe fra rentvandstanken gennem UV-anlægget og tilbage til rentvandstanken. Der kan således ske "genvækst" i rentvandstanken, inden det rensede grävand pumpes ud til cisternerne, såfremt opholdstiden er for lang.



# 5 Konklusion og anbefalinger

## 5.1 Konklusioner

### **Registrerede grävandsanlæg i Danmark**

På baggrund af den foretagne videnindsamling om status på etablerede forsøg med opsamling, behandling og genanvendelse af gråt spildevand til toiletskyl kan det konkluderes, at der i perioden fra 1991-2001 er etableret i alt 35 grävandsanlæg, hvoraf 10 anlæg har været med genanvendelse af grävand til toiletskyl.

Kun halvdelen af de etablerede grävandsanlæg er i funktion her i 2002, og der er registreret 7 aktive anlæg med genanvendelse af grävand til toiletskyl.

### **Administrationspraksis**

En rundspørge til større kommuner viste, at de kommunale forvaltninger har givet i alt 9 dispensationer til etablering af forsøg med grävandsanlæg.

Københavns Kommune (Københavns Energi) er den eneste kommune, der har indført en administrationspraksis, hvor forskellige myndigheder (herunder Embedslægeinstitutionen) høres i forbindelse med behandling af en dispensationsansøgning.

Københavns Energi gennemfører et årligt tilsyn med de etablerede forsøgsanlæg.

Generelt må det dog konkluderes, at kommunerne ikke har ensartede procedurer for behandling af dispensationsansøgninger. De adspurgte sagsbehandlere efterlyste vejledninger og / eller tekniske anvisninger på, hvilke krav der skal stilles til grävandsanlæg.

### **Leverandører og rådgivere involveret i grävandsanlæg**

Gennemgangen af de etablerede forsøgsanlæg viste, at ca. 15 danske rådgivere og leverandører hidtil har været involveret i undersøgelser, projektering og udførelse af grävandsanlæg.

Nogle leverandører (Aqua Safe, Unicon Beton, Dan Technic (Danti), AEC og Transform) startede udviklingen af et prototypeanlæg med henblik på et kommercielt salg. Af de nævnte firmaer har Aqua Safe, Unicon Beton og Dan Technic stoppet deres aktiviteter inden for området.

En forudsætning for, at grävandsanlæg kan få kommerciel udbredelse, vil være, at der færdigudvikles standardanlæg, som er typegodkendte, enkelt opbyggede, pasningsvenlige samt økonomisk attraktive i indkøb og drift.

Set i lyset af at de leverandører, som hidtil har leveret flest forsøgsanlæg, har standset deres aktiviteter inden for området, forekommer interessen fra danske leverandører at være vigende.

### **Teknisk gennemgang af etablerede forsøg med grävandsanlæg**

Gennemgang af de etablerede forsøgsanlæg med genanvendelse af gråt spildevand til toiletskyl har vist, at besparelspotentialet på anlæggene ligger på ca. 100-1500 m<sup>3</sup> pr. år.

De økonomiske nøgletal for de gennemgåede anlæg kan karakteriseres som følger:

- Etableringsomkostningerne ligger typisk i intervallet kr. 38.000 - 1.140.000.
- Elforbruget til drift af grävandsanlæggene ligger i intervallet 1,4 - 5,0 kWh/m<sup>3</sup>.
- Den årlige besparelse (ekskl. driftsudgifter) ligger på kr. 2.500 - 42.300 pr. år. Der er her regnet med vand- og spildevandsafgifter svarende til prisniveau 2001. Driftsudgifterne pr. m<sup>3</sup> behandlet grävand ligger på 5-66 kr./m<sup>3</sup>.
- Tilbagebetalingstiden er beregnet til 12-78 år med et gennemsnit på 42 år, når udgifterne til anlæggets drift indregnes.

Baseret på ovennævnte nøgledata må det konkluderes, at det private økonomiske incitament til at etablere grävandsanlæg er yderst begrænset, såfremt der ikke gives tilskud til etablering.

Baseret på den tekniske gennemgang af 7 aktive anlæg kan den driftsmæssige status sammenfattes som følger:

- Fejlkoblinger af spædevandstilførsel blev konstateret på to anlæg.
- Ingen anlæg har kørt uden driftsmæssige problemer, som dog har varieret noget i omfang og karakter fra anlæg til anlæg. Typiske problemer har været tilstopning af komponenter pga. dårlig slamudskillelse. Lækage og oversvømmelser. Svigt af pumper og ventiler.
- Manglende eller uregelmæssig frekvens på udskiftning af UV-lampe blev konstateret på flere anlæg. I driftsvejledningerne var frekvensen for udskiftning ofte angivet til en gang hvert eller hvert andet år.
- Regelmæssig slamtømning (enten via bundventil til kloak eller med slamsuger) blev kun foretaget på få anlæg.
- Pasning af anlæggene foretages ofte af et personale, som ikke er uddannet til formålet og efter en driftsvejledning med sparsomme oplysninger.
- Logbog over anlæggets drift (med registreringer af vandforbrug) fandtes kun i yderst begrænset omfang.
- Det nuværende omfang af pasningen varierede fra en gang ugentligt og op til ½ mandår på det største anlæg. Det vurderes dog, at et dagligt tilsyn på 2-5 min. vil være nødvendigt for at sikre en stabil drift. Derudover skal der nok påregnes en pasning ca. 1-2 gange pr. måned, hvor der skal ske rensning af filtre og aflæsning af vandure. Praksis for tømning af slam varierer så meget, at der ikke kan angives en anbefalet tømningfrekvens.
- Ingen anlæg havde en fast serviceordning på anlægget, hvilket skyldes, at firmaet, som etablerede anlægget, ikke eksisterede mere. Det vurderes, at 1-2 årlige serviceeftersyn vil være påkrævet for at opnå en stabil drift.
- Vandanalyser udførtes ikke som en del af den rutinemæssige kontrol af anlæggenes funktion.
- Prøveudtagnings- og vandanalyseprogrammer er der kun gennemført på 4 aktive demonstrationsanlæg og 2 nedlagte anlæg.

### **Rensningsresultater**

I forbindelse med nærværende projekt er der gennemført en screeningsundersøgelse af grävandsanlægget på lokaliteten Virklund afd. 47, hvor der er gennemført et reduceret prøve- og analyseprogram omfattende ind- og udløbsprøver på tre dage i april 2001.

Analyseresultaterne viste følgende:

- Indløbsanalyserne for de fysisk-kemiske og bakteriologiske parametre er usædvanligt lave sammenholdt med en karakteristisk sammensætning af grävand. Årsagen er ikke fundet, da indløbsprøverne er taget i en tilløbsbrønd i tidsrummet mellem kl. 8.00-9.00, hvor der må forventes at være et forbrug af vand i håndvaske og bad.
- Forårsaget af det lave indløbsniveau giver det ingen mening at beregne anlæggets rensningseffektiviteter for de kemiske parametre. For de bakteriologiske indikatorparametre (kintal ved 22°C og 37°C samt Enterokokker) er reduktionen beregnet til 17-83%, hvilket dog også er påvirket af det lave indløbsniveau.
- Udløbet i cisternen kan ikke overholde kvalitetskravene til drikkevand, hvad angår de mikrobiologiske parametre, og derudover kan turbiditetskravet ikke opfyldes ved to af de tre analyser.
- Årsagen til det forhøjede indhold af mikrobiologiske indikatorer på anlægget ved afd. 47 Virklund tillægges hovedsageligt, at vandet ikke gennemgår en UV-behandling umiddelbart inden udpumpningen til cisternen.

Ud over ovennævnte resultater har DTU i projektet "Mikrobiologiske undersøgelser af regn- og grävandsanlæg" /19/ og projektet "Demonstrationsprojekt i fuldskala for rensning af grävand fra Beboerforeningen, BO-90" gennemført de mest systematiske undersøgelser af anlæggenes rensningseffektivitet. Sidstnævnte projekt er dog ikke afrapporteret ved færdiggørelsen af nærværende projekt.

Moe & Brødsgaard gennemfører ligeledes måle- og analyseprogrammer på Vestbadet og Nordhavnsgården her i 2002, og projekterne afsluttes først ultimo 2002.

Resultaterne af prøveudtagnings- og analyseprogrammet fra de tre igangværende demonstrationsprojekter har ikke været stillet til rådighed for nærværende projekt og indgår således ikke i vurderingen.

Vurdering af grävandsanlæggenes rensningseffektivitet bygger på et meget spinkelt grundlag. I nedenstående tabel er de foreliggende data sammenfattet.

Tabel 43: Rensningseffektivitet, gråvandsanlæg

Analyseparameter	Anlæggets Rensningseffektivitet (Middel)				
	Genbrugsfabrikken, Århus "UV-bestråling"	Baldersgade 20-22	Virklund Afd. 47, Silkeborg	Mikrobiologiske undersøgelser af gråvandsanlæg /19/	
Mikrobiologiske:				Største værdi (1)	Mindste værdi (1)
Enterokokker	-	-	17-79%	99,9%	89%
Kimtal ved 37°C	99,9%	99,9%	73-79%	-	-
Kimtal ved 22°C	-	-	47-83%	99,9%	91%
Coliforme bakterier	>99%	97-99,9%	43%	-	-
Termotolerante coliforme bakterier	>99%	>99,9%	-	-	-
Kemiske:					
BOD	84%	92-94%	0-91%	-	-
COD	-	67-87%		90%	31%

Note:

- (1) Rensningseffektiviteten er baseret på opgivne "største" og "mindste" værdi for de 4 anlæg.

## 5.2 Anbefalinger

Såfremt gråvandsanlæg skal gøres permanente, og tilladelse til etablering og drift skal kunne udstedes af den ansvarlige myndighed, skal der iværksættes udarbejdelse af tillæg og / eller ændringer i lovgivningen. Herunder skal Vandforsynings-loven ændres, således at der åbnes mulighed for at give tilladelse / dispensation til anvendelse af gråvand til toiletskyl.

Der er ligeledes behov for at vurdere, hvorvidt afledning af slam fra gråvandsanlæg og tilslutning af nødoverløb kan ske inden for rammerne af gældende betalingsvedtægter for kloakforsyningen og / eller tilslutningstilladelser til den kommunale kloakforsyning.

Der bør udarbejdes kvalitetskrav til gråvandets indhold af fysiske, kemiske og bakteriologiske parametre. Der kan evt. tages udgangspunkt i tilsvarende krav for gråvandsanlæg, som er udarbejdet i New Zealand.

Der bør udarbejdes tekniske anvisninger til anlæggenes dimensionering, godkendelse, udførelse og drift i lighed med Rørcenter-anvisning 003 "Brug af regnvand til wc-skyl og vaskemaskiner i boliger". Specielt skal der fokuseres på udarbejdelse af retningslinier for den procestekniske dimensionering.

Der bør udarbejdes vejledende retningslinier for kommunernes behandling af ansøgninger om tilladelser til etablering af gråvandsanlæg og tilsyn med samme.

Baseret på erfaringerne fra den tekniske gennemgang anbefales der fastsat krav til en lovpligtig serviceordning, hvor hvert anlæg skal gennemgå minimum et årligt servicecheck af en autoriseret VVS-installatør.

Det skal her præciseres, at der ikke er foretaget en sundhedsmæssig vurdering af gråvandsanlæggene, hvilket vil forudsætte, at der foruden de foretagne undersøgelser for indikatorbakterier er foretaget epidemiologiske undersøgelser med henblik på at få belyst, hvilke eventuelle patogene mikroorganismer der kan forekomme hos beboere / gæster og for at få foretaget en vurdering af det

anvendte desinfektionsmiddels effektivitet over for de mikroorganismer, der vil kunne forekomme i grävand.

I projektet "Vurdering af hygiejnisk risici ved håndtering af urent vand i huse" /3/ er emnet belyst, og en metodik for risikoanalyse og vurdering samt fastlæggelse af den acceptable risici ved valg af anlægsudformninger er anbefalet.

De i ovennævnte projekt fundne kilder til forøget risiko er i nærværende projekt vurderet som følger:

- *Risiko for grävand i offentlig vandforsyning* er identificeret i nærværende projekt ved forkert udførelse af spædevandsventil.
- *Dårligt rensed grävand* er identificeret ved utilstrækkelig tilbageholdelse af slam og utilstrækkelig UV-bestråling.
- *Projekterings- og udførelsesfejl* er identificeret på to anlæg, hvor der var skabt forbindelse mellem den ordinære drikkevandsforsyning og grävandssystemet.
- *Manglende mærkning* af grävands- og drikkevandsledninger er konstateret på flere anlæg, hvilket medfører en forøget risiko for, at der vælges vand fra det forkerte system.

Umiddelbart vurderes ovennævnte risici at være så alvorlige, at konsekvenserne af nedsat rensningseffektivitet mangler at blive belyst, før der kan foretages en endelig sundhedsmæssig vurdering af grävandsanlæg.





