

MARKBASERAD RENING – EN STUDIE AV FUNKTION I FÄLT SOIL-BASED WASTEWATER TREATMENT – A FIELD STUDY

av Johan Hedin



Bärmö 156, 193 91 Sigtuna, e-post: johan.olof.hedin@gmail.com

Abstract

Soil-based wastewater treatment, i.e. septic tanks followed by an infiltration or a sandfilter bed is the most common solution for small scale wastewater treatment in Sweden. In this project four students have surveyed 217 households in a field study. Grab samples have been taken on both suspended solids from the septic tank and on the effluent from sandfilter beds. Visual inspection camera was used to determine the status in the infiltration pipe. The analysis of the biological performance shows that soil-based systems are robust and fulfill the limit for reduction of organic matter set by the Swedish authorities. One out of 10 systems in the study did not perform according to expected levels due to mistakes during design and construction. It is not possible to disqualify a system based on the status in the ventilation pipe. Instead the entire infiltration pipe should be inspected by camera in order to gather enough information. It cannot be concluded that suspended solids are passing through the septic tanks on such levels that the process in the following steps are disturbed. The technique with using a visual inspection camera yields plenty of useful information.

Key words: soil-based wastewater treatment, septic tanks, field research

Sammanfattning

I Sverige är markbaserad rening, d.v.s. slamavskiljare med efterföljande infiltration eller markbädd, den mest använda tekniken för små avlopp. I denna studie har 4 studenter inventerat funktionen i fält för 217 hushåll. Vid inventeringen togs bl.a. stickprov på suspenderade ämnen ut från slamavskiljare och prov på utgående avloppsvatten från markbäddar. Rörkamera användes för att undersöka spridarröret. Analysen av den biologiska funktionen visar att markbaserad rening är en robust teknik med marginaler. Den provtagning av utgående avloppsvatten som gjorts visar att tekniken uppfyller de gränsvärden för reduktion av organiskt material som är satta av Havs- och Vattenmyndigheten. I 1 fall av 10 så fungerar dock inte anläggningarna som avsett p.g.a. brister i samband med dimensionering och utförande. Att döma ut en anläggning baserat på status i ventilationsröret är inte en fungerande metod. Hela spridarröret måste besiktigas med rörkamera för att man skall få tillräckligt med information. Det går inte att konstatera någon slamflykt i den meningen att partiklar, d.v.s. suspenderade ämnen, går ut från slamavskiljare i sådan omfattning att det stör funktionen i efterföljande reningssteg. Tekniken med rörkamera ger mycket information kring status i rörsystem.

Inledning

I den miljöskyddslag som trädde i kraft 1969 ställdes krav på längre gående rening än slamavskiljning. Från denna tidpunkt har markbaserad rening, d.v.s. slamavskiljare med efterföljande infiltration eller markbädd, varit den klart dominerande tekniken när man byggt nya små avlopp. Små avlopp är inte anslutna till det kommunala ledningsnätet utan reningen sker lokalt, oftast på den egna fastigheten. Värt att notera är att så sent som 2015 uppfyllde inte 26 % av alla små avlopp med WC kraven i 1969 års miljöskyddslag (SMED, 2015). Miljöbalken (1998:808) som trädde ikraft den 1 januari 1999 har därmed långtifrån gett tillräcklig effekt vad gäller små avlopp.

Forskning i Sverige och i andra länder under 1970- och 1980 – talet låg till grund för de allmänna råd för små avloppsanläggningar som Naturvårdsverket gav ut 1987, "AR 87:6". Just markbäddars funktion har studerats av Nilsson m.fl. (Naturvårdsverket, 1998). AR 87:6 reviderades och trycktes i ny upplaga 1990 (Naturvårdsverket, 1990). Rådet blev att fungera som en handbok för både myndigheter och utförare och funktionen säkerställdes genom att dimensionering, utförande och drift skulle följa de detaljerade tekniska anvisningar som gavs.

I oktober 2002 drog Naturvårdsverket in dessa allmänna råd men det tekniska innehållet publicerades 2003 och finns nu tillgängligt som faktablad (Naturvårdsverket, 2003). Läsare av denna artikel som inte har detaljkännedom om markbaserad rening hänvisas till detta faktablad och för vidare studier till Laak (1986).

2006 gav sedan Naturvårdsverket ut nya allmänna råd för små avlopp (Naturvårdsverket, 2006), "NFS 2006:7". Dessa finns idag i reviderad form tillgängliga från Havs- och vattenmyndigheten (Havs- och vattenmyndigheten, 2016), "HVMFS 2016:17". I dessa nya allmänna råd har bl.a. strävan från myndigheten varit att ersätta tekniska detaljlösningar med funktionsbaserade gränsvärden.

Ett antal studier kopplade till tekniken markbaserad rening har gjorts de senaste 20 åren. Dessa är i huvudsak samstämmiga vad gäller mekanismerna för biologisk rening som anses vara väl klarlagda.

Ett mycket stort antal undersökningar bekräftar att en hög reduktion av organiskt material och smittämnen liksom en hög nitrifikation kan förväntas i markbaserade reningsanläggningar (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2009). En generell bedömning är att markbaserade reningsanläggningar, förutsatt att de är rätt lokaliserade och byggda enligt de tidigare allmänna råden från Naturvårdsverket, ger en god resurshushållning och tillräckligt miljö- och hälsoskydd (Naturvårdsverket, 2012).

De senaste åren har det dock kommit rapporter som pekar på problem med markbaserad rening. I slutrapporten från projektet "Små Avlopp med fosforfälla Del 1" (Miljösamverkan Halland och Miljösamverkan Västra Götaland, 2016) konstateras i avsnitt 7.1 att "Det viktigaste, och mest oroande, resultatet av undersökningen är att svenska enskilda avlopp fungerar i en betydligt lägre utsträckning än vad någon kan tycka är acceptabelt. Att 39 av 54 anläggningar, 74 %, uppvisar någon form av brister, varav majoriteten allvarliga, är ett mycket stort problem.". Också i uppdragsrapporten "Funktion hos markbaserade reningsanläggningar i fält" (Sylwan m.fl., 2017) undersöker författarna brister hos markbaserade reningsanläggningar. Tillsammans reser dessa två rapporter frågor kring tekniken markbaserad rening samt frågor kring utförandet av anläggningar.

Mot bakgrund av detta beslöts att genomföra den studie som presenteras i denna artikel. Johan Hedin har tagit initiativ till projektet och fungerat som handledare i fält. Projektet har finansierats av FANN VA – teknik AB.

Målet med projektet har varit att studera den biologiska funktionen hos markbaserade reningsanläggningar och att:

1. för anläggningar i drift med en ålder mellan 3 och 10 år redovisa en statistiskt väl underbyggd siffra för hur stort problemet med bristande funktion är.
2. Utifrån provtagning i fält studera och om möjligt fastställa orsakssamband vid bristande funktion.
3. Föreslå åtgärder som leder till framtida förbättringar.

I denna artikel avses med markbaserade renings-

anläggningar slamavskiljare med efterföljande infiltration eller markbädd. I denna artikel definieras en markbädd som en reningsanläggning som medger att man via dräneringsrör kan leda bort vattnet till lämplig recipient (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2009). Alla andra bäddar definieras som infiltrationer.

Metodik

Större studier av små avlopp i fält är sällsynta. En större studie rörande minireningsverk finns publicerad i Sverige (Länsstyrelsen i Västra Götaland, 2009). En större studie av minireningsverk är också genomförd i Norge (Johannessen m.fl., 2008). När man inventerar små avlopp i fält kommer man inte att kunna samla en komplett uppsättning data från samtliga anläggningar. Faktorer som att anläggningar inte lämpar sig för planerad provtagning (Herrman m.fl., 2017) m.m. leder till att man inte kan samla in data från ett antal av de anläggningar man kvalificerat. Skall statistiska metoder kunna tillämpas är det därför av vikt att ett stort antal anläggningar kvalificeras innan inventeringen i fält.

I syfte att kunna inventera 300 infiltrationer och markbäddar kontaktades Uppsala, Knivsta och Sigtuna kommun. Kommunerna bistod vid kvalificeringen av anläggningar inför inventeringen. Tillsammans med kommunerna bestämdes de parametrar som skulle inventeras i fält.

Vidare kontaktades institutionen för geovetenskaper vid Uppsala Universitet. Fyra studenter vid civilingenjörsprogrammet miljö- och vattenteknik åtog sig att utföra inventeringen i fält under sommaren 2017. Därefter skulle data från inventeringen användas som underlag för projektarbeten vid civilingenjörsprogrammet i miljö- och vattenteknik. Wang (2018) beskriver i sitt projektarbete metodiken i fält mer i detalj. Inledningsvis ägnades sedan knappt 4 veckor åt utbildning av studenterna. Samtliga genomgick utbildning för provtagare inom avlopp och utsläpp (Statens Naturvårdsverk, 1990).

