

# Minireningsverk i Luleå kommun

- en funktionsstudie

Ann-Marie Alakangas

Luleå tekniska universitet  
Civilingenjörsprogrammet  
Samhällsbyggnadsteknik  
Institutionen för Samhällsbyggnad  
Avdelningen för VA-teknik

---

## FÖRORD

Som en sista del i utbildningen till civilingenjör i Samhällsbyggnadsteknik, med inriktning mot teknisk miljövård vid Luleå tekniska universitet, ingår det att utföra ett examensarbete omfattande 20 poäng. Arbetet har utförts på avdelningen VA-teknik på institutionen för Samhällsbyggnadsteknik.

Detta examensarbete har gjorts åt miljökontoret i Luleå kommun under våren 2006, tillsammans med VA-teknik vid Luleå tekniska universitet.

Jag vill rikta ett varmt tack till alla på miljökontoret för att jag har fått sitta där under arbetets gång, samt till Maria E och Gunilla som har avlagt tid för att hjälpa mig. Jag vill även tacka Kerstin Nordqvist på universitetet för alla analyser av prover som hon har utfört.

Ett särskilt tack vill jag rikta till min handledare och examinator på universitetet, professor Jörgen Hanaeus, för allt det otroliga stöd och hjälp jag har fått under resans gång.

Luleå, 2007

Ann-Marie Alakangas

---

## SAMMANFATTNING

Miljökontoret i Luleå har sedan 1997 gett tillstånd till ett antal minireningsverk i Luleå kommun. I april 2006 fanns det totalt 42 hushåll med minireningsverk. Syftet med examensarbetet har varit att ta reda på vilka typer av reningsverk det finns i kommunen, hur de fungerar, vad som egentligen kommer ut från anläggningarna och om serviceavtal finns.

I examensarbetet finns en litteraturstudie över vad avloppsvatten innehåller och allmänt hur minireningsverk fungerar. De reningsverk som finns i kommunen är från tre olika tillverkare, arbetet innehåller en beskrivning av dessa anläggningar baserat på det material som finns från tillverkarna. Enkäter har skickats ut till användarna med frågor för att ta reda på vilken modell de har och hur anläggningarna fungerar, se bilaga 1. Tre verk valdes ut för att göra längre sammanhängande provtagningar.

De vanligaste minireningsverken i Luleå kommun är så kallade kompaktfiltringsverk, där det sker en biologisk rening genom ett biologiskt filter av naturmaterial. I dessa anläggningar krävs inga kemikalier eller elektricitet.

Enligt enkätundersökningen är de flesta användarna av minireningsverken nöjda med sina anläggningar och den allmänna uppfattningen hos användarna är att anläggningarna är miljövänliga och lättskötta. Endast tre användare har ett serviceavtal.

Provtagningen utfördes i tre olika anläggningar under en vecka vardera. Anläggningarna som provtagningen utfördes i var kompaktfiltringsverken Ecobox F3 från SEAB och Green Rock 10 S från Green Rock, samt Alfa reningsverk typ BAGA vilket är ett biologiskt reningsverk från BAGA International.

Resultaten från provtagningarna visar att ingen av reningsverken kunde ge de utlovade reningsgarantierna. Green Rock hade högst reningsgrad men det berode på att grundvatten läckte in i provtagningspunkten. Det biologiska reningsverket hade aldrig slamtömts, vilket gav obefintlig reduktion, halterna ut från anläggningen var i flera fall högre än in till anläggningen. Anläggningen från Ecobox hade inte heller goda reningsresultat, detta kan bero på att mycket vatten används samt att anläggningen endast slamtöms en gång per år.

Det allmänna intrycket av reningsresultaten är att de inte motsvarar förväntningarna och att betydligt ambitiösare service krävs för god funktion. Det är inte troligt att en normalfamilj kan ansvara för den servicen.

---

## ABSTRACT

Since 1997 has The Environmental and Health Department in Luleå given permission for inserting individual compact treatment plants in Luleå community. In April 2006 there were totally 42 households using compact treatment plants in Luleå.

The aim of this work was to find out what kind of compact treatment plants there is in the community, how they perform and what kind of pollutants that actually comes out from the construction. The work includes information about wastewater and generally how compact treatment plants work. An inquiry was sent out to the households with questions asking how they liked their compact treatment plants; what kind of a plant they have and how they perform.

Most of the owners of treatment plants found their construction to be very friendly to the environment and easy to run.

The most common treatment plant in Luleå was a biological from natural materials. No electricity and chemicals are to be used in these kinds of constructions.

In this work measurements and samplings in the influent and effluent were made in three different plants. Each test period lasted a week. The tested plants were from SEAB, Green Rock and BAGA International. The tested plants from SEAB and Green Rock were biological filter treatment plants with filter from natural materials. The plant from BAGA International was a biological treatment plant that required electricity.

The results from the tests showed that none of the plants gave the reduction that was promised. One of the plants had groundwater mixed with the effluent water at the test spot, which falsely indicated a very good reduction. Another plant had never been emptied from sludge and thus gave polluted effluent water. The effluent water was more polluted than the influent water.

Operation and maintenance of the plants was considered to be an important issue, and should be given much more attention.

---

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

|  |            |
|--|------------|
| <b>FÖRORD</b> .....                              | <i>i</i>   |
| <b>SAMMANFATTNING</b> .....                      | <i>ii</i>  |
| <b>ABSTRACT</b> .....                            | <i>iii</i> |
| <b>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</b> .....                | <i>iv</i>  |
| <b>1. INLEDNING</b> .....                        | <b>1</b>   |
| 1.1 Bakgrund .....                               | 1          |
| 1.2 Mål.....                                     | 1          |
| 1.3 Metod och avgränsningar.....                 | 1          |
| <b>2. AVLOPPSVATTNETS INNEHÅLL</b> .....         | <b>2</b>   |
| 2.1 Fosfor .....                                 | 2          |
| 2.2 Kväve.....                                   | 2          |
| 2.3 BOD – syreförbrukande ämnen.....             | 3          |
| 2.4 Smittämnen.....                              | 3          |
| 2.5 Tungmetaller och organiska gifter .....      | 3          |
| 2.6 Schablonhalter.....                          | 4          |
| <b>3. ALLMÄNT OM MINIRENINGSVERK</b> .....       | <b>5</b>   |
| 3.1 Mekanisk rening.....                         | 5          |
| 3.2 Biologisk rening.....                        | 6          |
| 3.2.1 Kväverening.....                           | 6          |
| 3.2.2 Biologisk fosforening.....                 | 6          |
| 3.3 Kemisk rening .....                          | 6          |
| 3.4 Reduktion av föroreningar.....               | 6          |
| 3.5 Recipienter .....                            | 7          |
| 3.5.1 Infiltration .....                         | 7          |
| 3.5.2 Dike .....                                 | 7          |
| 3.5.3 Stenkista.....                             | 8          |
| 3.6 Badvattenkvalitet .....                      | 8          |
| <b>4. MINIRENINGSVERKEN I LULEÅ KOMMUN</b> ..... | <b>9</b>   |
| 4.1 Ecobox.....                                  | 9          |
| 4.1.1 Ecobox F3.....                             | 9          |
| 4.1.2 Ecobox BK1 .....                           | 11         |
| 4.2 Green Rock .....                             | 12         |
| 4.2.2 Green Rock 10S.....                        | 12         |
| 4.2.4 Green Rock BioStone/ChemStone 100.....     | 14         |
| 4.3 ALFA minireningsverk typ BAGA .....          | 15         |

---

|  |    |
|--|----|
| <i>4.3.1 Biologiskt reningsverk (RVB)</i> .....              | 16 |
| <b>5. SAMMANSTÄLLNING AV ENKÄTER</b> .....                   | 18 |
| 5.1 Typ av boende .....                                      | 18 |
| 5.2 Typ av anläggning.....                                   | 19 |
| 5.3 Utgående vatten.....                                     | 20 |
| 5.4 Reningsverkens funktion.....                             | 20 |
| 5.5 Rengöringsmedel.....                                     | 21 |
| 5.6 Serviceavtal.....  | 21 |
| 5.7 Slamtömning.....   | 22 |
| 5.8 Filterbyte.....  | 22 |
| 5.9 Kemikaliepåfyllning.....                                 | 23 |
| 5.10 Egenkontroll .....                                      | 23 |
| 5.11 Provtagningsmöjligheter .....                           | 23 |
| <b>6. FÄLTUNDERSÖKNINGSMETODIK</b> .....                     | 25 |
| 6.1 Provtagningsförfarande.....                              | 25 |
| 6.2 Provtagaren .....  | 25 |
| 6.3 Provtagningsanläggningarna .....                         | 27 |
| <b>7. GREEN ROCK 10S</b> .....                               | 28 |
| 7.1 Provtagningen .....                                      | 29 |
| 7.2 Resultat .....   | 29 |
| 7.3 Diskussion .....   | 32 |
| <b>8. BAGA MINIRENINGSVERK</b> .....                         | 34 |
| 8.1 Provtagningen .....                                      | 35 |
| 8.2 Resultat .....   | 35 |
| 8.3 Diskussion .....   | 38 |
| <b>9. ECOBOX F3</b> .....                                    | 39 |
| 9.1 Provtagningen .....                                      | 39 |
| 9.2 Resultat .....   | 40 |
| 9.3 Diskussion .....   | 42 |
| <b>10. SLUTSATSER OCH FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE</b> ..... | 44 |
| 10.1 Slutsatser.....   | 44 |
| 10.2 Förslag till fortsatt arbete.....                       | 45 |
| <b>REFERENSER</b> .....                                      | 46 |

**BILAGA 1: Enkätundersökningen**

**BILAGA 2: Resultat av manuella mätningar för Green Rock 10S**

**BILAGA 3: Resultat av manuella mätningar för BAGA minireningsverk**

**BILAGA 4: Resultat av manuella mätningar för Ecobox F3**

---

# 1. INLEDNING

Detta är ett examensarbete på Samhällsbyggnadstekniska programmet med inriktning mot teknisk miljövård vid Luleå tekniska universitet. Arbetet görs i samarbete med VA-avdelningen på Luleå universitet och miljökontoret i Luleå.

## 1.1 Bakgrund

Miljökontoret i Luleå har sedan 1997 givit tillstånd till ett antal enskilda minireningsverk i kommunen, där andra mer vanliga avloppslösningar inte har kunnat göras på grund av högt grundvatten, täta jordlager eller känsliga områden etc. Det är osäkert om dessa reningsverk fungerar som de ska. Många av de minireningsverk som finns i Luleå är så kallade kompaktreningsverk, det är reningsverk där det sker en biologisk rening genom ett biologiskt filter som är av naturmaterial.

## 1.2 Mål

Målet med arbetet är att titta på vilka typer av minireningsverk som finns i kommunen och ta reda på hur de fungerar. Frågeställningar som finns är: hur fungerar reningsverken hos användarna, har de några problem med sina anläggningar, vad är det egentligen som släpps ut från reningsverken, och uppfylls reningsgarantin som leverantörerna utlovar? Serviceavtal har ställts som villkor för installation av reningsverken; finns de och behövs serviceavtalen?

## 1.3 Metod och avgränsningar

Genom litteraturstudier undersöks hur minireningsverken allmänt fungerar och en sammanfattning av avloppsvattnets innehåll. Med hjälp av informationsmaterial och samtal med tillverkarna tas reda på hur reningsverken i Luleå fungerar och vilka reningsgarantier tillverkarna ger för anläggningarna. Genom att skicka ut enkäter till användarna fås svar på bland annat hur reningsverken fungerar, vart utgående vatten leds och om de har serviceavtal. Utifrån svaren väljs några reningsverk ut för fältstudier där mätningar på bland annat utgående vatten görs för att kontrollera reningsverkens funktion. Vissa prover skickas till Alcontrol för analys och andra analyseras i labbet på Luleå tekniska universitetet.

Till Alcontrol skickas dygnsprover på utgående vatten från anläggningarna för analys enligt paket N2 med parametrarna ammoniumkväve, BOD, COD, total fosfor, total kväve och SS. Även två mikroorganismprov per anläggning skickas för analys av intestinala enterokocker, koliforma bakterier och termotoleranta koliforma bakterier. På universitetet analyseras avloppsvatten tagna under två provtagningsdagar. Dessa analyseras, filtrerade och ofiltrerade, på BOD, COD, total fosfor, total kväve och SS.

---

## 2. AVLOPPSVATTNETS INNEHÅLL

De flesta ämnen som kan finnas i avloppsvatten från hushåll förekommer naturligt i miljön, det är när de förekommer i för höga halter eller på fel plats som de blir föroreningar. Exempel på detta är organiskt material som kan orsaka syrebrist i det vattendrag som det släpps ut i. Andra ämnen är kväve och fosfor som kan orsaka övergödning då de stimulerar alg tillväxt. Det finns även bakterier, virus och parasiter i avloppsvattnet som kan orsaka sjukdomar hos människor och djur om vattnet inte tas om hand på rätt sätt (Naturvårdsverket 1, 2006).

Då avloppsvatten från enskilda avlopp kommer från hushåll, avgörs avloppsvattnets sammansättning i hög grad av vilka kemtekniska produkter som används och i vilken utsträckning de hamnar i avloppet. Blandat avloppsvatten från enskilda hushåll innehåller närsalter, syreförbrukande ämnen (mäts som BOD, COD och TOC) och smittämnen, men även till viss del tungmetaller och andra miljöskadliga ämnen. Blandat avloppsvatten är både BDT- (Bad-, Disk- och Tvätt) och KL- (KLosett) vatten. Halterna av de olika ämnena beror på VA-systemets uppbyggnad, dricksvattnets aggressivitet, installationer i hushållen och de boendes beteende. Ofta händer det att de boende av okunskap tillför miljögifter till avloppet som t ex lösningsmedel, läkemedel, färger och klorerade ämnen. Vattenmängd och innehåll av olika ämnen varierar mycket från hushåll till hushåll (Johansson m fl, 2002).

### 2.1 Fosfor

Fosfor är ett av de viktigaste näringsämnena, och dessutom en ändlig resurs som det är viktigt att hushålla med.

Fosfor i avloppsvattnet kommer till största delen från oss människor, hälften kommer från urinen och ca en fjärdedel vardera från fekalier och BDT-vatten. Använder man tvättmedel helt utan fosfater eller med låg fosfathalt minskar man fosforhalten i BDT-vatten (Johansson m fl, 2002). Under 70 och 80 talet kom hälften av allt fosfor i avloppsvattnet från tvättmedlen och andra hälften från människan (Hanaeus, lektion i Vattenbehandlingsprocesser 2004).

Mindre än 10 % av fosfor i avloppsvattnet avskiljs i vanliga trekammarbrunnar, det vill säga att 90 % går rakt igenom till efterföljande rening (Johansson m fl, 2002).

Fosfor är ett större problem för ytvatten än för grundvatten, då det inte är skadligt för hälsan utan är ett gödningsämne, ett av de viktigaste växtnäringsämnena. Gödningseffekten kan bli stor om det finns många enskilda anläggningar som belastar ett litet eller känsligt vattendrag (Naturvårdsverket 1987).

För att minska fosforutsläppen kan man avskilja de fosforrikaste fraktionerna urin och/eller fekalierna vid källan. Ett annat sätt är att fastlägga fosfor i utbytbara filterbäddar eller fälla ut den som ett slam i en slamavskiljare. De fosforinnehållande restprodukterna (urin, slam och filterbäddmaterial) kan sedan återföras till jordbruket (Johansson m fl, 2002).

### 2.2 Kväve

Kvävet i avloppsvattnet kommer till 80 % från urinen och ca 10 % vardera från fekalier och BDT-vatten. Kväveutsläpp kan ge övergödning i recipienterna, kväve i form av ammonium ökar syreförbrukningen när det omvandlas till nitrat (Johansson m fl, 2001). Nitrat är en stabil och mycket lätttrölig förening som snabbt når grundvattnet (Naturvårdsverket 1987).



---

Alltför höga kvävehalter i dricksvattnet utgör en direkt hälsorisk för människan. Kväve finns inte naturligt i dricksvatten utan kan komma från bristfälliga eller felaktigt utförda avloppsanläggningar och läckage från gödselvårdsanläggningar. På vintern då grundvattenbildning främst sker lakas kväve i form av nitrat från jordbruksmark och tillförs grundvattnet (Rapport 19/1999).

### 2.3 BOD – syreförbrukande ämnen

Syreförbrukande ämnen finns till största del i BDT-vatten och fekalier. Mängderna varierar beroende på den boendes vanor, beteenden samt användandet av kemtekniska produkter. Skiljer man av fekalierna minskas mängden syreförbrukande ämnen med en tredjedel i avloppsvattnet. Om lufttillförseln inte är tillräcklig när syreförbrukande ämnen ska brytas ner i en reningsanläggning eller recipient kan syret ta slut. Då fortsätter nedbrytningen anaerobt, alltså utan syre. Detta kan leda till dålig lukt, svavelvätebildning samt utläckage av fosfor från sedimenten. I en vanlig slamavskiljare med efterföljande rening i form av markbädd eller infiltration avskiljs (beroende på dimensionering och utformning) ofta mer än 90 % av syreförbrukande ämnen mätt som BOD<sub>7</sub> (Johansson m fl, 2002).

### 2.4 Smittämnen

Smittämnen i avloppsvattnet kommer främst från fekalierna. De smittämnen som kan vara farliga för människan är bakterier, virus och eventuellt parasiter. I urin finns relativt lite smittämnen. Problemet med smittsamma mikroorganismer i avloppsvatten kan angripas på två sätt: genom avlägsnande eller avdödning. Då smittämnen kan likställas med partiklar kan de sedimentera eller filtreras bort. I naturen eller i biologiska reningssteg blir man av med smittämnen genom att de äts upp eller konkurreras ut av andra mikroorganismer (Johansson m fl, 2002).

Mag- och tarminfektioner är ganska vanligt förekommande i samhället. En del personer insjuknar med diarré och/eller andra symptom, andra infekterade blir endast symptomfria bärare. Båda grupperna utsöndrar patogener via fekalierna och dessa organismer kommer att återfinnas i både behandlat och obehandlat avloppsvatten. Förekomsten och koncentrationen av patogener är beroende på hälsoläget hos de boende. Förekomsten varierar under dygnet och även beroende på säsong.

Enskilda avloppsanläggningar har ofta sämre reduktion av smittämnen än kommunala anläggningar, men variationen mellan olika anläggningar är troligen mycket stor. I stora kommunala anläggningar är det många människor anslutna och smittämnen är alltid närvarande. I mindre system är sannolikheten för förekomst mindre, men om anslutna personer är infekterade förekommer patogenerna i relativt högre halter (Schönning, 2003).

Utsläpp av avloppsvatten medför alltid smittorisk om det behandlade avloppsvattnet snabbt når grundvatten eller en recipients ytvatten. Det är därför viktigt att fördröja vattnet särskilt om det finns dricksvattentäkter eller badplatser i närheten (Johansson m fl, 2001).

### 2.5 Tungmetaller och organiska gifter

Mängden miljöskadliga ämnen i avloppsvatten varierar och beror på brukarens beteende. Undantaget är koppar då det tillförs avloppet via dricksvattenledningarna som ofta är gjorda av koppar. Kvicksilver från amalgam och kadmium från rökare samt tungmetaller i den mat vi äter och som lämnar våra kroppar med fekalierna, är svårare att göra något åt. De vanligaste källorna till organiska miljögifter i avloppsvattnet är lösningsmedel och färgrester samt olika

---

rengöringsmedel. En brukare som är informerad och motiverad kan undvika tillförsel av dessa organiska miljögifter. Ett vanligt hushållsavlopp som enbart tar emot urin, fekalier och BDT vatten med miljömärkta rengöringsprodukter bör vara så gott som fritt från tungmetaller och organiska gifter (Johansson m fl, 2002). Metallmängderna i fekalier är mycket små och ännu mindre i urin (Sundberg, 1995).

Mätningar visar att ett stort antal farliga ämnen används i hushållen och att de kanaliseras genom avloppen. Att härleda källorna är svårt då de kommer från en mängd olika vardagsaktiviteter som städning, tvätt, användning av kosmetika och hygienprodukter samt från användandet av läkemedel (Palmqvist, 2004).

## 2.6 Schablonhalter

I Naturvårdsverkets allmänna råd NFS 2006:7 om små avloppsanordningar för hushållspillvatten, finns en sammanställning över mängden föroreningar som en normalperson schablonmässigt avger per fraktion och dygn till en slamavskiljare. Detta kan ses i tabell 1. I beräkningarna är det antaget att en normalperson har en spillvattenvolym på 170 liter per person och dygn. 170 liter per person och dygn kan användas då det i dag finns snålspolande toaletter och duschar samt vattensnåla tvätt- och diskmaskiner (Naturvårdsverket, 2006).