## 6 Referenceliste

- /1/ *Smitterisici ved håndtering af urin, fæces og spildevand* - Litteraturstudium, Jes la Cour Jansen og Thorkil Boisen, Økologisk byfornyelse og spildevandsrensning Nr. 1, 2000
- /2/ *Vurdering af hygiejnisk risici ved håndtering af urent vand i huse*, Ole Frits Adeler og Poul Harremoës, PH Consult Aps, Økologisk byfornyelse og spildevandsrensning Nr. 3, 2000
- /3/ *Identifikation af gråvandsanlæg*, Økologisk byfornyelse og spildevandsrensning Nr. 9, 2001
- /4/ *Genanvendelse af gråt spildevand på campingpladser*, Økologisk byfornyelse og spildevandsrensning Nr. 16, 2000
- /5/ *Characteristics of grey wastewater - A literature survey*, draft version, Eva Eriksson, Mogens Henze og Anna Ledin, DTU, februar 2000
- /5/ *Genanvendelse af badevand til toiletskyt*, Planenergi, Juni 1995
- /6/ *Boligernes vandforbrug - Den udnyttelige regnvandsressource*, Miljø- og Energiministeriet, januar 1998
- /7/ *Dansk Byøkologi database* ([www.danskokologi.dk](http://www.danskokologi.dk))
- /8/ *Sekundavand i husholdning og industri, Myndighedsbehandling*. Indlæg af Allan Broløs, Københavns Energi på IDA møde den 30.04.02
- /9/ *Vandforsyningsstatistik 2000*, Danske Vandværkers Forening og Miljøstyrelsen, 2001
- /10/ *Water recycling at Millenium Dome*, Water Science and Technology Vol. 43 No. 10 pp 287-294. Water Science and Technology Vol. 43 No. 10 pp 287-294
- /11/ *Small scale water recycling systems - risk assessment and modeling*. Water Science and Technology Vol. 43 No. 10 pp 83-90
- /12/ *In-building wastewater treatment for water recycling*, T. Stephenson and S.J. Judd, School of Water Sciences, Cranfield University, England
- /13/ *Domestic Greywater Treatment Systems, Accreditation Guidelines* (April 2000) - Local Government (Approvals) Regulation, 1999, NSW Health, New Zealand
- /14/ *Det grønne vaskeri i Folehaven - Evaluering*, december 2001, udført af Lading Arkitekter for Boligforeningen 3B
- /15/ *Genanvendelse af badevand til toiletskyt*, juni 1995. PlanEnergi

- /16/ *Arbejdsrapport - Hygiejнемålinger af gråt spildevand og regnvand*, Arbejdsrapport udarbejdet af PlanEnergi for Miljøstyrelsen
- /17/ *Rapport vedr. Forsøgsprojekt med gråvandsanlæg, Ryesgade 1 og Sankt Hans Gade 10 København*, Carl Bro as, 15.02.2000
- /18/ *Spildevandsteknik*, Leif Winter, Mogens Henze, Jens Jørgen Linde og H. Thorkild Jensen m.fl., 1998 udgave
- /19/ *Boligernes vandforbrug - Mikrobiologiske undersøgelser af regn- og gråvandsanlæg*, udarbejdet for By- og Boligministeriet og Miljøstyrelsen af Institut for Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet, 1999
- /20/ *Pollution Control and Cleaner Production - Lecture material, Wastewater Reuse / Recycling and Disposal*, University of Wollongong

### **Oversigt over afrapporterede Aktionsplans projekter i 2000 og 2001:**

1. Øget genanvendelse af gråt spildevand i fællesanlæg i større bysamfund, 2001
2. Vurdering af muligheder og begrænsninger for recirkulering af næringsstoffer fra by til land, 2001
3. Erfaringer fra og undersøgelser af pilerenseanlæg i Tappernøje, 2001
4. Genanvendelse af gråt spildevand på campingpladser, 2001
5. Linolie til overfladebehandling af udvendigt træværk, 2001
6. Vurdering af muligheder og begrænsninger for recirkulering af næringsstoffer fra by til land, 2001
7. Muligheder for økologisk spildevandsrensning på Christiansø, 2001
8. Miljøvurdering af kemiske stoffer i byggevarer, 2001
9. Miljøkonsekvenser ved nedsivning af spildevand renses i økologiske renseanlæg sammenlignet med traditionel nedsivning, 2001
10. Rensekilden, 2000
11. Smittetrisici ved håndtering af urin, fæces og spildevand, 2000
12. Vurdering af hygiejniske risici ved håndtering af urent vand i huse, 2000

## Tilsynsrapport – Teknisk gennemgang

Rapport nr. 1  
Bofællesskabet Stationsvej

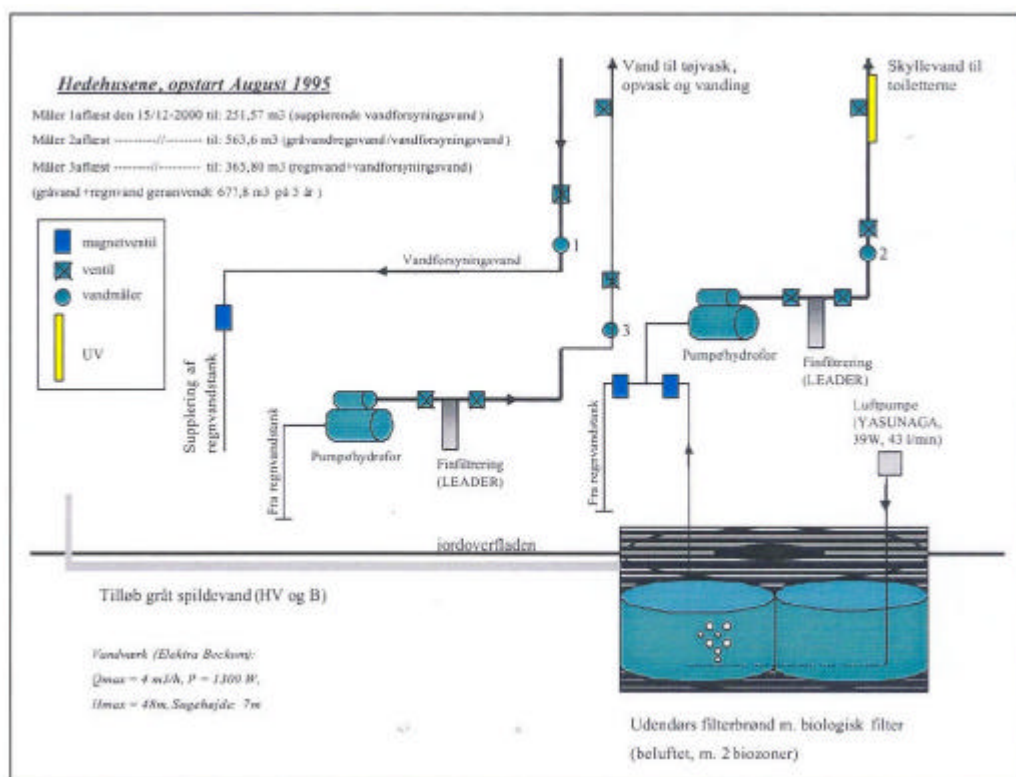
Projektnummer: 30.4173.01	
Projekttitel: Grävandsanlæg (J.nr. M 226-0220)	
Tilsynsrapport nummer: 01	Udfyldt af: TSr   Dato: 22.05.2002
<b>Grävandsanlæg:</b> Bofællesskabet Stationsvej Stationsvej 30 2640 Hedehusene	<b>Kontaktpersoner:</b> Ole Friedstrup, Høje-Taastrup Kommune Tlf: 4359 1233
<b>Deltagere Carl Bro:</b> Thomas Sørensen	<b>Antal bilag vedlagt:</b> Principdiagram og 4 fotos
<b>Tilsynsdato og -tidspunkt:</b> 22.05.2002	<b>Tilsynssted:</b> Stationsvej 30
<p><b>Status:</b> Anlægget har været lukket i ca. en måneds tid.</p> <p>Der har været store driftsproblemer med anlægget de senere år og derfor blev HOH Vand &amp; Miljø A/S inddraget og har forestået en mindre ombygning af anlægget. Desværre er driftsproblemerne ikke blevet løst og anlægget overvejes at blive lukket permanent.</p> <p>Bofællesskabet har et regnvandsanlæg, hvor regnvandet bruges til vaskemaskiner og opvaskemaskinen. Anlægget har fungeret nogenlunde og det overvejes at koble toiletterne på regnvandsdelen.</p>	
<b>Observationer/registreringer/målinger/aftale:</b>	
Anlægsleverandør: Danti (firmaet er lukket) Anlægskapacitet: 1000 l/døgn. Grävand fra håndvask og bad	Anvendelsesformål: Toiletskyl Antal personer tilsluttet: Der er 5 beboere samt 2 ansatte.
<p><b>Anlægsdata og dimensioner (Grävandsanlæg):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Biotanken er en nedgravet brønd med en volumen på 1,48 m<sup>3</sup> og en diameter på 1,5 m. Der er sat en skillevæg ned, således at det grå spildevand kan bundfældes, inden det ved overløb ledes til biofilteret. Biofilteret består af 4 bioblokke 200 med et volumen på 0,69 m<sup>3</sup> og et overfladeareal på 138 m<sup>2</sup>. Der er sat yderligere en skillevæg ned, der giver et lille volumen, hvorfra det rensede vand oppumpes.</li> <li>2. Biofilteret beluftes kontinuert. Luftpumpe: Yasunga 43 l/min – 39 W.</li> <li>3. Før renoveringen i 2001 blev det rensede vand fra biotanken pumpet via pumpe med hydrofor i gennem et 1 liters patronfilter og UV-filter til toiletterne. Efter renoveringen er der lavet et sløjfe over biotanken hvor vandet kontinuert pumpes igennem et UV-filter. Vandet ledes stadig igennem patronfilteret og UV-lampen.</li> <li>4. Trykpumpe: Elektra Beckum HV1300/20 N, 1300 W, 5,7 A, Q<sub>max</sub>: 4 m<sup>3</sup>/h Hydrofor: 24 liter, Max. 5 bar, drifttryk 1,5 bar.</li> <li>5. UV-filter: R-can S 810 RL, model S8Q-Gold/2, 0,32 A og 39 W, R-can Environment inc, Canada</li> <li>6. Tilførsel af spædevand sker direkte til biotanken.</li> </ol>	

<b>Udført af Autoriseret VVS eller kloakmester:</b> Opstillet af Danti og efterfølgende ombygget i 2001 af HOH Vandteknik.		
<b>Anlægspris:</b> Ikke oplyst.		<b>Opstartsår:</b> 1995
<b>Driftsomkostninger:</b> Ikke oplyst. Der har løbende været mange driftsproblemer. Ombygningen i 2001 kostede 35.000 kr.	<b>Driftstilsyn:</b> De ansatte. Patronfilteret skal renses min. 1 gang pr. uge.	<b>Serviceordning:</b> I 2001 indgik kommunen en serviceaftale med HOH Vandteknik.
<b>Vandforbrug, i alt:</b> Registreringer over 4 år: 140-185 m <sup>3</sup> /år	<b>Gråvand:</b> Registreringer over 4 år: 84-99 m <sup>3</sup> /år - Gns: 90 m <sup>3</sup> /år	<b>Spædevand:</b> Registreringer over 4 år: Spædevand: 0 – 67 m <sup>3</sup> /år Regnvand: 65 – 77 m <sup>3</sup> /år
<b>Elforbrug:</b> Ingen registreringer		<b>Delmål:</b> 3 stk.
<b>Vandpris</b> (inkl. moms og afgift) 2001: 12,81 kr/m <sup>3</sup>		<b>Afledningsafgift</b> (inkl. moms og afgift): 15,26 kr/m <sup>3</sup>
<b>Checkliste for teknisk gennemgang:</b>		
<p><b>Omfang af driftsproblemer:</b> Det helt store problem har været partikler i det rensede vand.</p> <p><b>Tilslamning af tanke:</b> Biotanken har været tømt flere gange.</p> <p><b>Driftsproblemer af kompressor, pumper, ventiler:</b> Ja. Ventiler har ofte været tilstoppede både ved anlægget og ved toiletterne.</p> <p><b>Rent vandstanken:</b> Der er ingen separat rentvandstank. Der rene vand udtages fra sedimentationsområde i biotanken.</p> <p><b>Filtreringsanlæg:</b> 1 liters patronfilter. Filteret skal renses hyppigt. Ca. 1 gang pr. uge.</p> <p><b>UV anlæg:</b> Anlægget blev etableret med et lille UV-filter på tryksiden inden vandet blev pumpet til toiletterne. Ved ombygningen i 2001 blev der etableret en UV-sløjfe, der recirkulerede vandet over biotanken.</p> <p><b>Måler på spædevandstilførsel:</b> Ja.</p> <p><b>Luftgab ved spædevandstilførsel:</b> Der var luftgab fra spædevandstilførslen til påfyldning af vand til anlægget. Vandet blev påfyldt direkte til biotanken, da der ikke er en separat rentvandstank.</p> <p><b>Fejlkoblinger af rør, by-pass muligheder:</b> Da anlægget ofte har haft driftsproblemer er der blevet etableret en direkte tilførsel af rent vand til gråvandsledningen til toiletterne, da anlægget ofte har været slukket. Der er monteret en ventil på den ”permanente” sammenkobling.</p> <p><b>Mærkning af rør:</b> Rørerne var fint mærket</p> <p><b>Hydrauliske problemer og/eller overløb til kloak:</b> Nej.</p>		
<b>Vedligeholdelsesvejledning:</b> Danti havde udarbejdet en driftvejledning til anlægget.		
<b>Prøveudtagningsmuligheder:</b> Det er ikke umiddelbart muligt at udtage en prøve af det urensede gråvand. En prøve af det rensede vand kan udtages i cisternen.		

## Tilsynsrapport – Teknisk gennemgang

Rapport nr. 1  
Bofællesskabet Stationsvej

<b>Toiletvandets udsende:</b> Anlægget var ikke i drift.		<b>Lugtproblemer:</b> Ingen.
<b>Specifikation af opfølgingsaktiviteter</b>	Sæt kryds	<b>Tilsyn gennemført</b>  ..... Dato/underskrift
Vandanalyser tidligere udført	Nej	
Vandanalyser planlagt	Nej	
<b>Bemærkninger:</b>		



Flowdiagram for Stationsvej 30. 47.

Skitsen er fra rapporten "Identifikation af gråvandsanlæg" /3/.