Avgränsningar

Att i efterhand kunna kartlägga förutsättningarna för en infiltration eller markbädd och hur densam-

ma är uppbyggd, kräver att man gräver upp en stor del av bädden. Det är praktiskt omöjligt när man inventerar avloppsanläggningar i drift. Parametrar under markytan som är intressanta att söka samband för utifrån bristande funktion, t.ex. grundvattenytans läge, har vi inte i alla fall säkert kunnat kartlägga. Vi har därför avstått från att använda insamlad data för dessa parametrar. Konsekvensen för slutsatserna i projektet blir därmed att vi kanske inte i alla fall kan konstatera avvikelser som skulle kunna förklara bristande funktion. Projektet har ej heller omfattat kemisk funktion för markbaserad rening, d.v.s. reduktion av fosfor.

Kvalificering av anläggningar

Kvalificering av anläggningar skedde ute på kommunernas miljö- och hälsoskyddskontor. Infiltrationer och markbäddar i spannet 3 – 10 år dokumenterades och så långt möjligt noterades 24 parametrar från dels det kommunala tillståndet samt från eventuellt slutintyg från installationen, t.ex. i form av en entreprenörsrapport. Utöver kravet på att det skulle vara en markbaserad reningsanläggning så var den andra styrande parametern vid kvalificeringen att hitta anläggningar med permanent boende. Tid lades inledningsvis på att få samstämmighet i faktainsamlingen, d.v.s. studenterna arbetade tillsammans de första dagarna. Sammanlagt kvalificerades närmare 600 anläggningar i de tre kommunerna.

Därefter gjordes utskick till samtliga fastighetsägare där studenterna erbjöd sig att genomföra en kostnadsfri besiktning av avloppet mot att data från besiktningen fick användas i denna studie. I utskicket ingick också en enkät till fastighetsägaren. Utskicken resulterade i att 217 hushåll om 5 pe kunde inventeras. Mindre än 10 av de inventerade fastigheterna var fritidsboende. Totalt fick studenterna in 131 svar på enkäten.

Inventering i fält

Studenterna delades upp i två lag och ägnade sedan 6 veckor åt att inventera anläggningar i fält. På samma sätt som vid kvalificeringen av anläggningar så lades även här tid på att inledningsvis få samstämmighet i faktainsamlingen. Så långt möj-

ligt inventerades 24 parametrar i fält. Studenterna har tagit 129 stycken stickprov på suspenderade ämnen (susp) ut från slamavskiljare. Provtagningspunkten har i samtliga fall rengjorts under flöde och efter cirka 5 minuters väntan har prov tagits på utgående flöde. Flödet har varit 8 – 10 liter/minut och skall representera ett normalflöde till slamavskiljaren.

Studenterna har tagit 35 stickprov på utgående vatten från markbäddar. I samtliga fall har provtagningspunkten rengjorts och i samtliga dessa fall har det varit möjligt att ta prov på ett flöde. Samtliga prover har under dagen förvarats i kylväska och lämnats in till ackrediterat laboratorium för analys. Efter avslutad inventering erhöll fastighetsägaren ett enkelt besiktningsprotokoll av studenterna.

För att undersöka om man i någon mån kan kompensera för att man inte kan gräva upp och undersöka förhållandena under mark valde vi att arbeta med rörkamera och markradar. Rörkameran var av fabrikat Whöler med modellbeteckning VIS 350 och den markradar som användes var från Guideline Geo AB med modellbeteckning Malå GTX 450 RTC.

Kriterier för bristande funktion

Bristande funktion används i denna artikel i meningen att en markbaserad reningsanläggning inte längre kan väntas klara de nivåer på hälso- och miljöskydd som är kopplade till den biologiska funktionen. Bristande funktion har bedömts föreligga utifrån följande kriterier:

- Det dämmer i övre delen av anläggningen så att funktionen i slamavskiljaren är satt ur spel eller spridarrören är så fulla av vatten och slam att ventilation av bädden är förhindrad, se figur 1.
- När vatten från avloppsanläggningen tränger upp i markytan i nedre delen av systemet, endera vid bädden eller i omgivande terräng och det är tydligt att vi inte längre har hydraulisk funktion, se figur 2.

Det andra kriteriet ovan bygger på att om vi har hydraulisk funktion så kan vi anta att vi har en fungerande biologisk funktion (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2009). Begreppen hydraulisk

livstid och biologisk livstid kan sägas vara synonyma (Siegrist m.fl., 2000). Om vi har problem med den hydrauliska funktionen kommer bädden att dränkas av det avloppsvatten som tillförs och vi får anaeroba förhållanden. När detta pågått en tid sätter biohuden igen och då dämmer det så att vattnet endera tränger upp i ytan eller så dämmer det bakvägen i anläggningen och då kan man konstatera bristande funktion baserat på det första kriteriet ovan. Biohudens funktion har bl.a. studerats i det projekt som ledde fram till AR 87:6 (Nyberg m.fl., 1989).

Markbaserad rening är därmed självindikerande, d.v.s. när vatten tränger upp till ytan så har vi inte längre en fullt ut fungerande biologisk rening. Man vet då säkert att bädden måste byggas om. Det är dock i sammanhanget viktigt att påpeka att bädden måste vara byggd så att den har förutsättningar att fungera som avsett, d.v.s. enligt AR 87:6 eller tillverkarens rekommendationer. Om man medvetet fuskar vid anläggandet och inte följer anvisningarna t.ex. bygger in möjlighet till bräddning, så kommer inte anläggningen att vara självindikerande.

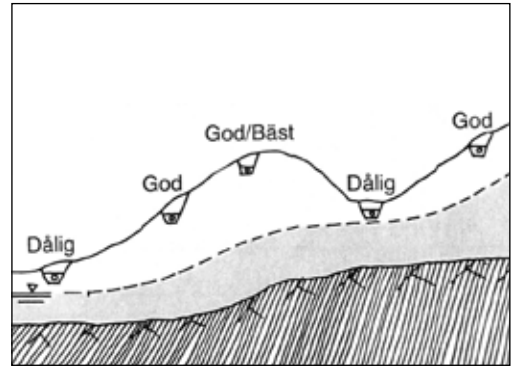
För att kunna konstatera vad som orsakat bristande funktion har vi i projektet arbetat med benämningen avvikelse. En avvikelse kan uppstå i samband med dimensionering, utförande eller



Figur 1. Denna anläggning dämmer i den övre delen så att det precis rinner över mellanväggarna i slamavskiljaren.



Figur 2. Vatten från infiltrationsbädd som läcker ut på väg. Bädden ligger 5 meter från väg.



Figur 3. Figuren är från AR 87:6. Vid dålig lokalisering är risken stor för att syretillgången i bädden påverkas negativt av grund- eller ytvatten. I dessa lägen kan man välja att utföra bädden som en "mound", d.v.s. upplyft. Om så inte är fallet har studenterna bedömt lokaliseringen som en avvikelse.

drift. Avvikelsen konstateras utifrån en förändring jämfört med de tekniska anvisningar som ges i AR87:6 eller senare utgivna allmänna råd eller tillverkarens rekommendation. De är som följer:

- Anläggningar med badkar vars volym är för stor i förhållande till slamavskiljaren och eventuellt också bädden, d.v.s. hydraulisk momentan överbelastning.
- Anläggningar där spolvatten från avhärningsfilter via spillvattnet leds till slamavskiljaren istället för till dagvattnet.
- Anläggningar med dålig lokalisering.
- Anläggningar som saknar ventilation av spridarrör.
- Anläggningar som inte är utförda enligt det kommunala tillståndet.
- Anläggningar där belastningen är större än det dimensionerande antalet pe, d.v.s. där både det hydrauliska flödet och mängden föroreningar är större än dimensionerande värde.

Dålig lokalisering framgår av figur 3. Som känd avvikelse har vi även valt att räkna anläggningar som enligt fastighetsägaren redan åtgärdats p.g.a. bristande funktion.

Utöver detta finns flera avvikelser, t.ex. ventilation över tak, som av praktiska skäl är svårare att bedöma i fält. I samband med inventeringen har vi samlat in data rörande dessa avvikelser. Men då

studenterna inte med säkerhet i enskilda fall kunnat bedöma avvikelserna har vi valt att avstå från att utnyttja dessa avvikelser som möjlig förklaring till bristande funktion.

Docent Måns Thulin vid statistikonsult.com har varit behjälplig vid den statistiska bearbetningen av data (Thulin 2018).

Provtagning som kriterium

I HVMFS 2016:17 anges under avsnittet miljöskydd reduktioner av föroreningar som anläggningen förväntas uppnå. Detta driver utvecklingen mot att små avlopp skall provtas. Hur många provtagningar skulle då behövas för att få en god bild av funktionen hos en enskild anläggning? För att precisera hur många mätningar som behövs måste vi ha kännedom om de olika faktorer som påverkar standardavvikelsen för mätningarna:

- Anläggningstyp: det är tänkbart att olika sorters anläggningar har olika stora medelvärden och olika stor variation på grund av konstruktion, kvalitet, underhåll och säsong.
- Variationen från dag-till-dag i inkommande belastning.
- Metodikfel vid provtagning och mätfel i laboratoriet vid analys.