*Tabell 1. Tillförsel av näringsämnen per dygn för en normalperson in till en slamavskiljare.*

|                        | <b>g/pe, d</b> | <b>mg/l</b> |
|------------------------|----------------|-------------|
| <b>BOD<sub>7</sub></b> | 48             | 280         |
| <b>Tot-P</b>           | 2              | 12          |
| <b>Tot-N</b>           | 14             | 80          |

---

## 3. ALLMÄNT OM MINIRENINGSVERK

Minireningsverk, kompakta minireningsverk, kompaktfilteranläggningar, kompaktreningsverk, paketreningsverk, små reningsverk och artificiella filter. Det finns idag många namn för reningsverken och många olika utformningar av dessa. Kompaktreningsverk är ofta utan el och kemikalier. Minireningsverk benämns oftast de som innehåller elektricitet och/eller tillförs kemikalier.

Minireningsverk fungerar som större kommunala reningsverk med mekanisk, kemisk och biologisk rening. Sedimentering används för att avskilja fast material från avloppsvattnet, biologisk behandling för att ta bort organiskt material och kväve, samt kemisk fällning för att avskilja fosfor och suspenderat material. Beroende på tillverkare av minireningsverk finns de som har alla reningsstegen, medan andra endast har mekanisk och biologisk eller mekanisk och kemisk rening.

### 3.1 Mekanisk rening

Blandat avloppsvatten från hushåll kräver förbehandling för att minska risken för driftproblem i efterföljande behandling. Blandat avloppsvatten är både BDT- och klosett vatten.

Förbehandlingen som är den mekaniska reningen, är slamavskiljning före den egentliga behandlingen. Den mekaniska reningens huvudsyften är att avskilja större fasta partiklar, grovt material, och att minska föroreningsbelastningen på efterföljande reningssteg (Avd. VA-teknik, LTU. 2001). Den mekaniska reningen för mindre anläggningar sker oftast i en trekammarbrunn (Naturvårdsverket, 2002). Ett annat syfte är att utjämna inkommande flöden och ha plats för lagring av slam och flytslam. I minireningsverk kan slamavskiljaren ligga före själva reningen eller ingå i prefabricerade anläggningar som kompakta minireningsverk.

Slamavskiljning i en trekammarbrunn bygger på att vissa partiklar flyter och bildar ett flytskikt och att vissa sedimenterar och bildar ett bottenslam. Slamavskiljning är normalt en anaerob (syrefattig) behandling. Den mikrobiella aktiviteten torde vara hög, där syrefria processer bidrar till att vattnet delvis renas. Reningseffekten i slamavskiljaren med avseende på närsalter beror till stor del på avskiljning av närsalthaltiga organiska och oorganiska partiklar. Det organiska materialet mineraliseras delvis i slamavskiljaren och näringen blir vattenlöslig. Mineraliseringen ökar med ökande uppehållstid (Naturvårdsverket, 2002).

I Hushållningssällskapets häfte *ENSKILDA AVLOPP - information om avloppslösningar* finns en redogörelse över reningen i procent ut från en slamavskiljare, se första kolumnen i tabell 2. Källorna till uppgifterna är Naturvårdsverkets rapporter 4423 och 4895, samt de utgångna allmänna råden 87:6 och 91:2. Beräknas reningen i gram per person och dag, samt milligram per liter från vad som kommer in i slamavskiljaren enligt tabell 1, fås medelvärdena i tabell 2. Resultaten i kolumn två och tre är medelvärdet av procentsatserna.

**Tabell 2.** Reningseffekt i slamavskiljare.

|                            | %     | g/pe, d | mg/l |
|----------------------------|-------|---------|------|
| <b>BOD<sub>7</sub></b>     | 10-20 | 41      | 238  |
| <b>Tot-P</b>               | 5-10  | 2       | 11   |
| <b>Tot-N</b>               | 10-15 | 12,3    | 70   |
| <b>Koliforma bakterier</b> | 25    |         |      |

---

## 3.2 Biologisk rening

Efter det mekaniska steget är avloppsvattnet fritt från fasta föroreningar. Vid den biologiska reningen utnyttjas mikroorganismer, främst bakterier, som omvandlar organiskt material i avloppsvattnet till biomassa, energi och restprodukter som koldioxid och vatten (Nilsson & Norén, 2000).

Den biologiska reningsprocessen kan delas in i processer som antingen bygger på biofilm där mikroorganismerna växer på olika fasta ytor, eller där mikroorganismerna svävar fritt i avloppsvattnet (Naturvårdsverket, 2002). Sätten varierar beroende på minireningsverkets tillverkare och fabrikat.

En del minireningsverk är utformade enligt teknik för satsvis biologisk reaktor, SBR. SBR-tekniken innebär att en bestämd volym avloppsvatten behandlas åt gången. Först samlas avloppsvattnet upp i en uppsamlingstank. Sedan pumpas en viss mängd avloppsvatten in i reaktortanken. Reaktorn luftas och mikroorganismer börjar bryta ner organiskt material. I slutet av luftningsfasen tillsätts en fällningskemikalie och fosforfällning sker. Sedan stängs luftflödet av och slammet sedimenterar (sjunker mot botten), medan det renade vattnet blir kvar i överdelen av reaktorn. Det renade vattnet tappas ur tanken, överskottsslam pumpas ut ur reaktorn och en ny omgång kan börja. Fördelen med tekniken är att den är mindre känslig för variationer i flöden och belastningar, och allt vatten får samma behandling (af Petersens, 2003).

### 3.2.1 Kväverening

I en del minireningsverk kan även kväve reduceras i den biologiska reningen genom att utnyttja bakterier. Nitrifikation sker i syrerik miljö och består av två delprocesser, där bakterier oxiderar ammoniumkväve till nitritkväve som i sin tur oxideras av bakterier och bildar nitratkväve. Denitrifikation sker i en syrefattig miljö vilket innebär att syre endast finns bundet till nitrat och inte i löst form. Det syre som är bundet till nitratkväve utnyttjas av bakterier för att oxidera organiskt material varefter nitratkväve omvandlas till kvävgas som kan avgå till luften (Nilsson & Norén, 2000).

### 3.2.2 Biologisk fosforering

Vissa reningsverk klarar av att skilja fosfor biologiskt. Det sker spontant i aktivslamanläggningar där en anaerob zon ingår i behandlingskedjan, det vill säga rent tekniskt krävs det ett omrört anaerobt steg som följs av ett aerobt steg. Genom att utsätta slammet för anaeroba och aeroba miljöer kan löst fosfat bindas till speciella mikroorganismer i slammet (Karlsson & Wikberg, 1994).

## 3.3 Kemisk rening

Den kemiska reningen används för att kunna avskilja fosfor från avloppsvattnet genom tillsats av fällningskemikalie. Mängd fällningskemikalie som krävs för önskad fosforering beror på det inkommande vattnets sammansättning, fällningsförfarandet och typ av fällningskemikalie som används (Sjöström, 2003).

## 3.4 Reduktion av föroreningar

I Naturvårdsverkets allmänna råd NFS 2006:7 om små avloppsanordningar för hushållspillvatten, finns en sammanställning över utgående halter av föroreningar. Det utgående vattnet efter rening ska ha uppnått en reduktion på normal skyddsnivå på minst 90 % av BOD<sub>7</sub> och minst 70 % av tot-P. Vid en hög skyddsnivå skall reduktionen uppnå minst 90 % av BOD<sub>7</sub> och tot-P, samt minst 50 % av tot-N, se tabell 3 nedan. Vilken skyddsnivå som

---

gäller för området där anläggningen ska göras beror bland annat på om området är upptaget i registret över skyddade områden, om det finns yt- eller grundvattentäkter för dricksvattnet inom påverkansområdet eller om recipient eller omgivning är känsligt av andra skäl. Omräkningen till halter på mg/l kan ses i tabell 3. I beräkningarna är det antaget att en normalperson har en spillvattenvolym på 170 liter per person och dygn (Naturvårdsverket, 2006).

**Tabell 3.** *Krav på utgående halt av reducerade föroreningar (Naturvårdsverket, 2006).*

|                        | <b>Normal nivå %</b> | <b>mg/l</b> | <b>Hög nivå %</b> | <b>mg/l</b> |
|------------------------|----------------------|-------------|-------------------|-------------|
| <b>BOD<sub>7</sub></b> | >90                  | 30          | >90               | 30          |
| <b>Tot-P</b>           | >70                  | 3           | >90               | 1           |
| <b>Tot-N</b>           | -                    | -           | >50               | 40          |

För att få fram reduktionen av föroreningar i en anläggning måste man ta reda på vad föroreningsmängden är in till slamavskiljaren samt vilken vattenförbrukning hushållet har. Enligt Naturvårdsverkets rekommendationer kan även användas det schablonmässiga värdet för vad som kommer ut från en slamavskiljare, se tabell 2, och i slutändan ska det bli minst 90 % reduktion av BOD och 70 % av Tot-P.

### 3.5 Recipienter

Minireningsverken och kompaktfilerrensverken har olika recipienter bland annat till rinnande vatten, stenkista, markinfiltration eller markbädd. Många vanliga enskilda avloppsanläggningar består av en trekammarbrunn och infiltration eller markbädd

För recipienter som människor kommer i kontakt med via t ex bad och i känsliga områden ska det renade utgående avloppsvattnet ha minst badvattenkvalitet.

#### 3.5.1 Infiltration

Infiltrationsanläggningar har grundvattnet som recipient och föroreningsrisken bör baseras på spillvattnets kvalitet när det når grundvattnet (Naturvårdsverket 1987). I en vanlig infiltration ska bottenytan vara helt plan och horisontell. Avståndet mellan två parallella spridningsledningar ska vara minst två meter. Djupet är beroende av jordprovtagningen och djupet på inkommande ledning. Spridningslagret ska vara minst 30-35 cm tjockt och bestå av tvättat makadam eller singel. Det ska ligga minst 10 cm makadam under spridningsledningen och minst 5 cm på den. Ovanför makadamet på spridningsledningen skall ett materialskiljande skikt läggas t ex geotextil, finsingel eller isolermaterial. Återfyllnaden ska vara minst 40 cm tjockt och stora stenar ska tas bort. För att leda bort ytvatten kan återfyllnaden konstrueras som en liten förhöjning (Infiltrationsanläggningar faktablad 4, 2006). Infiltrationskapaciteten bestäms primärt av biohuden som uppstår på infiltrationsytan. Det är ett skikt bestående av fasta partiklar och biologisk påväxt från spillvattnet (Naturvårdsverket 1987).

#### 3.5.2 Dike

Utgående vatten från minireningsverk rinner ofta ut i diken. Vid utlopp i diken med rinnande vatten blandas det utgående vattnet ut, vilket ger en utspädningseffekt av utgående vatten. Med utlopp i torra diken, kan eventuella partiklar sedimentera och vatten perkolera ner i marken. Dofter från diken kan uppstå vid varma väderlekar och då vattnet dunstar bort.

---

Dofter kan även uppstå då vatten som rinner ut i diken bildar en grop, där vatten samlas och bildar en gryta som gör att vattnet inte byts ut. För att undvika vattensamlingen kan en sten placeras nedanför utsläppet, så att vatten som rinner ner sprids ut i diket i stället.

### 3.5.3 Stenkista

Många utlopp efter ett minireningsverk går till en stenkista, även kallat stenöga eller infiltreringsgrop. En stenkista utförs vanligtvis som en schaktgrop på 3-4 m djup, och med en diameter på 3-5 meter där större natursten tippas. Infiltrationen sker okontrollerat till följd av ett punktutsläpp, och ytbelastningen blir ofta hög och avståndet till grundvattnet otillräckligt (Naturvårdsverket 1987).

### 3.6 Badvattenkvalitet

I naturvårdsverkets författningssamling, NFS 1996:6, om strandbadvatten finns kvalitetskrav för badvatten. Där finns krav att kommuner ska ta prover på de badplatser som finns och variablerna i analysen får bland annat inte stiga över värdena i författningssamlingens bilaga, se tabell 4 (Naturvårdsverket, 1996).

*Tabell 4. Naturvårdsverkets kvalitetskrav på badvatten.*

| <b>Variabler</b>                        | <b>Riktvärde</b>   | <b>Högsta tillåtna värde</b> |
|---|--------------------|------------------------------|
| <b>Totalantal koliforma bakterier</b>   | <500 st per 100 ml | <10 000 st per 100 ml        |
| <b>Antal fekala koliforma bakterier</b> | <100 st per 100 ml | <1 000 st per 100 ml         |
| <b>Antal fekala streptokocker</b>       | <100 st per 100 ml | <300 st per 100 ml           |

---

## 4. MINIRENINGSVERKEN I LULEÅ KOMMUN

I april 2006 fanns det i Luleå kommun totalt 42 hushåll med tillstånd att anlägga minireningsverk. Det vanligaste minireningsverket i kommunen är Ecobox F3, från SEAB, och dessa finns i över hälften av hushållen. Ett tiotal är Green Rock 10S från Green Rock AB och tre är ALFA minireningsverk typ BAGA från Baga International.

### 4.1 Ecobox

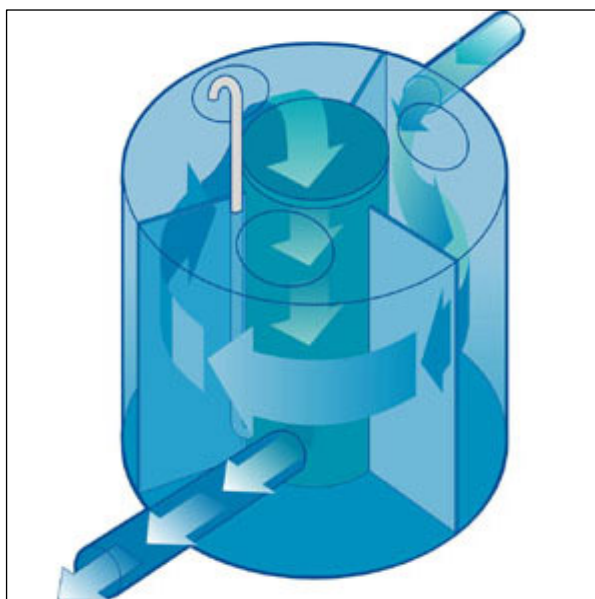
Skandinavisk Ecotech AB, SEAB, i Övertorneå tillverkar minireningsverk som går under namnet Ecobox. Den vanligaste modellen för enskilda hushåll är Ecobox F3. Det finns en utveckling av denna som heter Ecobox BK1. SEAB tillverkar även reningsanläggningar för flerhushåll och mindre samhällen. I den senaste modellen av Ecobox F3 har slamavskiljaren kompletterats med slamskydd mellan de olika kamrarna, vilket ska innebära att reningsresultatet blir förbättrat. Enligt tillverkaren skall utloppet helst mynna ut i rinnande bäckar eller vattendrag.

#### *Serviceavtal*

SEAB har service/underhållsavtal som kunderna kan ansluta sig till. Utöver två års fabriksgaranti erbjuder företaget service/underhåll efter gällande normal prislista, bland annat rengöring av förfilter, optisk kontroll av in- och utgående vatten och utbyte av reningskassett. Kunden skall då ta ett vattenprov en gång under det första driftsåret, och sedan ett prov vartannat år (SEAB informationsmaterial, 2006).

#### **4.1.1 Ecobox F3**

Ecobox F3 är ett minireningsverk med inbyggd slamavskiljare och biologiskt filter i samma enhet, se figur 1. Slamavskiljaren är dimensionerad för ett flöde på maximalt 800 liter per dygn blandat avloppsvatten. I en familj med fem personer ger det en vattenförbrukning på maximalt 160 liter per person och dygn. Slamavskiljaren har en våtvoly m på 2,4 m<sup>3</sup> och filtervolymen är på 0,7 m<sup>3</sup>.



**Figur 1.** Ecobox F3. Bild från SEAB:s hemsida.

---

Slamavskiljning sker i tre kamrar som omsluter filtret. Efter slamavskiljning fördelas vattnet över ett förfilter innan det transporteras genom biofiltret. Förfiltret är en vanlig markduk som dels ska filtrera bort eventuella grova partiklar från inkommande vatten från slamavskiljaren, och dels ska duken även hjälpa till att sprida avloppsvattnet över biofiltret. Avloppsvattnet rinner sedan ner genom biofiltermaterialet. Mikroorganismerna i filtret bildar en biomassa som bryter ner de organiska ämnena i vattnet (SEAB informationsmaterial, 2006).

Biofiltret består överst av en stenullsskiva, under den ett lager leca liggande på ännu en stenullsskiva. Under detta finns en luftningsspalt, sedan finns en säck med fosforleca och till sist utloppet, fosforlecan har en starkt fosforbindande förmåga (Samtal med SEAB, 2006).

#### *Reningseffekt*

Enligt SEAB:s informationsblad är reningseffekten i F3 vid normala driftsförhållanden enligt tabell 5. Med normala driftsförhållanden menas då inkommande halter av BOD är ca 240 mg/l och av fosfor är ca 10 mg/l, samt att temperaturen är mellan + 8° och 20°.

**Tabell 5.** Reduktion i Ecobox F3 (SEAB informationsmaterial).

|        | %     |
|--------|-------|
| BOD    | 70-95 |
| Tot- P | 70-95 |

Vid gynnsamma förhållanden kan utgående halt av BOD ligga under 10 mg/l och fosforhalten under 0,2 mg/l. Enligt informationsbladet överskrider normalt inte den utgående halten av BOD och fosfor 80 mg/l respektive 0,5 mg/l, även vid mycket höga inkommande halter.

Bakteriereduktionen sker i det biologiska filtret i två steg och där passerar vattnet olika materialskikt. Materialen är lecakulor och stenull. Enligt ett informationsblad höjs pH markant i skikten av lecakulor. Vid pH 9 till 9,5 får bakterier svårt att överleva och därför finns det få bakterier i utgående vatten så länge pH håller sig på den nivån. Vid lägre pH är bakteriereduktionen ändå stor då partikelseparation sker i både stenull och leca.

Ytterligare rening i anläggningen kan fås genom att göra en del av utloppsröret till ett dräneringsrör, exempelvis 6 meter från utloppet, och på sätt få en infiltration av det utgående vattnet. Det utgående vattnet kan även ledas genom en mindre vegetation för att få ännu en ökad rening (SEAB informationsmaterial, 2006).

#### *Skötsel av anläggning*

Enligt tillverkare och informationsblad är det viktigt att regelbundet utföra tillsyn på sin anläggning för att ha ett fungerande reningsverk. Slamavskiljaren skall tömmas halvårsvis eller oftare vid behov. Om det är dålig genomsläpplighet av vatten i filtret är detta en indikation på att slammängden bör kontrolleras och eventuellt slamtömmas, samt att förfiltret måste rengöras. Om man inte får önskat resultat av dessa åtgärder är det en antydning om att filtret bör bytas. Förfiltret ska tvättas av endast med vatten det starkaste medlet som får användas är tvål. Biofiltret bör bytas med 5-6 års mellanrum, under normala driftsförhållanden. Dricksvattnets fysikaliska och kemiska egenskaper ska motsvara gällande riktvärden i Sverige. Vid höga kalk- och/eller järn- halter i vattnet skall biofiltret bytas med kortare tidsintervaller för att undvika igensättning av filtret (SEAB informationsmaterial, 2006).

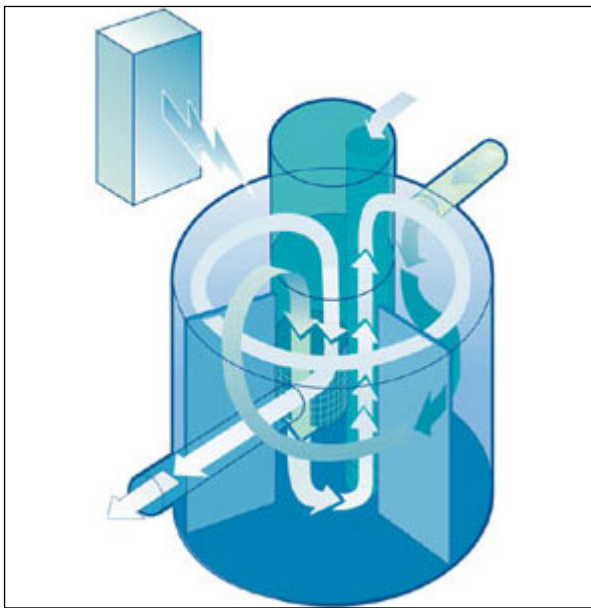


---

Den maximala reningseffekten i Ecobox F3 uppnås efter 1-3 månader, beroende på temperatur, eftersom det tar en viss tid innan det har bildats en tillräcklig kultur av mikroorganismer i filtret. I ett äldre informationsblad rekommenderas tillförsel av Sunda växtnäring i första kammaren, vid längre tids uppehåll av användningen av anläggningen. För att på detta sätt få igång mikroorganism tillväxten i filtret.