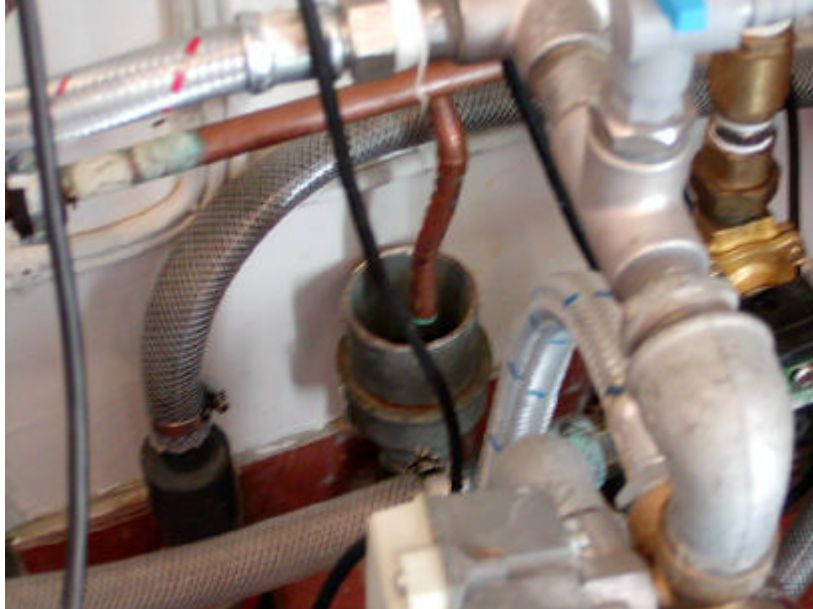


Gråvand- og regnvandsanlæg



Biotanken





Spædevandstilførsel



Sløjfe fra vandsværvand til gråvands anlægget

## Tilsynsrapport – Teknisk gennemgang

Rapport nr. 2  
Folehavens Grønne Vaskeri

Projektnummer: 30.4173.01	
Projekttitel: Grävandsanlæg (J.nr. M 226-0220)	
Tilsynsrapport nummer: 02	Udfyldt af: TSr   Dato: 22.05.2002
<b>Grävandsanlæg:</b> Folehavens Grønne Vaskeri Vinhaven 2 2500 Valby	<b>Kontaktpersoner:</b> Bettina Fellow og Peter Kaare fra boligselskabet 3B.
<b>Deltagere Carl Bro:</b> Thomas Sørensen	<b>Antal bilag vedlagt:</b> Principdiagram og 4 fotos
<b>Tilsynsdato og -tidspunkt:</b> 22.05.2002	<b>Tilsynssted:</b> Folehavens Grønne Vaskeri
<p><b>Status:</b></p> <p>I 2000 blev Folehavens Vaskeri renoveret og ombygget til Folehavens Grønne Vaskeri. Vaskeriet renser og genbruger sit vaskevand mange gange. Samtidigt benyttes det rensede vand til toilet skyl på vaskeriets 5 toiletter.</p> <p>De første års drift er netop blevet evalueret. Rapporten hedder "Det grønne vaskeri i Folehaven – Evaluering" og er udført af Lading arkitekter + konsulenter, Refshalevej 163a, 1432 Kbh. K.</p>	
<b>Observationer/registreringer/målinger/aftale:</b>	
<p>Anlægsleverandør: Styring af byggeriet: Ingeniørfirma Torben Wormslev ved Søren Knudsen. Biologisk proces: EBO Consult/Frøx ved Ole Loland. Anlægskapacitet: Dim. for 20 m<sup>3</sup>/døgn Grävand fra vaskemaskiner</p>	<p>Anvendelsesformål: Hovedsageligt vaskemaskiner, men det rensede vand bruges til toilet skyl i vaskeriets 5 toiletter. Antal boliger under vaskeriet: 940, svarende til ca. 2000 personer.</p>
<p><b>Anlægsdata og dimensioner (Grävandsanlæg):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Brugt vaskevand ledes til en septiktank, som er en ombygget kulsilo. Den normale volumen er på 60 m<sup>3</sup>, men kan øges til 95 m<sup>3</sup> ved regn.. Vaskeriet opsamler regnvand, som bruges som spædevand. Opholdstiden i septiktanken er normalt 3 dage, hvor der sker en anaerob nedbrydning af affaldsstofferne. Gas ledes via rør til fri luft.</li> <li>2. Fra septiktanken ledes vandet via pumpe til 8 behandlingstanke (hver på 4 m<sup>3</sup>). Tankene indeholder zeolit, som er en meget porøs stenart med en stor overflade, hvorpå den biologiske nedbrydning foregår. Opholdstid ca. 1 ½ døgn.</li> <li>3. Fra behandlingstankene pumpes vandet til 8 akvarier opstillet i vaskeriet. Samlet volumen er 8,5 m<sup>3</sup>. Akvarierne indeholder forskellige fisk samt planter. Opholdstid 12 timer.</li> <li>4. Fra akvarierne løber vandet videre til et marskområde med et volumen på 30 m<sup>3</sup>. Ca. halvdelen af volumen er fyldt op med zeoliten. Marskområdet er fyldt med planter på overfladen. Opholdstid ca. 1 ½ døgn.</li> <li>5. Fra marskområdet løber vandet til opsamlingstanken, som er et tidligere svømmebassin. Volumen er 23 m<sup>3</sup>.</li> </ol> <p>Det rensede vand i opsamlingstanken cirkuleres kontinuert over et sandfilter og et UV filter. Tilløbsledningen til vaskemaskinerne er monteret efter UV-filteret. Ligeledes bruges det rensede vand i vaskeriets 5 toiletter.</p>	

## Tilsynsrapport – Teknisk gennemgang

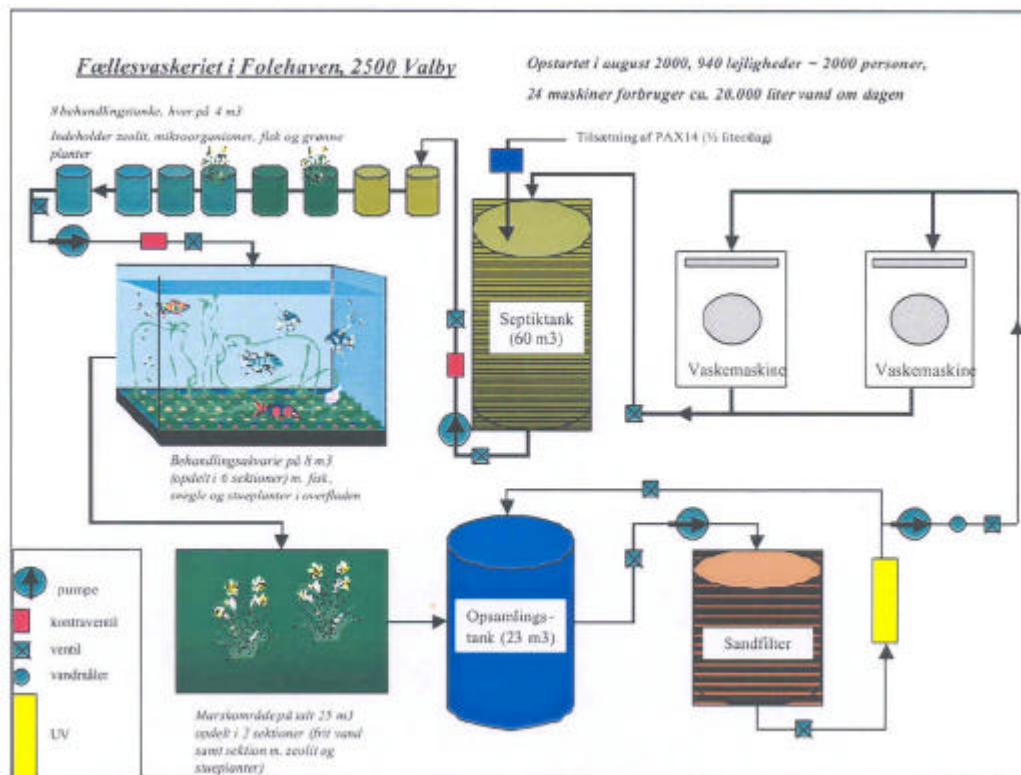
Rapport nr. 2  
Folehavens Grønne Vaskeri

<b>Udført af Autoriseret VVS eller kloakmester:</b> Ikke oplyst		
<b>Anlægspris:</b> Ombygningen af vaskeriet: ca. 9 mio kr. Grønt renseanlæg: 1.138.150 kr.		<b>Opstartsår:</b> 2000
<b>Driftsomkostninger:</b> Anlægget er løbende blevet forbedret. Der henvises til evalueringsrapporten. Udgifterne er ca. 200.000 kr/år.	<b>Driftstilsyn:</b> Det daglige driftstilsynet varetages af boligselskabet, som ligeledes har brugt meget tid på indkøringen. Der er dannet en akvarieforening, der står for vedligeholdelse af akvarierne i vaskeriet samt udslamning af behandlingstanke- ne. Tidsforbruget er meget stort.	
<b>Vandforbrug, i alt:</b> 13- 20 m <sup>3</sup> /dag. Vandforbruget er mindre end oprindeligt planlagt. Hovedårsagen skyldes indkøb af vandbesparende vaskemaskiner. Der er ingen separate registreringer vedr. vandforbruget til toiletterne.	<b>Gråvand:</b> 13-20 m <sup>3</sup> /dag. Det forventes at være en fordampning på ca. 4 % samt et tab af vand ved udslamning af tanke. Det 1. år: 1736 m <sup>3</sup> /år Estimeret: 3000-4900 m <sup>3</sup> /år Anslået gråvandsmængde til toiletskyl: 100 m <sup>3</sup> /år	<b>Spædevand:</b> Regnvand bruges som spædevand. Der er ingen registreringer af tilledte regnvandsmængder. Der er tillige brugt vandværksvand som spædevand i forb. med driftsproblemer.
<b>Elforbrug:</b> 17 kWh/m <sup>3</sup>		<b>Delmål:</b> ikke oplyst
<b>Vandpris</b> (inkl. moms og afgift) 2001:15,79kr/m <sup>3</sup>		<b>Afledningsafgift</b> (inkl. moms og afgift): 17,50kr/m <sup>3</sup>
<b>Checkliste for teknisk gennemgang:</b> For detaljeret information henvises til evalueringsrapporten udført af Lading arkitekter + konsulenter PAR.		
<b>Omfang af driftsproblemer:</b> Der har været forskellige indkøringsproblemer i forbindelse med anlægget. Detaljeret beskrivelse findes i evalueringsrapporten. Som eksempel på problemer kan nævnes:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ombygning af kulsiloen til septiktank har givet store problemer da tanken næsten konstant har været utæt og er blevet tætnet utallige gange. Det er planlagt at tanken skal renoveres igen med en ny membran.</li> <li>• Der er fundet høje koncentrationer af tungmetaller og hormonlignende stoffer i slammet. Stofferne forventes at stamme fra imprægneringsstoffer fra tøjet. Der er ligeledes fundet stoffer i slammet, der ikke burde være tilstede.</li> <li>• Tilslamning af behandlingstanke.</li> <li>• Oversvømmelser pga. kalkaflejringer, tilstopning med slam af zeolitlag, defekte ventiler og fejlmonteringer.</li> <li>• Der har tidligere været en fejltilslutning af spædevand, således at der var en potentiel risiko for tilbageløb af gråvand til vandværksvandet. Fejlen er blevet rettet.</li> </ul>		

## Tilsynsrapport – Teknisk gennemgang

Rapport nr. 2  
Folehavens Grønne Vaskeri

<b>Vedligeholdelsesvejledning:</b> Ikke oplyst.		
<b>Prøveudtagningsmuligheder:</b> Der er etableret mulighed for udtagning af både ind- og udløbsprøver.		
<b>Toiletvandets udsende:</b> Ikke kontrolleret, men vandet i opsamlingstanken så rent ud.		<b>Lugtproblemer:</b> Der har været lugtproblemer i forbindelse med vandrensningen.
<b>Specifikation af opfølgingsaktiviteter</b>	Sæt kryds	<b>Tilsyn gennemført</b>  ..... Dato/underskrift
Vandanalyser tidligere udført	Ja. Der henvises til evalueringsrapporten.	
Vandanalyser planlagt	Netop opstartet et større analyseprogram.	
<b>Bemærkninger:</b> Evalueringsrapporten kan hentes på boligforeningens hjemmeside: <a href="http://www.3b.dk">http://www.3b.dk</a>		



Flowdiagram for Folehavens Grønne Vaskeri.  
Skitsen er fra rapporten "Identifikation af gråvandsanlæg" /3/.



Akvarier opstillet i vaskeriet



Marskområde opbygget i vaskeriet



Behandlingstanke i kælderen



Sandfilter og UV-filter

## Tilsynsrapport – Teknisk gennemgang

Rapport nr. 3  
Virklund afd. 42

Projektnummer: 30.4173.01		
Projekttitel: Grävandsanlæg (J.nr. M 226-0220)		
Tilsynsrapport nummer: 03	Udfyldt af: TSr	Dato: 6.03.2002
<b>Grävandsanlæg:</b> Virklund afd. 42 Silkeborg Boligselskab Gunilslund 21-51 og 118-128, 8600 Silkeborg	<b>Kontaktpersoner:</b> Visevært Anker Christensen – Tlf: 4090 8092	
<b>Deltagere Carl Bro:</b> Thomas Sørensen	<b>Antal bilag vedlagt:</b> Principdiagram og 4 fotos	
<b>Tilsynsdato og -tidspunkt:</b> 6.03.2002	<b>Tilsynssted:</b> Virklund afd. 42	
<b>Status:</b> Aktivt		
<b>Observationer/registreringer/målinger/aftale:</b>		
Anlægsleverandør: Aquasafe, firmaet er lukket Anlægskapacitet: 800 l/døgn Grävand fra håndvask og bad	Anvendelsesformål: Toiletskyl Antal boliger tilsluttet: 22 boliger (a ca. 2 ¼ person) svarende til ca. 50 personer	
<b>Anlægsdata og dimensioner (Grävandsanlæg):</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Faldstamme fra lejeboligerne fører vandet direkte ind i 1. kar i anlægget.</li> <li>2. Den biologiske rensning foregår i 4 serie forbundne kar på hver ca. 800 liter. De første 3 kar er helt fyldt med Bio-blokke og det 4. kar er halvt fyldt med bioblok. Det giver et anslået filtervolumen på 2,1 m<sup>3</sup> og et vurderet overfladeareal på 420 m<sup>2</sup>.</li> <li>3. Karrene beluftes kontinuerlig af 2 luftpumper - Yasunga, 39 W, 43 l/min</li> <li>4. Efter 4. kar løber vandet til rent vandstanken ligeledes på 800 l.</li> <li>5. Spædevand tilledes frit 13 cm over max. vandniveau i rentvandstanken. Tilledningen styres vha. niveaumåler.</li> <li>6. Vandet pumpes til cisternerne vha. et pumpe og hydrofor. Pumpe- og trykanlæg: Grundfos, Type JP5 A-A-ACVPB/D, 3 m<sup>3</sup>/h, 775 W og Type Pro 24-H, 19 l, 1,9 bar.</li> <li>7. Efter pumpen er der installeret et patronfilter og et UV filter. Filteret er et lille 1 liters filter med plastiknet og UV lampen er navnløs.</li> </ol>		
<b>Udført af Autoriseret VVS eller kloakmester:</b>		
Aquasafe har stået for opstilling og tilslutning af anlægget.		
<b>Anlægspris:</b> Den samlede anlægssum er iflg. boligselskabet 350.000 kr.	<b>Opstartsår:</b> 1997	
<b>Driftsomkostninger:</b> 2000-2001: Ombygning af pumpe og hydrofor: 10500,- 2001-2002: Ingen	<b>Driftstilsyn:</b> 10 min/uge til rensning af patronfilter samt ca. 1 gang om måneden udslamning af kar 1. Tidsforbrug ca. 1 time.	<b>Serviceordning:</b> Nej



