

# Demonstrationsprojekt i fuldskala for rensning af gråt spildevand

# Demonstrationsprojekt i fuldskala for rensning af gråt spildevand

Nils Juul Larsen

Beboerforeningen BO-90

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 KONKLUSION</b>	<b>7</b>
<b>SUMMARY AND CONCLUSIONS</b>	<b>9</b>
<b>1 BAGGRUND OG FORMÅL</b>	<b>11</b>
1.1 BAGGRUND	11
1.2 FORMÅL	11
<b>2 ANLÆG, RENSEPRINCIP OG FLOW</b>	<b>12</b>
2.1 ANLÆG	12
2.2 RENSEPRINCIP	12
2.3 SPILDEVANDSFLOW	12
<b>3 MÅLEPROGRAM</b>	<b>14</b>
3.1 MÅLEPROGRAM	14
<b>4 INSTALLATION</b>	<b>15</b>
4.1 INSTALLATION	15
<b>5 FLOWDIAGRAM OG FOTO</b>	<b>16</b>
5.1 FLOWDIAGRAM OVER ANLÆG. FIGUR 1	16
5.2 FOTO AF ANLÆG. FIGUR 2	16
<b>6 IGANGSÆTTELSE OG DRIFT</b>	<b>17</b>
6.1 IGANGSÆTTELSE	17
6.2 DRIFT	17
6.3 DRIFTSPROBLEMER	17
<b>7 ØKONOMI</b>	<b>18</b>



# Forord

Denne rapport præsenterer erfaringer fra projektet "Demonstrationsprojekt for rensning af gråt spildevand" som er finansieret af Miljøstyrelsen under Aktionsplanens tema 4: "Håndtering af regnvand og gråt spildevand".

Projektets formål var at afprøve og teste et fuldskala anlæg til rensning af gråt spildevand samt at vurdere håndteringsmetodens praktiske anvendelighed. Endvidere skal anlægget tjene som demonstrationsmodel for interesserede.

Projektet er gennemført af Beboerforeningen BO-90 med Nils Juul Larsen som projektleder. Projektforløbet har været over perioden november 1999 december 2002. Projektet har været fulgt af en styregruppe bestående af:

- Anna Ledin, Danmarks Tekniske Universitet
- Torkil Boisen, Jes la Cour Jansen ApS
- Linda Bagge, Miljøstyrelsen
- Mogens Kaasgaard, Miljøstyrelsen
- Jan Buus Christensen, Carl Bro A/S Byggeri
- Jørgen Løgstrup, TransForm ApS
- Majbrit Poulsen, Københavns Vand
- Tøger Nis Thomsen, Miljøkontrollen Kbh.

BO-90 har været udvalgt som lokalitet for et casestudy i projektet: "Udvikling af metode til karakterisering af gråt spildevand" udført af Miljø & Ressourcer DTU, Danmarks Tekniske Universitet.



# Sammenfatning og konklusion

Denne rapport præsenterer erfaringer fra projektet "Demonstrationsprojekt for rensning af gråt spildevand" som er finansieret af Miljøstyrelsen under Aktionsplanens tema 4: "Håndtering af regnvand og gråt spildevand".

Et fuldskala anlæg til rensning af gråt spildevand, opsamlet fra bad og håndvask er blevet afprøvet og testet. Det er planlagt at det rensede vand skal genbruges til skyl af toiletter, når kvaliteten tillader det. Renseanlægget er opbygget af et dobbelt sandfilter med beluftning af filtre og rensede vand.

Analysen af det rensede vands kvalitet konkluderede at: **Gråvandet fra anlægget ikke uden videre kunne genbruges til husholdningsformål.** Dette fremgår af Miljøstyrelsens rapport for projektet: "Udvikling af metode til karakterisering af gråt spildevand" udført af Miljø & Ressourcer DTU, Danmarks Tekniske Universitet (M&R).

Der er ingen økonomisk gevinst med gældende vand- og afledningsafgifter. De årlige udgifter inkl. afskrivning beløber sig til ca. 22.000 kr. Fordelt på 17 husstande: Ca. 1.300 kr. pr. husstand. Det årlige udbytte af genanvendt spildevand vil være ca. 13.000 kr., svarende til 765 kr. pr. husstand. Det kan dog overvejes at se på bæredygtighed og ressourceforbrug i et længere perspektiv.

Undersøgelsen viste at det kræver engagement fra beboerne hvis disse skal stå for tilsyn og pasning. Ikke alle vil være indstillet på at håndtere spildevand og slam af hygiejniske og æstetiske grunde.