Utan detaljerad information om de här faktorerna är det svårt att ge en god uppskattning av hur många mätningar som behövs. Delar av det material som behövs för att bedöma detta finns tillgängligt (Johannesson, 2018). Delar kommer att kräva fortsatta studier.

Slutsatsen av detta resonemang är att man bör undvika provtagning i fält som metod för att verifiera enskilda anläggningars funktion. Det är istället lämpligt att arbeta med provtagning i större projekt eller i laboratoriemiljö, där man har möjlighet att dels styra upp metodik och dels ta tillräckligt många prov för att statistiskt kunna säga något om funktion. Med detta som grund kan man sedan uttala sig om en teknik har förutsättningar att fungera i fält eller ej. Vid inventering i fält verifierar man sedan lämpligtvis funktionen genom att studera andra parametrar. Kan man inte använda andra parametrar utan måste provta så behöver man för en enskild anläggning ta prover till dess konfidensintervallet blir tillräckligt smalt. Våra myndigheter borde ge ut anvisningar för detta. Vi är med andra ord i behov av en NFS 2016:6 (Naturvårdsverket, 2016) för små avlopp. Till dess dessa anvisningar är på plats bör provtagning i fält tillmätas liten betydelse.

Resultat

Ej förutsättningar att fungera

Ett antal anläggningar i studien har inte förutsättningar att fungera som avsett vad gäller den bio-

logiska reningsfunktionen. Detta härrör dels från något som kan betecknas som grovt fusk och dels från slamavskiljare som inte är funktionsdugliga.

Grovt fusk förekommer dels i form av att man i 3 fall utfört anläggningar med ”hål” i botten på fördelningsbrunnar, d.v.s. slamavskilt hushållspillvatten leds bort från anläggningen före det biologiska reningssteget, se figur 4. Vidare hittade studenterna 1 anläggning där man kopplat ihop spridar- och dräneringsrör. Studenterna hittade också 1 anläggning där man fyllt över befintlig bädd med ett 3 m. mäktigt jordlager. Dessa 5 anläggningar har relaterats till det totala antalet bäddar i projektet som är 163, se figur 6.

187 stycken slamavskiljare inventerades. Av dessa var 55 stycken (29 % av beståndet) gamla slamavskiljare i betong. Med gamla menas då befintlig slamavskiljare som berörd kommun beviljat lov för i samband med att tillstånd för en ny bädd beviljades. I 7,2 % av fallen har dessa gamla slamavskiljare fallerat inom tidsperioden 3 till 10 år. 3 stycken saknade t – stycke och den fjärde läckte mellan ringarna, se figur 5. Vid inventeringen konstaterades också att dessa äldre slamavskiljare i flera fall hade problem med mellanväggarna, se figur 5. En av övriga slamavskiljare saknade T – stycke. Sammantaget innebär det att 5 av 187 stycken, 2,7 %, inte har förutsättningar att fungera som avsett. I den fortsatta presentationen av resultat så är inte de anläggningar som omfattas i figur 6 medräknade.



Figur 4. Fördelningsbrunn med ”hål” i botten. Bilden t.v. visar brunnen vid ankomst till anläggningen. Vattenytan ligger cirka 1 dm under utloppsroren. Bilden t.h. visar brunnen efter cirka 5 minuters flöde till anläggningen. Ytan har då stigit till utloppsroren.



Figur 5. T.v. gammal slamavskiljare som saknar T-stycke. Slamavskiljare med trasig mellanvägg t.h.

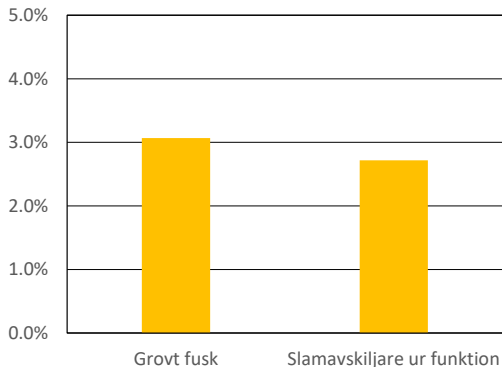
Avvikelser

Avvikelser har noterats i 59 fall. Dessa relateras till antalet bäddar, 163 stycken minus de 10 enligt avsnittet ovan. Referensgruppen är då 153 stycken bäddar. Fördelningen mellan bäddar med och utan avvikelser framgår av figur 7. Andelen bäddar med avvikelser är 39 %. I tillägg till dessa avvikelser kan andra avvikelser förekomma. Dessa avvikelser har inte säkert kunnat fastställas, t.ex. förhållandena under mark, ventilation över tak m.m.

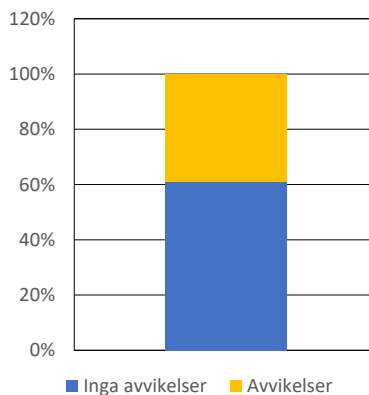
Typ av avvikelse framgår av figur 8. De anläggningarna som har avvikelser hade mellan 1 och 3 stycken. De anläggningar som inte är utförda enligt det kommunala tillståndet har i de flesta fallen en för liten bädd. I samband med inventeringen drog studenterna först av 15 % från bäddarean i tillståndet och försökte verifiera denna yta. I de fall detta inte lyckades så noterades detta som en avvikelse.

I 68 % av fallen för de 153 bäddarna finns ett slutintyg där entreprenör framgår. I övriga fall är entreprenör okänd. I de fall där entreprenör är känd från slutintyg och där entreprenören utfört två eller flera av anläggningar i studien blir förhållandet relativt övriga utförare enligt figur 9. Skillnaden är statistiskt säkerställd, ($p=0,0009$, χ^2 -test).

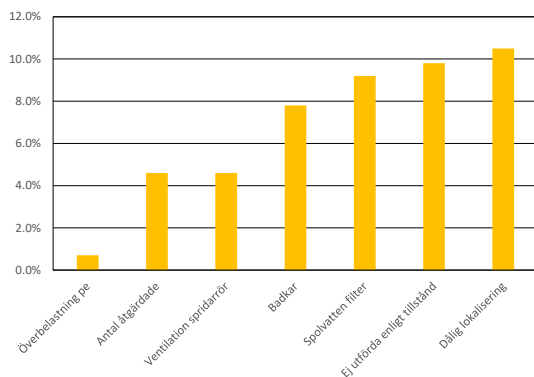
Figur 10 redovisar andelen anläggningar med avvikelser i respektive kommun. Skillnaderna är dock inte statistiskt säkerställda ($p=0,75$, χ^2 -test). För Uppsala kommun har vi 75 observationer, för Sigtuna har vi 16 och för Knivsta har vi 13 observationer. Att utfallet i figur 10 inte är säkerställt kan bero på vi inte har någon skillnad mellan kommunerna men om det finns en skillnad så kan det också vara så att vi har ett för litet antal observationer att bygga på.



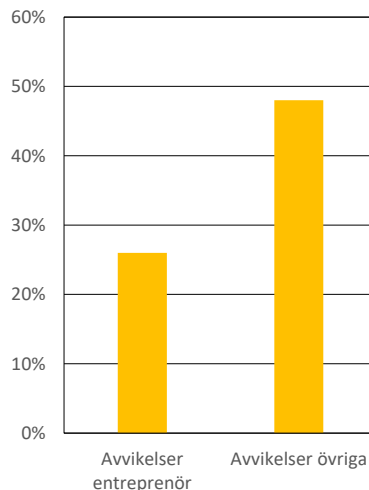
Figur 6. Sammanställning av anläggningar som inte har förutsättningar att fungera. Observera att referensgruppen för grovtt fusk är 163 och för slamavskiljare som inte är funktionsdugliga 187.



Figur 7. Fördelning mellan bäddar utifrån avvikelser.



Figur 8. Frekvens med vilken avvikelser uppträder.

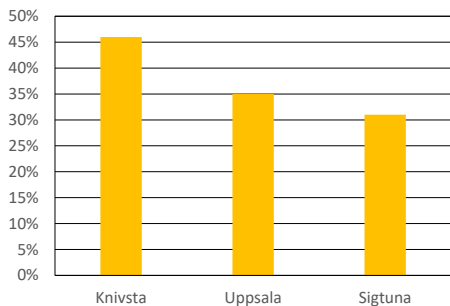


Figur 9. Andel anläggningar med avvikelser där entreprenören är känd från slutintyg och samtidigt har utfört fler än 2 anläggningar i studien jämfört med utfallet för övriga utförare.

Bristande funktion

4 stycken bäddar läcker i nedre delen av systemet och detta skall relateras till 153 stycken bäddar, d.v.s. 2,6 %. 4 stycken anläggningar dämmer i den övre delen av systemet och detta skall relateras till 177 stycken slamavskiljare, d.v.s. 2,3 %, se figur 11.