## Tilsynsrapport – Teknisk gennemgang

Rapport nr. 3  
Virklund afd. 42

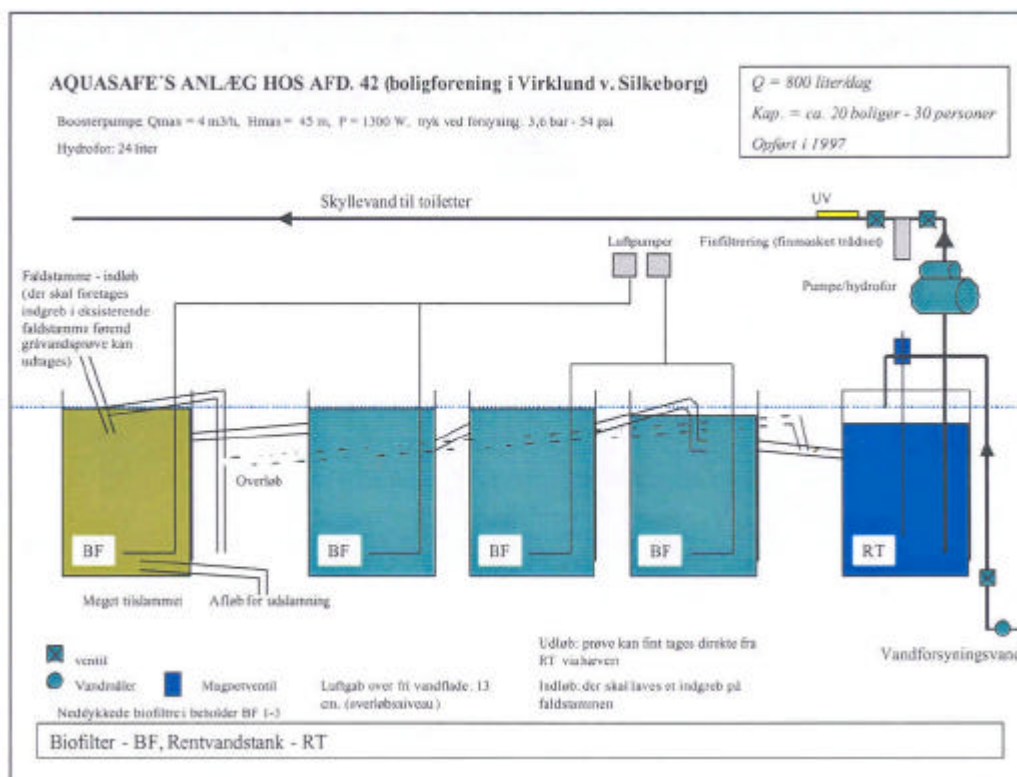
<b>Vandforbrug, i alt:</b> Ingen vandur. Beregnet: ca. 1750 l/dag svarende til ca. 640 m <sup>3</sup> /år	<b>Gråvand:</b> Ingen vandur. Alt vandet til toiletskyl er gråvand	<b>Spædevand:</b> Der er monteret vandur på spædevandstilførslen. Ingen forbrug til toiletskyl, men der bruges lidt rent vand ved udslamning af kar 1.
<b>Elforbrug (beregnet):</b> ca. 900 kWh/år ( 1,40 kr/m <sup>3</sup> ) Der er ingen separat el-måler		<b>Delmåler:</b> Ingen måler
<b>Vandpris</b> (inkl. moms og afgift) 2001:10,63 kr/m <sup>3</sup>	<b>Afledningsafgift</b> (inkl. moms og afgift): 14,69 kr/m <sup>3</sup>	
<b>Checkliste for teknisk gennemgang:</b> <b>Omfang af driftsproblemer:</b> Pumpen har været brudt sammen hvilket resulterede i udskiftning. Patronfilteret slammer hurtig til. Opstartet med skumfilter, hvilket gav tilstopningsproblemer. Skumfilteret udskiftet med plastiknetfilter. Ellers ingen driftsproblemer.		
<p><b>Tilslamning af tanke:</b> Kar 1 skal udslammes mindst 1 gang pr. måned. Ingen slamproblemer i øvrige kar.</p> <p><b>Driftsproblemer af kompressor, pumper, ventiler:</b> Pumpen har været brudt sammen, hvilket resulterede i ombygning og udskiftning af pumpen.</p> <p><b>Rent vandstanken:</b> Der var forholdsvis meget slam i hjørnerne af tanken. Indsugningen til pumpen lå på bunden, hvilket sandsynligvis er årsag til den forholdsvis store mængde slam i patronfilteret.</p> <p><b>Filtreringsanlæg:</b> Opstartet med skumfilter som efterfølgende er udskiftet med plastiknet filter. Filteret skal renses ca. 1 gang pr. uge.</p> <p><b>UV anlæg:</b> Lampen har aldrig været udskiftet. Var uden af funktion ved tilsynet. Iflg. visevært havde den været i stykker ca. 14 dage. Tekniker er blevet tilkaldt.</p> <p><b>Luftgab ved spædevandstilførsel:</b> Ca. 13 cm over max. vandniveau i rentvandstanken. Tilledning af spædevand styres af niveaumåler. Der er ikke mulighed for fejltilslutning således at gråvand kobles på vandværksvandet. Hvis der skal føres vandværksvand direkte til cisternerne skal slange fra gråvandsanlæg afmonteres og slange fra vandledning påmonteres.</p> <p><b>Mærkning af rør:</b> Der er ingen mærkning af rør på anlægget eller på rørtilføringer til cisternerne.</p> <p><b>Måler på spædevandstilførsel:</b> Der er måler på spædevandstilførsel. Det er ikke nødvendigt med tilførsel af spædevand. Det lille forbrug som vanduret har registreret bruges ved skyldning af biofilter i kar 1 i forbindelse med udslamning.</p> <p><b>Fejlkoblinger af rør, by-pass muligheder:</b> Ikke muligt</p> <p><b>Hydrauliske problemer og/eller overløb til kloak:</b> Nej</p>		
<b>Vedligeholdelsesvejledning:</b> Der findes en driftvejledning til anlægget samt en principskitse.		
<b>Prøveudtagningsmuligheder:</b> <b>Indløb:</b> Det er ikke umiddelbart muligt at udtage prøver af tilløbsvandet, da faldstammen går direkte ind i siden på kar 1. <b>Udløb:</b> Prøve af udløbsvandet bør udtages i cisterne for at få effekten af filter og UV lampen.		

## Tilsynsrapport – Teknisk gennemgang

**Rapport nr. 3**  
**Virklund afd. 42**

<b>Toiletvandets udsende:</b> Ikke kontrolleret i cisterne, men vandet i rentvandstanken var klart.		<b>Lugtproblemer:</b> Ingen. Der har ikke været nogen lugtproblemer. Der lugter fugtigt i rummet med de åbne kar, men ikke så det har givet anledning til gener/klager.
<b>Specifikation af opfølgingsaktiviteter</b>	Sæt kryds	<b>Tilsyn gennemført</b>  ..... Dato/underskrift
Vandanalyser tidligere udført	Nej	
Vandanalyser planlagt	Nej	
<b>Resultat af gennemført opfølgning, hvis relevant :</b> Tilsynsskema og tilhørende beregninger sendes til: Silkeborg Boligselskab Att. Gert Bramsen Vestergade 91 B 8600 Silkeborg		

## Tilsynsrapport – Teknisk gennemgang

Rapport nr. 3  
Virklund afd. 42

Flowdiagram for Virklund afd. 42. Skitsen er fra rapporten "Identifikation af grävandsanlæg" /3/.



Anlæggets 4 tanke



Trykpumpe, patronfilter og UV-filter



Bioslam i kar 1



Spædevandstilførsel til rentvandstank

## Tilsynsrapport – Teknisk gennemgang

Rapport nr. 4  
Lev-Huset

Projektnummer: 30.4173.01		
Projekttitel: Grävandsanlæg (J.nr. M 226-0220)		
Tilsynsrapport nummer: 04	Udfyldt af: POP	Dato: 9.04.2002
<b>Grävandsanlæg:</b> LEV – Huset, Bofællesskabet - Pile Allé Pile Allé 10 2630 Tåstrup	<b>Kontaktpersoner:</b> Susanne Claudi, (Dag. leder), tlf. 43 35 26 61 Lone Andersen (Ans. leder), tlf. 43 59 17 22 Arkitekt Jesper Holm, tlf. 43 99 69 36 Ole Friedstrup Olesen, Høje-Taastrup Kom- mune, tlf. 43 59 12 33	
<b>Deltagere Carl Bro:</b> Per Overgaard Pedersen	<b>Antal bilag vedlagt:</b> Bilag 1: Forbrugsregistreringer 1994-2002	
<b>Tilsynsdato og -tidspunkt:</b> 9.04.2002 , kl. 10.00	<b>Tilsynssted:</b> Pile Allé 10	
<b>Status:</b> Aktivt		
<b>Observationer/registreringer/målinger/aftale:</b>		
Anlægskapacitet: 1000 l/døgn Grävand fra: håndvask, bad og tøjvask samt regnvand (Tilsætning af regn- vand/spædevand)	Anvendelsesformål: Toiletskyl Antal personer tilsluttet: 5-6 personer Antal toiletter tilsluttet: 7 toiletcisterner	
<b>Anlægsdata og dimensioner (Grävandsanlæg):</b> 1. Biofilterbrønd: Ø 1 m brønd, Effektivt volumen: 0.7 m <sup>3</sup> , Anslået filtervolumen: ca. 0.3 m <sup>3</sup> 2. Luftpumpe: Yasunawa, 39 W, 43 l/min 3. Tryk og pumpeanlæg: Grundfos, Type WX 2ØH, 20 l og 2 bar, 3 m <sup>3</sup> /h, 775 W. 4. UV – anlæg: UV –lampe, fabrikat Danti, Type DAN UV/15 WP, 220 VAC – 15 W (0.5-1.2 m <sup>3</sup> /h		
<b>Udført af Autoriseret VVS eller kloakmester:</b> Danti, Dan Technic A/S, Roskildevej 328, byg. 6, Tåstrup, Tlf. 43 71 26 33 (firma ekst. ikke)		
<b>Anlægspris:</b> 126.000 kr. (Regn- og grävand)		<b>Opstartsår:</b> 1994
<b>Rådgiverhonorar:</b> 36.500 kr.		
<b>Driftsomkostninger:</b> 1995-95: 6000 kr. (Skønnet rep. ud- gift) 1997: 2325 kr./år (UV-lampe+ slamtømning) 1998-00: Igen omkost. registeret.	<b>Driftstilsyn:</b> 1-2 Timer/år	<b>Serviceordning:</b> Nej
<b>Vandforbrug, i alt:</b> ca. 450-500 m <sup>3</sup> /år	<b>Grävand:</b> ca. 90-100 m <sup>3</sup> /år	<b>Spædevand:</b> ca. 250 m <sup>3</sup> /år <b>Regnvand:</b> ca. 100 m <sup>3</sup> /år
<b>Elforbrug (beregnet):</b> 490 kWh/år (5 kwh/m <sup>3</sup> grävand)		<b>Delmål:</b> Ingen måler
<b>Vandpris</b> (inkl. moms og afgift) 2001: 15,26 kr/m <sup>3</sup>	<b>Afledningsafgift</b> (inkl. moms og afgift): 12,81 kr/m <sup>3</sup>	
<b>Checkliste for teknisk gennemgang:</b> <b>Omfang af driftsproblemer:</b> Lækage på drikkevandsforsyning og korrosion på tilløb til Grund- fos trykforøgeranlæg (regnvandsanlæg).		

## Tilsynsrapport – Teknisk gennemgang

Rapport nr. 4  
Lev-Huset

**Tilslamning af tanke:** Biofilter har været tilstoppet en gang i 1998. Tømt med slamsuger. Dækning til Biofilter kunne ikke åbnes ved tilsyn.

**Driftsproblemer af kompressor, pumper, ventiler:** Der har været periodevis stop på Grundfos anlæg.

**Filtreringsanlæg:** Lugtproblemer i start. Lugtproblem blev afhjulpet, da man holdt op med at anvende klorin.

**UV anlæg:** Lampe kun udskiftet 25.02.1997. Driftsvejledning angiver hvert andet år

**Slamtømning:** Tømning er foretaget i 1998. Ingen regelmæssig tømning.

**Luftgab ved spædevandstilførsel:** Nej. Det er foretaget direkte kobling (gummislange) fra drikkevandsledning til grävandsledning, kun adskilt med to manuelle ventiler. Norm for regnvandsanlæg foreskriver, at der skal være et luftgab på min. 20 mm. Den etablerede spædevandstilførsel mellem drikkevandsforsyning og grävand skal ændres, da den ikke er lovlig.

**Mærkning af rør:** Nej, der igen mærkning af rør.

**Måler på spædevandstilførsel:** Der kan ikke måles direkte spædevand til grävandsanlæg.

**Fejlkoblinger af rør, by-pass muligheder:** Slangeforbindelse mellem drikkevandsforsyning og grävandsledning.

**Hydrauliske problemer og/eller overløb til kloak:** Vand har en gang stuvet op på terræn på grund af tilstopning i regnvandstank. Der er gulvafløb i teknikrum. Ingen nødoverløb til kloak fra biofiltertank.

**Vedligeholdelsesvejledning:**

Der findes flg. materiale: "Driftsinstruks og driftsjournal" og "Vandaflæsningsskema".

Vandaflæsning sker ikke regelmæssigt, jf. bilag 1.