#### **4.1.2 Ecobox BK1**

Ecobox BK1 är ett minireningsverk med mekanisk, biologisk och kemisk rening. Allt finns inom samma behållare, en slamavskiljare som omsluter ett biofilter och ett kemsteg, se figur 2. BK1 är speciellt framtaget för att klara höga krav på avloppsrening, i anläggningen används kemikalier och den kräver elektricitet.



**Figur 2 Ecobox BK1.** Bild från SEAB:s hemsida.

Slamavskiljningen sker på mekanisk väg i de två första kamrarna, sedan leds det avslammade vattnet med självfall till det biologiska filtret, som består av veckad plast. När avloppsvattnet leds genom det biologiska filtret luftas vattnet samtidigt och en biologisk nedbrytning av organiskt material uppstår. Det biologiskt behandlade avloppsvattnet leds med självfall till reningens pumpbrunn för kemisk fällning. Det inkommande vattnet till pumpbrunnen pumpas vidare, efter snabbinblandning av fällningsmedlet, ut i rörflockningssystemet. Flockningsröret slutar i sänkningsröret som mynnar vid botten av slutsedimenteringsbassängen. Pumpningen styrs av en nivåvipa. I processen bildas flockar som i slutsedimenteringsbassängen bildar ett slamlager där vatten filtreras igenom innan det leds till en recipient. Vid denna fällningsmetod avskiljs fosfor och organiska ämnen som förekommer i fast form samt partiklar (SEAB informationsmaterial, 2006).

#### **Reningseffekt**

Ecobox BK1 har en patenterad reningsteknik. Enligt informationsbladet är reningen hög och jämn på grund av den valda flockningsprocessen och den flödesstyrda doseringen av fällningsmedlet.

Reduktionen i BK1 är enligt tabell 6.

---

**Tabell 6.** Reduktion i Ecobox BK1

|        | %     |
|--------|-------|
| BOD    | 70-90 |
| Tot- P | >95   |

#### *Skötsel av anläggning*

Enligt informationsbladet skall slamavskiljare och slutsedimenteringsbassäng slamtömmas två gånger per år vid en belastning av fem personer. Efter inkörningsperioden kräver anläggningen endast minimalt underhåll: på fyllning av kemikalier och egenkontroller.

## 4.2 Green Rock

Green Rock AB i Haparanda är generalagent för Green Rock- produkterna från Green Rock Oy i Finland. Produkterna delas upp i kompaktfiltenreningsverk, minireningsverk och större reningsverk. Kompaktfiltenreningsverken kräver ingen elström och de finns med och utan inbyggd slamavskiljare, och är för enfamiljshushåll. Minireningsverken kräver elström och har ett antal pumpar som styr reningsprocessen, även de är för ett hushåll. Större reningsverk finns för flera hushåll.

Med produkterna medföljer ett nio meter långt infiltrationsrör som ska installeras i en grusbädd och övertäckas med markduk och jord. Enligt tillverkaren kan utloppet mynna ut i ett öppet dike, stenkista eller annan lämplig plats. Syftet med infiltrationsröret är att infiltrera det renade vattnet i mark där sådant kan ske och därmed minska riskerna för att kvarvarande bakterier inte kommer ut i någon recipient, det kallas slutputssteg (Green Rock informationspärm, 2006).

#### *Serviceavtal*

Det finns ett serviceavtal som kunderna kan skriva med ett serviceföretag som gäller för alla produkterna. Serviceavtalet avser servicetjänster och årlig kontroll av reningsverken. Serviceföretaget förbinder sig att vid två tillfällen per år kontrollera funktionen i kundens Green Rock produkt. Vid kontrollen tittas bland annat på (beroende på modell) cirkulationspumpens funktion, filterpatroners och filterlamellers funktion/genomsläpplighet, nivå i kemikaliebehållare, lufttillförsel och isolering/frostskydd. Företaget förbinder sig inom rimlig tid åtgärda fel och brister som uppstått, och även upprätta ett protokoll som skickas till kund och Green Rock, (Green Rock informationspärm, 2006).

### **4.2.2 Green Rock 10S**

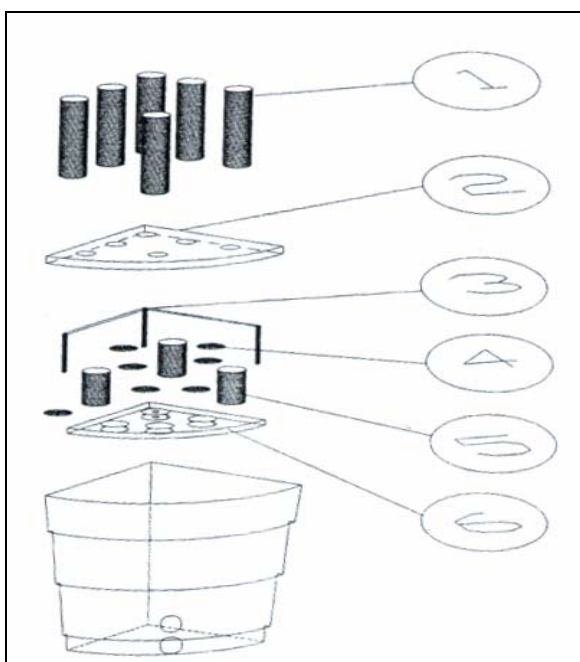
De av företagets produkter som finns i Luleå kommun är bland annat Green Rock 10S, se figur 3 som är ett kompaktfiltenreningsverk. Figur 3 är en bild av en IBAbox från Nederländerna men 10S ser ungefär likadan ut. 10S har dock en annan färg och enskilda lock över varje kammare.

Reningsverket består av en tunna med fyra kamrar, i de tre första avskiljs slammet och i den fjärde finns filterdelen. Filtret avskiljer partiklar, organiska ämnen och bakterier. Anläggningen kan kompletteras med förstärkt fosforreningseffekt genom att en aluminiumsulfatsten kallad Aqua Stone hängs i toalettstolen på samma sätt som ett doftblock.



**Figur 3** Green Rock 10S. Bild från IBAbbox hemsida.

Filtret i kompaktfilteranläggningen består av mineralull som filtrerar partiklar ner till 2 mikrometer. Filtret fungerar som ett växtunderlag för mikroorganismerna som växer på mineralullen och bryter ner de organiska näringsämnena i avloppsvattnet. Slamavskilt avloppsvattnet rinner in i den översta filterdelen, se figur 4, med sex stycken filterpatroner (1), på en filterskiva (2), genom filterskivan rinner vattnet genom plastföremål s.k. hufon (4), där mikroorganismerna växer på. Huforna ligger på en ny filterskiva (6) med tre stycken kortare filterpatroner (5) runt om. (3) är en distans som håller isär filterskivorna. Slutligen rinner vattnet ut till recipienten. Enligt Green Rock avskiljs i biofiltret förutom BOD<sub>7</sub> även 90 % av de förekommande bakterierna, (Green Rock informationspärm, 2006).



**Figur 4** Genomskäring av filterdelen i Green Rock 10Sl.

#### *Reiningseffekt*

I informationspärmen från Green Rock finns en del av en forskningsrapport från 1997 där undersöktes reduktionen på den tidens anläggning under ett antal månader. Resultatet är det som presenteras i tabell 7 och är medelvärdet från provtagningen. Resultatet är inte riktigt representativt på de anläggningar som finns i dag då ett filter som användes i forskningsprojektet inte används i dag, utan man använder Aqua Stone som fosforfällning numera.

---

**Tabell 7.** Reduktion i Green Rock 10S (Green Rock informationspärm, 2006).

|        | %  |
|--------|----|
| BOD    | 87 |
| Tot- P | 94 |

#### *Aqua Stone*

Aqua Stone är en aluminiumsulfatsten som är utformad som ett doftblock och som hängs i toalettstolskanten. Vid varje spolning lösgörs en liten mängd aluminiumsulfat i avloppsvattnet och förvandlar fosfor i löst form till fosfor i fast form. Den flockade fosfor sjunker till botten i slamavskiljaren och avlägsnas med annat slam vid slamtömningen (Green Rock informationspärm, 2006).

#### *Skötsel av anläggning*

Enligt tillverkaren är det viktigt att utföra tillsyn på sin anläggning för att ha optimal reduktion på den. Man bör se till att slamtömma sin anläggning minst två gånger per år för att undvika en förruttelseprocess i anläggningen. Kvarvarande gammalt slam sätter snabbt i gång en jäsningprocess i slamavskiljaren, och det bildas bland annat metangas som rör upp slammet och kan orsaka slamflykt. Detta kan förkorta filtrets livslängd avsevärt.

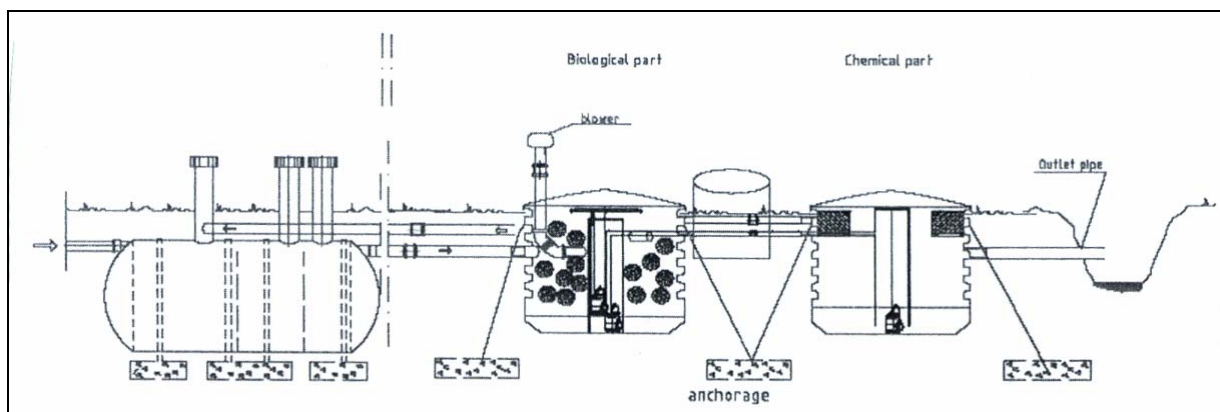
Filterbyte bör göras vart 3:e till 5:e år beroende på vilken belastning filtret utsätts för. Man bör kontrollera på morgonen innan nytt vatten tillförs anläggningen, om föregående dygns vattenförbrukning finns kvar i det översta filtret är det dags att överväga att byta filter. Allt eftersom vattennivån pendlar högre upp efter filterpatronerna sätts filtret igen.

Förbrukade filter lyfts upp med hjälp av en grep eller liknande. Bärarmaterialet lyfts upp så att nedersta filtret kan avlägsnas. Utrymmet spolats rent och det nya filtret och bärarmaterialet placeras i behållaren i omvänd ordning. Bärarmaterialet ska inte rengöras utan den befintliga biofilmen bestående av mikroorganismer bevaras för den fortsatta reningsprocessen (Green Rock informationspärm, 2006).

#### **4.2.4 Green Rock BioStone/ChemStone 100**

Green Rock BioStone ChemStone är ett större reningsverk för flera hushåll, 100 är dimensionerat för 50 personer det vill säga för 10 hushåll. Inkommande avloppsvatten leds först till en fristående slamavskiljare, det slamavsilda vattnet leds sedan med hjälp av självfall till en bioreaktor. I bioreaktorn syresätts vattnet genom att det cirkuleras över ett bärarmaterial (hufon) där det bildas en film av mikroorganismer. Mikroorganismerna bryter ned de organiska ämnena i avloppsvattnet, och är beroende av god lufttillförsel och lämplig temperatur för sin tillväxt.

Från bioreaktorn pumpas vattnet med lyftpump vidare till kemsteget. Lyftpumpen styr även kemikaliedoseringspumpen. I kemsteget fälls fosfor ut med flockningsmedel. Efter kemsteget genomgår vattnet en denitrifikationsprocess där en del av kvävet frigörs ur vattnet. Det klarnade ytvattnet leds från kemsteget med självfall till ett lösullfilter som avskiljer eventuellt kvarvarande flytande partiklar före utloppet, se figur 5, (Green Rock informationspärm, 2006).



**Figur 5** Green Rock Biostone/Chemstone 100, från Green Rock:s informationspärm.

### Renings effekt

Den biologiska reningsenheten kräver en tid innan det utgående vattnet uppnått bästa kvalitet. Mikroorganismerna som växer på bärramaterialet bryter ner de organiska ämnena i avloppsvattnet och är för sin tillväxt till stor del beroende av god lufttillförsel och lämplig temperatur.

Enligt tillverkaren uppnås vanligtvis renings effekten enligt tabell 8.

**Tabell 8.** Reduktion i Green Rock Biostone/Chemstone, (Green Rock informationspärm, 2006).

|        | %     |
|--------|-------|
| BOD    | 90    |
| Tot- P | 85    |
| Tot-N  | 40-50 |

### Skötsel av anläggning

Biostone/Chemstone anläggningen är enligt tillverkaren lättskött. Alla pumparna i reningsverken bör rengöras minst två gånger per år i samband med slamtömningen. I den biologiska enheten servas pumpar, spridarmunstycken och vid behov spolar man av bärramaterialen samtidigt som slammet suggs upp från botten av mittbrunnen. Det är även enklast att serva anläggningen vid slamtömmningen. Slamsugning av slamavskiljare, kemsteg och bioreaktor bör ske minst två gånger per år. Slutputsfiltret i Chem- enheten består av mineralull och byts ut ungefär en gång per år. Enligt Green Rock bör påfyllning av kemikalier ske innan det tar slut, för att inte få uppehåll i reningsprocessen, (Green Rock informationspärm, 2006).

## 4.3 ALFA minireningsverk typ BAGA

BAGA International AB har tillsammans med ALFA Miljöteknik tagit fram olika avloppsanläggningar. ALFA minireningsverk typ BAGA finns i olika storlekar från 1 hushåll upp till 10 hushåll. Modellerna som finns är med biologisk rening, kemisk rening eller biologisk och kemisk rening tillsammans. De biologiska och biologiska/kemiska verken kräver separata slamavskiljare och kan anslutas till befintliga avskiljare eller till slamavskiljare från BAGA. De minireningsverk som finns i Luleå är av äldre modell och är biologiska reningsverk (RVB), se figur 6.

ALFA slamavskiljare typ BAGA är inte någon vanlig trekammarbrunn utan har en patenterad horisontell fördelningskiva som fördelar avloppsvattnets flöde genom slamavskiljaren och

---

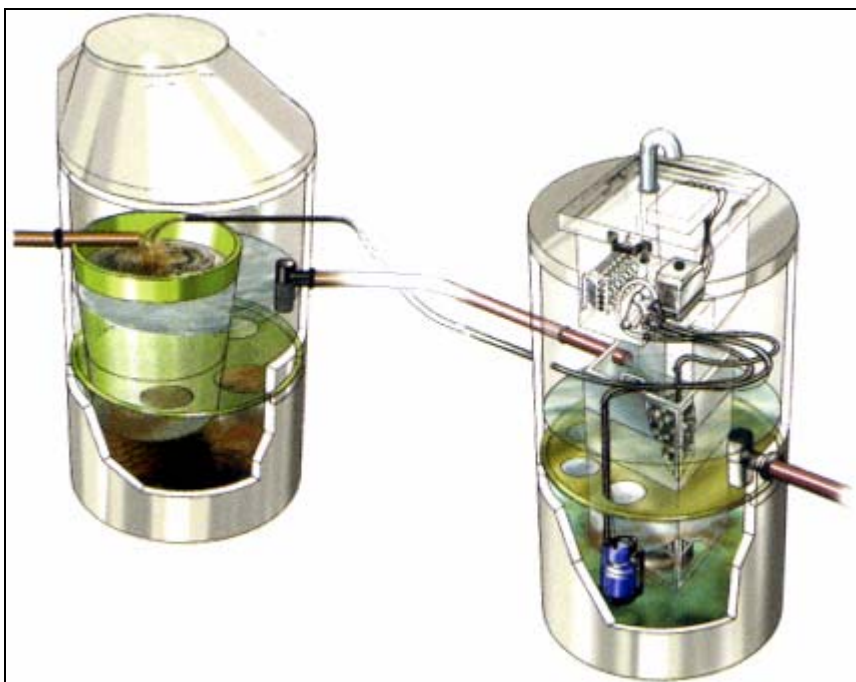
minskar på så sätt vattenhastigheten, se figur 6. Detta medför att det inkommande vattnet kan sedimentera på ett bra sätt.

#### *Serviceavtal*

BAGA International AB levererar till alla reningsverk en funktionsgaranti förutsatt att kunden har tecknat ett serviceavtal. Serviceavtalet innebär att personal från BAGA eller någon av BAGA godkänd besöker reningsverket en gång per år och genomför en årlig service. Kunden måste där emellan utföra regelbunden egenkontroll av verket för att garantera verkets funktion.

#### **4.3.1 Biologiskt reningsverk (RVB)**

Ett biologiskt reningsverk är enligt tillverkaren lämpligt då det inte finns något högre krav på fosforrening. Till vissa anläggningar finns det färdiga förberedelser för att koppla på ett kemsteg om höjda utgående krav ställs.



**Figur 6.** Alfa reningsverk typ BAGA. Biologiskt reningsverk RVB.

Avloppsvatten passerar först slamavskiljaren där fasta partiklar avskiljs, sedan leds vattnet till reningsverkets bioreaktor där upplösta föroreningar bryts ner av bakterier som bildar biohud på reaktorns bärarmaterial. Bärarmaterialet hålls ihop av ett bioblock som består av plast, på plastmaterialet bildas biokulturer på en stor specifik yta av  $200 \text{ m}^2/\text{m}^3$ . Bioreaktorn är innesluten i ett rostfritt stålhölje. Genom kraftig syresättning tillväxer biohuden som flagar av och faller till botten. Detta bioslam pumpas tillbaka till slamavskiljaren samtidigt som kontinuerlig cirkulation upprätthålls.

#### *Reningseffekt*

Enligt tillverkaren är reduktionen i en RVB enligt tabell 9.

---

**Tabell 9.** Reduktionen i det biologiska reningsverket (BAGA informationsblad).

|                  | RVB (%) |
|------------------|---------|
| BOD <sub>7</sub> | 95      |
| COD              | 90      |
| Tot- P           | 50 (30) |
| Tot- N           | 50-80   |

Enligt Patrik Ellis på BAGA International varierar reningen på fosfor, har man mycket partikelbunden fosfor kan man få en reduktion på mer än 40 %, är det mycket löst fosfor kan reduktionen bli mindre än 30 %. Beräknat för en normal familj med 3,3 personer per hushåll kan vid detta antal en reduktion av kvävet bli mer än 50 %, för en familj med fem personer kan reningen bli mindre.

Enligt Ellis beror reduktionen till en stor del på dricksvattnets kvalitet. Det finns ett samband mellan pH, alkalinitet och hårdheten på dricksvattnet och detta påverkar reningen på verket. Även de boendes beteende påverkar reningen.

#### *Skötsel av anläggning*

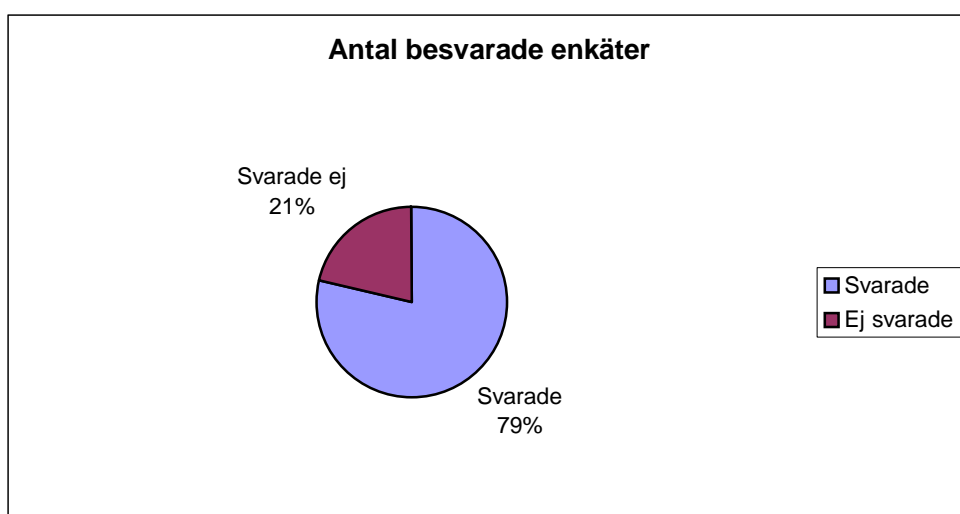
Det är viktigt att regelbundet kontrollera sin utrustnings funktion, på detta sätt märker man om något har gått sönder. Det är även viktigt att tömma slamavskiljaren med det intervall som anläggningen är dimensionerad för. Ett hushåll på fem personer kräver slamtömning 1 gång per år.