Datamaterialet har undersökts med olika tekniker som visualisering, klusteranalys, linjär diskriminantanalys och principalkomponentanalys. Syftet har varit att söka se hur de 8 fallen med bristande funktion ovan avviker från övriga anläggningar.

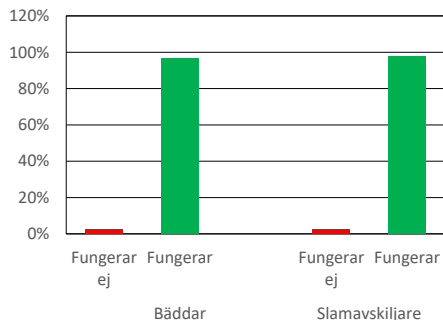


Figur 10. Andel anläggningar med avvikelser när slutintyg arkiverats.

Följande parametrar har använts i analysen:

- Normal skyddsnivå
- Hög skyddsnivå
- Befintlig slamavskiljare
- Infiltration enligt AR 87:6
- Infiltration med moduler
- Markbädd enligt AR 87:6
- Markbädd med moduler
- Ålder
- Pumpbeskickning av bädd
- Observerade problem i pumpbrunn
- Observerade problem i fördelningsbrunn
- Typ av slamavskiljare
- Observation av stora mängder slam
- Djup spridarrör
- Andel vatten och/eller slam i spridarrör
- Nitrat halt i utgående vatten från markbädd
- Halt av organiskt material, BOD_7 , i utgående vatten från markbädd
- Badkar vars volym är för stor i förhållande till slamavskiljaren och eventuellt också bädden.
- Spolvatten från avhärdningsfilter leds via spillvattnet till slamavskiljaren istället för till dagvattnet.
- Anläggningar som enligt fastighetsägaren redan åtgärdats p.g.a. bristande funktion.
- Dålig lokalisering.
- Saknar ventilation av spridarrör.
- Inte utfört enligt det kommunala tillståndet.

Analysen har inte lett till att några särskilda



Figur 11. Funktion hos bäddar och slamavskiljare.

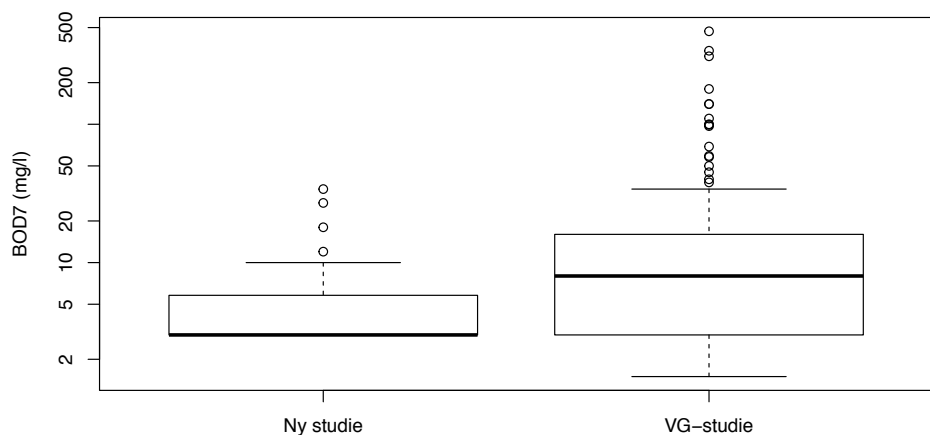
mönster upptäckts, d.v.s. det finns inga bevis som pekar åt något håll. Utifrån det tillgängliga underlaget går det inte heller att skapa hypoteser.

Provtagning utgående avloppsvatten

Sammanlagt 35 prover kunde tas på utgående vatten från markbäddar. Totalt inventerades 68 stycken markbäddar vilket innebär att 51 % av bäddarna kunde provtas. Den största anledningen till att bäddar inte kan provtas är att det inte finns något utgående flöde att ta prov på. Markbäddar byggs i de allra flesta fallen med öppen botten varför infiltration är möjlig. Vid provtagning i fosforfälla har det i något fall varit svårt att bedöma strömningshastigheten.

4 av proverna är inte med i lådogrammet avseende BOD_7 i figur 12. Tre bäddar har inte tagits med p.g.a. de inte har förutsättningar att fungera och en bädd läcker, d.v.s. är utdömd enligt de kriterier som är uppställda. Med ny studie avses i figur 12 detta projekt. Med VG – studie avses studien av minireningsverk från 2009 (Länsstyrelsen i Västra Götaland, 2009). Figur 12 ger en bild av att standardavvikelsen för VG – studien är mer än fem gånger större än vad den är för denna studie. Skillnaden i BOD_7 - medelvärde mellan de två studierna är statistiskt signifikant ($p=0,0007$, Wilcoxon-test).

Skillnaden i spridning mellan de två studierna redovisas också i tabellform, se figur 13. I tabellen visas median, medelvärde och standardavvikelse



Figur 12. Visualisering av BOD_7 -mätvärden. Observera att värdena ritas på logaritmisk skala.

för BOD_7 - mätningarna. Dessa värden har beräknats med maximum likelihood-metoden (med antagande om lognormalfördelning för BOD_7). För skattningarna av median och medelvärde visas också 95 % konfidensintervall inom parentes. Utifrån analysen av de provtagningar som skett på slumpvis utvalda anläggningar under sommaren 2017 kan markbäddar generellt i 97 % av fallen förväntas uppfylla gränsvärdet i HVMFS 2016:17 på 30 mg/l. Motsvarande siffra för minireningsverk utifrån VG - studien är 81 %. Det är i sammanhanget värt att notera att tillverkarna av minireningsverk i VG - studien var medvetna om att deras anläggningar skulle provtas.

Notera att de bäddar som provtagits i många fall har avvikelser enligt vad som definierats i detta projekt.

I figur 14 redovisas motsvarande lådogram för N - tot. Medelvärdet för denna studie är 44,5

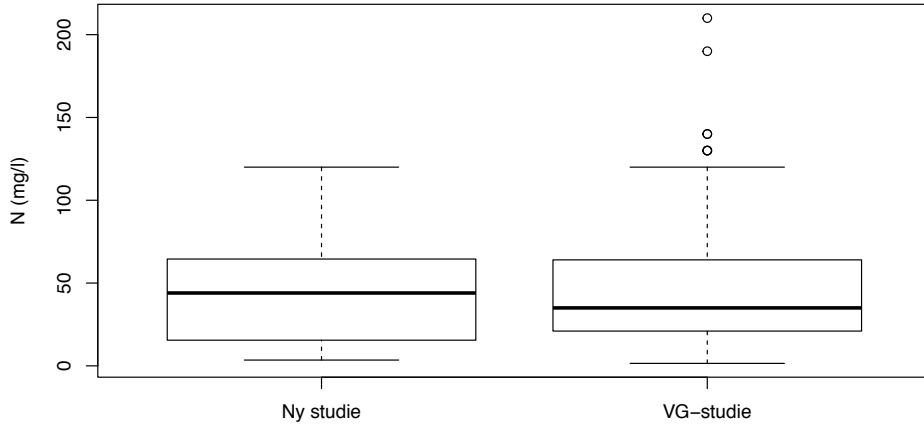
mg/l och för VG - studien 47,8 mg/l. Skillnaden i medelvärde för N - tot är inte statistiskt signifikant ($p=0,61$, t-test). Utifrån dessa studier kan anläggningstyperna anses ha samma prestanda vad gäller reduktion av kväve. Värt att notera är att de allra flesta minireningsverk utnyttjar aktiv teknik för att klara gränsvärdet för kvävereduktion. I fallet markbäddar bygger reduktionen till del på en spontan denitrifikation som till och från uppkommer i bädden.

Slamavskiljare

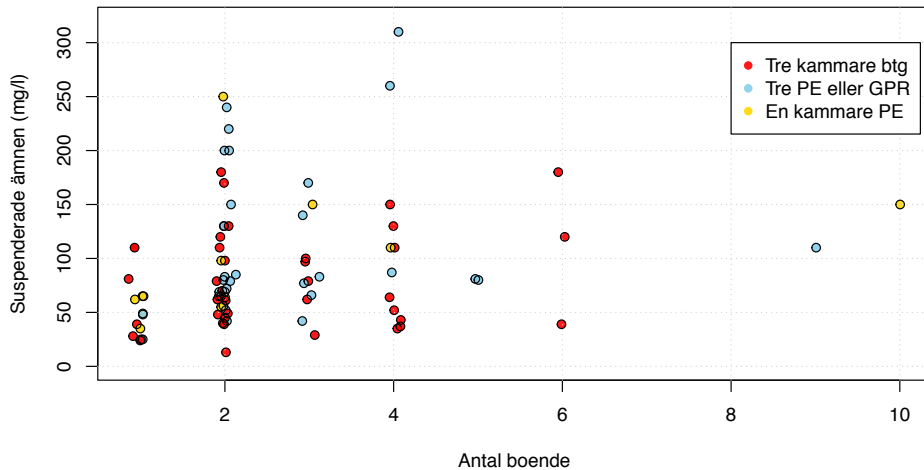
Sammanlagt 129 prover kunde tas på suspenderade ämnen ut från de 187 slamavskiljare som inventerades. Den främsta anledningen till att slamavskiljare inte kunde provtas var att det inte gick att finna en lämplig provtagningspunkt. 5 av de tagna proverna har inte tagits med i analysen p.g.a. de är kopplade till anläggningar som inte har förutsätt-

Figur 13. Bearbetade BOD_7 -mätvärden för denna studie och VG - studien.