Driftsvejledning omhandler kun filterglas, snavssamler og UV-lampe (anbefalet skiftet hvert andet år af Danti, som ikke eksisterer mere). UV-lampe er ikke skiftet siden 1997.

Slamtømning af biofilter og regnvandstank er ikke beskrevet i vejledningen.

**Toiletvandets udsende:** Klart på besigtigelsestidspunkt, men der har tidligere været problemer med uklart skyllevand

**Lugtproblemer:** Ingen på besigtigelsestidspunktet. Der har tidligere været problemer.

**Specifikation af opfølgingsaktiviteter**

Sæt kryds

**Tilsyn gennemført**

Vandanalyser tidligere udført

Nej

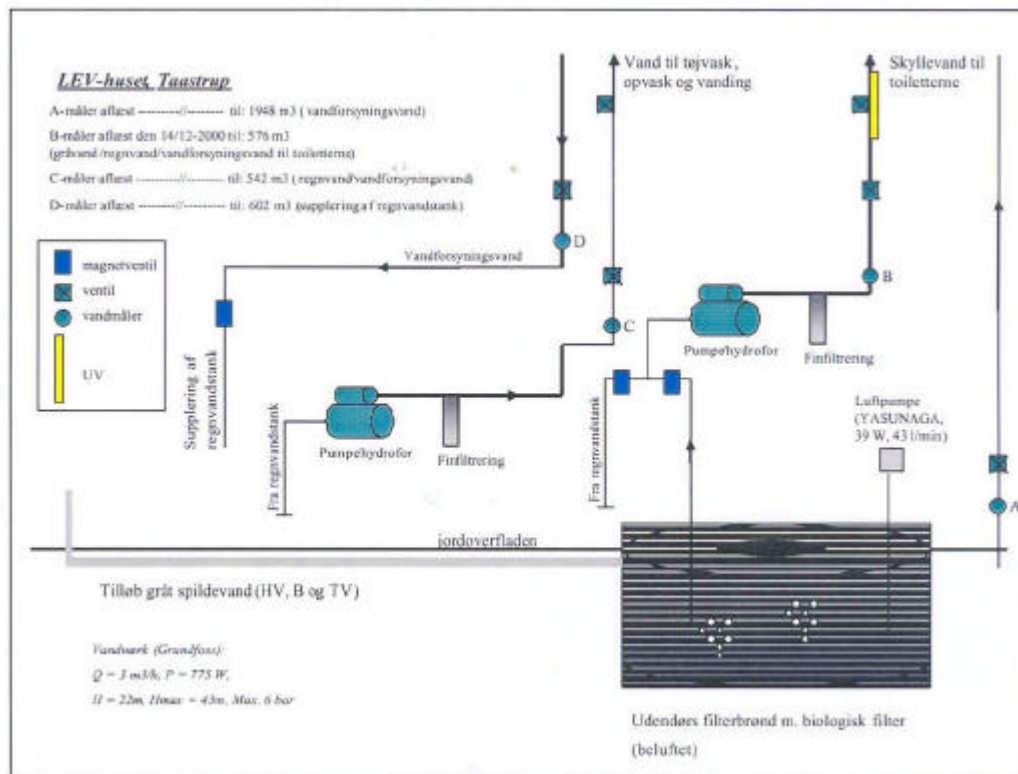
Vandanalyser planlagt

Nej

.....  
Dato/underskrift

**Resultat af gennemført opfølgning, hvis relevant:**

Tilsynsskema sendes til  
Høje Tåstrup Kommune  
Ældre og Handicapafdelingen  
Bygaden 2  
2630 Tåstrup  
Att.: Lone Andersen



Flowdiagram for LEV-huset

Skitsen er fra rapporten "Identifikation af gråvandsanlæg" /3/.

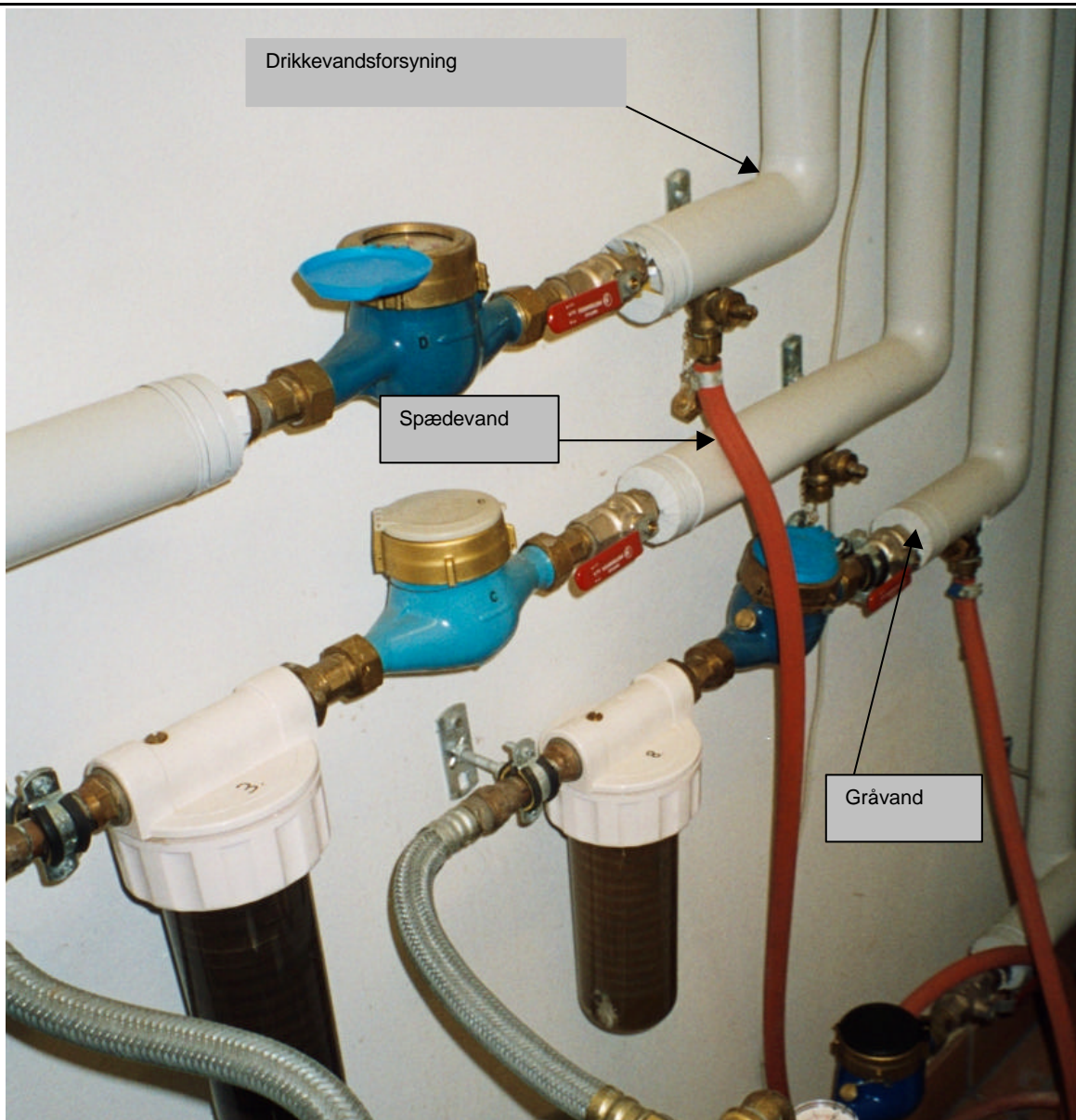




Grävands- og regnvandsanlæg, LEV - huset



Regnvandsanlæg (venstre) og Grävandsanlæg (højre)



Spædevandstilførsel



## Tilsynsrapport – Teknisk gennemgang

Rapport nr. 6  
Nordhavnsgården

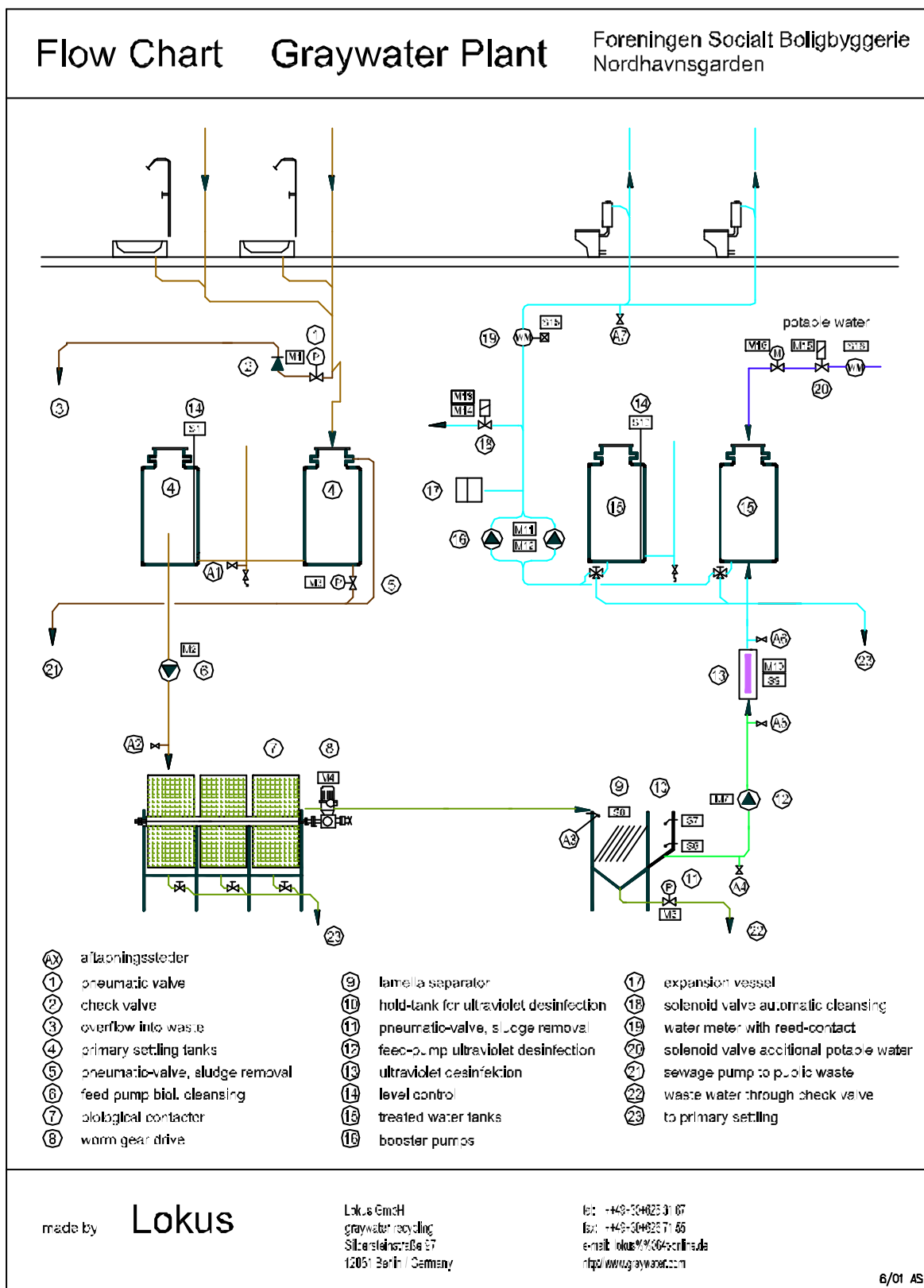
Projektnummer: 30.4173.01	
Projekttitle: Grävandsanlæg (J.nr. M 226-0220)	
Tilsynsrapport nummer: 06	Udfyldt af: TSr   Dato: 8.04.2002
<b>Grävandsanlæg:</b> Nordhavnsgården Foreningen Socialt Boligbyggeri Østbanegade 153, 2100 København Ø	<b>Kontaktpersoner:</b> Moe & Brødsgaard A/S, Rådg. Ingeniører Tørringvej 7, 2610 Rødovre Att. Afdelingsleder Miljø: Morten Anderson
<b>Deltagere Carl Bro:</b> Thomas Sørensen	<b>Antal bilag vedlagt:</b> Principdiagram og 6 fotos
<b>Tilsynsdato og -tidspunkt:</b> 8.04.2002	<b>Tilsynssted:</b> Nordhavnsgården
<p><b>Status:</b></p> <p>Anlægget er opført med støtte fra Miljøstyrelsen og projektet er opstartet i juli 2001. Aktivt, men det rensede vand blev ledt til kloakken på dagen for tilsynet, da den sidste tilladelse ikke var faldet på plads endnu. Efterfølgende er der givet en midlertidig driftstilladelse frem til 1 december 2002, hvor anlægget skal evalueres og afrapporteres til Miljøstyrelsen</p> <p>Da anlægget ikke er blevet afrapportere til Miljøstyrelsen endnu af Moe &amp; Brødsgaard, er der i denne tilsynsrapport kun nævnt den overordnede opbygning o.lign.</p>	
<b>Observationer/registreringer/målinger/aftale:</b>	
Anlægsleverandør: LOKUS GmbH, tysk firma med hjemmesiden www.graywater.com Anlægskapacitet: Dim. for 5 m <sup>3</sup> /døgn Grävand fra håndvask og bad	Anvendelsesformål: Toiletskyl Antal boliger tilsluttet: 80 boliger. Anlægget er gjort klart til en udvidelse så alle 300 lejemaal med dobbelt faldstammesystem i boligblokkene kan tilsluttes.
<p><b>Anlægsdata og dimensioner (Grävandsanlæg):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Faldstammerne fra lejeboligerne fører vandet til 2 buffertanke på hver 1,5 m<sup>3</sup>. Tankene er selvrensende, hvor siderne automatisk spules og slam føres til kloak.</li> <li>2. Den biologiske rensning foregår i et roterende biologisk kontaktfiler. Overskudsslammet kan tømmes ud fra bunden af filteret eller fortsætter med vandet til lamelseparatoren.</li> <li>3. Lamelseparator</li> <li>4. UV lampe. UV lampen tændes 10 sek. før pumpen startes for at opnå fuld effekt af be-lysningsen.</li> <li>5. 2 Rentvandstanke</li> <li>6. Pumpe og hydrofor for oppumpning til toiletterne</li> <li>7. Ventilationsanlæg for at undgå fugtproblemer.</li> <li>8. Central styretavle, der giver alarm ved fejl.</li> </ol>	