10 studenterprojekter ved M&R DTU med prøvetagning på anlægget er gennemført i perioden.

Forslag til opfølgende arbejde:

En optimering af anlægget ved ændring af flow, opholdstid, beluftningsintervaller m.m.

Såfremt en optimering af anlægget ikke reducerer indholdet af mikroorganismer i det rensede vand bør det overvejes at desinficere det rensede vand ved en anerkendt metode.

Endvidere skal problemet med beluftning løses, dvs. der skal findes en egnet kompressor.





# Summary and conclusions

This report presents the evaluation of the project “Demonstration plant for treatment of grey wastewater” financed by the Danish Environmental Protection Agency within the framework of “Action plan for handling rainwater and grey wastewater”.

A full-scale plant for treatment of grey wastewater, collected from bathrooms was tested. The aim was to reuse the treated water for flushing toilets when the quality of the water was acceptable. The treatment plant consisted of two sand filters with aeration of filters and treated water.

Analysis of the treated water concluded: ***The treated grey water from the plant could not be used for domestic use.*** This is the conclusion from the report published by the Danish Environmental Protection Agency: “Developing a method for characterisation of grey wastewater” made by Environment & Resources DTU, Technical University of Denmark.

There is no economic benefit with the current water prices and sewage fees. The yearly expenses incl. depreciation of plant costs is 22.000 DKK for 17 households. That is 1.300 DKK per household. The yearly benefit of recycled water is estimated to 13.000 DKK, that is 765 DKK per household. It could be considered to calculate sustainability and use of resources in a longer perspective.

The testing of the plant shows that it demands engagement from the households if these are to maintain and supervise the plant. Due to hygienic and aesthetic reasons not all will accept handling sewage and sludge.

10 student projects at Environment & Resources DTU, Technical University of Denmark have been completed in the test period.

Suggestions for additional experiments:

Optimising the plant by changing flow, time, aeration etc.

If the optimising of the plant does not reduce the number of microorganisms in the treated water it should be considered to use disinfections to the water by a recognized method.

Also the problem with aeration should be solved, that is a suitable compressor must be found.



# 1 Baggrund og formål

## 1.1 Baggrund

BO-90 blev bygget i 1993 som en etageejendom med 17 lejligheder af Foreningen Socialt Boligbyggeri (FSB) i København. Byggeriet blev udført med flere økologiske og ressourcebesparende tiltag, bl.a. vandbesparende armaturer, brug af regnvand, solvarme, balanceret ventilation med genindvinding af varme samt lavenergiruder. Huset blev forsynet med dobbelte faldstammer til separering af gråt og sort spildevand og der blev etableret separat fremføring af vand til toiletter, således at opsamlet regnvand kunne benyttes som supplement til toiletskyl. For at fuldende hensigten med byggeriet var det et ønske at rense det grå spildevand således at dette kunne anvendes til toiletskyl og at overskydende regnvand kunne frigøres til tøjvask. Huset er i de forløbne år ofte blevet vist frem som et eksempel på et byggeri med lavt ressourceforbrug.

## 1.2 Formål

Projektets formål var at afprøve og teste et fuldskala anlæg til rensning af gråt spildevand, samt at vurdere metodens praktiske anvendelighed. Endvidere skulle anlægget tjene som demonstrationsmodel for interesserede.

Efter en indkøringsperiode, og når kvaliteten af det rensede vand var acceptabel, var det hensigten at lede det rensede gråvand til toiletterne og anvende det til toiletskyl.

## 2 Anlæg, renseprincip og flow

### 2.1 Anlæg

Der blev etableret et renseanlæg med dobbelt sandfilter med en kapacitet på ca. 1 m<sup>3</sup> gråt spildevand pr. dag. Dette volumen svarer til den daglige produktion af gråt spildevand og det daglige forbrug til toiletskyl. Anlægget, som fylder 2,5 x 3,3 m gulvareal, blev placeret i kælderen således at pasning og tilsyn ville blive lettilgængeligt. Temperaturen i kælderen ligger på 20 - 22° C.

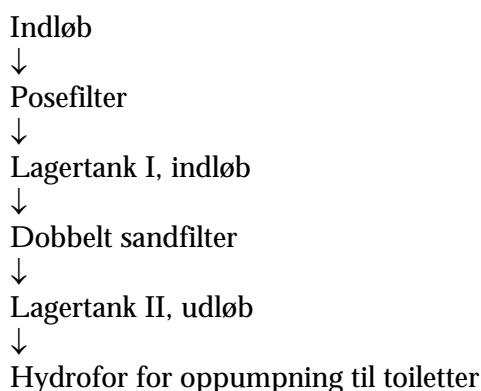
Det grå spildevand opsamles fra baderum og håndvaske, og ledes til renseanlægget. Spildevandet fra køkkenvaske ledes til det almindelige kloaksystem.