	Ny studie BOD_7	VG-studie BOD_7
Andel under detekteringsgräns	58 %	24 %
Median	2,3 (1,2–4,5)	7,7 (5,8–10,3)
Medelvärde	5,9 (3,0–11,3)	24,9 (16,5–37,6)
Standardavvikelse	13,4	76,4
Förväntad andel över 30 mg/l	3 %	19 %



Figur 14. Visualisering av *N* - tot – mätvärden. Observera att värdena ritas på logaritmisk skala.



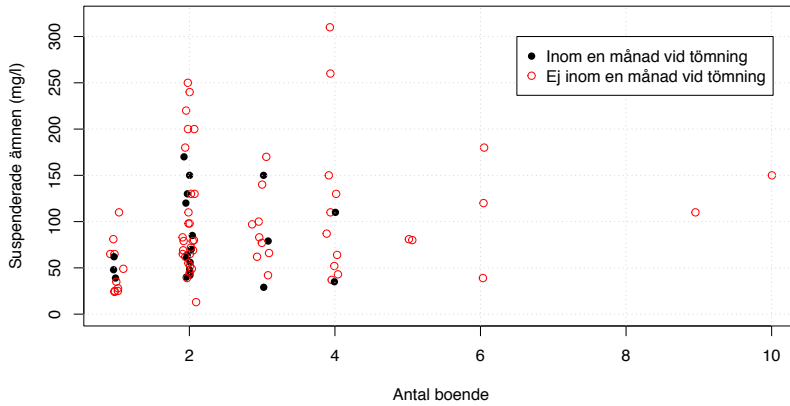
Figur 15. Suspenderade ämnen som funktion av antal boende och produktgrupp.

ningar att fungera. Två outliers är heller inte medtagna. Den ena p.g.a. fel metodik i samband med provtagning och den andra p.g.a. en trolig överbelastning. 122 prover på suspenderade ämnen skall då ställas i relation till 177 slamavskiljare varför studenterna kunde provta 69 % av beståndet.

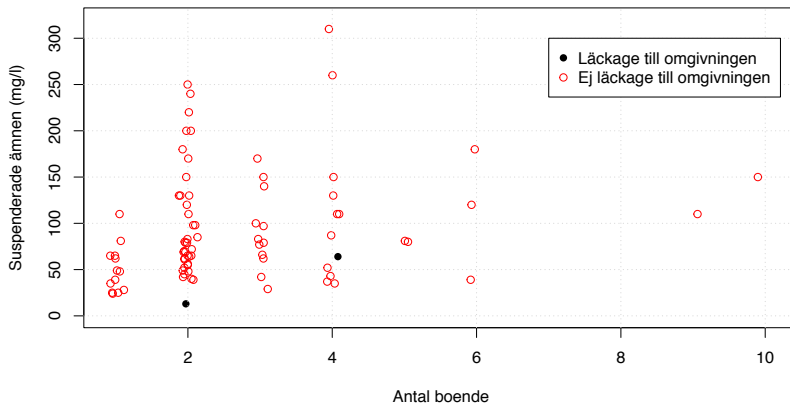
Slamavskiljarna har delats in i tre produktgrupper. Trekammarbrunnar i betong, övriga trekammarbrunnar samt övriga enkammarbrunnar. I figurerna 15 – 17 framgår utfallet för de fall där vi känner till antalet boende i hushållet.

Det enda mönster som tycks gå att urskilja ur figurerna är att anläggningar som hör till hushåll med bara en boende har lägre halter suspenderade ämnen än övriga hushåll. Det är högst troligt så att den långa uppehållstiden vid bara en boende ger detta utslag. Medelvärden för de tre produktgrupperna utifrån de 122 prover som tagits med framgår av figur 18.

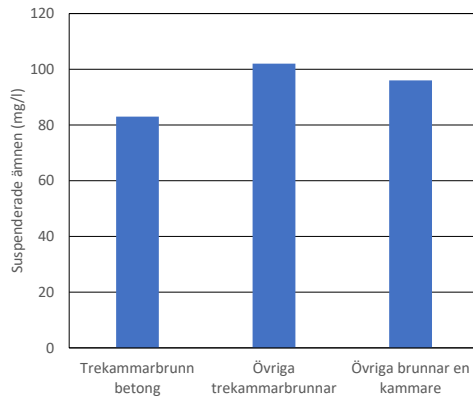
För sammanlagt 6 anläggningar observerade studenterna stora mängder slam i övre delen av anläggningen, se figur 19. Två stycken har inte



Figur 16. Suspenderade ämnen som funktion av antal boende och tid till eller från tömning.



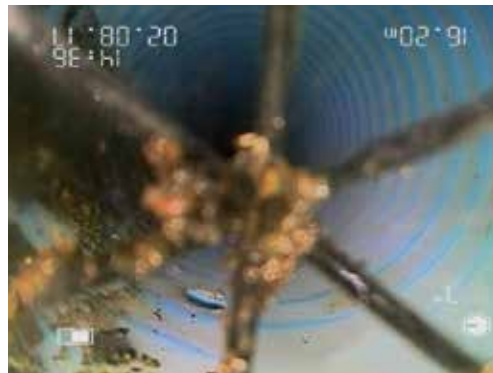
Figur 17. Suspenderade ämnen som funktion av antal boende och huruvida läckage till omgivningen dokumenterats, d.v.s. att slamflykt skulle påverkat bäddens funktion.



Figur 18. Medelvärde suspenderade ämnen för de tre produktgrupperna i studien.



Figur 19. Exempel på anläggning med stora mängder slam i fördelningsbrunn.



Figur 20. Rörcamera ger en bra möjlighet att besiktiga de rörsystem som ingår i anläggningen.

medräknats. Den första p.g.a. att den saknar förutsättningar att fungera, den har inget T - stycke. Den andra då den klassats som outlier. Resterande 4 skall ställas i relation till 177 slamavskiljare, d.v.s. 2,3% har problem med stora mängder slam efter slamavskiljaren. Det som observeras är flytslam, svart eller rödbrunt till färgen. Slammets observeras i fördelnings- eller pumpbrunn men även i ett fall redan i T – stycket.

Bäddar

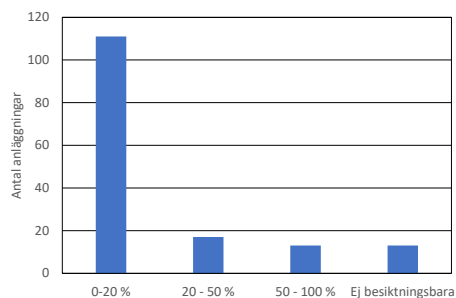
Samtliga bäddar har undersökts med okulär besiktning samt med rörcamera och med markradar. Rörcamera ger möjlighet att undersöka inte bara spridarrör utan även dräneringsrör i markbäddar samt de markavloppsrör som används mellan hus och bädd, se figur 20. Markradar har nyttjats för att dels försöka verifiera storleken på bädden, leta efter avskärande dränering samt om möjligt försöka fastställa grundvattenytan i mark.

Studenterna besiktigade spridarrören i hela sin längd med rörcamera. Spridarrören bedömdes i tre kategorier utifrån hur mycket vatten och/eller slam som fyllde rören i hela dess längd: 0 – 20 %, 20 – 50 % samt 50 – 100 %, se figur 21.

Det finns enligt tidigare analys inget samband mellan bristande funktion och status i spridarrör. 8,4 % av anläggningarna gick inte att besiktiga med rörcamera då man inte kommer in i spridarröret p.g.a. att ventilationsrören är av för liten dimension och att bädden pumpbeskickas.

Studenterna kunde vidare konstatera att det är mycket vanligt att det står vatten och/eller slam i nedre delen av spridarröret. Spridarrör skall ju enligt AR 87:6 läggas med minst 0,5% fall vilket leder till att vatten och/eller slam blir stående i nedre delen av röret. Tyvärr såg vi detta samband en bit in i inventeringsfasen så vi kan inte presentera en säker siffra på hur frekvent detta är. Men det är mycket vanligt, det är snarare regel än undantag att det står vatten och/eller slam den sista metern i spridarröret. Övriga delar av spridarröret är oftast utan anmärkning, d.v.s. andelen vatten och/eller slam är 0 – 20 %.