<p><b>Udført af Autoriseret VVS eller kloakmester:</b>          Det dobbelte faldstammesystem var ombygget i forbindelse med tidligere forsøg med grävandsanlæg. LOKUS GmbH installerede selve anlægget.          Københavns vand har godkendt installationen.</p>		
<p><b>Anlægspris:</b> 400.000 kr.          En udbygningen til 300 lejeboligere vil koste yderligere 120.000 kr.</p>		<p><b>Opstartsår:</b> 2001</p>
<p><b>Driftsomkostninger:</b>          Anlægget er under opstart</p>	<p><b>Driftstilsyn:</b>          Visevært kontrollere styretavle dagligt. Tidsforbrug 2 min.</p>	<p><b>Serviceordning:</b> Ikke oplyst.</p>
<p><b>Vandforbrug, i alt:</b> 4,5 m<sup>3</sup>/dag svarende til ca. 1650 m<sup>3</sup>/år.</p>	<p><b>Grävand:</b> 4 m<sup>3</sup>/dag svarende til ca. 1500 m<sup>3</sup>/år.</p>	<p><b>Spædevand:</b> Ca. 0,5 m<sup>3</sup>/dag svarende til ca. 180 m<sup>3</sup>/år.</p>
<p><b>Elforbrug:</b> En foreløbig beregning giver et elforbrug på ca. 3 kWh/m<sup>3</sup>.</p>		<p><b>Delmåler:</b> Separat el-måler på grävandsanlæg</p>
<p><b>Vandpris</b> (inkl. moms og afgift) 2001: 16,23 kr/m<sup>3</sup></p>		<p><b>Afledningsafgift</b> (inkl. moms og afgift): 12,75 kr/m<sup>3</sup></p>
<p><b>Checkliste for teknisk gennemgang:</b>          Da anlægget er opstartet for nyligt er det ikke mange driftserfaringer/problemer endnu.</p> <p><b>Omfang af driftsproblemer:</b> Der har været 2 break-downs på biofilteret under opstarten, hvoraf det ene var en manuel fejl.</p> <p><b>Tilslamning af tanke:</b> Buffertankene for det urensede vand er selvrensende.</p> <p><b>Driftsproblemer af kompressor, pumper, ventiler:</b> nej</p> <p><b>Rent vandstanken:</b> .nej</p> <p><b>Filtreringsanlæg:</b> Lamelseparatoren har haft problemer med høj vandstand enkelte gange.</p> <p><b>UV anlæg:</b> Ja. Lampen tændes 10 sek. før pumper starter således at der er fuld effekt på UV-belysningen.</p> <p><b>Luftgab ved spædevandstilførsel:</b> Ja</p> <p><b>Måler på spædevandstilførsel:</b> Ja</p> <p><b>Fejlkoblinger af rør, by-pass muligheder:</b> Ikke umiddelbart</p> <p><b>Mærkning af rør:</b> Alle rør var tydeligt mærkede og meget overskuelige.</p> <p><b>Hydrauliske problemer og/eller overløb til kloak:</b> Nej. Der er installeret en sikring for tilbageløb i form af en tilbageløbsventil på ledningen til off. kloak.</p>		
<p><b>Vedligeholdelsesvejledning:</b> Ikke oplyst. Der er planlagt 1 års gennemgang med leverandøren hvor evt. uafklarede spørgsmål tages op.</p>		
<p><b>Prøveudtagningmuligheder:</b>          Der er etableret mulighed for udtagning af både ind- og udløbsprøver.</p>		

## Tilsynsrapport – Teknisk gennemgang

Rapport nr. 6  
Nordhavnsgården

<b>Toiletvandets udsende:</b> Ikke kontrolleret, men vandet fra lamelseparatoren var rent.		<b>Lugtproblemer:</b> Ingen. Der er installeret ventilationsanlæg i kælderen for at fjerne fugten og derved undgå fugtskader.
<b>Specifikation af opfølgingsaktiviteter</b>	Sæt kryds	<b>Tilsyn gennemført</b>  ..... Dato/underskrift
Vandanalyser tidligere udført	Ja	
Vandanalyser planlagt	Ja	
<b>Bemærkninger:</b> Resultatet af tidligere udtagne vandprøver samt kommende afrapporteres til Miljøstyrelsen i december 2002. For at undgå evt. fortolkningsproblemer medtages der ikke nogen resultater her. En overslagsberegning viser, at hvis anlægget udbygges til at omfatte alle 300 boligere, vil genbrug af gråvand give boligselskabet en årlig besparelse på 150.000-200.000 kr.		



Flowdiagram for Nordhavnsgården. Diagrammet er udleveret af Moe & Brødsgaard.



Roterende biologisk kontaktfilter



Biofilm på 1. Biofilter sektion





Lamelseparator



Spædevandstilførsel



Rentvandstanke



Styreskab



## Tilsynsrapport – Teknisk gennemgang

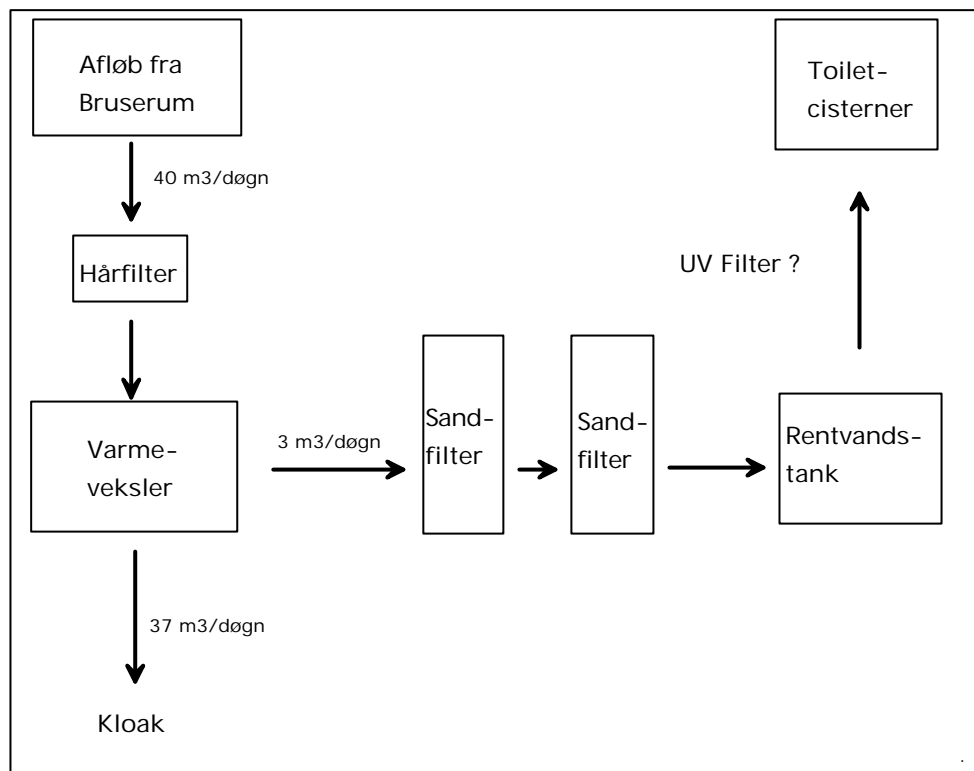
Rapport nr. 7  
Vestbadet

Projektnummer: 30.4173.01	
Projekttitel: Grävandsanlæg (J.nr. M 226-0220)	
Tilsynsrapport nummer: 07	Udfyldt af: TSr   Dato: 8.04.2002
<b>Grävandsanlæg:</b> Vestbadet Nykær 26 2605 Brøndby	<b>Kontaktpersoner:</b> Moe & Brødsgaard A/S, Rådg. Ingeniører Tørringvej 7, 2610 Rødovre Att. Afdelingsleder Miljø: Morten Anderson
<b>Deltagere Carl Bro:</b> Thomas Sørensen	<b>Antal bilag vedlagt:</b> Skitse og 2 fotos
<b>Tilsynsdato og -tidspunkt:</b> 8.04.2002	<b>Tilsynssted:</b> Vestbadet. Offentligt svømmeanlæg
<p><b>Status:</b></p> <p>Anlægget er opført med støtte fra Miljøstyrelsen og er under indkøring. Anlægget udbygges i flere faser:</p> <p>1. fase har indbefattet opbygning af varmeveksler samt sandfiltre. Når sandfiltrene er indkørt og rensningseffektivitet er dokumenteret udbygges rentvandssiden med rentvandstank og UV-belysning samt tilslutning til toiletterne..</p> <p>Da anlægget ikke er færdig og ikke er afrapporteret til Miljøstyrelsen endnu af Moe &amp; Brødsgaard, er der i denne tilsynsrapport kun nævnt den overordnede opbygning o.lign.</p> <p>Status ved tilsynet var, at der netop var udtaget en vandprøve af det rensede grävand, der var sendt til en screeningsanalyse. Prøven var udtaget, hvor der ikke blev tilført rent ilt til sandfiltrene. Efterfølgende skal der foretages vandanalyse på prøver, hvor der er tilført rent ilt til sandfilteranlæggene.</p> <p>Når sandfilteranlæggene er indkørt udbygges rentvandssiden.</p>	
<b>Observationer/registreringer/målinger/aftale:</b>	
Anlægsleverandør: HOH Vandteknik Anlægskapacitet: Dim. for 3 m <sup>3</sup> /døgn. Grävand fra baderum i herre- og dameomklædningen i off. svømmehal.	Anvendelsesformål: Toiletskyl Anlægget renses pt. ca. 3 m <sup>3</sup> brusevand, men der er et dagligt forbrug på 40 m <sup>3</sup> vand i bruserummene dagligt.
<p><b>Anlægsdata og dimensioner (Grävandsanlæg):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Badevand og rengøringsvand fra Herre- og Dame-bruserum ledes igennem et hårfilter og videre igennem en varmeveksler. Det daglige vandforbrug er ca. 40 m<sup>3</sup>.</li> <li>2. Fra ovenstående flow udtages ca. 3 m<sup>3</sup> til rensning og genanvendelse. Vandmængden er baseret på forventet forbrug i anlæggets toiletter.</li> <li>3. Vandet ledes i gennem 2 serieforbundne sandfiltre, der kan beluftes med rent ilt.</li> <li>4. Rentvandstank og UV filter. Ikke færdigbygget.</li> </ol>	
<p><b>Udført af Autoriseret VVS eller kloakmester:</b></p> <p>Opstillet af HOH Vandteknik.</p>	

## Tilsynsrapport – Teknisk gennemgang

Rapport nr. 7  
Vestbadet

<b>Anlægspris:</b> Ikke oplyst. Anlægget er ikke færdigbygget.		<b>Opstartsår:</b> 2001
<b>Driftsomkostninger:</b> Anlægget er under opstart	<b>Driftstilsyn:</b> Svømmehallens tekniker kontrollerer styretavle dagligt.	<b>Serviceordning:</b> Ikke oplyst.
<b>Vandforbrug, i alt:</b> 3 m <sup>3</sup> /dag svarende til ca. 1100 m <sup>3</sup> /år.	<b>Gråvand:</b> 3 m <sup>3</sup> /dag svarende til ca. 1100 m <sup>3</sup> /år.	<b>Spædevand:</b> Ingen spædevand
<b>Elforbrug:</b> Ikke opgjort		<b>Delmål:</b> Ikke oplyst
<b>Vandpris</b> (inkl. moms og afgift) 2001: 15,56 kr/m <sup>3</sup>	<b>Afledningsafgift</b> (inkl. moms og afgift): 10,44 kr/m <sup>3</sup>	
<b>Checkliste for teknisk gennemgang:</b> Da anlægget er under opstartet/opbygning er det ikke mange driftserfaringer/problemer endnu.  <b>Omfang af driftsproblemer:</b> <b>Tilslamning af tanke:</b> Der er ingen buffertanke på uren siden. Rentvands tanken er ikke taget i brug endnu. <b>Driftsproblemer af kompressor, pumper, ventiler:</b> nej <b>Rent vandstanken:</b> Ikke taget i brug endnu. <b>Filtreringsanlæg:</b> 2 serieforbundne sandfiltre. Filtrene kan beluftes med rent ilt. <b>UV anlæg:</b> Planlagt. Rentvandssiden er ikke udbygget endnu. <b>Luftgab ved spædevandstilførsel:</b> Planlagt. Rentvandssiden er ikke udbygget endnu. <b>Måler på spædevandstilførsel:</b> Ingen spædevand, da der er rigelige mængder gråvand. <b>Fejlkoblinger af rør, by-pass muligheder:</b> Ikke undersøgt, da spædevand ikke anvendes. <b>Mærkning af rør:</b> Ikke aktuelt endnu. <b>Hydrauliske problemer og/eller overløb til kloak:</b> Nej.		
<b>Vedligeholdelsesvejledning:</b> Ikke aktuelt endnu, da anlægget er under opførelse.		
<b>Prøveudtagningsmuligheder:</b> Der er etableret mulighed for udtagning af både ind- og udløbsprøver.		
<b>Toiletvandets udsende:</b> Ikke kontrolleret. Det rensede vand ledes pt. direkte til kloaken.		<b>Lugtproblemer:</b> Ingen.
<b>Specifikation af opfølgingsaktiviteter</b>	Sæt kryds	<b>Tilsyn gennemført</b>  ..... Dato/underskrift
Vandanalyser tidligere udført	Ja	
Vandanalyser planlagt	Ja	
<b>Bemærkninger:</b>		