### 2.2 Renseprincip

Spildevandet opsamles i en 500 L beholder, Lagertank I, hvorfra det ledes til et posefilter, der fjerner større partikler. Derefter ledes vandet gennem to beluftede sandfiltre der er forbundet i serie. Sandfiltrene fungerer som partikelfiltre, samt som biologiske filtre for omsætning af organisk stof m.m. Hvert sandfilter har et volumen på 200 L. Når der tages højde for porøsiteten af sandet (40 %) svarer det til en aktuel vandmængde på 80 L.

Gråvandet ledes ind i toppen af filtrene og ud i bunden. For at undgå tilstopning returskylles filtrene 2 gange ugentlig med opsamlet regnvand (når dette er tilgængeligt, ellers vandværksvand). Returskyllevandet ledes direkte til kloak. Efter filtreringen ledes vandet til en opsamlingstank, Lagertank II. Herfra kan det ved hjælp af en hydrofor ledes til toiletterne.

### 2.3 Spildevandsflow



Til styring af anlægget er opsat en elektrisk styringsenhed.

- **Projektering:** Transform ApS. Dansk Rodzone, København
- **Anlæg:** DVS Vandteknik A/S, Slagelse
- **Installation:** A/S Erik Schmidt VVS, Brønshøj
- **El-arbejde:** Peter Dahl, Gentofte
- **Kompressor:** Rafn-P, København

# 3 Måleprogram

## 3.1 Måleprogram

For at vurdere kvaliteten af det rensede vand indledtes et samarbejde med Miljø & Ressourcer (M&R) på DTU som fastlagde et måleprogram. Sammen med Den Kongelige Veterinære Landbohøjskole, Institut for Veterinær Mikrobiologi, forestod M&R de nødvendige kemiske og biologiske analyser. Vedr. dette måleprogram henvises til Miljøstyrelsens rapport: "Udvikling af metode til karakterisering af gråt spildevand" udført af Miljø & Ressourcer DTU, Danmarks Tekniske Universitet.

# 4 Installation

## 4.1 Installation

Efter rensningsanlæggets opstilling blev det tilpasset diverse ønsker og forslag fra den nedsatte styregruppe. Der blev etableret flere prøvetagningssteder og bypassmuligheder end oprindeligt planlagt. Således kunne flowet ved anvendelse af specielle rengøringsmidler i bad eller håndvask ledes uden om anlægget.

Endvidere blev anlægget hævet i forhold til gulvniveau for at lette rengøring og tømning af beholdere.

Som medium i de biologiske filtre blev valgt sand.

Ved lagertank II's udløb blev etableret anlæg for dosering af brintoverilte eller klor, hvis den hygiejniske kvalitet skulle kræve det.

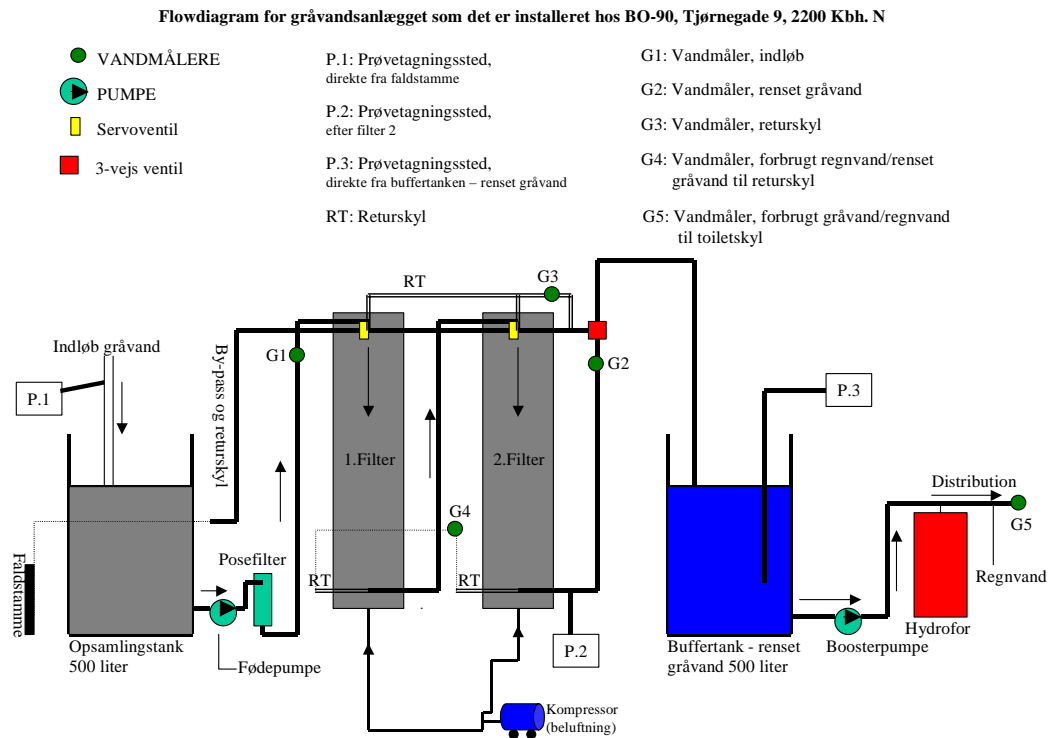
Der blev etableret beluftere i lagertanke I og II således at lagertankene kunne beluftes hvis det blev nødvendigt.