Ett lämpligt sätt att besiktiga spridarrör med rörcamera är att gå ner via ventilationsröret. I de allra flesta fallen kommer man då att få problem med att kamerahuvudet blir fullt med slam när det trycks in i spridarröret. För kamerahuvudet genom



Figur 21. Kategorier av vatten och/eller slam och antal observationer.

spidarröret och ut i fördelningsbrunnen och håll på några liter vatten så kamerahuvudet blir rent. Därefter kan man backa hem genom röret och får då en bra möjlighet till besiktning.

Markradar visade sig inte vara en tillämplig metod. För att kunna nyttjas krävs dels att bädden är förlagd till en gräsmatta eller liknande jämn yta. Blir det för ojämnt så är tekniken med en vagn man skjuter framför sig för svår att tillämpa. Vidare fungerar det att få ekon som går ner tillräckligt långt i morän, d.v.s. en dryg meter, men i en uppländsk lermorän så når man kanske bara 0,6 m och då klarar man inte av att inhämta tillräckligt med information. Det skall noteras att det krävs stor vana av utrustningen för att man skall kunna göra säkra observationer. Det skall också tilläggas att studenterna genomgick utbildning i fält innan inventeringen för att säkerställa att de hade tillräcklig kunskap att använda markradar.

Diskussion

Metodik

Det slumpmässiga urvalet i detta projekt var omräknat till hushåll om 5 pe, 217 stycken. Antalet slamavskiljare som inventerades var 187 och antalet bäddar 163, där 95 var infiltrationer och 68 var markbäddar. Därmed ingick ett antal anläggningar med större system för fler än ett hushåll.

När man inventerar små avlopp i fält är det en utmaning att säkerställa att man får ihop ett underlag som håller att dra slutsatser utifrån. Därför är planeringsstadiet där man lägger fast slumpmässigt urval, metodik vid insamling av data samt önskat antal observationer mycket viktigt. I detta projekt var målet 300 inventerade anläggningar. Trots att vi kvalificerade 600 anläggningar så nådde vi inte målet. Denna och andra studier tydliggör att antalet kvalificerade anläggningar måste vara många gånger större än det antal man önskar kunna samla in data ifrån.

Utgående avloppsvatten från markbäddar kan vara påverkat av yt- och grundvatten samt av externt vatten från felkopplade rörsystem. Provtagningen i fält skedde under tre veckor vardera i juli – augusti 2017. Studenterna bedömde att det inte stod grundvatten i någon av de provtagna mark-

bäddarna. I 7 fall bedömdes det dock vara tveksamt att säkerhetsavståndet 1 m. kan innehållas vid hög nivå på grundvattenytan vilket inte var fallet i samband med provtagningen. Dessa bedömningar är behäftade med viss osäkerhet. Tre av de provtagna bäddarna bedömdes ha dålig lokalisering enligt figur 3. En av dessa är inte med i analysen då det dämmer i bädden.

I Almunge vilken är den mätstation som ligger närmast centrum av det område som omfattades av projektet redovisar SMHI under veckorna för provtagning 42,6 mm nederbörd. Uppsala Aut redovisar 39,4 mm och Björklinge 37,4 mm. SGU har en mätstation i Sigtuna benämnd Sigtuna 2. SGU redovisar där en grundvattenyta som ligger 2,6 m. under marknivå den sista juli 2017. Data finns att tillgå för denna station från 1965. Högsta nivå inträffar normalt i april månad och från 1965 till idag kan man räkna med en grundvattenyta som då ligger cirka 0,7 m. under marknivån. Även för stationen Lagga 2 mellan Uppsala och Knivsta redovisas en liknande situation med en grundvattenyta som ligger 2,6 m. under mark den sista juli. Under april månad kan man där räkna med en grundvattenyta som ligger cirka 0,6 m. under marknivån. Dock är den tillgängliga mätserien kortare här. Sommaren 2017 var torr med lite nederbörd före och under provtagningsperioden samt med låga grundvattennivåer och påverkan på mätvärdena från yt- och grundvatten måste sammantagat därmed ha varit liten. Som i alla projekt där man mäter små avlopp i fält är påverkan av annat externt vatten mycket svår att bedöma. Ett sätt att skatta detta är att mäta kloridhalten i utgående avloppsvatten. Det är inte gjort i detta projekt.

I studier där man är många personer inblandade i inventeringen och när detta dessutom sker över flera kommuner måste det vara en stor utmaning för projektledaren att säkerställa att man tillämpar samma metodik vid faktainsamlingen. Vi arbetade med två grupper som inventerade och trots en gemensam utbildningsperiod om knappt fyra veckor så var samordningsbehovet stort för att säkra att samma metodik tillämpades av alla vid insamlingen av data i fält.

Vi är mycket positiva till användandet av rör-

kamera. Tekniken är förhållandevis billig, den är enkel att tillämpa och man kan spara ner foton och filmer. Vår uppfattning är att tekniken ger mycket information kring status i rörsystemen varför krav bör ställas på att man skall kunna komma in i spridarröret via ventilationsröret.

Funktion bädd

97 % av de inventerade bäddarna kan antas ha en fungerande biologisk funktion. Detta trots att 39 % av bäddarna har konstaterade avvikelser. Tekniken är därmed både robust och har marginaler. Utifrån analysen av de prov som tagits kan markbäddar generellt i 97 % av fallen förväntas uppfylla gränsvärdet för organiskt material i HVMFS 2016:17 på 30 mg/l. Detta projekt kommer därmed till en helt annan slutsats än den författarna till rapporten om fosforfallor kommer till (Miljösamverkan Halland och Miljösamverkan Västra Götaland, 2016). I sammanhanget är det på sin plats att påpeka att en avvikelse inte med säkerhet innebär bristande funktion.

Dålig reningseffekt brukar hänga samman med felaktigheter i lokalisering, utförande och/eller belastning (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2009). Även detta projekt visar på att dimensionering och utförande är kritiskt för markbaserad rening. Figurerna 9 - 10 pekar sammantaget mot att den kommunala handläggningen har betydelse för hur den markbaserade anläggningen kommer att fungera. Arbetssättet med tillstånd, slutintyg och begreppet sakkunnig verkar påverka slutresultatet. Detta borde någon studera vidare.

Vidare borde kommuner och entreprenörer i samarbete etablera ett arbetssätt där man tillsammans fångar upp de vanligaste dimensioneringsfehlen. Kommuner bör överväga att införa stickprov på nybyggda anläggningar. Här skulle man kunna fånga upp den del grovt fusk men framförallt säkerställa att anläggningen är byggd enligt det kommunala tillståndet. Entreprenörerna får då en tidig återkoppling på avvikelser som måste åtgärdas. Kungsbacka kommun har skrivit en rapport som till del avhandlar behovet av tidiga inspektioner (Larsson m.fl. 2017).

Markbaserade anläggningars funktion har av

Sylwan m.fl. (2017) bedömts genom kontroll av nivån av vatten respektive slam i spridarrör. Nivån av vatten eller slam har enligt författarna i nästan alla fall bedömts genom att ventilationsröret och ev. brunnar besiktigats. Vi kommer till att detta inte är en fungerande metodik då hela spridarröret behöver inspekteras. För att kunna uttala sig om status i spridarröret måste man arbeta med rörkamera. Vidare så kan vi inte med hänvisning till den analys som Måns Thulin gjort konstatera några samband mellan status i spridarrör och funktion i bädden.

Sylwan m.fl. (2017) redovisar vidare att det uttrycks oro över funktionen hos anläggningar med moduler. Det finns ingenting i den analys som är gjord som pekar på att anläggningar med moduler skulle ha sämre funktion än konventionella anläggningar enligt AR 87:6. Vad gäller funktion i bädden kan vi heller inte finna några samband där det finns statistiskt stöd för att något typ av system eller särskilt fabrikat är bättre eller sämre än något annat.

Att det står vatten och/eller slam i spridarröret behöver inte innebära att man har problem med funktionen i bädden, d.v.s. med igensättning av bädden. Det kan vara så att spridarröret p.g.a. överbelastning är mer eller mindre fullt av vatten och/eller slam medan bädden inte visar några tecken på en anaerob miljö och därmed påföljande igensättning. Om man vid inspektion med rörkamera hittar stora mängder vatten och/eller slam i spridarröret så är en rimlig rekommendation att man först tar ut en spolbil och låter spola spridarröret. Efter några veckor kan man sedan inspektera anläggningen igen. Har problemet återkommit behöver anläggningen åtgärdas.

Funktion slamavskiljare

I 29 % av fallen i detta projekt har tillstånd beviljats för att fortsätta använda en befintlig slamavskiljare. Det får anses vara en mycket hög siffra. 7,2 % av dessa befintliga slamavskiljare har fallerat inom 3 – 10 år. Vidare kan man konstatera att fastighetsägarnas egenkontroll i dessa fall inte fungerar då man hittar flera slamavskiljare utan t – stycke. Den enkla lösningen på detta problem vore att sluta bevilja tillstånd för befintliga slamavskiljare. I

annat fall måste kommunen etablera ett arbetssätt så att de slamavskiljare som inte kan upprätthålla sin funktion löpande sorteras ur.