---

## 5. SAMMANSTÄLLNING AV ENKÄTER

Inom examnesarbetet skickades en enkät ut till de hushåll som har ett minireningsverk eller en kompaktfilteranläggning, se bilaga 1. Enkäten skickades ut för att ta reda på bland annat vilken typ av reningsverk hushållen har, vilken recipient utgående vatten leds till, vilka problem de har haft med anläggningen och om det finns provtagningsmöjligheter på utgående vatten.

Av 42 stycken utskickade enkäter har 33 hushåll (79 %) svarat på enkäten på ett eller annat sätt, antingen genom att svara på frågorna eller genom att meddela att anläggningen inte är helt färdig eller ännu tagen i drift. Av dessa 33 verk var det 4 stycken som inte hade anläggningen helt och hållet färdigt för drift, i april 2006.



**Figur 7.** Antal svarande på enkäten.

Ansökning om tillstånd för minireningsverk gjordes första gången 1997, efter det har antalet ansökningar ökat varje år, se tabell 10.

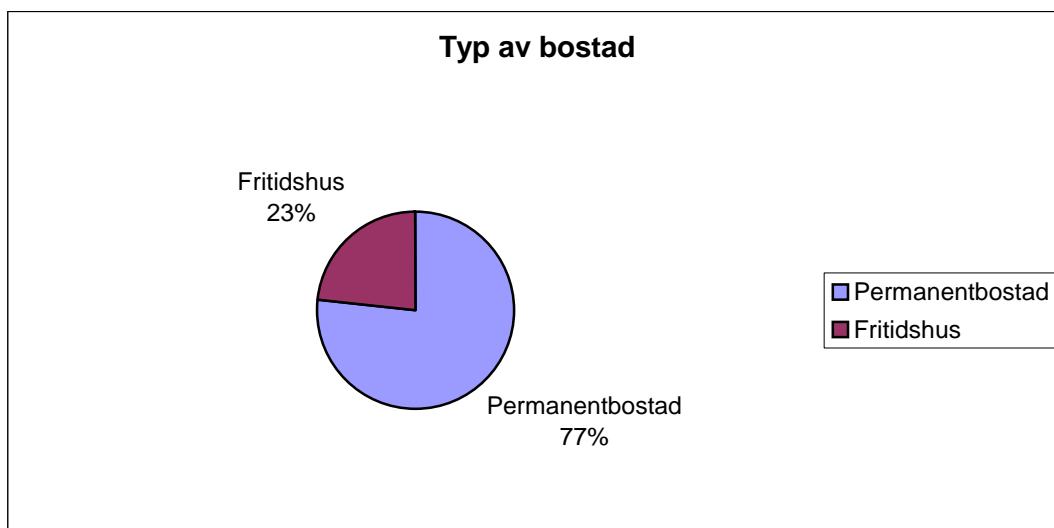
**Tabell 10.** År då ansökan av minireningsverk har lämnats in första gången och framåt.

| År    | 1997 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Antal | 1    | 2    | 3    | 3    | 8    | 8    | 7    | 10   |

### 5.1 Typ av boende

Av de svarande har 22 hushåll reningsverket anslutet till permanentbostad och 7 till fritidshus, se figur 8.





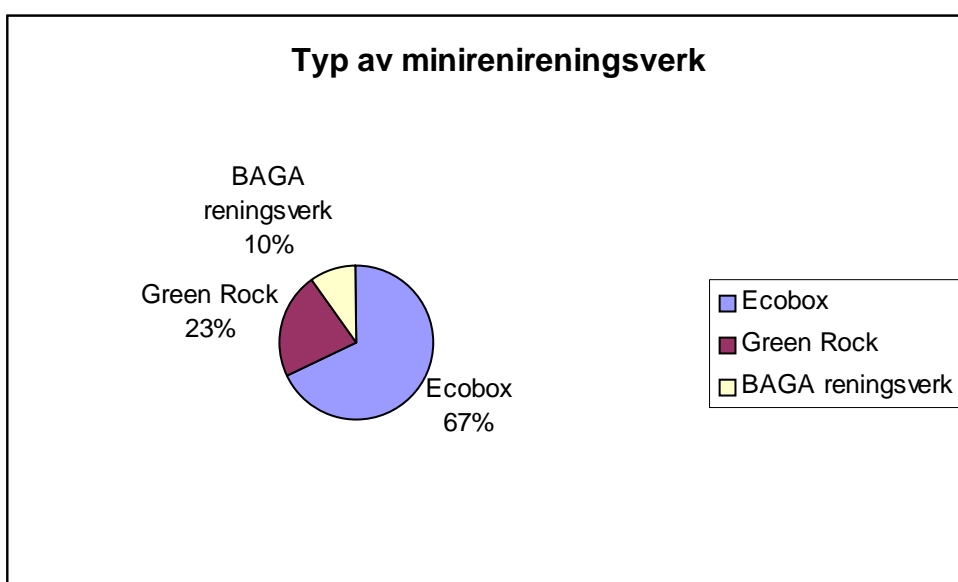
**Figur 8.** Typ av bostad reningsverken är anslutna till.

## 5.2 Typ av anläggning

Av de 33 besvarade enkäterna framgår att 21 hushåll har en Ecobox. Av dessa har 16 hushåll Ecobox F3, 1 hushåll har BK1 och ytterligare 4 har Ecobox men inte skrivit vilken modell de har.

7 hushåll har reningsverk från Green Rock. Av dessa är det 6 hushåll som har Green Rock 10S. Ett område dimensionerat för 45 personer har en Green Rock Biostone/Chemstone 100, där endast tre personer ännu är anslutna.

Av tre hushåll har två stycken BAGA reningsverk RVB5, ett biologiskt reningsverk dimensionerat för 5 personer. Ett hushåll har en äldre modell av denna som heter ALFA reningsverk MRB1 typ BAGA.



**Figur 9.** Typ av minireningsverk som finns i Luleå kommun.

---

Orsaken till att man valt just ett minireningsverk är främst att man har fått krav från miljöförvaltningen, då en vanligare typ av anläggning som slamavskiljare med infiltration inte kunnat installeras på grund av olämpliga markförhållanden.

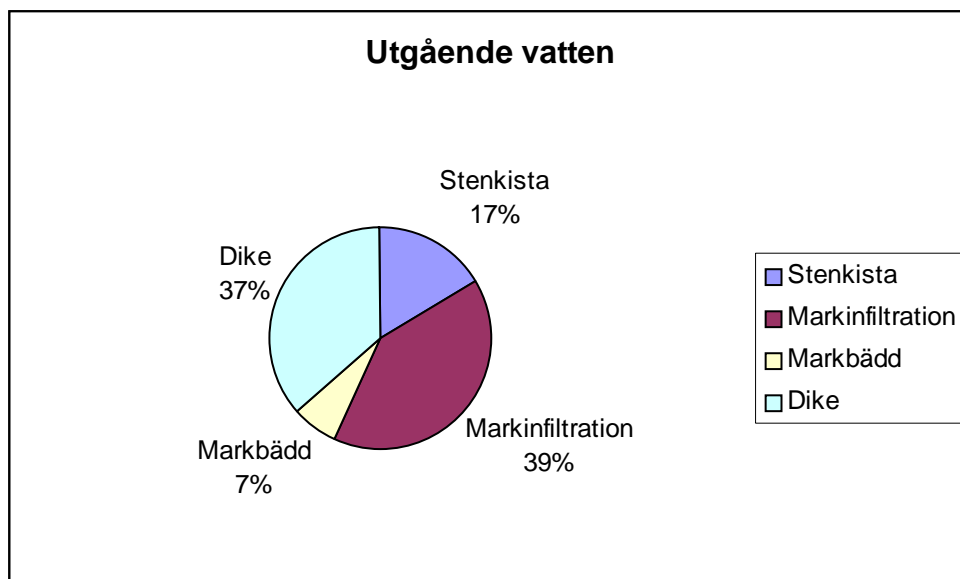
Ecoboxens kunder har valt sitt reningsverk bland annat på grund av många rekommendationer om denna, att den är miljövänlig, enkel att sköta och att F3 inte kräver någon el.

Green Rocks kunder har valt sitt reningsverk genom rekommendationer och för att det är nära till försäljaren lokalt.

BAGA kunderna har valt sin anläggning för att reningen är bra och att anläggningen har gott rykte.

### 5.3 Utgående vatten

Av 30 hushåll leds utgående vatten i 5 fall till stenkista, 12 fall till infiltration, 2 till markbädd och 11 till dike, se figur 10.



**Figur 10.** Recipienter för utgående vatten.

#### 5.3.1 Ecobox

Av 20 hushåll leds 9 till dike, 6 till en infiltration, 4 till en stenkista och 1 till en markbädd.

#### 5.3.2 Green Rock

Av 7 hushåll leds 5 till infiltration, ett till dike och ett till stenkista.

#### 5.3.3 BAGA

Av 3 hushåll leds ett till infiltration, ett till markbädd och ett till dike.

### 5.4 Reningsverkens funktion

Alla hushåll har angett att de är nöjda med sin anläggning, den allmänna uppfattningen är att anläggningarna är miljövänliga och lättsköta.

#### 5.4.1 Ecobox

Av de 21 hushåll som har Ecobox är det 5 stycken som har angett att de har haft något problem med sitt minireningsverk. Ingen har angett att de har haft problem vid starten av anläggningen, utan att problemet har dykt upp senare. Alla har inte angett vilket problem de har eller har haft. De problem som har angetts och som har åtgärdats är att det har stockat igen in till filtret hos en av användarna, en hade för liten stenkista som orsakade stopp, en annan har känt dålig lukt från inloppsröret till boxen och en annan ska byta ut tunnan på grund av att plasten i den är för tunn. Några har nämnt att det har luktat i diket vid utloppet men de har inte angett det som ett problem, utan mer som ett påpekande.

#### 5.4.2 Green Rock

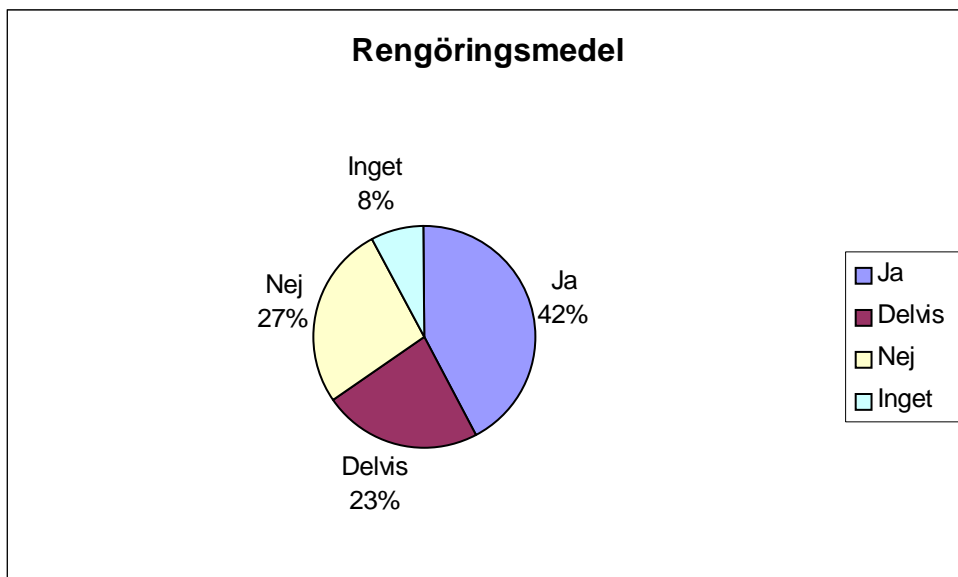
Av de 7 hushåll som har Green Rock är det ett hushåll som har haft ett problem som åtgärdats. Problemet var att det började lukta illa på grund av dålig avluftning. Efter att ha dragit avluftningen upp på taket har allt fungerat som det ska. Två andra har angett att det kan komma dåliga lukter från avluftningen vid vissa väderlekar, men de har inte angett detta som ett problem i enkäten, mer som ett konstaterande.

#### 5.4.3 BAGA

De 3 hushåll som har reningsverk från BAGA har alla angett något problem med sin anläggning. Ett hushåll har angett att det är för tunga lock till anläggningen som skapar problem vid tillsynen, en annan har fått byta ut kompressor och pump, och en tredje hade inte tillräcklig ventilation vilket gjorde att det började lukta illa.

### 5.5 Rengöringsmedel

Av 26 hushåll tänker 11 hushåll på vilka rengöringsmedel de använder, det vill säga att de är t. ex. miljövänliga och fosfatfria tvättmedel. 6 tänker delvis på det och 7 gör det inte och 2 använder inga rengöringsmedel alls, se figur 11.



**Figur 11.** Medvetenhet om användandet av rengöringsmedel.

### 5.6 Serviceavtal

Av 28 hushåll har 3 st serviceavtal. De som har serviceavtal är de som har en anläggning som kräver elektricitet och det är de som har en Ecobox BK1, Green Rock Biostone/Chemstone

---

100 och en från BAGA. Ytterligare en med anläggning från BAGA planerar att skaffa ett serviceavtal.

Att man inte har serviceavtal till filteranläggningarna kan främst bero på att de ska vara enkla att sköta själv, bara man slamtömmer med jämna mellanrum och byter filter ungefär vart femte år.

## 5.7 Slamtömning

Av 26 hushåll som angett att de har slamtömning, är det 9 som tömmer sina anläggningar två gånger per år och 11 hushåll som tömmer en gång per år. Sex hushåll har angett att de har tömning mer sällan, det är främst anläggningar som finns vid fritidshus som har tömning mer sällan, se figur 12.

### 5.7.1 Ecobox

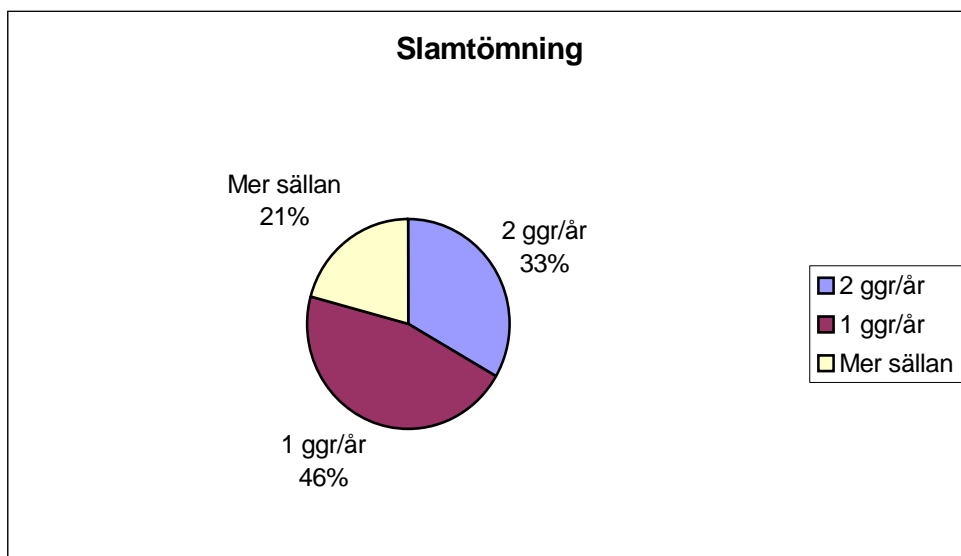
Av Ecobox användarna är det 18 hushåll som har slamtömning, av dessa är det 6 som tömmer två gånger per år och 8 hushåll som tömmer en gång per år. Ett hushåll har angett att det töms vart annat till vart tredje år, och ett annat har angett att de tömmer vid behov.

### 5.7.2 Green Rock

Av Green Rock användarna är det 5 hushåll som angett att de har slamtömning, av dessa är det 3 som tömmer två gånger per år och 2 som tömmer en gång per år.

### 5.7.3 BAGA

Hos BAGA kunderna har alla 3 hushållen angett att de har slamtömning, 1 hushåll har uppgett att det inte har behövts tömmas ännu och 2 hushåll har angett att de har tömt en gång hittills.



**Figur 12.** Hur ofta hushållen slamtömmer sina reningsverk.

## 5.8 Filterbyte

Av 25 hushåll är det 23 som har angett att filterbyte krävs på anläggningen. Av dessa är det 11 hushåll som har angett att det krävs filterbyte vart femte år, 1 vart fjärde år, 2 vart tredje år, någon har skrivit att det byts vid behov.

---

### 5.8.1 Ecobox

17 hushåll från Ecobox har angett att de har filterbyten, av dessa är det 6 som byter vart femte år, 2 vart fjärde till vart femte år, 2 vart tredje år, 1 vart annat år, 1 byter efter åtta år och 1 hushåll byter filter vid behov.

### 5.8.2 Green Rock

Av 5 hushåll är det 4 som angett att de byter filter vart femte år och 1 hushåll som byter två gånger per år. Den större anläggningen Biostone/Chemstone100 byter filter två gånger per år.

### 5.8.3 BAGA

Av 3 hushåll är det en som angett att de har bytt filter en gång och det var ett luftfilter.

## 5.9 Kemikaliepåfyllning

Av 16 hushåll som svarat på om de fyller på kemikalier i sin anläggning är det 4 som har angett att de har kemikalie påfyllning 1-3 gånger per år. Från Ecobox är det de som har en BK1 som fyller på kemikalier 2-3 gånger per år, från Green Rock är det de med Biostone/Chemstone 100 som fyller på kemikalier 1 gång per år och anslutet hushåll. Ett hushåll med Green Rock 10S har angett att de fyller på med flotationsmedel, men de säger inte hur ofta eller vart det hälls i.

## 5.10 Egenkontroll

Av 22 hushåll är det 19 stycken som angett att de har en egenkontroll av sin anläggning. Egenkontrollen varierar från varje vecka till någon gång per år.

### 5.10.1 Ecobox

Av totalt 14 hushåll med Ecobox är det 12 som svarat att de har en egenkontroll av sin anläggning. 6 har svarat att de gör kontrollen 1-4 gånger per år, 2 har svarat att de gör det med jämna mellanrum.

Från övriga upplysningar har 3 hushåll angett att man tvättar av stenullsfiltret två gånger per år.

### 5.10.2 Green Rock

4 hushåll med Green Rock har sagt att man gör en egenkontroll varav en har svarat att man gör det två gånger i månaden, en annan gör det ibland och en tredje säger att man gör det vid slamtömningen.

Som övrig upplysning har ett hushåll angett att man använder Aqua Stone då och då.

### 5.10.3 BAGA

Alla tre hushåll med BAGA har svarat att man gör en egenkontroll. 1 hushåll har angett att man gör det en gång i månaden.

## 5.11 Provtagningsmöjligheter

Av 27 svarade hushåll finns det provtagningsmöjligheter i 21 anläggningar, i de flesta fall är det ett rör som mynnar till ett dike. Där det inte går att ta prover beror oftast på att utloppet leds till en stenkista eller en markinfiltration.

---

### *5.11.1 Ecobox*

Av 19 hushåll har 14 angett att det finns provtagningsmöjligheter på utgående vatten på sin anläggning. I 8 av hushållen består provtagningspunkten av ett rör som leder till ett dike. 4 hushåll har en fördelningsbrunn eller pumpbrunn där prover kan tas. 5 hushåll har inga provtagnings möjligheter då utgående vatten leds till en stenkista eller infiltration.

### *5.11.2 Green Rock*

5 hushåll har angett att de finns provtagningsmöjligheter på sina Green Rock anläggningar. 1 har angett att det går att ta prover i en pumpbrunn, 2 har angett provtagningspunkt i en fördelningsbrunn, 1 i ett inspektionsrör före utlopp och 1 i ett öppet rör.

### *5.11.3 BAGA*

Två av tre hushåll har provtagningspunkter, där ett hushåll har en brunn och det andra ett dike. I det tredje hushållet leds utgående vatten till en infiltration utan fördelningsbrunn.

---

## 6. FÄLTUNDERSÖKNINGSMETODIK

I början av arbetet granskades tillstånden för anslutning av enskilda avlopp och besluten för minireningsverk. Där framkom att det skulle finnas sex olika reningsanläggningar att ta prover ifrån, Ecobox F3 och Ecobox BK1, Green Rock 10S, Green Rock 10SP och Green Rock Biostone/Chemstone 100 samt BAGA minireningsverk. Av dom besvarade enkäterna visade det sig att antalet reningsverk att ta prover från blev tre stycken Ecobox F3, Green Rock 10S och BAGA minireningsverk. Det visade sig att Ecobox BK1 inte hade några provtagningsmöjligheter, Green Rock 10SP inte fanns i Luleå kommun och Green Rock Biostone/Chemstone 100 inte hade full belastning ännu.