Ved evt. lugtgener kunne udluftning kobles til separat ventilation som allerede forefandt i kælderen.



# 5 Flowdiagram og foto

## 5.1 Flowdiagram over anlæg. Figur 1



## 5.2 Foto af anlæg. Figur 2



# 6 Igangsættelse og drift

## 6.1 Igangsættelse

I slutningen af november 99 startede tilledning af gråt spildevand til anlægget. Afløbet blev ledt til kloak.

## 6.2 Drift

I den første periode var den synlige kvalitet af det rensede vand meget svingende med vekslende indhold af partikler og stor uklarhed. Iltindholdet i indløbet til anlægget blev målt til ca. 6 mg/liter. Da der var en del lugtgener (svovlbrinte) blev det besluttet at anlægget skulle beluftes. En iltningstrappe blev opgivet, da en recirkulering ville være energikrævende. En beluftning med kompressor i trykfilter 1 og 2 blev etableret. Dette gav en bedre synlig kvalitet af det rensede vand.

Der var dog jævnligt tilbagevendende lugtgener fra lagertank II. Derfor blev det besluttet også at belufte denne tank fra kompressoren, hvilket omgående gav resultat i et klart lugtfrit afløb.

I løbet af 8-10 dage dannedes et ca. 10 cm let mørkt slamlag i bunden af lagertank I. Dette blev fjernet ved spuling 1 gang ugentligt og ledt til kloak.

Lagertank I blev skrubbet med børste og spulet 1 gang ugentligt for at fjerne belægninger på tankens sider

Lagertank II blev skrubbet med børste og spulet 1 gang månedligt for at fjerne belægninger på tankens sider.

Spulevand blev ledt til kloak.

Posefilter blev skiftet med 2-3 ugers mellemrum. Posefiltrene blev vasket i alm. vaskemaskine og genbrugt.

Der blev brugt ca. 1 time/uge til pasning og tilsyn udført af beboerne.

## 6.3 Driftsproblemer

Rent mekanisk fungerede anlægget fint.

Der var dog jævnligt driftsproblemer med den tilkoblede kompressor. Den første kompressor havde et uacceptabelt højt støjniveau. Selv om den var placeret i kælderen kunne den høres i hele ejendommen. En ny støjsvag kompressor blev installeret. Af uforklarlige årsager brændte den sammen flere gange til trods for at dosering af luft kun skete få minutter af gangen og med lange hvileperioder. Det lykkedes ikke at finde en velegnet stabil kompressor.

## 7 Økonomi

	<u>kr. inkl. moms</u>
Etablering af dobbelte faldstammer og regnvandssystem	140.000
Anlægspris	<u>214.600</u>
Samlede udgifter	<u>354.600</u>

### **Årlige udgifter:**

Afskrivning faldstammer over 50 år	2.800
Afskrivning anlæg over 20 år	10.730
El til drift af anlæg og pumpe til fremføring til toiletter (anslået)	1.000
Arbejdskraft, pasning 52 t á 150 kr.	<u>7.800</u>
	<u>22.330</u>

Årlige udgifter pr. lejemål 1.300

Årligt udbytte genanvendt spildevand:  
1 m<sup>3</sup>/dag i 365 dage á 35 kr. 12.775

Årligt udbytte pr. lejemål 765

Umiddelbart er der ingen økonomisk gevinst med gældende vand- og afledningsafgifter. Det bør dog overvejes at se på bæredygtighed og ressourceforbrug i et længere perspektiv.