Det är viktigt att man beaktar metodik när man jämför projekt där man tagit prov på suspenderade ämnen ut från slamavskiljare. I detta projekt har vi tagit prov vid ett bestämt flöde. Elmfors m.fl. (2016) har inte gjort detta.

Utgående halter av suspenderade ämnen i detta projekt ligger i linje med vad som redovisas i AR 87:6 och i litteraturgenomgången av Elmfors m.fl. (2016). Ingen av de anläggningar som har utgående halt över 200 mg/l ligger nära slamtömning i den meningen att de skall tömmas inom en månad eller att de har tömts den senaste månaden. Ingen av dessa anläggningar dämmer i övre delen av systemet eller läcker från bädden. Ingen har heller stora mängder slam mellan slamavskiljare och spridarrör. Inget övrigt avviker för dessa anläggningar.

Enligt de mätningar på suspenderade ämnen som utförts i detta projekt finns inget stöd för att man riskerar få stora mängder partiklar som går ut från slamavskiljaren och som sedan ställer till det nedströms i anläggningen, det som i dagligt tal benämns slamflykt. Detta gäller vid normala flöden. Detta styrks av att anläggningarna i 98 % av fallen fungerar i den övre delen av systemet utifrån att det inte dämmer i slamavskiljare eller spridarrör. Detta ger då stöd för att avskiljningstestet i SS-EN 12566-1:2016 fungerar som avsett.

För att ytterligare försöka utreda om det finns ett samband mellan partiklar och dämning gjordes en fördjupning rörande funktionen hos slamavskiljarna. En extra enkät skickades ut i januari 2018 till de fastigheter som inventerades under sommaren (Wang, 2018). Wang sökte samband utifrån tecken på dämning i slamavskiljaren. 115 fastigheter svarade på enkäten. Wang kunde inte konstatera några samband mellan hushållets vanor och dämning i den övre delen av systemet. I sammanlagt 14 fall från inventeringen och enkäten noteras dock störningar som kan tolkas som att det är problem med att lagra slam. Detta verkar vara mer frekvent när man använder en fällningskemikalie för att reducera fosfor. Datat pekar därmed på att man skulle behöva titta på förmågan att lagra slam.

I 4 fall hittar studenterna stora mängder slam efter avskiljarna och detta kan inte i dessa fall kopplas till partikelhalten ut från slamavskiljarna. Även i Kungsbacka kommun har man noterat anläggningar med stora mängder slam (Larsson m.fl. 2017). Det finns inte tillräckligt med data i projektet för att kunna dra någon slutsats kring dessa fall med stora mängder slam. Men en hypotes är att fett orsakar de 4 fallen där vi har stora mängder slam.

Slamavskiljaren är dimensionerad för att avskilja fett genom att strömningsmönster och uppehållstid är sådana att vatten och fett skall separera och fett skall flyta upp till ytan och bilda en s k flytslammkaka i avskiljaren. Arbetsnamnet på det studenterna observerat får vara fettflykt och det är när fett fortsätter att gå vidare genom slamavskiljaren i emulsion med vatten. Fett i emulsion kan vi inte detektera genom att mäta suspenderade ämnen och det passar därmed in på vad vi observerat.

När emulsionen separerar så finns det gott om organiskt material som kan flockas på fettklumparna och vi får då det svarta eller rödbruna flytslammet. Emulsionen verkar kunna separera i hela kedjan från T – stycket via fördelnings- eller pumpbrunn, spridarrör eller kanske t o m när det kommit ner i bädden. Separerar det i bädden bryts fettet troligen ner som annat organiskt material. Troligen kan fenomenet variera över tid, d.v.s. ibland så separerar fett och vatten i slamavskiljaren, ibland nedströms i anläggningen. Om emulsionen separerar mellan T – stycket och spridarröret så kan det sluta med att anläggningen sätter igen och den behöver då spolås för att kunna fungera. Återkommer problemet måste anläggningen på något vis åtgärdas. Vi har 4 observationer av detta vilket är ett litet antal. Samtliga produktgrupper av slamavskiljare är representerade. Detta borde någon studera vidare.

En observation från studenterna är att även fördelnings- och pumpbrunn om möjligt bör slamugas i samband med ordinarie slamtömning.

Anläggningar som inte fungerar

Om vi lägger ihop de anläggningar som inte har förutsättningar att fungera, 10 stycken, och de som brister i funktion, 8 stycken, resulterar detta i 18

anläggningar som inte fungerar. Om vi i de fall där mer än en slamavskiljare hörde till en bädd räknar dessa slamavskiljare som en separat anläggning så inventerades 187 anläggningar. Ingen av de bäddar som hade fel hörde till mer än en slamavskiljare. Sammanlagt är antalet anläggningar som inte fungerar 18 av 187, d.v.s. 9,6 %.

Praktisk tillämpning och fortsatta studier

Vid inventering av små avlopp bör enkla och tillförlitliga metoder användas. Kriterier för kontroll av den biologiska funktionen hos markbaserad rening är lämpligtvis dämning och läckage. Vad gäller utrustning krävs en kraftig lampa, några handverktyg, t.ex. för att kunna lyfta tyngre brunnslock i betong och för att kunna lossa på skruvar och muttrar, en rörkamera och en kamera, en dunk med vatten samt hygien- och säkerhetsutrustning.

Provtagning av små avlopp innehåller många osäkerhetsmoment. Till den dag då våra myndigheter publicerat en skrift motsvarande NFS 2016:6 för små avlopp bör man vara restriktiv med provtagning som metod för att bedöma funktionen hos små avlopp.

I sammanhanget känns det lämpligt att nämna att den primära funktionen för små avlopp är att säkra ett tillräckligt hälsoskydd. Tyvärr har våra myndigheter ännu inte dryga 10 år efter att NFS 2006:7 gavs ut lyckats lägga fast gränsvärden för hälsoskydd. Frågan om ett tillräckligt hälsoskydd blir därmed svår att bedöma för det enskilda miljö- och hälsoskyddskontoret och man kan ställa sig frågan om detta inte leder till att prövningen av hälsoskyddet prioriteras ner på bekostnad av det kvantifierade miljöskyddet?

I prioritetsordning vore det intressant med fortsatta studier på följande områden:

- Kommunal handläggning – vilka processer och arbetsmetoder ger högsta kvalitetsnivå på en platsbyggd markbaserad reningsanläggning?
- Kompetens entreprenör – vad skall krävas för att man skall anses vara sakkunnig?
- Fettflykt – finns det ett konkret problem med att fett går vidare från slamavskiljare i emulsion med vatten och hur kan man lösa det?

- Slamlagringskapacitet – vilken storlek på slamavskiljare krävs vid kemfällning av fosfor?

Utvecklingsprojekt bör utföras under ledning av forskarutbildad personal med erfarenhet från ämnesområdet.

Slutsatser

- Förutsatt att anläggningar är rätt anlagda och inte överbelastade så är markbaserad rening en robust teknik med marginaler. Den provtagning av utgående avloppsvatten som gjorts visar att markbaserad rening i 97 % av fallen förväntas uppfylla de gränsvärden för organiskt material som är satta i HVMFS 2016:17.
- Huruvida en markbaserad reningsanläggning fungerar eller ej är inte teknikberoende i den meningen att ingående komponenter eller konstruktion fallerar. Däremot påverkas funktionen av utförandet och av den process som styr dimensioneringen.
- Utförande och dimensionering är kritiskt och det krävs för att lyckas en process där både kommun och entreprenör är delaktiga. 1 av 10 anläggningar fallerar p.g.a. brister i denna process.
- För markbaserad rening är det därför viktigt att fokusera tidiga skeden så anläggningarna har förutsättningar att fungera som avsett. Tidiga inspektionsbesök från kommunerna bedöms ha stor potential för att förändra nuvarande situation.
- Att bevilja tillstånd för att använda gamla slamavskiljare i nya anläggningar leder till att 7,2 % av just dessa anläggningar fallerar inom 10 år.
- Att döma ut en anläggning baserat på enbart status i ventilationsröret är inte en fungerande metod. Hela spridarröret måste besiktigas med rörkamera för att man skall ha tillräckligt med underlag för ett beslut.
- Om det dämmer i spridarröret så ventilation genom röret är förhindrad döm då inte ut anläggningen på enbart det kriteriet utan spola röret och genomför en ny besiktning inom några veckor. Återkommer problemet så måste anläggningen åtgärdas.

- Tekniken med rörkamera är förhållandevis billig och ger mycket information kring status i rörsystem.
- Det går inte att konstatera att partiklar, d.v.s. suspenderade ämnen går ut från slamavskiljare i sådan omfattning att det stör funktionen i efterföljande reningssteg, d.v.s. slamflykt i den meningen att partiklar går vidare kan inte konstateras.
- För att vid studier i fält kunna säkerställa att man har tillgång till tillräckligt med data kan

man behöva kvalificera ett många gånger större antal anläggningar. Tidigare genomförda studier stödjer denna slutsats. Därmed är det väsentligt att detta beaktas av både de som söker medel samt de som beviljar medel för projekt.