Skitse over anlægget



Sandfilter



Varmeveksler

## Fortegnelse over identificerede lokaliteter med gråvandsanlæg i DK

Nr.	Lokalitet	Genbrugsformål	Status	Størrelse	Opstartsår	By	Reference	Kontakt
1	Det Grønne kontorhus	intet			1995	Århus C	Energi- og Miljøkontoret, Århus	
2	Andelssamfundet i Hjortshøj	Pilefordampning	Aktiv	4 personer	1991	Hjortshøj	Økosamfund i Danmark, 1997	<a href="http://www.danskyokologi.dk">www.danskyokologi.dk</a>
3	Økologisk hus i Vrads	intet			1992	Bryrup	Agenda 21	<a href="http://www.mem.dk">www.mem.dk</a>
4	Økologisk Villa ved Ry	intet			1998	Ry	Agenda 21	<a href="http://www.mem.dk">www.mem.dk</a>
5	Siim Bygade 112, Ry	Rodzoneanlæg	Aktiv	4 personer	1998	Ry	Peter Holst, 86 89 03 34	<a href="http://www.danskyokologi.dk">www.danskyokologi.dk</a>
6	ROBI	Vaskeformål (mætter)			1999	Køge	Smith, 2000	
7	Riddersalen	Vanding			2000	Frederiksberg	TransForm Dansk Rodzone Teknik ApS	Tlf.: 33911109 Jørgen Løgstrup
8	Nymindegab Økologisk Camping	Toiletskyl	Aktiv	38 toiletter bliver forsynet	1998	Nr. Nebel	Agenda 21	Helle Skovbølling, Lyngtoften 12, Nymindegab, 6830 Nr. Nebel. Tlf.: 75289183
9	Hedehusene	Toiletskyl	Aktiv (der har dog været problemer)	1000 l/dag (fra ca. 5-10 pers.)	1995	Hedehusende	Danti (eksistere ikke mere)	Tlf.: 43591143 Kim Skaarup, Driftsleder, Teknisk forvaltning, Høje-Taastrup
10	Transformerhuset	Toiletskyl	Nedlagt		2000	København K	TransForm Dansk Rodzone Teknik ApS	Tlf.: 33911109 Jørgen Løgstrup
11	Folehaven	Tøjvask/toiletskyl	Aktiv	20000 l/dag (24 vaskemaskiner betjener 940 lejermål )	2000	Valby	EBO-consult	Tlf.: 33912725 Ove Loland, EBO-consult.
12	Afd. 42 Virklund	Toiletskyl	Aktiv	800 l/dag (fra ca. 30 pers. 20 boliger)	1997	Silkeborg	Aquasafe, Århus	Tlf.: 86192555 Birger Gorritzen er nu ansat ved Arkitekt firmaet Ole Drejer.
13	LEV-huset i Taastrup	Toiletskyl		1000 l/dag (fra ca. 10 pers.)	1994	Taastrup	Holm, 1997 , Danti (eksistere ikke mere)	Tlf.: 43591233 Ole Friedstrup Olsen, Høje-Taastrup kommune.
14	Villa	Toiletskyl				Bjæverskov	Unicon Aqua	Tlf.: 63620140 Lene Lauersen



## Bilag B

Nr.	Lokalitet	Genbrugsformål	Status	Størrelse	Opstartsår	By	Reference	Kontakt
15	Afd. 47, Virklund	Toiletskyl	Aktiv	800 l/dag (ca. 35 pers.)	1999	Silkeborg	Aquasafe, Århus	Tlf.: 86192555 Birger Gorritzen er nu ansat ved Arkitekt firmaet Ole Drejer.
16	BO-90	Toiletskyl	Aktiv		1999	København N	TransForm Dansk Rodzone Teknik ApS	Tlf.: 33911109 Jørgen Løgstrup
17	Baldergade		Nedlagt	8 lejemål	1994	København N	Albrechtsen et al., 1998	
18	Overgade		Nedlagt	16 lejemål	1996	København K	Albrechtsen et al., 1998	
19	FLORA	intet				København	SBS byfornyelse	
20	Gadelandet	kun forberedt	ikke i funktion		1995	København Ø	Agenda 21	<a href="http://www.mem.dk">www.mem.dk</a>
21	Ryesgade		Nedlagt	18 lejemål	1996	København N	Carl Bro, 1998	
22	Hedebygade		Nedlagt		1995	København V	TransForm Dansk Rodzone Teknik ApS	Tlf.: 33911109 Jørgen Løgstrup
23	Daghøjskolen i Silkeborg	kun forberedt	ikke i funktion		1990	Silkeborg	Agenda 21	<a href="http://www.mem.dk">www.mem.dk</a>
24	Bofællesskabet i Ottrupgård	kun forberedt	ikke i funktion		1991	Skørping	Agenda 21	<a href="http://www.mem.dk">www.mem.dk</a>
25	Det økologiske hus		Nedlagt		1994	Esbjerg	Det økologiske hus, 2000	
26	Ole Rømers Gade		Nedlagt	1 lejemål	1991	Århus C	Agenda 21	<a href="http://www.mem.dk">www.mem.dk</a>
27	Hertha Levefællesskab	kun forberedt	ikke i funktion		1981	Galten	Økosamfund i Danmark, 1997	
28	NVJ Folkecenter	intet			1997	Hurup, Thy	TransForm Dansk Rodzone Teknik ApS	Tlf.: 33911109 Jørgen Løgstrup
29	Vaarst Vestervang	intet	Nedlagt	3 lejemål	1991	Gistrup	Planenergi, Ålborg	
30	Blaa Gaard på Boddum	Vanding			1989	Hurup, Thy	Velkommen til fremtiden, 1998	
31	Ramshusene		Nedlagt		1993	Svaneke, Bornholm	Boisen, 1995	
32	Nordhavns-gade	intet	Nedlagt	295 lejemål	2001	København Ø	Carl Bro, 2000	
33	Det Blå Hus		Nedlagt		1996	Ålborg	Byøkologiprojekt, 2000 og TransForm.....	Tlf.: 33911109 Jørgen Løgstrup
34	Nordhavns-gården	Toiletskyl	Aktivt	over 295 lejemål	2001	København Ø		
35	Vestbadet	Toiletskyl	Aktivt		2001	København		Morten Andersson, Moe & Brødsqaard

### Sammenfatning af nøgletal for gråvandsanlæg med genanvendelse til toiletskyl

ANLÆGSDATA:	Nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Kort navn	Hedehusene	Folehaven	Afd. 42 Virklund	LEV huset	Afd. 47 Virklund	Nordhavsgården	Vestbadet	Baldersgade 20-22 (Nedlagt)	Ryesgade (Nedlagt)
<b>BASISDATA:</b>	Enhed									
Anlægsnavn		Bofællesskabet Stationsvej	Folehaven	Afd. 42 Virklund, Silkeborg Boligselskab	LEV huset	Afd. 47 Virklund, Silkeborg Boligselskab	Nordhavsgården, Foreningen Socialt Boligbyggeri	Vestbadet	Baldersgade 20-22 (Nedlagt)	Andelsboligfor- eningen Ryesga- de 1 og Sankt Hans Gade 10
Adresse		Stationsvej 30	Vinhaven 2	Gunilslund 21-51	Pile Allé 10	Gunilshøj 191	Østbanegade 153	Nykær 26	Baldersgade 20-22	Ryesgade 1
By		Hedehusene	Valby	Silkeborg	Høje Tåstrup	Silkeborg	København	Brøndby	København	København
Tlf.		-	-	40 90 80 92	43 35 26 61	40 90 80 92	-	-	-	-
Opstart (år)		1995	2000	1997	1994	1999	2001	2001	1991	1996
<b>KAPACITET:</b>										
Antal personer tilsluttet anlægget								Svømmebad	Badevand, brus	
- personer	personer	5-7	2000	50	6	36	160	Brusekabiner	18	30
- antal lejligheder, boliger	lejemål	5	940	22	5	24	80	-	-	18
Hydraulisk belastning:										
- angivet	l/d	1000	20000	800	1000	800	120000	3000		
- beregnet	l/d		Toiletskyl: ca. 2800						300	1200
<b>ANLÆGSKOMPONENTER:</b>										
Anlægstype		Danti /HOH vandteknik	EBO- consult	Aqua Safe	Danti anlæg	Aqua Safe	Tysk anlæg leveret af LOKUS GmbH	Sandfilteranlæg leveret af HOH	-	Danti anlæg
Indløbsmodtagetank			Ingen	Ingen	Ingen	Ø 400 med dykpumpe	-	-	600 l	2 x 200 l
Bundfældningstanke			60 m3	Ingen	Ingen	1 m3	2 x 1,5 m3	-	Ingen	
Biofilter							Roterende biofilter	2 trykfiltre	Sandfilter	
- Volumen	m3	1,48	Behand. Tank= 8x4m3	4 x 0,8	0,7	3 x 1	Ikke oplyst		Ikke oplyst	

ANLÆGSDATA:	Nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Kort navn	Hedehusene	Folehaven	Afd. 42 Virklund	LEV huset	Afd. 47 Virklund	Nordhavnsgården	Vestbadet	Baldersgade 20-22 (Nedlagt)	Ryesgade (Nedlagt)
- Filtervolumen, i alt	m3	0,69	Behand. Akv.= 8,5 m3	2,1	0,3	3	Ikke oplyst	Ikke oplyst	400 l	2 x650 l
- Filteroverflade	m2	138	Marskområde = 30 m3	420	62	60	Ikke oplyst	Ikke oplyst	Ikke oplyst	Ikke oplyst
Luftpumpe	l/min	43	-	43	43	2 x 60	Ingen	Iltanlæg	-	Ikke oplyst
Genbrugstank/"rent vandstank"	l	Ingen	Opsamlingstank =23 m3	800	Ingen	Spiralklaring = 200 l Rent vandstank = 150l	2 stk.	Ikke færdig bygget	600 l	2 x 650 l
Forsyningspumpe	m3/h	4		3	3	3	Pumpe/hydrofor	-		Pumpe/hydrofor
Forrensefilter		Finfilter (Leader)		Finfilter (trådned)	Finfilter	-		-		Finfilter
UV - anlæg		R-Can, type S8Q-Gold 30-60 l/min - 39 W	Fabrikat ??		Danti, type UV/15 WP, 0.5-1.2 m3/h, 15 W	Aqua Cure, 6 W	Ikke oplyst	Ikke færdig bygget	Aquaumatic - Compact FC 20, Light O3 Clean 2 x 8 watt	Danti UV filter, 15 W
Andre komponenter:			Sandfilter				Lamelsedimentering			Afløbspumpebørnd
							Ventilationsanlæg			
							Styretavle			
<b>ANLÆGS- OG DRIFTØKONOMI:</b>										
			Vaskeri+toilet		(andel til grävandsdel)					
Anlægspris (inkl. Honorar og moms)	kr.	Ikke oplyst	1.138.510	350.000	63.000	228.000	400.000	Ikke oplyst	38.305	358.851
Anlægspris pr. enhed (inkl. Honorar og moms)	kr./pe	#VALUE!	569	7.000	10.500	6.333	2.500	-	2.128	11.962
Elforbrug pr. m3 behandlet grävand	Kwh/m3		17,3	1,4	5	1,5	3	Ikke oplyst	1,9	4
Årlig driftsudgift (estimeret)	kr./år		198800	3440	1630	4390	8482	Ikke oplyst	1970	5128
Årlig grävandsproduktion	m3/år	90	3000 (toiletskyl=101)	640	90	365	1460	1100	115	360
Beregnet grävandsmængde pr. person	l/pxd	35	4	35	41	28	25	-	18	33

ANLÆGSDATA:	Nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Kort navn	Hedehusene	Folehaven	Afd. 42 Virklund	LEV huset	Afd. 47 Virklund	Nordhavsgården	Vestbadet	Baldersgade 20-22 (Nedlagt)	Ryegade (Nedlagt)
Årlig vandbesparelse (gråvand)	kr/år	2.528	99.870	16.205	2.633	9.242	42.311	28.600	3.450	9.720
Årlig nettobesparelse (vandbespar-driftudgift)	kr/år	-	(98.930)	12.765	1.003	4.852	33.828	-	1.480	4.592
Vandafledningsafgift	kr./m3	15,26	17,5	14,69	12,81	14,69	12,75	15,56	-	-
Vandafgift	kr./m3	12,83	15,79	10,63	15,26	10,63	16,23	10,44	-	-
Samlet vand- og vandafledningsafgift	kr./m3	28,09	33,29	25,32	28,07	25,32	28,98	26	30	27
Beregnet tilbagebetalingsperiode	år		-	27	63	47	12	-	26	78



## Oversigt over nuværende myndighedspraksis

Kommune	Regler / dispensationer	Bemærkninger/ øvrigt	Kontakt
Billund	Nej	Hver ansøgning om opstilling af grävandsanlæg bliver taget op til vurdering.	Tlf.: 72131100
Esbjerg	Nej	Hver ansøgning om opstilling af grävandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger	Tlf.:76161616
Frederikshavn	Nej	Hver ansøgning om opstilling af grävandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger	Tlf.: 96225000
Grenå	Nej	Hver ansøgning om opstilling af grävandsanlæg bliver taget op til vurdering. Ville sandsynligvis lave et regelsæt, hvis der efter hånden kom mange ansøgninger.	Tlf.: 87585960
Helsingør	Nej	1 ansøger til opførelse af grävandsanlæg (boligforening). Embedslægen så anlægget som en risiko fyldt, så politisk valgte man ikke at give dispensation til opførelse af anlægget.	Tlf.: 49282828 Karsten Strøm
Herning	Nej	Hver ansøgning om opstilling af grävandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger	Tlf.: 96282828
Hjørring	Nej	Har ikke haft nogle ansøgninger vedr. grävandsanlæg. Der er i kommunen vedtaget at der ikke reduceres i vandaflednings afgiften selvom man har eller vil lave et vand genbrugssystem	Tlf.: 99232323 Ion Lemming
Holbæk	Nej	Hver ansøgning om opstilling af grävandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger	Tlf.: 59452000
Horsens	Nej	Hver ansøgning om opstilling af grävandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger	Tlf.: 76292929 (Judit Madsen tlf.: 76292715)
Hurup, Thy	Nej	Har ikke haft nogle ansøgere. Vurdering i hvert enkelt tilfælde. Mange parameter (hvem, hvor, sundhed, politisk) at tage hensyn til.	Tlf.: 99881100 Jørgen Bjerre.
Hørsholm	Nej	Hver ansøgning om opstilling af grävandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger	Tlf.: 45177575 Lis Sundes
Kolding	Nej / 2 dispensationer	1 privat person har ansøgt om at opstille et grävandsanlæg, samt et privat firma (Pyramiden, restaurant) har ansøgt om at håndtere deres eget spildevand, genbruge det til vanding i deres drivhuse.	Tlf.: 79301466 Søren Bøjsen

## Bilag D

Kommune	Regler / dispensationer	Bemærkninger/ øvrigt	Kontakt
København	Nej / Har givet flere dispensationer	Hver ansøgning om opstilling af grävandsanlæg bliver taget op til vurdering. Ser anlægget fornuftig ud gives der en dispensation.	Tlf.: 33425130 Allan Brøløs
Køge	Nej	Hver ansøgning om opstilling af grävandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger	Tlf.: 56672422 Kjeld Søgaard
Middelfart	Nej	Har ikke haft nogle ansøgninger vedr. grävandsanlæg. Kom der en ansøgning vil MK kontakte Miljøstyrelsen vedr. hvordan situationen skulle håndteres.	Tlf.: 63411745 Irene Christensen
Midtdjurs	Nej	Hver ansøgning om opstilling af grävandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger	Tlf.: 89748902 Jan Beck
Nyborg	Nej	Hver ansøgning om opstilling af grävandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger	Tlf.: 63311933 Karl Jensen
Nykøbing M	Nej	Hver ansøgning om opstilling af grävandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger, men forespørgelser.	Tlf.: 99707000
Næstved			Tlf.: 55784700 Per Gran
Odense	Nej	Hver ansøgning om opstilling af grävandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger. Har ikke rigtig tænkt i de baner endnu.	Tlf.: 66131372 Poul Erik Sørensen
Randers	Nej	Hver ansøgning om opstilling af grävandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger	Tlf.: 89151653 Lars Bo Jensen
Ribe	Nej	Vil ikke give dispensationer til grävandsanlæg, før der foreligger nogle retningslinier fra miljøstyrelsen.	Tlf.: 79898989 Karsten Sundbeck.
Ringkøbing	Nej	Hver ansøgning om opstilling af grävandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger Politikerne ser meget positiv på grønne tiltag. Ny udstykket område, hvor der er lagt op til økologi/grønnetiltag.	Tlf.: 99759975 Ivan Thesbjerg
Roskilde	Nej	Hver ansøgning om opstilling af grävandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger	Tlf.: 46313634 Marthe Gudmand-Høyer

## Bilag D

Kommune	Regler / dispensationer	Bemærkninger/ øvrigt	Kontakt
Ry	Nej / 3 dispensationer	I deres spildevandsplan er der lagt op til at der kan gives dispensation til opførelse af gråvandsanlæg inde for kloakoplandet. Uden for kloakoplandet er det nemmere at få dispensation	Tlf.: 89891516 Peter Fribo
Silkeborg	Nej	Hver ansøgning om opstilling af gråvandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger Silkeborg Kommune kender ikke til nogle gråvandsanlæg i deres kommune, men der findes faktisk 2 i Virklund som er aktive.	Tlf.: 89208521 Steen Mogensen Tlf.: 86208523 Grethe Larsen
Skagen	Nej	Hver ansøgning om opstilling af gråvandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger	Tlf.: 96795202
Skanderborg	Nej	Hver ansøgning om opstilling af gråvandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger	Tlf.: 86521266 Verner Zigler
Skjern	Nej	Hver ansøgning om opstilling af gråvandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger	Tlf.: 96803500
Skørping	Nej	Hver ansøgning om opstilling af gråvandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger	Tlf.: 99828282
Slagelse	Nej	Hver ansøgning om opstilling af gråvandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger	Tlf.: 58501288-4400 Vilhelm Joest
Sorø	Nej	Hver ansøgning om opstilling af gråvandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger	Tlf.: 57870100 Leif Stryer
Svaneke, Bornholm	Nej / 1 dispensation	Hver ansøgning om opstilling af gråvandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har haft et anlæg "Ramshusene" Meget stort energi forbrug, en kubikmeter rensed gråvand kostede omkring 100 kr.	Tlf.: 56493000 Tommy Jørgensen
Sønderborg	Nej	Vil ikke give dispensationer til gråvandsanlæg. Ok med regnvandsanlæg.	Tlf.: 74420300-2670 Jep Fink
Thisted	Nej	Hver ansøgning om opstilling af gråvandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger	Tlf.: 96171717 Jan Salmundsen
Vejle	Nej	Hver ansøgning om opstilling af gråvandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger	Tlf.: 76444000 Mette Themlev



## Bilag D

Kommune	Regler / dispensationer	Bemærkninger/ øvrigt	Kontakt
Aabenraa	Nej	Hver ansøgning om opstilling af gråvandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger	Tlf.: 74624222 Christian Knudsen.
Aalborg	Nej / 2-4 dispensationer	Der er i kommunen vedtaget at der ikke reduceres i vandafledningsafgiften selvom man har eller vil lave et vand genbrugssystem. Hver ansøgning om opstilling af gråvandsanlæg bliver taget op til vurdering. De fleste anlæg er siden hen nedlagt.	Tlf.: 98162977 Greger Gregersen Tlf.: 99131313 Jørgen Andersen (vandforsyning)
Århus	Nej	Hver ansøgning om opstilling af gråvandsanlæg bliver taget op til vurdering. Har ikke haft nogle ansøgninger. Vil ikke anbefale gråvandsanlæg. Kender kun til projektet i Hjortshøj	Tlf.: 89404557 Inge Haldkjær Jensen

Generelt er det fra Miljøstyrelsens side ikke lovligt af opføre gråvandsanlæg. Alle gråvandsanlæg der opføres sker på baggrund af en dispensation.

Generelt kendes der ikke særlig meget til området gråvandsanlæg.

Mange kommuner har slet ikke behandlet sager inde for området.

Den største viden og aktivitet omkring gråvandsanlæg er i og omkring København.

Mange kommuner i Jylland giver ikke reduktion i vandafledningsafgiften selvom man har eller vil lave et vandgenbrugssystem. Dette skyldes store vand ressourcer i den jyske undergrund.

De fleste anlæg er lukket pga. stort energi forbrug og dårlig vandkvalitet

## ANALYSERESULTATER, VIRKLUND AFD. 47



Lille Tornbjerg Vej 24B  
DK-5220 Odense  
Telefon: 70 22 42 66  
Telefax: 70 22 42 55

MILJØ-KEMI  
Dansk Miljø Center A/S



Carl Bro A/S  
Nordlandsvej 60  
8240 Risskov  
att.: Thomas Bo Sørensen

14 MAJ 2002

Registernr.: 711380/Rev. 1  
Kundernr.: 5501962  
Ordrenr.: 825453  
Sagernr.: S30200351-52  
Modt. dato.: 2002.04.15  
Sident.: 1 af 1

## ANALYSERAPPORT

Bestyrelse: Carl Bro A/S  
Nordlandsvej 60, 8240 Risskov  
Prøvested: Andelsboligforeningen Gunilshøj Virklund afd. 47  
Prøvetype: Spildevand, 2 prøver  
Prøvetagning: 2002.04.15 kl. 08:15 - 2002.04.15 kl. 09:15  
Prøvetager: Miljø-Kemi (LAP)  
Kundeoplysninger:  
Analyseperiode: 2002.04.15 - 2002.05.13

## Prøveforberedelse:

Prøvemærke	Cisterne	Pumpebr.	Enheder	Kvælvindier** Detekt.		Metoder	RSD (%)
				Min.	Max. grænse		
Bakteriekæber	61	1	CFU/ml			1 180/0187839	
Chloridion pertringene	<1	<1	CFU/ml			1 081256,1	
Kistal ved 21 gr.C. PCA	1400	330	CFU/ml			1 093317,1999	
Kistal ved 22 gr.C.	70000	17000	CFU/ml			1 093361,1983	
pH	8.1	7.8	pH			KT13620-08247	
Levning	38	48	mg/l			0.3 KT12016-05248	3
Suspenderede stoffer	<5	9	mg/l			5 KT12532-05327	10
Turbiditet	1.8	3.6	FTU			1.10 *084253-06290	10
B15	3.1	2.7	mg/l			3.0 KT1259208/82548	10
COD (Cr)	11	<10	mg/l			10 KT12587-082190	10
Sulfid-S	<0.010	0.048	mg/l			0.010 084218-082178/80	15
HWOC, ikke-Elyst.org/kulstof	2.0	2.3	mg/l			0.5 H7020	10

## \*Analysekommentarer:

Revideret analyserapport: Resultat for B15 anført.

\*\*) Virksomhedens miljøgodkendelse/udlednings tilladelse.

\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

## Tegnforklaring:

\* = mindre end. i.p. = ikke påvist.  
\* = større end. i.v. = ikke målt.  
RSD = Relativ Analyseusikkerhed.

Merete Bis Lund

den 13. maj 2002

Knud Knudsen

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøver.  
Rapporten må ikke gengives, udgives i sin helhed, eller på anden måde offentliggøres.



Lille Tårnvej 24a  
DK-5220 Odense  
Telefon 70 22 42 55  
Telefax 70 22 42 55

**MILJØ-KEMI**  
Dansk Miljø Center A/S



Carl Bro A/S

16 MAJ 2002

Nordlandsvej 60  
8240 Risskov  
att.: Thomas Bo Sørensen

Registernr.: 711633  
Kundernr.: 5501962  
Ordrenr.: 830152  
Egensk.: S50200390-91  
Modt dato.: 2002.04.25  
Sider.: 1 af 1

## ANALYSERAPPORT

Modtager..... Carl Bro A/S  
Modtageradresse Nordlandsvej 60, 8240 Risskov  
Modtagers navn..... Andelsboligforeningen Gunilhej Virklund afd. 47  
Prøvetype..... Spildevand, 2 prøver  
Prøvetagning... 2002.04.25 kl. 08:10 - 2002.04.25 kl. 09:05  
Prøvetager..... Miljø-Kemi (BPA)  
Forsøgsplacering:  
Analyseperiode... 2002.04.25 - 2002.05.15

Fremvarer:	Indløb	Udløb	Enheder	Evaluering** Detekt.		Metoder	BED (%)
				Min.	Max. grænse		
Baceryokokker	6	5	CFU/ml			1 ISO/DIS7899	
Clostridium perfringens	<1	<1	CFU/ml			1 ISO2956.1	
Ristal ved 17 gr.C, PCA	470	110	CFU/ml			1 ISO217-1999	
Ristal ved 22 gr.C	21000	11000	CFU/ml			1 ISO2551-1993	
pH	7.2	7.8	pH			ET12520-ISO207	
Woodaktivitet	49	36	mg/h			0.5 ET12516-ISO208	5
Suspenderede stoffer	6	<5	mg/l			5 ET12533-ISO207	10
Turbiditet	5.8	1.4	FTU			9.10 *ISO4219-ISO290	10
BIS	<2	2.5	mg/l			2.0 ET12509DS/ISO260	10
DOC (C <sub>org</sub> )	<10	13	mg/l			1.0 ET12507-ISO217a	10
Sulfid-S	0.036	<0.010	mg/l			0.010 ISO4218-ISO218/00	15
AVOC, ikke-flygt.org.kulstof	1.9	1.8	mg/l			0.5 *ISO22	10

\*\*) Virksomhedens miljøgodkendelse/afledningsstilladelse.  
\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

### Teknisk forklaring:

< = mindre end, i.p. = ikke påvist.  
x = større end, i.w. = ikke målelig.  
BED = Relativ Analyseusikkerhed.

Marie-Louise Kaldbo

den 15. maj 2002

Mette Bis Lund

Prøveorganiseret af Miljø-Kemi (BPA) og Miljø-Kemi (BPA) i samarbejde med Carl Bro A/S.  
Rapporten er ikke garanteret, undtagen i så fald, uden prøvetagningens tekniske fejl og mangler.



24 MAJ 2002

Lille Torbjerg Vej 24a  
DK-5220 Odense  
Telefon 70 22 42 50  
Telefax 70 22 42 55

**MILJØ-KEMI**  
Dansk Miljø Center A/S



Carl Bro A/S  
Nordlandsvej 60  
8240 Risskov  
att.: Thomas Bo Sørensen

Registreringsnr.: 711696  
Kundnr.: 5501962  
Ordernr.: 830152

Sagensnr.: S50200333-34  
Modt. dato.: 2002.04.30  
Sidernr.: 1 af 1

## ANALYSERAPPORT

Sevicensnr.: Carl Bro A/S  
Nordlandsvej 60, 8240 Risskov  
Procestid.: Andelsboligforeningen Gunilhøj Gunlisvej 191  
Procestype.: Spildevand, 2 prøver  
Prøvedagning.: 2002.04.30 kl. 08:00 - 2002.04.30 kl. 09:00  
Prøvetager.: Miljø-Kemi (JCT)  
Rundbelysninger:  
Analyseperiode.: 2002.04.30 - 2002.05.22

Prøvestofnr.	Indløb	Udløb	Enheder	Kravværdier** Detekt.		Metode	MID
				Min.	Max. grænse		
Enterokokker	19	4	CFU/ml	1	140/0107009		
Clostridium perfringens	<1	<1	CFU/ml	1	D82254.1		
Erstet ved 27 gr.C, PCA	1300	350	CFU/ml	1	D82217.1990		
Erstet ved 22 gr.C,	57000	9800	CFU/ml	1	D82251.1943		
pH	8.0	8.2	pt		KT12520-D8387		
Levningsevne	47	36	mg/l	0.5	KT12016-D8288	8	
Suspenderede stoffer	5	<5	mg/l	5	KT12132-D8207	10	
Turbiditet	4.0	0.93	FTU	0.10	*M84258-D8290	10	
NH <sub>3</sub>	2.7	<2.0	mg/l	2.0	KT1250905/E254e	10	
COD (Cr)	<10	13	mg/l	10	KT12507-D82176	10	
Sulfid-S	0.032	<0.010	mg/l	0.010	*M84218-D8219/30	10	
SVOC, ikke-flygt. org.kulstof	1.9	1.7	mg/l	0.5	*M7020	10	

\*\*) Virksomhedens miljøgodkendelse/udledningstilladelse.  
\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

## Tegnforklaring:

< : mindre end. i.p. = ikke påvist.

> : større end. i.m. = ikke målelig.

MID : Relativ Analyseusikkerhed.

*Marie-Louise Haldbo*  
Marie-Louise Haldbo

Den 22. maj 2002

*Merete Ris Lund*  
Merete Ris Lund

Prøvetingsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, udtages i sin helhed, uden prøvingslaboratoriets skriftlige godkendelse.