Målet med provtagningen var att ta prover från en anläggning som hade minst fyra personer, en anläggning som används fullt ut. Från enkätundersökningen visade det att de flesta hushållen till Ecobox var tvåfamiljshushåll. De med flera personer i hushållet gick det inte ta prover på bland annat för att det inte fanns provtagningsmöjligheter på flera anläggningar och några ville inte att prover skulle tas från den anläggningen.

### 6.1 Provtagningsförfarande

För provtagning av utgående vatten togs sex dygnsprover per anläggning som frös in efter varje dygn, dessa dygnsprov skickades till Alcontrol för analys av parametrarna ammoniumkväve, tot-N, tot-P, BOD, COD och SS. Proverna med avloppsvatten analyserades hos Alcontrol i ofiltrerad form.

Första och sista dagen på provtagningsställena togs manuella prover under en hel dag på utgående vatten och på vatten som går in i filtret, dessa analyserades på labbet på Luleå tekniska universitet. Analyserna utfördes i filtrerad och ofiltrerad form på parametrarna BOD, COD, totalfosfor och totalkväve, de filtrerade proven utfördes med en filterstorlek på 0,45 µm. Analyser på suspenderat material gjordes på filter med storleken 1,6 µm. Mätningar av pH, konduktivitet och temperatur gjordes även dessa dagar i anläggningarna.

Mikroorganismprover togs även vid de två heldagsprovtagningsstillfällena, och som skickades till Alcontrol för analys av Koliforma bakterier, Intestinala Enterokocker och termotoleranta Koliforma bakterier.

### 6.2 Provtagaren

Provtagaren heter Poiju Sampler och är en liten helautomatisk flytande vattenprovtagare, som drivs av el eller batteri, se figur 13. Vattenproven samlades in i sterila urinuppsamlingspåsar som rymmer två liter. Det går att ställa in vilka tider pumpen ska pumpa upp vatten och hur länge den ska pumpa upp vatten. Det är en enkel provtagare som efter varje provtagnings tillfälle lämnar lite vatten kvar i slangen.



**Figur 13.** Provtagaren med en uppsamlingspåse.

Provtagaren placeras i närheten av provtagningsplatsen.



**Figur 14.** Provtagare vid provtagningspunkt.

Motorn som suger upp vattnet sätts i provtagningsbrunnen eller i en bägare vid utloppet.



**Figur 15.** Provtagningspunkt.



---

### 6.3 Provtagningsanläggningarna

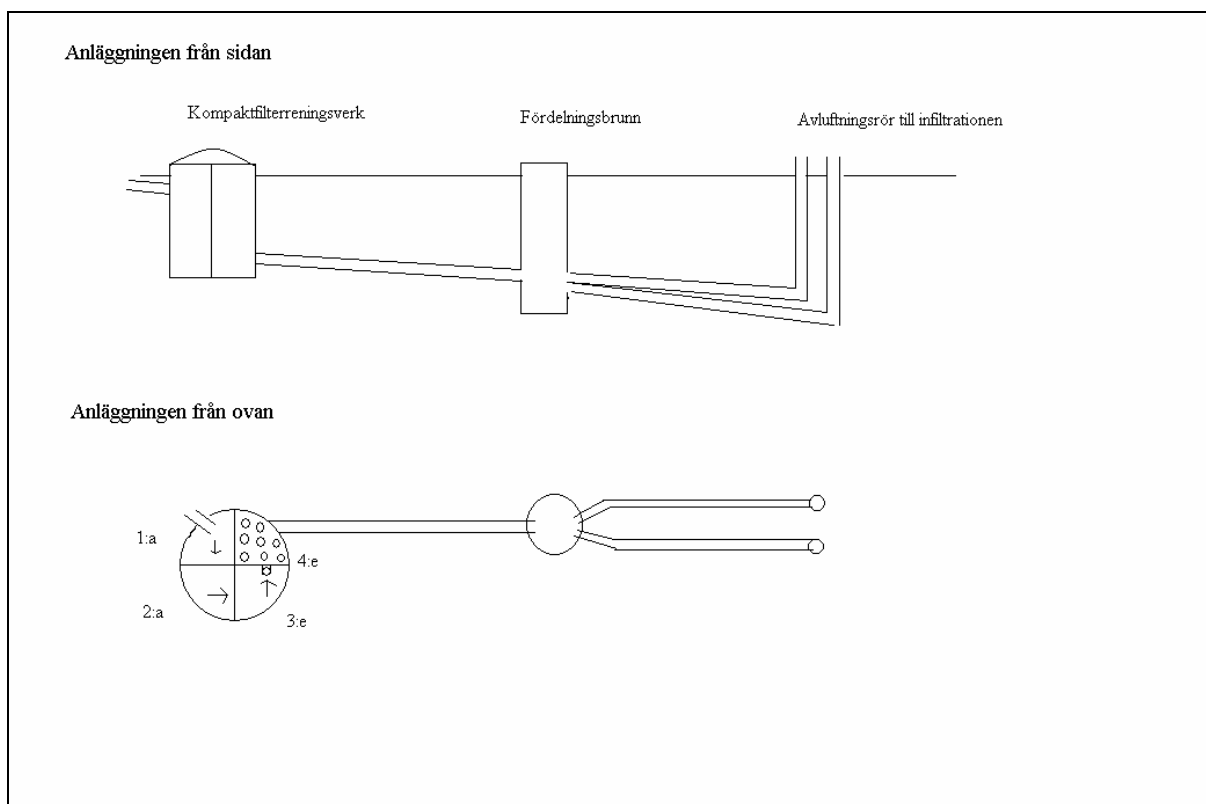
Före varje provtagning gjordes ett besök på varje anläggning för att undersöka möjligheten att ta flödesprover samt att planera inför provtagningen. Det visade sig att flödesmätningar var omöjligt att göra, med de redskap som fanns till hands. Vid tillrinning in i brunnarna var det så lite vatten som kom in att det inte gick att mäta. I ett fall kundes inloppet in i första kammaren inte ses, inte heller få ner någon hink i första kammaren. Vattenförbrukningen i hushållen gick inte heller att mäta, då alla har egna brunnar och ingen vattenmätare.

## 7. GREEN ROCK 10S

Den första anläggningen var en kompaktfilteranläggning, Green Rock 10S, som installerades hösten 2004. Anläggningen betjänar en familj på fyra personer varav en var ett spädbarn. Enligt fastighetsägarna hade de haft ett problem med anläggningen tidigare. Det var en översvämning som berodde på att anläggningen inte hade tömts som den skulle, efter 1,5 år från anläggandet. Men efter det har de tömning två gånger per år. I övrigt är de nöjda med sin anläggning.

Enligt fastighetsägarna används Aqua Stone då och då, och man hade inte använt den en tid innan provtagningen men skulle efter första besöket innan provtagningen börja använda den. Filtret till anläggningen hade aldrig byts och anläggningen slamtöms två gånger per år. Fastighetsägarna har inget serviceavtal på anläggningen.

Efter kompaktfilterreningsverket finns en fördelningsbrunn som leder till en infiltration, se figur 16. Figur 16 visar kompaktfilterreningsverket, fördelningsbrunnen samt avluftningsrören till infiltrationen, från både sidan och ovanifrån. Bilden är inte skalenlig, och det är författarens egen tolkning av hur anläggningen ser ut.



**Figur 16.** En ej skalenlig bild av anläggningen för Green Rock 10S.

Avloppsvattnet infiltreras då ingen lämplig recipient finns i närheten. Grundvattennivån ligger enligt fastighetsägarna högt, ca 1,7 m under markytan. Vid mätningar i fördelningsbrunnen kunde konstateras att utloppet från reningsverket in till fördelningsbrunnen låg ca 1,5 m under markytan, och botten i fördelningsbrunnen låg på ca 2 m. Detta medför att infiltrationen ligger i grundvattennivån.

---

Under provtagningsveckan kunde ses att vattennivån steg i fördelningsbrunnen samt att vattnet blev klarare för varje dag. Snösmältningen sattes i gång under provtagningsperioden.

## 7.1 Provtagningen

Green Rock 10S är en anläggning som tar stor ytplats, ca 2 m i diameter. Varje kammare har ett eget plastlock att lyfta av. Vattennivån i de tre första kamrarna ligger högt, ca 10 cm under kanten på anläggningen. Vid inloppet in till filtret finns ett T-rör. Under provtagningsveckan låg vattennivån precis vid T-röret och vatten sipprade in till filtret. I första kammaren samlas allt grovt material som kommer in i anläggningen. Under provtagningen kunde endast brunt vatten ses i andra och tredje kammaren, inga grova partiklar kunde ses.

De fasta partiklarna i första kammaren hålls kvar i första kammaren, och de övriga kamrarna var befriade från fast material. Det gick heller inte att se spår om sådant förekommit tidigare i de övriga kamrarna. Det gick att se spår av tidigare översvämning i anläggningen, genom missfärgningar på filterpelarna och på väggarna.

På torsdagen låg vattnet ganska högt upp efter filterpelarna i filterkammaren. På tisdagen veckan efter hade vattnet sjunkit undan med ca 10 cm på filterpelaren. Under veckan kunde ökad vattenmängd ses i fördelningsbrunnen och även alltmer klarnande vatten.

Provtagningsveckan startade onsdagen den 19 april. Varje dag ungefär klockan 14.00 byttes provtagningspåsen för de sex dygnsproven, för att infrysas på universitetet. Vädret vid provtagningen var väldigt varmt och snösmältningen satte i gång, det utgående vattnet i fördelningsbrunnen späddes ut med upptryckande grundvatten. De manuella provtagningarna och mätningarna under två dagar utfördes torsdag den 20 och tisdagen den 25 april.

## 7.2 Resultat

Dygnsproven som skickades för analys till Alcontrol togs ur fördelningsbrunnen, se figur 16. I resultatet, se tabell 11, kan man se att värdena ligger på en ganska jämn nivå hela veckan.

De förhöjda värdena den 20-21 beror på att provtagaren inte startades på fredag eftermiddagen, det blev istället att fylla uppsamlingspåsen med vattnet som fanns i fördelningsbrunnen på lördag eftermiddagen. Resultatet kan ses som ett stickprov. Uppsamlingen den 24-25 gick inte lika länge som de föregående då heldagsprovtagningen startade från morgonen. Ungefär sex timmar kortare blev dygnsprovet för den dagen.

**Tabell 11.** Alcontrols analys av dygnsproverna från fördelningsbrunnen.

| [mg/l]                  | 19-20/4 | 20-21/4 | 21-22/4 | 22-23/4 | 23-24/4 | 24-25/4 |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <b>NH<sub>4</sub>-N</b> | 2,6     | 25      | 3,9     | 3,4     | 2,5     | 18      |
| <b>BOD<sub>7</sub></b>  | 8       | 42      | 8       | 6       | 5       | 28      |
| <b>COD<sub>Cr</sub></b> | 32      | 96      | 32      | <30     | <30     | 74      |
| <b>Tot-P</b>            | 0,15    | 2,5     | 0,31    | 0,36    | 0,17    | 1,8     |
| <b>Tot-N</b>            | 9,5     | 29      | 5,9     | 5,6     | 5,1     | 26      |

Jämförs de värden som finns ut från en slamavskiljare, enligt tabell 2, med värdena ut från reningsverket blir reduktionen för varje dag enligt tabell 12.

**Tabell 12. Procentuell reduktion av näringsämnen per dygn.**

| <b>Rening %</b>        | <b>19-20/4</b> | <b>20-21/4</b> | <b>21-22/4</b> | <b>22-23/4</b> | <b>23-24/4</b> | <b>24-25/4</b> |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>BOD<sub>7</sub></b> | 97             | 82             | 97             | 97             | 98             | 92             |
| <b>Tot-P</b>           | 99             | 77             | 97             | 97             | 98             | 84             |
| <b>Tot-N</b>           | 86             | 59             | 92             | 92             | 93             | 63             |

Den manuella provtagningen och mätningarna startades ca 8.00 och pågick fram till ca 16.00, sju stycken mätningar gjordes under de båda dagarna. De manuella proverna togs från fjärde kammaren, d.v.s. det vatten som går ut från slamavskiljaren och in genom filtret, samt på det utgående vattnet d.v.s. det vatten som kommer ut ur filtret. Prover togs ungefär en gång per timme och samlades i större flaskor. Dessa analyserades på universitetslabbet. Då det finns in- och utgående värden kan reduktionen beräknas. Resultatet kan ses i tabell 13.

**Tabell 13. Universitetets analysresultat av två dygnsprov, i både filtrerad och ofiltrerad form.**

| mg/l                  | SS  | <b>BOD<sub>7</sub><br/>ofiltr.</b> | <b>BOD<sub>7</sub><br/>filtr.</b> | <b>COD<sub>Cr</sub><br/>ofiltr.</b> | <b>COD<sub>Cr</sub><br/>filtr.</b> | <b>Tot-P<br/>ofiltr.</b> | <b>Tot-P<br/>filtr.</b> | <b>Tot-N<br/>ofiltr.</b> | <b>Tot-N<br/>filtr.</b> |
|-----------------------|-----|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Tors. 20/4            |     |                                    |                                   |                                     |                                    |                          |                         |                          |                         |
| <b>In till filter</b> | 150 | 470                                | 340                               | 920                                 | 520                                | 24                       | 20                      | 130                      | 110                     |
| <b>Ut ur filter</b>   | 14  | 44                                 | 39                                | 120                                 | 84                                 | 3,4                      | 2,8                     | 37                       | 36                      |
| <b>Rening %</b>       | 91  | 91                                 | 89                                | 87                                  | 84                                 | 86                       | 86                      | 72                       | 67                      |
|                       |     |                                    |                                   |                                     |                                    |                          |                         |                          |                         |
| Tis. 25/4             |     |                                    |                                   |                                     |                                    |                          |                         |                          |                         |
| <b>In till filter</b> | 98  | 470                                | 110                               | 750                                 | 530                                | 20                       | 19                      | 96                       | 88                      |
| <b>Ut ur filter</b>   | 2,4 | 9                                  | 8                                 | 30                                  | 19                                 | 0,83                     | 0,39                    | 6,6                      | 6,8                     |
| <b>Rening %</b>       | 98  | 98                                 | 93                                | 96                                  | 96                                 | 96                       | 98                      | 93                       | 92                      |

Jämför man de utgående värdena från slamavskiljare i tabell 2, med värdena in till filtret i tabell 13 är dessa värden nästan dubbelt så höga.

Ser man på reningsgraden i tabell 12 renas BOD i genomsnitt, beräknat på de fyra ”normala” dagarna, med 97 %, totalfosfor med 98 % och totalkväve med 91 %. Medan stickprovet har en reduktion på 82 % för BOD, vilket ligger under tabell 2 och Green Rocks garantier. Fosforreduktionen på 77 % i stickprovet klarar Naturvårdsverkets krav, men inte tillverkarnas garantier.

I tabell 13 är reduktionen genomgående högre andra provtagningsdagen än den första. Detta beräknat med högre ingående halter än schablonvärdena i tabell 2. Efter den första dagen avskiljs BOD med 91 %, COD med 87 %, totalfosfor med 86 %, totalkväve med 72 % och suspenderat material med 91 %. Efter den andra dagen avskiljs BOD med 98 %, COD med 96 %, totalfosfor med 96 %, totalkväve med 93 % och suspenderat material med 98 %.

Vid jämförelse mellan de filtrerade och ofiltrerade värdena i tabell 13, kan ses att halterna av fosfor och kväve in och ut ur filtret fanns mycket i löst form. Det vill säga att det är ingen skillnad på filtrerat- och ofiltreratprov ut ur filtret. Skillnaden är lite större för både BOD och COD, men en stor del är fortfarande i löst form.

Medelvärden av den egna mätningen av temperatur, pH och konduktivitet under två dagar kan ses i tabell 14. Hela mätningen kan ses i bilaga 2.

**Tabell 14.** Medelvärden av den egna mätningen.

| Tors. 20/4             | Temperatur [°C] | pH  | Konduktivitet [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ] |
|------------------------|-----------------|-----|---|
| <b>1:a kammaren</b>    | 16,6            | 7,4 | 1759                                      |
| <b>2:a kammaren</b>    | 11,8            | 7,3 | 1631                                      |
| <b>3:e kammaren</b>    | 9,2             | 7,3 | 1529                                      |
| <b>Filtret</b>         | 8,1             | 7,5 | 1510                                      |
| <b>Utgående vatten</b> | 8,7             | 6,9 | 588                                       |
|                        |                 |     |   |
| Tis. 25/4              | Temperatur [°C] | pH  | Konduktivitet [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ] |
| <b>1:a kammaren</b>    | 20,1            | 7   | 961                                       |
| <b>2:a kammaren</b>    | 14,5            | 7,1 | 1246                                      |
| <b>3:e kammaren</b>    | 11,6            | 7,3 | 1153                                      |
| <b>Filtret</b>         | 10,6            | 7,4 | 1369                                      |
| <b>Utgående vatten</b> | 9,8             | 6,3 | 103                                       |

Från medelvärdena kan ses att temperaturen minskar från första kammaren och utåt till det utgående vattnet. Även konduktiviteten under den första provtagningsdagen minskar inifrån och utåt.

Ett prov av dricksvattnet togs den sista provtagningsdagen, för att analyseras på alkalinitet på universitetet. Alkalinitet är ett mått på vattnets buffertförmåga, ju högre alkalinitet desto bättre står vattnet emot sänkningar i pH-värdet, d.v.s. står emot försurning. Är alkaliniteten över 60 mg  $\text{HCO}_3$  minskar risken för korrosionsangrepp, (Naturvårdsverket 2, 2007). Fastighetens alkalinitet i dricksvattnet var 70,76 mg/l  $\text{HCO}_3$ .

Ett mikroorganismprov från det utgående vattnet togs sist vid de båda provtagningsdagarna. Provet skickades på analys till Alcontrol. Resultatet kan ses i tabell 15.

**Tabell 15.** Mikroorganismprovets resultat i Green Rock 10S.

|   | Resultat 19/4<br>[cfu/100 ml] | Resultat 25/4<br>[cfu/100 ml] |
|---|-------------------------------|-------------------------------|
| <b>Intestinala enterokocker</b>               | 8100                          | 470                           |
| <b>Koliforma bakterier</b>                    | 49000                         | 5500                          |
| <b>Termotoleranta<br/>Koliforma bakterier</b> | 6700                          | <10                           |

Av resultatet kan ses att halterna har minskat väldigt mycket vid den andra provtagningsdagen, jämfört med den första.

I naturvårdsverkets författningssamling, NFS 1996:6, om strandbadvatten finns kvalitetskrav för badvatten, se tabell 4. Parametrarna i tabell 4 stämmer inte med de analyserade parametrarna, men enligt Alcontrol kan man jämföra intestinala enterokocker med fekala streptokocker, och totalantal koliforma bakterier är samma som koliforma bakterier.

---

### 7.3 Diskussion

Enligt resultaten, i tabell 12 och 13, reduceras ämnena i genomsnitt mycket bra i anläggningen, mycket över Naturvårdsverkets allmänna råd NFS 2006:7, i tabell 3. Tittar man på Green Rocks reningsgarantier för anläggningen i tabell 6 sidan 16, kan man se att även reningen uppnår deras garantier. Ser man på stickprovet i tabell 10 uppnår BOD inte Naturvårdsverkets krav för normal nivå, utgående från schablonvärdet för rening ut från en slamavskiljare. Inte heller totalfosfor för stickprovet och sista dygnsprovet uppnår Green Rocks reningsgarantier för fosfor.

Under provtagningsperioden kunde ses att vattennivån i fördelningsbrunnen steg, och provtagningsvattnet blev klarare för varje dag. Snösmältningen satte i gång under perioden och fördelningsbrunnens vatten späddes ut av grundvatten, genom att vatten trycktes in i fördelningsbrunnen från antingen botten eller infiltrationen. Detta kan vara en förklaring till att reningen är så hög. Hur mycket vatten som späder ut proven är svårt att säga, men om man proportionerar mot konduktiviteten får man en utspädning på 60 % första dagen och ungefär 90-95 % andra provtagningsdagen.

De utgående värdena i stickprovet den 20-21 och i det avkortade dygnsprovet 24-25 är väldigt höga i jämförelse med de övriga dagarna. Stickprovet togs ungefär klockan 14.00 och kan bero på aktiviteter i hushållet. Men då värdena är väldigt höga, kan det visa att spädningen var mindre än vanligt eller avloppsvattnet tjockare än vanligt. Dygnsprovet den 24-25 avbröts vid 8.00 på morgonen, för att starta de manuella proverna. Att värdena är höga där efter en natt med förmodligen mindre hushållsaktiviteter, är svåra att förklara, men det kan bero på pulser i anläggningen där vatten hastigt släpps ut ur filtret. Det är mer troligt att det utgående vattnet i stickprovet har rätta utsläppsresultaten än de övriga dygnsproven.

I tabell 14, där medelvärdet av mätresultaten finns, kan man se att konduktiviteten från filtret till utgående vatten har minskat med en faktor 3 första provtagningsdagen, och faktor 12 andra provtagningsdagen. Det ytliga grundvattnet späder alltså ut avloppsvattnet påtagligt under smältperioden. Även om grundvattnets konduktivitet kan vara nära noll blir alltså utspädningen mer än tiofaldig den andra provtagningsdagen, vilket förklarar den höga reduktionen.

Vid jämförelse med de filtrerade och ofiltrerade värdena i tabell 13, kan ses att av den totala mängd fosfor och kväve in och ut ur filtret är mycket i löst form. Detta tyder på att det finns lite partikulärt fosfor i anläggningen, det vill säga att utfällningen av fosfor i anläggningen inte fungerar. Skillnaden mellan filtrerade och ofiltrerade värdena är lite större för både BOD och COD, men en stor del av de organiska substanserna är ändå i löst form.

Det kan vara intressant att jämföra halterna med de riktvärden som finns för badvattenkvalitet, även om inte utloppet rinner ut vid någon badstrand. Då man enligt Alcontrol kan jämföra Intestinala Enterokocker med fekala streptokocker, kan man se vid jämförelse med tabell 4 att värdena från den andra provtagningsdagen ligger precis över det högsta tillåtna värdet. De koliforma bakterierna ligger nästan hälften under det högsta tillåtna värdet. Från den första provtagningsdagen kan man se att värdena ligger en bra bit över det högsta tillåtna. Grundvatten är normalt ganska fritt från bakterier, varför spädning med grundvatten troligen sänker bakteriehalten. Det är därför mer troligt att mängden utsläpp av bakterier är det som finns från första provtagningsdagen.

---

Green Rock anläggningen har en bra slamavskiljande förmåga då slam endast fanns i första kammaren, inte ens spår av grovt material kunde ses i de övriga kamrarna. Detta kan bero på att anläggningen töms enligt rekommendationen, två gånger per år.

Med en grundvattenyta på 1,7 m under markytan, är det inte lämpligt att ha en fördelningsbrunn som är 2 m under markytan, eller en infiltration. En fördelningsbrunn ska ha tät botten, för att det inte ska bli något inläckage före själva infiltrationen. Inget vatten såg ut att tryckas tillbaka in till filtret, då vattennivån i filtret minskade under provtagningstiden.

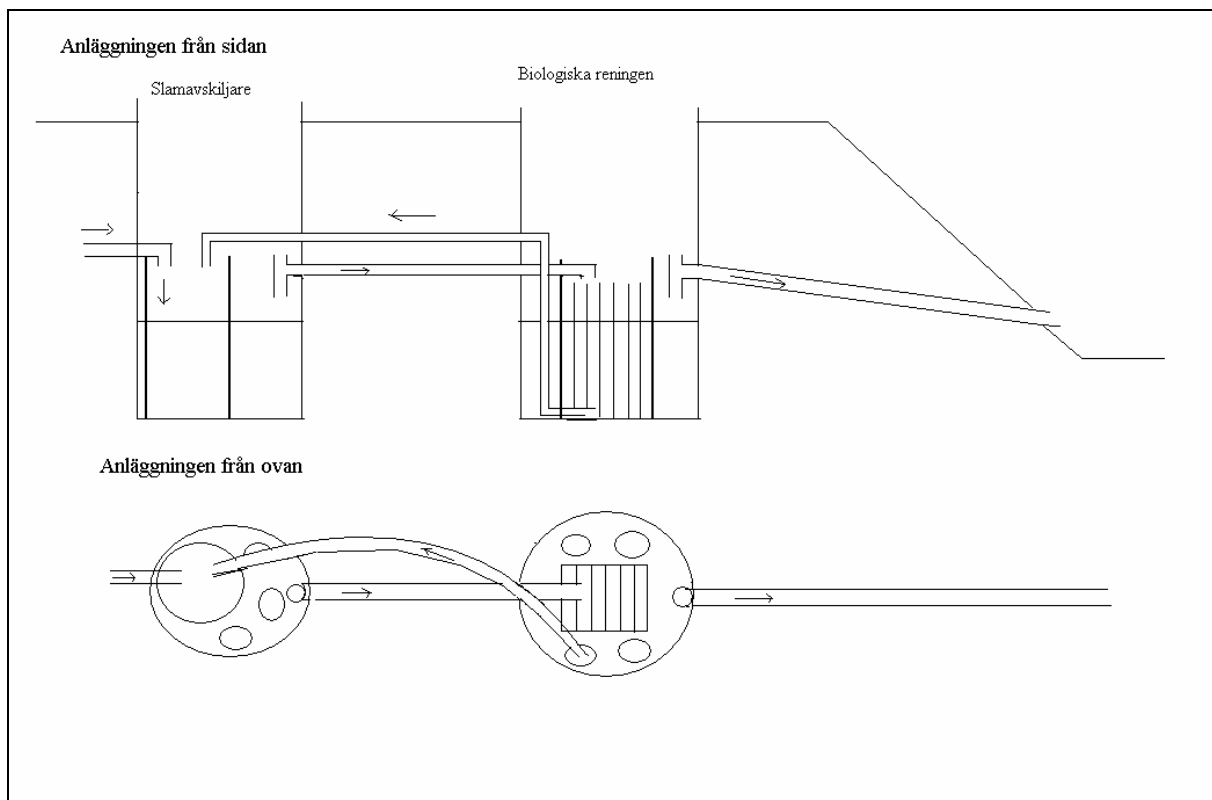
## 8. BAGA MINIRENINGSVERK

Den andra provtagningsanläggningen var ett minireningsverk, BAGA reningsverk med biologisk rening. Anläggningen installerades 2001 och betjänar en familj på fyra personer med två vuxna och två barn.

Reningsverket har inte en perfekt funktion då den dels aldrig har slamtömts, detta enligt ägaren för att processen i anläggningen reducerar slam, och dels hade en pump gått sönder men som var åtgärdad innan provtagningen. Ägaren visste inte hur länge den hade varit trasig. Fastighetsägarna är nöjda med sitt reningsverk, trots att de har haft olika problem med anläggningen. Bland annat har kompressorn gått sönder och pumpen som returnerar biologiskt slam till slambrunnen har fått bytas ut. Det finns inget serviceavtal mellan ägarna och leverantören, för leverantören tyckte att anläggningen fanns för långt bort.

Det utgående vattnet rinner ut nedanför en slänt i ett dike mot en äng, och ca 100 m längre ner finns älven. För att kunna pumpa vatten med provtagaren sattes en bågare under röret i diket för att samla vattnet, se figur 15.

Figur 17 visar slamavskiljaren, den biologiska reningen samt utloppet, från både sidan och ovanifrån. Bilden är inte skalenlig, och det är författarens egen tolkning av hur det ser ut.



**Figur 17.** En ej skalenlig bild av BAGA anläggningen.

I slamavskiljaren utanför den inre cirkeln kunde grovt material ses, i den inre ringen fanns endast brunt vatten. Allt grovt material ska egentligen ligga på botten under skivan, men då anläggningen aldrig är tömd var det inte så, se figur 18.





**Figur 18.** Slamavskiljaren i BAGA minireningsverk.

I bioreaktorn syntes endast vatten på filtret, och luftning pågick hela tiden så vattenytan var krusad mest hela tiden. Runt det kvadratiske filtret fanns även grovt material och sådant skall inte heller finnas där, se figur 19.



**Figur 19.** Bioreaktorn i BAGA minireningsverk.

Tillbakaspolningen från biofiltret skedde i en kvart efter varje timme, samtidigt spolades vatten in till biofiltret från slamavskiljaren.

## 8.1 Provtagningen

En bägare placerades nedanför utloppet i diket som är fyllt med lös lera, ca 5 m ut.

Provtagningsveckan startade onsdagen den 26 april och pågick till tisdagen den 2 maj, även de manuella provtagningarna och mätningarna utfördes den 26:e och den 2:a. Varje dag ungefär klockan 14.00 byttes provtagningspåsen för de sex dygnsproven, för att infrysas på universitetet.

## 8.2 Resultat

Dygnsproverna som skickades till Alcontrol togs ur bägaren i diket. Vid starten av den sista manuella provtagningsdagen, den 2 maj, hade slangen till provtagaren frusit under natten.

Förmodligen hade slangen frusit varje natt och tinat framåt dagen, då diket ligger i skugga fram till ungefär kl 11.00. Det vatten som fanns i uppsamlingspåsen den sista dagen hälldes i en flaska, mer vatten fick tillsättas manuellt under dagen. Det visade sig att motorn som suger upp vatten i provtagaren hade gått sönder.

Resultatet av analysen kan ses i tabell 16. Värdena under veckan varierar, med en högsta topp under det sista dygnet, 1-2 maj. Den toppen kan bero på att vatten fick fyllas på manuellt.

**Tabell 16.** Alcontrols analys av dygnsproverna på utgående vatten.

| [mg/l]                  | 26-27/4 | 27-28/4 | 28-29/4 | 29-30/4 | 30/4-1/5 | 1-2/5 |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|-------|
| <b>NH<sub>4</sub>-N</b> | 77      | 73      | 73      | 70      | 73       | 84    |
| <b>BOD<sub>7</sub></b>  | 160     | 160     | 110     | 120     | 180      | 250   |
| <b>COD<sub>Cr</sub></b> | 550     | 490     | 400     | 400     | 530      | 770   |
| <b>Tot-P</b>            | 16      | 15      | 14      | 13      | 15       | 20    |
| <b>Tot-N</b>            | 100     | 110     | 91      | 100     | 110      | 120   |
| <b>SS</b>               | 290     | 230     | 200     | 160     | 250      | 400   |

Beräknas reningen med de värden som finns ut från slamavskiljare, enligt tabell 2, med värdena ut från reningsverket blir reduktionen varje dag enligt tabell 17.

**Tabell 17.** Procentuell reduktion av näringsämnen per dygn.

| Rening %               | 26-27/4 | 27-28/4 | 28-29/4 | 29-30/4 | 30/4-1/5 | 1-2/5 |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|-------|
| <b>BOD<sub>7</sub></b> | 33      | 33      | 54      | 49      | 24       | -5    |
| <b>Tot-P</b>           | -45     | -36     | -27     | -18     | -36      | -82   |
| <b>Tot-N</b>           | -43     | -57     | -30     | -43     | -57      | -71   |

Heldagsprovtagningen startade ca 8.00 och pågick fram ca 16.00, åtta stycken mätningar gjordes varje dag under de båda dagarna. Manuella prover togs från vattnet in till filtret och från det som kommer ut ur filtret, prover togs ungefär en gång per timme och samlades i större flaskor. Dessa analyserades på universitetslabbet. Resultatet kan ses i tabell 18. Med in- och utgående värden kan reningsgraden beräknas.

**Tabell 18.** Universitetets analys av två dagsprover, både ofiltrerat och filtrerat.

| mg/l                  | SS  | BOD <sub>7</sub><br>ofiltr. | BOD <sub>7</sub><br>filtr. | COD <sub>Cr</sub><br>ofiltr. | COD <sub>Cr</sub><br>filtr. | Tot-P<br>ofiltr. | Tot-P<br>filtr. | Tot-N<br>ofiltr. | Tot-N<br>filtr. |
|-----------------------|-----|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Ons. 26/4             |     |                             |                            |                              |                             |                  |                 |                  |                 |
| <b>In till filter</b> | 150 | 160                         | 46                         | 350                          | 150                         | 9,9              | 7,5             | 110              | 87              |
| <b>Ut ur filter</b>   | 170 | 140                         | 42                         | 400                          | 140                         | 1,5              | 1,3             | 110              | 91              |
| <b>Rening %</b>       | -13 | 13                          | 9                          | -14                          | 7                           | 85               | 83              | 0                | -5              |
| Tis. 2/5              |     |                             |                            |                              |                             |                  |                 |                  |                 |
| <b>In till filter</b> | 300 | 190                         | 78                         | 400                          | 170                         | 11               | 6,7             | 110              | 86              |
| <b>Ut ur filter</b>   | 170 | 180                         | 83                         | 410                          | 190                         | 12               | 7,5             | 110              | 96              |
| <b>Rening %</b>       | 43  | 5                           | -6                         | -3                           | -12                         | -9               | -12             | 0                | -12             |

---

Jämförs de ingående värdena in till filtret med de utgående värdena från slamavskiljare enligt tabell 2, är värdet för BOD mycket mindre och för fosfor lika med de i tabell 2. Kvävet har ett mycket högre ingående värde.

Enligt tabell 17 och 18 reduceras BOD med 31 % respektive 85 % första provtagningsdagen. För fosfor och kväve ökar halterna i utgående vatten i stället, i båda tabellerna. Förutom i tabell 18 första provtagningsdagen där man ser en reduktion av fosfor på 85 %. Värdena här jämförs med schablonvärdena i tabell 1, och säger ingenting om den verkliga halten in till slamavskiljaren.

Från tabell 18 kan utläsas att det organiska materialet var möjligt att filtreras, men att anläggningsfiltret inte klarade detta. Det kan bero på att partiklarna var för små. Kvävet går inte att filtrera i någon större utsträckning. Fosfor var inte filtrerbar i labfiltret, men däremot i anläggningsfiltret den 26/4 vilket är svår förklarigt.

Ett vattenprov togs för att mäta dricksvattnets alkalinitet i den egna brunnen, som var ganska högt 78 mg/l HCO<sub>3</sub>.

Medelvärdet av den egna mätningen av temperatur, pH och konduktivitet under två dagar kan ses i tabell 19. Hela mätningen kan ses i bilaga 3. BAGA har inte en standard lösning på sin slamavskiljare, dvs en trekammarbrunn, därför gjordes inga mätningar från någon annan kammare än från den inre ringen, som här kallas första kammaren. Utanför den inre ringen i slamavskiljaren var det ganska smalt och ingen hink gick att få ner för att få upp vatten för att mäta i. Mätningar gjordes även på vattnet i filtret, bakspolvattnet samt det utgående vattnet.

*Tabell 19. Medelvärdet av den egna mätningen.*

| Ons. 26/4              | Temperatur [°C] | pH  | Konduktivitet [µS/cm] |
|------------------------|-----------------|-----|-----------------------|
| <b>1:a kammaren</b>    | 10              | 7,7 | 1041                  |
| <b>Bakspolvatten</b>   | 10              | 7,8 | 1052                  |
| <b>Filtret</b>         | 9,8             | 7,9 | 1042                  |
| <b>Utgående vatten</b> | 6,5             | 7,9 | 1035                  |
|                        |                 |     |                       |
| Tis. 2/5               | Temperatur [°C] | pH  | Konduktivitet [µS/cm] |
| <b>1:a kammaren</b>    | 10,7            | 7,6 | 1014                  |
| <b>Bakspolvatten</b>   | 11,2            | 7,6 | 996                   |
| <b>Filtret</b>         | 10,8            | 7,7 | 1022                  |
| <b>Utgående vatten</b> | 12,8            | 7,6 | 1029                  |

Av medelvärdena kan man se att under onsdagen minskar temperaturen från första kammaren till det utgående vattnet, och under tisdagen ökar temperaturen. Samma beteende har konduktiviteten.

Ett mikroorganismprov från det utgående vattnet togs sist vid de båda provtagningsdagarna. Provet skickades på analys till Alcontrol. Resultatet kan ses i tabell 20.

**Tabell 20.** Mikroorganismprovets resultat i BAGA minireningsverk

|   | <b>Resultat 25/4</b><br>[cfu/100 ml] | <b>Resultat 2/5</b><br>[cfu/100 ml] |
|---|--------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Intestinala enterokocker</b>           | >100 000                             | >100 000                            |
| <b>Koliforma bakterier</b>                | >100 000                             | >100 000                            |
| <b>Termotoleranta Koliforma bakterier</b> | 34 000                               | >100 000                            |

Från mikroorganismproven kan utläsas att halterna ligger långt över högsta tillåtna värdet enligt tabell 4. En trolig orsak är att anläggningen inte sköts som den ska med regelbunden slamtömning.

### 8.3 Diskussion

Enligt resultaten, i tabell 17 och 18 kommer reduktionen inte i närheten av Naturvårdsverkets allmänna råd NFS 2006:7, om reduktion enligt normal nivå se tabell 3. Tittar man på BAGA:s reningsgarantier i tabell 8 sidan 19, kan man se att en reduktion av BOD ska kunna uppnå till 95 % och reduktionen av fosfor kan bli mindre än 30 % om det finns mycket löst fosfor i anläggningen. Här blev reduktionen på BOD igenomsnitt 39 % enligt tabell 17. I tabell 18 blir BOD reduktionen som mest 13 %. I tabell 18 finns en reduktion av totalfosfor under den första provtagningsdagen med upp till 85 %, medan övriga resultat visar en ökning av fosforhalten i utgående vatten. I genomsnitt släpps mellan 170 mg/l och 250 mg/l suspenderat material ut. Det var en rätt hög partikelavgång från anläggningen.

Då anläggningen inte fungerar kan man se att under andra provtagningsdagen har vattnet som kommer ut ur anläggningen större näringsinnehåll än det som kommer in till anläggningen. Det sker så gott som ingen rening alls.

Konduktiviteten höll sig kring samma nivå igenom hela anläggningen, så någon inläckage var inte troligt.

Från mikroorganismproven kan man se att halterna ligger långt över högsta tillåtna värdet enligt tabell 4.

BAGA anläggningen med pumpning och syresättning borde vara en anläggning som ger en god reduktion av organiska ämnen. Men då anläggningen aldrig har slamtömts kan man inte säga något om reningen, enligt Alcontrols analys och schablonhalten ut ur slamavskiljaren ger relativt goda värden för reduktion av BOD. Mikroorganismproverna går långt över Naturvårdsverkets rekommenderade värden för badvatten kvalitet.

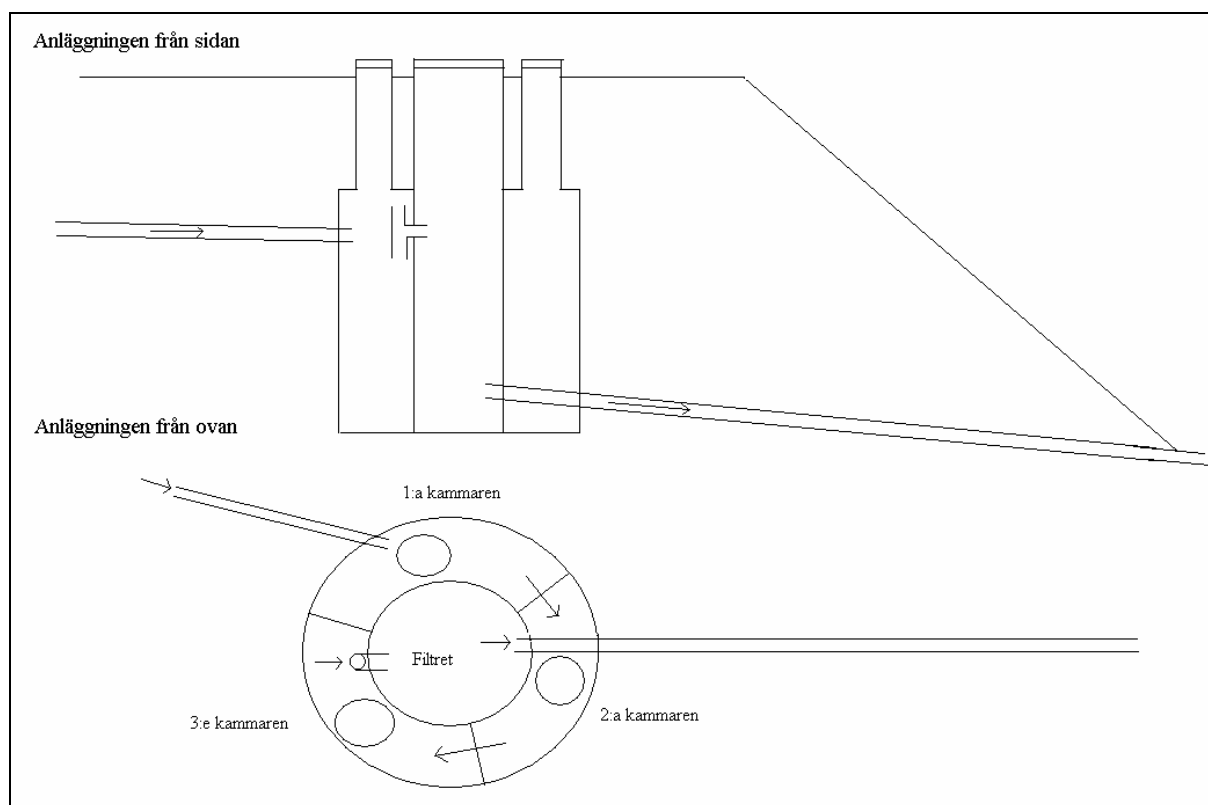
En av tre BAGA ägare har serviceavtal, dock inte denna fastighetsägare. För att ha en fungerande reningsanläggning är det viktigt att ha serviceavtal med leverantörerna, åtminstone för att ha koll på sin anläggning och se till att den sköts enligt instruktioner. Även om information om skötsel och råd fås vid köpet av anläggningen, glöms det bort ganska fort. Att ha någon som påminner om vad som ska göras och när det ska göras är bra. För att ha fungerande anläggningar är det viktigt att utföra slamtömningar regelbundet, minst en gång per år enligt tillverkare.

## 9. ECOBOX F3

Den tredje och sista anläggningen är ett kompaktreningsverk, Ecobox F3, som installerades 2003 och betjänar två vuxna personer. Anläggningen slamtöms en gång per år, och det utgående vattnet leds under en liten grusväg till ett dike bredvid vägen. Serviceavtal med leverantören finns inte. Ägarna är nöjda med sin anläggning och har inte haft några problem med den.

Reningsverket visade sig inte ha perfekt funktion då tjockt slam kunde ses i både första och andra kammaren. Enligt fastighetsägaren används mycket vatten på fastigheten. Efter att anläggningen hade grävts ner, skulle tomten fyllas ut och fastighetsägarna var tvungna att förlänga tömningsrören drygt en meter till anläggningen.

Figur 20 visar kompaktfiltreanläggningen med utlopp från både sidan och ovanifrån. Bilden är inte skalenlig, och det är författarens egen tolkning av hur det ser ut.



**Figur 20.** Princip skiss av Ecobox F3(ej skalenlig).

### 9.1 Provtagningen

För att kunna sätta en provtagningsbägare under utloppet i diket fick lite jord först grävas bort. För att eventuellt damm från vägen och regn inte skulle hamna i bägaren lades en låda över utloppet.

På filtret i anläggningen fanns en vad som såg ut som en väska med torv i, se figur 21. Enligt SEAB är det en värme isoleringsväska som fanns till de äldre modellerna. Prover och mätningar gick inte att ta eller göra från filtret, då vattennivån låg under isoleringen. Försökte ta upp vatten från sidan av väskan, men fick inte upp nog med vatten. Prover och mätningar

från första och andra kammaren gick inte heller att ta, för att det fanns en tjock skiva slam på ytan i bägge kamrarna. Endast vatten från tredje kammaren och det utgående vattnet gick det att ta prover.



**Figur 21.** Isoleringssäskan i filtret på Ecobox F3.

Provtagningsveckan startade onsdagen den 17 maj och pågick till tisdagen den 23 maj. Även de manuella provtagningarna och mätningarna utfördes den 17:e och den 23:e. Varje dag ungefär klockan 14 byttes provtagningspåsen för de sex dygnsproven ut, för att infrysas på universitetet.

## 9.2 Resultat

Proven som skickades till Alcontrol analyserades inte som de skulle. Resultatet kan ses i tabell 21. Av någon anledning hade man inte analyserat på alla parametrar i de frysta proverna, som enligt tidigare överenskommelse skulle vara frysta för att hållas färska. Värden för ammoniumkväve, BOD eller SS saknas därför, förutom för den sista dagen där provet skickades in ofryst. Av de värden som finns kan man se att värdena håller sig ganska lika veckan ut. Sista dagen med lite kortare provtagningsstid än de övriga, ger något lägre värden.

**Tabell 21.** Alcontrols analys av dygnsproverna på utgående vatten.

| [mg/l]                  | 17-18/5 | 18-19/5 | 19-20/5 | 20-21/5 | 21-22/5 | 22-23/5 |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <b>NH<sub>4</sub>-N</b> | -       | -       | -       | -       | -       | 46      |
| <b>BOD<sub>7</sub></b>  | -       | -       | -       | -       | -       | 80      |
| <b>COD<sub>Cr</sub></b> | 220     | 290     | 280     | 290     | 220     | 180     |
| <b>Tot-P</b>            | 11      | 11      | 10      | 9,4     | 9,7     | 9,2     |
| <b>Tot-N</b>            | 62      | 69      | 58      | 58      | 64      | 60      |
| <b>SS</b>               | -       | -       | -       | -       | -       | 25      |

Beräknas reningen med de värden som finns ut från en slamavskiljare, enligt tabell 2, med värdena ut från reningsverket blir reduktionen varje dag enligt tabell 22.

**Tabell 22. Procentuell reduktion av näringsämnen per dygn.**

| <b>Rening %</b>        | <b>17-18/5</b> | <b>18-19/5</b> | <b>19-20/5</b> | <b>20-21/5</b> | <b>21-22/5</b> | <b>22-23/5</b> |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>BOD<sub>7</sub></b> | -              | -              | -              | -              | -              | 66             |
| <b>Tot-P</b>           | 0              | 0              | 9              | 15             | 12             | 16             |
| <b>Tot-N</b>           | 11             | 1              | 17             | 17             | 9              | 14             |

Heldagsprovtagningen startade ca 8.00 och pågick fram till ca 16.00. Tolv mätningar gjordes varje dag under de båda dagarna. Manuella prover togs från tredje kammaren och från utgående vatten ur filtret. Prover togs ungefär en gång per timme och samlades i större flaskor. Dessa analyserades på universitetslabbet. Resultatet kan ses i tabell 23. Från in- och utgående värden beräknades reningsgraderna.

**Tabell 23. Universitetets analys av två dagsprover, både ofiltrerat och filtrerat.**

| mg/l                  | SS | BOD <sub>7</sub><br>ofiltr. | BOD <sub>7</sub><br>filtr. | COD <sub>Cr</sub><br>ofiltr. | COD <sub>Cr</sub><br>filtr. | Tot-P<br>ofiltr. | Tot-P<br>filtr. | Tot-N<br>ofiltr. | Tot-N<br>filtr. |
|-----------------------|----|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Ons. 17/5             |    |                             |                            |                              |                             |                  |                 |                  |                 |
| <b>In till filter</b> | 27 | 270                         | 200                        | 410                          | 290                         | 10               | 9,8             | 86               | 72              |
| <b>Ut ur filter</b>   | 29 | 140                         | 120                        | 230                          | 180                         | 9,9              | 9,2             | 80               | 56              |
| <b>Rening %</b>       | -7 | 48                          | 40                         | 44                           | 38                          | 1                | 6               | 7                | 22              |
|                       |    |                             |                            |                              |                             |                  |                 |                  |                 |
| Tis. 23/5             |    |                             |                            |                              |                             |                  |                 |                  |                 |
| <b>In till filter</b> | 31 | 200                         | 170                        | 280                          | 150                         | 7,8              | 7,3             | 75               | 64              |
| <b>Ut ur filter</b>   | 21 | 90                          | 54                         | 160                          | 94                          | 8,7              | 7,7             | 62               | 56              |
| <b>Rening %</b>       | 32 | 55                          | 68                         | 43                           | 37                          | -12              | -5              | 17               | 13              |

Under första provtagningsdagen ligger halterna in till filtret på ungefär på samma nivå som schablonvärdena i tabell 2, med lite lägre halter under andra provtagningsdagen.

I tabell 23 kan man se en reduktion av BOD på 48 % vid första provtagningsdagen och under den andra en reduktion på 55 %. I tabell 22 visar en reduktion på 66 % för BOD. Någon egentlig reduktion av fosfor förekommer inte enligt tabellerna 22 och 23. En viss kvävereduktion pågick hela veckan, upp till 17 %.

Vid jämförelse mellan de filtrerade och ofiltrerade proverna kan man se att de är rätt lika, dvs mycket av halterna är i löst form. Det suspenderade materialet är följaktligen lågt, omkring 25 mg/l såväl in som ut.

Ett dricksvattenprov togs för att mäta alkaliniteten i den egna brunnen. Resultatet var 101 mg/l HCO<sub>3</sub>, som är det högsta värdet för alla undersökta fastigheter. Det innebär att vattnets pH är svårt att förändra.

Medelvärdet av de egna mätningarna under två dagar av temperatur, pH och konduktivitet kan ses i tabell 24. Samtliga delar i mätningarna kan ses i bilaga 3. Mätningarna utfördes där det gick att få vatten, d.v.s från tredje kammaren och det utgående vattnet.

**Tabell 24.** Medelvärden för egna mätningar.

| Ons. 17/5              | Temperatur [°C] | pH  | Konduktivitet [ $\mu$ S/cm] |
|------------------------|-----------------|-----|-----------------------------|
| <b>3:e kammaren</b>    | 12,9            | 7,2 | 875                         |
| <b>Utgående vatten</b> | 11,1            | 7,6 | 842                         |
|                        |                 |     |                             |
| Tis. 23/5              | Temperatur [°C] | pH  | Konduktivitet [ $\mu$ S/cm] |
| <b>3:e kammaren</b>    | 13,3            | 7   | 847                         |
| <b>Utgående vatten</b> | 10,9            | 7,7 | 858                         |

Från resultatet kan man se att temperaturen sjönk och pH ökade under de båda dagarna, från tredje kammaren till utloppet.

Ett mikroorganismprov från det utgående vattnet togs som avslutning de båda provtagningsdagarna. Provet skickades på analys till Alcontrol. Resultatet kan ses i tabell 25.

**Tabell 25.** Mikroorganismprovets resultatföri Ecobox F3.

|   | Resultat 17/4<br>[cfu/100 ml] | Resultat 23/5<br>[cfu/100 ml] |
|---|-------------------------------|-------------------------------|
| <b>Intestinala enterokocker</b>           | 1700                          | 3100                          |
| <b>Koliforma bakterier</b>                | >100 000                      | >100 000                      |
| <b>Termotoleranta Koliforma bakterier</b> | 44000                         | 19000                         |

Alla värden ligger över högsta tillåtna värdet (samt riktvärdena) för badvattenkvalitet, enligt tabell 4.

### 9.3 Diskussion

Värdena på vatten in till filtret i tabell 23 ligger kring schablonvärdena ut ur slamavskiljaren enligt tabell 2 och enligt SEAB. Enligt SEAB:s information är de ingående halterna under normala driftsförhållanden för BOD och fosfor, 240 mg/l respektive 10 mg/l, och de utgående värdena ska enligt informationen inte överstiga 80 mg/l för BOD och 0,5 mg/l för fosfor. Man kan se att 80 mg/l är 50 mg/l mer än Naturvårdsverkets rekommendationer för utgående halt. De utgående värdena ligger mycket högt över det rekommenderade. Detta kan bero på att slamavskiljaren inte har tömts som den ska.

Reduktionen för det organiska materialet i tabell 23 är högre under andra provtagningsdagen, där det som mest reduceras 55 % BOD i det ofiltrerade provet. Reduktionen av fosfor tabell 22, har ett medelvärde på 7 %, och för första provtagningsdagens ofiltrerade värde är reduktionen 1 % i tabell 23, medan från den andra dagen kan ses att fosfor ökar i det utgående vattnet. Reduktionen av BOD och totalkväve ökar från första provtagningsdagen till den andra dagen.

Från de filtrerade och ofiltrerade proverna kan ses att mycket av de ämnen som finns i anläggningen är i löst form, vilket kan visa att reningen i anläggningen inte fungerar. Slamtömning en gång per år kan vara för lite och kan även bidra till att anläggningen inte fungerar. Skälet kan också vara att mycket vatten används i fastigheten stötvis, vilket har satt



---

igen filtret. Låg tömningsfrekvens och användning av mycket vatten på fastigheten kan ha bidragit till att det fanns tjockt med slam i andra kammaren

Från mikroorganismprovet kan man se att de termotoleranta koliforma bakterierna har minskat från den första provtagningsdagen till den andra, medan de intestinala enterokockerna har ökat. De koliforma bakterierna ligger långt över det högsta tillåtna värdet för badvattenkvalitet.

Analyserna visar ganska dåliga resultat för utgående vatten, inga fullständiga värden finns från Alcontrol för BOD, men värdet som finns visar att 60 % BOD reduceras. Enligt analyserna från universitetet visar det att BOD reduceras med 55 %. Ingen av Ecobox F3 ägarna har serviceavtal.

För att ha ett fungerande verk bör man slamtömma anläggningen enligt rekommendationerna, minst två gånger per år.

---

## 10. SLUTSATSER OCH FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE

### 10.1 Slutsatser

Från enkätundersökningen får man veta att alla som svarat är nöjda med sina anläggningar och den allmänna uppfattningen hos användarna är att anläggningarna är miljövänliga och lättskötta. Däremot finns specifika klagomål.

Av de 7 hushåll som har Green Rock är det ett hushåll som angett att de har haft ett problem som åtgärdats, och det var att det började lukta illa på grund av dålig avluftning. Två andra har angett att det kan komma dåliga lukter från avluftningen vid vissa väderlekar, men de har inte angett detta som ett problem i enkäten, mer som ett konstaterande.

De 3 hushåll som har reningsverk från BAGA har alla angett något problem med sin anläggning. Ett hushåll har angett att det är för tunga lock till anläggningen som skapar problem vid tillsynen, en annan har fått byta ut kompressor och pump, och en tredje hade inte tillräcklig ventilation vilket gjorde att det började lukta illa.

Av de som har en Ecobox är det fem hushåll som har angett att de har haft något problem med sin anläggning. Alla har inte svarat på vad problemet har varit men av de som svarat har en sagt att det har stockat igen in till filtret, en hade för liten stenkista som orsakade stopp, en annan har känt dålig lukt från inloppsröret till boxen och en skulle byta ut boxen på grund av att platen i den var för tunn. Några har nämnt att det har luktat i diket vid utloppet men de har inte angett det som ett problem, utan mer som ett påpekande.

Det är svårt att precisera storleken av reningen i Green Rock- anläggningen eftersom grundvattnet spädde ut det utgående vattnet. Genom att jämföra konduktiviteten i de olika anläggningspunkterna erhöles ca 65 % BOD reduktion, 55 % fosforreduktion och 20 % kvävereduktion.

Ämnena som finns före och efter filtret i anläggningen är i löst form, och alltså inte filtrerbara.

I anläggningen från BAGA erhöles en viss BOD reduktion men inte i närheten av Naturvårdsverkets krav eller tillverkarens reningsgarantier. Utebliven slamtömning är en trolig förklaring till svag reningseffekt.

För Ecobox anläggningen erhöles i medeltal en reduktion av BOD på 56 %, och en utgående halt av 103 mg/l. Den utgående halten av fosfor till anläggningen var i medeltal 10 mg/l, motsvarande en reduktion på 7 %. Den utgående medelhalten för kväve var på 64 mg/l, med en reduktion på 21 %. Alla värden är högre än Naturvårdsverkets krav på normal nivå vid utsläpp av avloppsvatten.

Resultaten visar att mycket av ämnena i anläggningen är i löst form, och inte filtrerbara.

Det allmänna intrycket av reningsresultaten är att de inte motsvarar förväntningarna och att betydligt ambitiösare service krävs för god funktion. Det är inte troligt att en normalfamilj kan ansvara för den servicen.

Brister i underhåll gjorde det svårt att bedöma effektiviteten i vald processteknik.

---

## 10.2 Förslag till fortsatt arbete

Provtagning på kompaktfileranläggningar utan yttre problem och som slamtöms två gånger per år.

Provtagning av fungerande biologiska och/eller kemiska minireningsverk.

Provtagning av liknande anläggningar andra tider på året t.ex. sommar och höst, vad blir reningsresultaten under ett helt år.

Undersökning av kompaktfilerreningsverk vid fritidshus och ta reda på hur lång tid det tar innan de kommer igång. Hur kan man få igång ett kompaktfilerreningsverk snabbt?

Hur ska serviceavtalen utformas för att de ska fungera för kompaktfilerreningsverken? Borde alla som äger en anläggning få en påminnelse eller information varje år om att de ska titta till anläggningarna?

---

## REFERENSER

### LITTERATUR

Avd. VA-teknik, LTU. 2001. *Vattenförsörjningsanläggningar och Avloppsanläggningar, del 2*. LTU, Luleå.

Johansson, M., Lennartsson, M., af Petersens, E., Ridderstolpe, P., Wijkman, J. 2002. *Småskalig avloppsrening, en exempelsamling*. Rapport T5:2001. ISBN: 91-540-5869-4, Katarina Tryck AB, Stockholm

Karlsson, M. och Wikberg, M. 1994. *Satsvis biologisk fosforavskiljning kombinerad med kemisk fällning i kallt klimat*. Examensarbete 1994:020 E, Avdelningen för VA-teknik, institutionen för Samhällsbyggnadsteknik, Luleå Tekniska Högskola, Luleå.

Naturvårdsverket. 1987. *Små avloppsanläggningar, Hushållspillvatten från högst 5 hushåll*. Allmänna råd 87:6. Naturvårdsverkets förlag.

Naturvårdsverket, 1996. *Statens naturvårdsverks författningssamling. Statens Naturvårdsverks föreskrifter om strandbadvatten, NFS 1996:6*

Naturvårdsverket, 2002. *Robusta uthålliga små avloppssystem, en kunskapssammanställning*. Rapport 5224.

Naturvårdsverket, 2006. *Naturvårdsverkets allmänna råd [till 2 och 26 kap. Miljöbalken och 12-14, 18 och 19 §§ förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd] om små avloppsanläggningar NFS 2006:6*

Nilsson, L. och Norén, T., (2000) *Enskilda Avloppsanläggningar, Bra Små Avlopp*. Examensarbete 2000:211, Avdelningen för VA-teknik, Institutionen för Samhällsbyggnadsteknik, Luleå Tekniska Universitet. Luleå.

Palmqvist, H. (2004). *Hazardous Substances in Wastewater Management*. Doctoral thesis 2004:47, Luleå University of Technology Department of Civil and Environmental Engineering, Division of Sanitary Engineering. ISSN 1402-1544.

af Petersens, E. (2003). *Småskaliga avloppsreningsanläggningar – marknadsöversikt över prefabricerade produkter för behandling ”i slutet av röret”*. VA-forsk rapport nr 7. ISBN 91-89182-71-5. Svenskt Vatten AB.

Schönning, C. (2003). *Risker för smittspridning via slam. Redovisning av behandlingsmetoder och föreskrifter*. Naturvårdsverket rapport 5215. ISBN: 91-620-5215-2.

Sjöström, M. (2003). *Minireningsverkens funktion samt markbäddars hydrauliska kapacitet och fosforbindande förmåga*. Examensarbete 2003:161, Avdelningen för VA-teknik, Institutionen för Samhällsbyggnadsteknik, Luleå Tekniska Universitet. Luleå.

---

Stenström, T. (1996). *Sjukdomsframkallande mikroorganismer i avloppssystem. Riskvärdering av traditionella och alternativa avloppslösningar*. Naturvårdsverket rapport 4683. ISBN: 91-620-4683-7.

Sundberg, K. (1995) *Vad innehåller avlopp från hushåll?* Naturvårdsverkets rapport 4425. ISBN 91-620-4425-7.

## INTERNET

BAGA International <http://www.baga.se> hämtades 2007-06-12

Ecobox minireningsverk <http://www.seab.ecot.se/mainpage.htm> hämtades 2007-06-12

Hushållningssällskapets häfte *ENSKILDA AVLOPP- information om avloppslösningar*. [http://www.hush.se/r/radgivning/miljo\\_Enskilda%20avlopp\\_0601-webb.pdf](http://www.hush.se/r/radgivning/miljo_Enskilda%20avlopp_0601-webb.pdf) hämtades 2007-06-12

IBA box, typ Green Rock <http://www.wagenaars.nl/nering2.asp> hämtades 2007-06-12

Naturvårdsverket 1 (2006), URL: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Verksamheter-med-miljopaverkan/Avlopp/Avloppsvattnets-miljopaverkan/> hämtades 2007-06-12

Naturvårdsverket 2 (2007), URL: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Tillstandet-i-miljon/Bedomningsgrunder-for-miljokvalitet/Grundvatten/Alkalinitet-och-forsurningspaverkan/> hämtades 2007-06-12

Infiltrationsanläggningar faktablad 4, 2006. <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-9575-7.pdf> hämtades 2007-06-12

Rapport 19/1999. Malmö stad miljöförvaltning *KVÄVEFÖRORENINGAR I MALMÖ kartläggning ur ett helhetsperspektiv* sid 7. ISSN1400-4690 [http://www.malmo.se/download/18.33aee30d103b8f1591680008617/99\\_19\\_kvave.pdf](http://www.malmo.se/download/18.33aee30d103b8f1591680008617/99_19_kvave.pdf) hämtades 2007-06-12

SGU, 2007. URL: [http://www.sgu.se/sgu/sv/miljo/gvkemi/kartor\\_s.htm](http://www.sgu.se/sgu/sv/miljo/gvkemi/kartor_s.htm) hämtades 2007-06-12

## INFORMATIONSMATERIAL OCH PERSONLIGA MEDDELANDEN

SEAB, Karl-Erik Estola och Johan Widerberg, tfn 0927-105 00

Green Rock AB, Tore Hjort, tfn 0922-680 44.

BAGA, Patrik Ellis, tfn 0455-616 150

---

**BILAGA 1**  
**SIDA 1 (5)**

**Frågeformulär**

Besvaras och skickas till miljökontoret i bifogat frankerat svarskuvert så snart som möjligt.  
Tack på förhand!

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| 1. Namn:                           |  |
| 2. Fastighetsbeteckning:           |  |
| 3. Antal personer:<br>i hushållet: |  |

|  |
|--|
| 4. Har fastigheten bytt ägare efter installation av minireningsverk?             |
| <input type="checkbox"/> Ja, om ja vilket år ..... <input type="checkbox"/> Nej  |
| 5. Har ni fått information om reningsverkets funktion och skötsel vid inflytten? |
| <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej                         |

|   |
|---|
| 6. Vilket år sattes minireningsverket in: |
|---|

|  |
|--|
| 7. Är reningsverket anslutet till: <input type="checkbox"/> Permanentbostad <input type="checkbox"/> Fritidshus  |
| 8. Hur är nyttjandegraden av reningsverket? Det vill säga hur ofta används reningsverket per år.   |
| <input type="checkbox"/> Varje dag <input type="checkbox"/> Några veckor per år, ca antal ..... <input type="checkbox"/> Några månader per år, ca antal..... |

**9. Vilken typ och modell av minireningsverk har ni?**

| Typ:                                      | Modell:   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Green Rock       | <input type="checkbox"/> 10SP <input type="checkbox"/> 10S <input type="checkbox"/> Annan:                              |
| <input type="checkbox"/> Ecobox           | <input type="checkbox"/> F3 <input type="checkbox"/> BK1 <input type="checkbox"/> BK3 <input type="checkbox"/> Annan:   |
| <input type="checkbox"/> ALFA reningsverk | <input type="checkbox"/> RVK <input type="checkbox"/> RVB <input type="checkbox"/> RVBK <input type="checkbox"/> Annan: |
| <input type="checkbox"/> Upoclean         | <input type="checkbox"/> 5pe <input type="checkbox"/> 10pe <input type="checkbox"/> Annan:                              |
| <input type="checkbox"/> Annan:           |   |

---

**BILAGA 1**  
**SIDA 2 (5)**

**10. Varför valde ni just denna modell?**

|  |
|--|
|  |
|--|

**11. Vart leds utgående vatten:**

|                                    |   |                                   |
|------------------------------------|---|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Stenkista | <input type="checkbox"/> Markinfiltration | <input type="checkbox"/> Markbädd |
| <input type="checkbox"/> Dike      | <input type="checkbox"/> Annat:           |                                   |

**12. Har ni haft problem med minireningsverket?**  Ja  Nej

**13. Har ni haft problem vid uppstarten av anläggningen?**  Ja  Nej

**14. Har ni haft problem under tidens gång?**  Ja  Nej

**15. Vilka är problemen som ni har/har haft? Exempel lukter, stock i avlopp, sättningar, ej fungerande verk, problem vid utloppet.**

|  |
|--|
|  |
|--|

---

**BILAGA 1**  
**SIDA 3 (5)**

16. Är ni i övrigt nöjd med ert avloppsreningsverk?  Ja  Nej

17. Vad är bra med ert reningsverk?

18. Tänker ni på vilka rengöringsmedel ni använder, t ex om det är miljövänligt eller fosfatfritt?

19. Har ni något serviceavtal med leverantören?  Ja  Nej

20. Hur ser serviceavtalet ut? Vad innehåller avtalet? (Bifoga gärna en kopia av avtalet, men det är inget krav).



**BILAGA 1  
SIDA 4 (5)**

**21. Vilka är de vanligaste åtgärderna som utförs för att ha ett fungerande reningsverk?**

| Åtgärder:  | Om ja hur ofta: |
|--|-----------------|
| Slamtömning <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej                   |                 |
| Filterbyte <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej                    |                 |
| Kemikalie påfyllning <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej          |                 |
| Egen kontroll av anläggningen <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej |                 |
| Annat:   |                 |

**22. Återanvänds avloppsslammet på fastigheten?**  Ja  Nej

**23. Finns det provtagningsmöjligheter på utgående vatten?**

Ja  Nej

**24. Hur ser provtagningspunkten ut? T ex i en brunn, öppet rör som leder ut till dike**

---

**BILAGA 1**  
**SIDA 5 (5)**

25. Finns det provtagningsmöjligheter vintertid på er anläggning?

Ja                       Nej

26. Har ni någon gång tagit prover från anläggningen och skickat dessa på analys?

Ja                       Nej

27. Vad blev resultatet?

Övrigt

Utrymme för fortsatt beskrivning av någon fråga, eller annan upplysning.

Vill du ha hemskickat en sammanfattning av arbetet när det är klart?

Ja                                       Nej

---

**Manuella mätningar Green Rock 10S****BILAGA 2  
SIDA 1 (2)**

Torsdag 2006-04-20

|                        | <b>Tid</b> | <b>Temperatur</b> | <b>pH</b> | <b>Konduktivitet</b> |
|------------------------|------------|-------------------|-----------|----------------------|
| <b>1:a kammaren</b>    | 9.18       | 13,9              | 7,42      | 1739                 |
|                        | 10.37      | 17,9              | 7,51      | 1875                 |
|                        | 11.56      | 16,9              | 7,5       | 1853                 |
|                        | 13.36      | 16,5              | 7,56      | 1934                 |
|                        | 13.24      | 16,2              | 7,49      | 1815                 |
|                        | 13.55      | 16,4              | 7,4       | 1815                 |
|                        | 14.56      | 21,4              | 7,26      | 1281                 |
|                        |            |                   |           |                      |
| <b>2:a kammaren</b>    | 9.13       | 11                | 7,27      | 1601                 |
|                        | 10.40      | 11,6              | 7,24      | 1625                 |
|                        | 12.00      | 11,5              | 7,23      | 1588                 |
|                        | 12.40      | 11,9              | 7,25      | 1626                 |
|                        | 13.27      | 12,1              | 7,31      | 1619                 |
|                        | 14.00      | 11,9              | 7,3       | 1624                 |
|                        | 15.00      | 12,4              | 7,21      | 1737                 |
|                        |            |                   |           |                      |
| <b>3:e kammaren</b>    | 9.08       | 8,6               | 7,33      | 1497                 |
|                        | 10.34      | 9,1               | 7,3       | 1521                 |
|                        | 12.04      | 9,2               | 7,29      | 1528                 |
|                        | 12.44      | 9,3               | 7,33      | 1534                 |
|                        | 13.30      | 9,4               | 7,31      | 1532                 |
|                        | 14.06      | 9,3               | 7,41      | 1532                 |
|                        | 15.07      | 9,2               | 7,32      | 1561                 |
|                        |            |                   |           |                      |
| <b>Filtret</b>         | 8.55       | 7,6               | 7,49      | 1501                 |
|                        | 10.45      | 8                 | 7,46      | 1501                 |
|                        | 12.06      | 8,2               | 7,46      | 1498                 |
|                        | 12.47      | 8,3               | 7,44      | 1510                 |
|                        | 13.33      | 8,3               | 7,45      | 1513                 |
|                        | 14.11      | 8,1               | 7,52      | 1518                 |
|                        | 15.10      | 8,5               | 7,43      | 1532                 |
|                        |            |                   |           |                      |
| <b>Utgående vatten</b> | 9.50       | 6,1               | 6,88      | 629                  |
|                        | 10.17      | 7,2               | 6,82      | 624                  |
|                        | 10.50      | 7,7               | 6,93      | 552                  |
|                        | 12.10      | 9,5               | 6,97      | 492                  |
|                        | 12.50      | 10,7              | 7,04      | 630                  |
|                        | 13.37      | 10,4              | 7,07      | 694                  |
|                        | 14.17      | 9                 | 6,9       | 495                  |

---

**Manuella mätningar Green Rock 10S****BILAGA 2  
SIDA 2 (2)**

Tisdag 2006-04-25

|                        | <b>Tid</b> | <b>Temperatur</b> | <b>pH</b> | <b>Konduktivitet</b> |
|------------------------|------------|-------------------|-----------|----------------------|
| <b>1:a kammaren</b>    | 8.30       | 21,6              | 7,03      | 842                  |
|                        | 9.03       | 20,2              | 7,04      | 876                  |
|                        | 9.35       | 20,9              | 7,03      | 877                  |
|                        | 10.32      | 20,2              | 7,03      | 911                  |
|                        | 11.06      | 20,2              | 6,99      | 1010                 |
|                        | 13.00      | 19,2              | 6,98      | 1114                 |
|                        | 14.22      | 18,5              | 6,85      | 1097                 |
|                        |            |                   |           |                      |
| <b>2:a kammaren</b>    | 8.34       | 14,5              | 7,08      | 1240                 |
|                        | 9.07       | 14,3              | 7,08      | 1246                 |
|                        | 9.38       | 14,5              | 7,08      | 1249                 |
|                        | 10.36      | 14,3              | 7,11      | 1250                 |
|                        | 11.08      | 14,7              | 7,05      | 1251                 |
|                        | 13.03      | 14,6              | 7,09      | 1246                 |
|                        | 14.25      | 14,3              | 7,14      | 1241                 |
|                        |            |                   |           |                      |
| <b>3:e kammaren</b>    | 8.37       | 11,6              | 7,27      | 1341                 |
|                        | 9.10       | 11,5              | 7,29      | 1350                 |
|                        | 9.41       | 11,5              | 7,29      | 1347                 |
|                        | 10.40      | 11,5              | 7,29      | 1349                 |
|                        | 11.12      | 11,6              | 7,28      | 1344                 |
|                        | 13.05      | 11,7              | 7,27      | 1340                 |
|                        | 14.28      | 11,6              | 7,3       |                      |
|                        |            |                   |           |                      |
| <b>Filtret</b>         | 8.41       | 10,7              | 7,37      | 1381                 |
|                        | 9.12       | 10,7              | 7,37      | 1386                 |
|                        | 9.45       | 10,6              | 7,38      | 1383                 |
|                        | 10.43      | 10,8              | 7,38      | 1347                 |
|                        | 11.15      | 10,7              | 7,38      | 1366                 |
|                        | 13.08      | 10,4              | 7,43      | 1368                 |
|                        | 14.30      | 10,3              | 7,43      | 1350                 |
|                        |            |                   |           |                      |
| <b>Utgående vatten</b> | 8.50       | 3,8               | 6,55      | 75,1                 |
|                        | 9.15       | 8,4               | 6,18      | 57,3                 |
|                        | 9.47       | 10                | 6,3       | 100,2                |
|                        | 10.47      | 12,9              | 6,31      | 105,7                |
|                        | 11.18      | 13,1              | 6,34      | 112,7                |
|                        | 14.58      | 10,6              | 6,19      | 166,9                |

---

Manuella mätningar BAGA minireningsverk

**BILAGA 3**  
**SIDA 1(2)**

Onsdag 2006-04-26

|                        | <b>Tid</b> | <b>Temperatur</b> | <b>pH</b> | <b>Konduktivitet</b> |
|------------------------|------------|-------------------|-----------|----------------------|
| <b>1:a kammaren</b>    | 9.08       | 10,1              | 7,74      | 1057                 |
|                        | 9.37       | 10,1              | 7,68      | 1040                 |
|                        | 10.17      | 9,8               | 7,76      | 1074                 |
|                        | 10.55      | 9,7               | 7,69      | 1071                 |
|                        | 13.10      | 10,4              | 7,77      | 978                  |
|                        | 13.48      | 10,3              | 7,77      | 934                  |
|                        | 14.50      | 9,8               | 7,75      | 1092                 |
|                        | 15.10      | 9,8               | 7,75      | 1081                 |
|                        |            |                   |           |                      |
| <b>Utgående vatten</b> | 9.13       | 5,1               | 7,78      | 938                  |
|                        | 9.45       | 4,4               | 7,81      | 1008                 |
|                        | 10.25      | 4,7               | 7,95      | 1042                 |
|                        | 11         | 6,4               | 7,93      | 1036                 |
|                        | 13.05      | 9,4               | 7,79      | 1096                 |
|                        | 13.45      | 7,7               | 7,95      | 1069                 |
|                        | 14.49      | 8,1               | 7,84      | 1059                 |
|                        |            |                   |           |                      |
| <b>Filtret</b>         | 9.25       | 10                | 7,87      | 1028                 |
|                        | 9.54       | 9,7               | 7,93      | 993                  |
|                        | 10.07      | 9,7               | 7,84      | 1029                 |
|                        | 10.58      | 9,1               | 7,97      | 1054                 |
|                        | 11.21      | 9,6               | 7,78      | 1065                 |
|                        | 13.27      | 10,5              | 7,84      | 1029                 |
|                        | 13.55      | 10,3              | 7,81      | 1042                 |
|                        | 14.55      | 9,5               | 7,87      | 1075                 |
|                        | 15.50      | 9,4               | 7,82      | 1067                 |
|                        |            |                   |           |                      |
| <b>Bakspolvatten</b>   | 10.03      | 9,8               | 7,94      | 1047                 |
|                        | 11.18      | 10,1              | 7,82      | 1039                 |
|                        | 13.52      | 10,1              | 7,81      | 1057                 |
|                        | 15.08      | 9,8               | 7,78      | 1064                 |

---

Manuella mätningar BAGA minireningsverk

**BILAGA 3**  
**SIDA 2 (2)**

Tisdag 2006-05-02

|                        | <b>Tid</b> | <b>Temperatur</b> | <b>pH</b> | <b>Konduktivitet</b> |
|------------------------|------------|-------------------|-----------|----------------------|
| <b>1:a kammaren</b>    | 8.27       | 10,7              | 7,51      | 998                  |
|                        | 9.34       | 10,9              | 7,75      | 1035                 |
|                        | 9.59       | 10,5              | 7,55      | 1040                 |
|                        | 11.00      | 10,1              | 7,60      | 1003                 |
|                        | 12.50      | 11                | 7,57      | 1031                 |
|                        | 14.00      | 10,7              | 7,54      | 1005                 |
|                        | 14.40      | 11                | 7,53      | 972                  |
|                        | 15.40      | 10,9              | 7,56      | 1028                 |
|                        |            |                   |           |                      |
| <b>Utgående vatten</b> | 10.56      | 10,1              | 7,54      | 1041                 |
|                        | 11.28      | 12,4              | 7,61      | 1015                 |
|                        | 12.55      | 18,6              | 7,51      | 1030                 |
|                        | 13.23      | 16,1              | 7,48      | 1031                 |
|                        | 13.50      | 6,8               | 7,68      | 1030                 |
|                        | 14.20      | 10,4              | 7,51      | 1054                 |
|                        | 15.00      | 7,6               | 7,65      | 1037                 |
|                        |            |                   |           |                      |
| <b>Filtret</b>         | 8.30       | 10,9              | 7,64      | 992                  |
|                        | 9.05       | 11,2              | 7,65      | 1003                 |
|                        | 9.52       | 11,4              | 7,68      | 1022                 |
|                        | 11.03      | 10,1              | 7,73      | 999                  |
|                        | 11.24      | 10,9              | 7,71      | 1001                 |
|                        | 12.59      | 11,6              | 7,58      | 1021                 |
|                        | 13.30      | 11,7              | 7,64      | 1010                 |
|                        | 14.10      | 11,1              | 7,59      | 1033                 |
|                        | 14.45      | 11,2              | 7,67      | 1016                 |
|                        | 15.25      | 11                | 7,61      | 1065                 |
|                        | 15.51      | 7,2               | 7,69      | 1095                 |
|                        |            |                   |           |                      |
| <b>Bakspolvatten</b>   | 9.01       | 11                | 7,62      | 878                  |
|                        | 10.24      | 11,4              | 7,65      | 1016                 |
|                        | 12.50      | 11,2              | 7,59      | 1057                 |
|                        | 14.07      | 11                | 7,58      | 1002                 |
|                        | 15.20      | 11,4              | 7,45      | 1028                 |

---

**Manuella mätningar Ecobox F3****BILAGA 4  
SIDA 1 (2)****Onsdag 2006-05-17**

|                        | <b>Tid</b> | <b>Temperatur</b> | <b>pH</b> | <b>Konduktivitet</b> |
|------------------------|------------|-------------------|-----------|----------------------|
| <b>3:e kammaren</b>    | 8.50       | 13,5              | 6,79      | 942                  |
|                        | 9.47       | 13,3              | 6,9       | 871                  |
|                        | 9.53       | 12,8              | 7,07      | 1134                 |
|                        | 10.35      | 13,4              | 6,8       | 670                  |
|                        | 11.15      | 13,5              | 6,82      | 1123                 |
|                        | 13.30      | 13                | 6,97      | 956                  |
|                        | 13.59      | 12,4              | 6,99      | 963                  |
|                        | 14.28      | 12,9              | 7,01      | 946                  |
|                        | 14.58      | 13,2              | 7,02      | 973                  |
|                        | 15.30      | 11,8              | 7,05      | 965                  |
|                        | 15.58      | 12,4              | 9,69      | 85,9                 |
|                        |            |                   |           |                      |
| <b>Utgående vatten</b> | 8.30       | 8,7               | 7,47      | 901                  |
|                        | 9.42       | 10,1              | 7,32      |                      |
|                        | 10.02      | 12,2              | 7,49      | 943                  |
|                        | 10.42      | 14,3              | 7,53      | 933                  |
|                        | 11.20      | 14,6              | 7,53      | 922                  |
|                        | 13.25      | 13,6              | 7,44      | 850                  |
|                        | 13.55      | 11                | 7,51      | 922                  |
|                        | 14.25      | 9,3               | 7,75      | 929                  |
|                        | 14.55      | 12,5              | 7,73      | 929                  |
|                        | 15.25      | 7,4               | 7,89      | 931                  |
|                        | 15.55      | 7,3               | 7,8       | 919                  |

---

**Manuella mätningar Ecobox F3****BILAGA 4  
SIDA 2 (2)****Tisdag 2006-05-23**

|                        | <b>Tid</b> | <b>Temperatur</b> | <b>pH</b> | <b>Konduktivitet</b> |
|------------------------|------------|-------------------|-----------|----------------------|
| <b>3:e kammaren</b>    | 8.30       | 13,6              | 6,86      | 863                  |
|                        | 9.00       | 13,3              | 7,03      | 872                  |
|                        | 9.37       | 13,3              | 7,02      | 869                  |
|                        | 10.03      | 13,3              | 7,05      | 875                  |
|                        | 10.34      | 13,2              | 7,06      | 875                  |
|                        | 11.03      | 13,5              | 7,05      | 865                  |
|                        | 13.30      | 13,5              | 6,94      | 876                  |
|                        | 14.04      | 13,2              | 7,02      | 873                  |
|                        | 14.35      | 13,3              | 6,95      | 883                  |
|                        | 15.00      | 13,2              | 6,93      | 744                  |
|                        | 15.28      | 13,1              | 6,97      | 700                  |
|                        | 15.29      | 12,7              | 7,1       | 874                  |
|                        |            |                   |           |                      |
| <b>Utgående vatten</b> | 8.12       | 10                | 7,46      | 867                  |
|                        | 8.45       | 10,2              | 7,61      | 848                  |
|                        | 9.23       | 10,4              | 7,78      | 855                  |
|                        | 10.00      | 11                | 7,86      | 857                  |
|                        | 10.36      | 11,4              | 7,7       | 849                  |
|                        | 11.05      | 11,9              | 7,55      | 858                  |
|                        | 13.40      | 11,4              | 7,62      | 852                  |
|                        | 14.06      | 10,7              | 7,64      | 863                  |
|                        | 14.37      | 11,6              | 7,57      | 851                  |
|                        | 15.01      | 11                | 7,62      | 856                  |
|                        | 15.30      | 10,5              | 7,65      | 859                  |
|                        | 15.56      | 10,5              | 7,75      | 875                  |