- Utifrån slutsatsen ovan och de svårigheter som finns med att samla in data i fält måste det vara samhällsekonomiskt rätt att söka verifiera förutsättningar för funktion i laboratoriemiljö för att därefter ge lämpliga parametrar för inventering i fält.

Referenser

- Elmfors, E., Sylwan, I. (2016) Tömning av slamavskiljare. Jämförande studie av heltömning, mobil avvattnings och deltömning. Avfall Sveriges Utvecklingsstiftelse, rapport 2016:12, 2016. ISSN 1103-4092. Hämtad: 4 maj 2018 från [https://www.avfall Sverige.se/kunskapsbanken/rapporter/rapportera/article/tomning-av-slamavskiljare-jamforande-studie-av-heltomning-mobil-avvattnings-och-deltomning/]
- Herrman L., Vidal, B., Hedström, A. (2017) Fosforfallor för små avlopp: Hur länge fungerar de och Bakteriutsläpp från små avlopp. Luleå Tekniska Universitet, 2017. Hämtad: 10 april 2018 från [https://www.havochvatten.se/hav/vagledning--lagar/vagledning/sma-avlopp/rapporter-och-dokument/rapporter/slutrapport-av-projekten-fosforfallor-for-sma-avlopp---hur-lange-fungerar-de-och-bakteriutslapp-fran-sma-avlopp.html]
- Havs- och vattenmyndigheten (2016) Havs- och vattenmyndighetens allmänna råd (HVMFS 2016:17) om små avloppsanläggningar för hushållspillvatten. Hämtad: 9 april 2018 från [https://www.havochvatten.se/hav/vagledning--lagar/foreskrifter/register-avlopp/sma-avloppsanordningar-for-hushallspillvatten-hvmfs-201617.html]
- Johannessen, E., Ovell, L., Schanke Eikum, A., Ek, M., Junestedt C. (2008) Funksjonskontroll av renseanlegg i spredt bebyggelse i Morsa-vassdraget, 2008. Hämtad: 14 maj 2018 från [http://morsa.org/download.php?f=http%3A%2F%2Fmorsa.org%2Fwp-content%2Fuploads%2F2012%2F09%2FFunksjonskontroll-av-reanseanlegg-i-spredt-bebyggelse-i-Morsa-vassdraget-2008.pdf]
- Johannessen, E., Schanke Eikum, A., Krogstad, T. (2011) Evaluering av prøvetakingsmetoder for renseanlegg i spredt bebyggelse, 2011. Hämtad: 15 maj 2018 från [http://morsa.org/rapporter/]
- Laak, R. (1986) Wastewater engineering - Design for unsewered areas. Technomic Publishing Company, Inc., Lancaster, PA, USA, 1986.
- Larsson C., Forsberg, B., Engström, T. (2017) Uppföljande kontroll av nya små avloppsanläggningar. Förvaltningen för Miljö och Hälsoskydd, Kungälv kommun, 2017. Hämtad: 7 maj 2018 från [https://www.kungälv.se/Kom-mun-och-politik/Kommunens-organisation/Forvaltningar/Miljo--Halsoskydd/Rapporter/Egna-rapporter/] Länsstyrelsen i Västra Götaland (2009) Markbaserad rening, En förstudie för bedömning av kunskapsläge och utvecklingsbehov. Rapport 2009:77. ISSN: 1403-168X. Hämtad: 10 april 2018 från [http://www.lansstyrelsen.se/VastraGotaland/Sv/publikationer/2009/Pages/2009_77.aspx].
- Länsstyrelsen i Västra Götaland (2009) Tillsyn på minireningsverk inklusive mätning av funktion. Rapport 2009:07. ISSN: 1403-168X. Hämtad: 10 april 2018 från [http://www.lansstyrelsen.se/VastraGotaland/Sv/publikationer/2009/Pages/2009_77.aspx].
- Miljösamverkan Halland och Miljösamverkan Västra Götaland (2016) Små Avlopp med Fosforfälla Del 1, Resultat från tillsyn och provtagning av små avlopp med fosforfälla. Hämtad: 9 april 2018 från [https://www.havochvatten.se/hav/vagledning--lagar/vagledning/sma-avlopp/rapporter-och-dokument/rapporter/sma-avlopp-med-fosforfalla.html]
- Naturvårdsverket (1990) Naturvårdsverkets Allmänna Råd 87:6, Små Avloppsanläggningar, hushållspillvatten från högst 5 hushåll. Naturvårdsverkets förlag, 1990. ISBN: 91-620-0022-5. ISSN: 0282-7271.
- Naturvårdsverket (1998) Markbäddars funktion: kontroll och utvärdering av markbäddar. Rapport 4895, 1998. ISBN 91-620-4895-3.
- Naturvårdsverket (2003) Små Avloppsanläggningar, hushållspillvatten från högst 5 hushåll. Faktablad 8147, 2003. Hämtad: 9 april 2019 från [https://www.havochvatten.se/hav/uppdrag--kontakt/publikationer/aldre-publikationer/publikationer-fran-naturvardsverket/2003-01-01-sma-avloppsanlaggningar-hushallspillvatten-fran-hogst-5-hushall.html]
- Naturvårdsverket (2006) Naturvårdsverkets allmänna råd [till 2 och 26 kap. miljöbalken och 12-14 och 19 §§ förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd] om små avloppsanordningar för hushållspillvatten. NFS 2006:7, 2006. ISSN: 1403-8234.

- Naturvårdsverket (2008) Små avloppsanläggningar, Handbok till allmänna råd. Naturvårdsverket, Handbok 2008:3, utgåva 1, 2008. Hämtad: 12 april 2018 från [https://www.havochvatten.se/hav/uppdrag--kontakt/publikationer/aldre-publikationer/publikationer-fran-naturvardsverket/2008-01-01-sma-avloppsanlaggningar--handbok-till-allmanna-rad.html].
- Naturvårdsverket (2012) Läget inom markbaserad avloppsvattenrening, Samlad kunskap kring reningstekniker för små och enskilda avlopp. Rapport 6484, 2012. Hämtad: 10 april 2018 från [https://www.havochvatten.se/hav/vagledning--lagar/vagledning/sma-avlopp/rapporter-och-dokument/rapporter/laget-inom-markbaserad-avloppsvattenrening.html]
- Naturvårdsverket (2016) Naturvårdsverkets föreskrifter om rening och kontroll av utsläpp av avloppsvatten från tätbebyggelse. NFS 2016:6, 2016. ISSN: 1403-8234.
- Nyberg, F., Pel, I. M. (1989) Infiltration of wastewater in a newly started pilot sand-filter system: I. Reduction of organic matter and phosphorus, II. Development and distribution of the bacterial populations, III. Transformation of nitrogen. *Journal of Environmental Quality*, vol.18, no. 4, October-December, 1989.
- Siegrist, R.L., Tyler, E.J., Jenson, P.D. (2000) Design and Performance of Onsite Wastewater Soil Absorption Systems. Hämtad: 12 april 2018 från [https://www.sswm.info/node/3881].
- SMED (2015) Uppdatering av kunskapsläget och statistik för små avloppsanläggningar. Svenska MiljöEmissionsData, SMED rapport 166, 2015. Hämtad: 12 april 2018 från [http://www.smed.se/vatten/rapporter/rapportserie-smed]
- SS-EN 12566-1:2016 (2016) Avlopp – Reningsanläggningar upp till 50 pe – Del 1: Fabriksstillverkade slamavskiljare. Hämtad: 4 maj 2018 från [https://www.sis.se/produkter/miljo-och-halsoskydd-sakerhet/vattenkvalitet/avloppsvatten/ssen1256612016/]
- Statens Naturvårdsverk (1990) Kungörelse med föreskrifter om kontroll av vatten vid ackrediterade laboratorier m.m. Statens Naturvårdsverks författningssamling, SNFS 1990:11 MS:29, 1990. ISSN: 0347-5301. Hämtad: 10 april 2018 från [https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Rattsinformation/Foreskrifter-allmanna-rad/NFS/1990/SNFS-199011---Kontroll-av-vatten-vid-ackrediterade-laboratorier/].
- Sylwan, I., Ulinder, E., Eveborn, D., Eriksson, B. (2017) Funktion hos markbaserade reningsanläggningar i fält. RISE – Research Institutes of Sweden, 2017. Hämtad: 9 april 2018 från [https://www.havochvatten.se/hav/vagledning--lagar/vagledning/sma-avlopp/rapporter-och-dokument/rapporter/funktion-hos-markbaserade-reningsanlaggningar-i-falt.html].
- Thulin, M. (2018) Små avlopp i Knivsta, Sigtuna och Uppsala – statistisk analys. Statistikkonsult.com, 2018.
- Wang, V. (2018) Markbaserad rening: En studie av små avlopp i Sigtuna, Knivsta och Uppsala kommun sommaren 2017 – generell datapresentation och fördjupning med avseende på slamavskiljare. Projektarbete i miljö- och vattenteknik, Institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet.