

Funktion hos markbaserade re- ningsanläggningar i fält

Ida Sylwan, Elin Ulinder, David Eveborn, Björn Eriksson



Funktion hos markbaserade reningsanläggningar i fält

Ida Sylwan, Elin Ulinder, David Eveborn, Björn Eriksson

Ett projekt finansierat av Havs- och vattenmyndigheten

Innehåll

Förord.....	5
Sammanfattning	6
1 Inledning.....	7
1.1 Syfte.....	7
1.2 Mål.....	8
1.3 Definitioner som används i rapporten	8
1.4 Avgränsningar	10
2 Bakgrund	11
2.1 Tekniska principer för markbaserad rening.....	11
2.1.1 Fosforavlastning eller fosforrening	13
2.1.2 Biomoduler/kompaktfilter	13
2.1.3 Pumpbeskickning och upplyfta bäddar	15
2.2 Förväntad reningseffekt i en väl fungerande anläggning	15
2.2.1 Organiskt material	15
2.2.2 Smittämnen	15
2.2.3 Fosfor	15
2.2.4 Förutsättningar för väl fungerande anläggningar	16
2.3 Tidigare fältinventeringar	17
2.3.1 Undersökning av markbaserade anläggningar kombinerade med fosforfilter	17
2.3.2 Tillsyn av nyare markbaserade anläggningar.....	18
2.3.3 Hur stor avskiljning bör förväntas i slamavskiljare?.....	18
2.4 Nordiska erfarenheter	19
2.4.1 Tekniska anvisningar i Norge	20
2.4.2 Tekniska anvisningar i Danmark	20
3 Genomförande	21
4 Resultat och diskussion	22
4.1 Erfarenheter från branschen	22
4.1.1 Gräventreprenörer	22
4.1.2 Tillverkare	24
4.2 Data från inventeringarna	25
4.2.1 Anläggningarnas läge.....	25
4.2.2 Spridningslager	25
4.2.3 Filtermaterial	25
4.2.4 Anläggningarnas utformning jämfört med praxis	27
4.2.5 Anläggningarnas status	28
4.2.6 Grundvattennivå.....	34

4.2.7	Statistiska samband mellan felfrekvens och faktorer som antas kunna påverka anläggningarnas funktion	38
4.3	Vad krävs för att bedöma markbaserade anläggningar	41
4.4	Att tänka på inför kommande projekt.....	41
5	Slutsatser	43
6	Referenser.....	46

Förord

Följande rapport utgör redovisning av projektet ”Funktion hos markbaserade reningsanläggningar i fält” som har utförts av RISE Jordbruk och livsmedel (tidigare JTI – Institutet för jordbruk- och miljöteknik) och VA-guiden. Projektet har finansierats genom anslag 1:11 åtgärder för havs- och vattenmiljö från Havs- och vattenmyndigheten. Ida Sylwan, tidigare RISE Jordbruk och livsmedel, har varit projektledare och Elin Ulinder, RISE Jordbruk och livsmedel, David Eveborn, tidigare RISE Jordbruk och livsmedel, och Björn Eriksson, VA-guiden, har varit med och utfört projektet.

Författarna vill rikta ett stort tack till alla kommuner som deltagit under inventeringen av markbaserade anläggningar: Kungsbacka kommun, Bollnäs kommun, Miljöförbundet Blekinge Väst, Vara kommun, Herrljunga kommun, Marks kommun, Lilla Edets kommun, Svenljunga kommun, Hörby kommun, Södertälje kommun och Värnamo kommun. Vi vill tacka både för det stora praktiska arbete som ni har lagt ner under inventeringarna och för de förbättringsförslag som ni har kommit med under projektets gång.

Uppsala i april 2017

Gustav Rogstrand

Sektionschef, sektionen för process- och miljöteknik,
RISE Jordbruk och livsmedel

Sammanfattning

Markbaserade anläggningar är en enkel och robust teknik för rening av avloppsvatten. Det har dock på senare tid kommit indikationer från flera håll att det är många markbaserade avloppsanläggningar som inte fungerar som avsett. Det blir därför viktigt att identifiera vad det är som gör att markbaserade anläggningar inte fungerar som de ska och vad som kan göras för att förbättra situationen.

Projektets mål var att:

- undersöka hur vanligt det är att funktionsproblem förekommer i markbaserade avloppsreningsanläggningar,
- ta fram kunskap om vilka typer av funktionsproblem som förekommer,
- föreslå åtgärder för att minska förekomsten av dessa.

Studien har utförts genom inventering av 101 anläggningar i elva olika kommuner i Sverige. Under inventeringen har man bland annat studerat: vattennivå i spridningsrör, fördelningsbrunn och slamavskiljare; slamförekomst i spridarrör och fördelningsbrunn; anläggningens läge (höjdvariationer); grundvattennivåer; hur filtermaterialet hade bedömts; om spridarlagret var tvättat eller ej; om bäddens yta stämde med uppgifterna i tillståndet; fördelning av vatten mellan spridningsrör, samt om luftningen fungerade som den ska. I projektet ingick även kompletterande intervjuer med entreprenörer och tillverkare samt ett dialogmöte under vilket synpunkter från i huvudsak miljöinspektörer har hämtats in.

Resultatet tyder på att relativt många anläggningar (15 %) kan ha problem med mycket höga nivåer i spridarrören, vilket skulle kunna tyda på igensättningsproblem eller sättningar i bäddmaterialet. Det är dock inte givet att hög nivå i spridarrören måste betyda att anläggningen inte fungerar som den ska. Studien indikerade att risken för hög nivå i spridarrören minskar om fördelningen av avloppsvatten är jämn mellan de olika spridarrören; om spridarlagret är tvättat; om filtermaterialet har bedömts via en faktisk mätning (t.ex. via kornstorlekskurva eller permeabilitetstest) samt om fördelningsbrunnen inte innehåller stora mängder flytslam. Vad gäller grundvattennivåer så finns en stor osäkerhet i bedömningen av hur många anläggningar som inte uppfyller kraven på skyddsavståndet en meter till högsta grundvattenyta. Studien indikerar dock att minst åtta av anläggningarna (10 %) har ett avstånd på mindre än 1 meter och är därmed bristfälliga. En synpunkt från många kommuner som deltog i studiens dialogmöte var att grundvattenrör är viktigt för att kunna bedöma grundvattennivå och anläggningens funktion.

1 Inledning

De flesta små avloppsanläggningar i Sverige är ”markbaserade”, i form av markbäddar och infiltrationer. Ca 30 % uppskattas vara infiltrationer och 14 % markbäddar (SMED, 2015). I denna statistik inkluderas även markbaserad rening som innehåller så kallade biomoduler, vilka blir allt vanligare enligt erfarenhet från teknikleverantörer. Det finns ingen nationell statistik över hur vanligt det är att biomoduler ingår i markbaserade reningsanläggningar. För att få en ungefärlig uppfattning kan dock statistik hämtas från enskilda kommuner – i Kungsbacka var exempelvis 6 % av samtliga anläggningar som installerats mellan 2010 och 2015 markbaserade anläggningar med biomoduler. En mindre andel markbäddar kombineras enligt nationell statistik också med fosforfällning, ca 2 %.

Det har på senare tid kommit indikationer från flera håll på att många markbaserade avloppsanläggningar inte fungerar som avsett. Enligt information från Anna Werner på Villaägarna rapporterar många av deras medlemmar att deras markbäddar och infiltrationer sätter igen. En entreprenör och projektör som enligt uppgift inventerat över 1000 anläggningar i tre kommuner söder om Stockholm menar att slamflykt är vanligt förekommande och kan påverka efterföljande rening. Resultat från ett tillsynsprojekt utfört i Trollhättan under 2015 visade att ca 60 % av de fosforfilter som undersöktes hade betydande funktionsproblem, som oftast kunde knytas till den föregående reningens (ofta en markbaserad anläggning) funktion. Liknande slutsatser dras från HaV-projektet ”Enskilda avlopp – fosforfällor”. Man har efter dessa projekt uttryckt att det finns ett behov av att identifiera problem, gruppera dem och undersöka omfattningen.

De funktionsproblem som rapporterats kan ha flera tänkbara orsaker, som exempelvis brister vid projektering eller byggnation, bristande avskiljning i föregående reningssteg (slamavskiljaren), att belastningen inte överensstämmer med dimensionering eller att skötseln brister.

Det finns sammanfattningsvis ett behov av att utreda karaktären och omfattningen av de funktionsproblem som uppstår vid markbaserade avloppsanläggningar. Genom att sammanställa troliga underliggande orsaker som funktionsproblemen kan bero på kan även slutsatser dras gällande hur de kan undvikas.

1.1 Syfte

Projektets syfte är att ge ökad kunskap för centrala och kommunala myndigheter samt entreprenörer, leverantörer och projektörer – för att på sikt öka kvaliteten i de avloppsanläggningar som anläggs. Detta är till nytta för fastighetsägare och ur ett miljö- och hälsoskyddsperspektiv.

1.2 Mål

Projektets mål är att:

- i. undersöka hur vanligt det är att funktionsproblem förekommer i markbaserade avloppsreningsanläggningar,
- ii. ta fram kunskap om vilka typer av funktionsproblem som förekommer,
- iii. föreslå åtgärder för att minska förekomsten av dessa.

Projektet avser inte att utvärdera långsiktig livslängd hos markbaserad reningsteknik. Fokus kommer därför att ligga på anläggningar som är anlagda från 2010 och senare.

1.3 Definitioner som används i rapporten

Definitionerna nedan gäller specifikt för denna rapport. Definitionerna har delvis hämtats från Avfall Sverige, Rapport U2014:15 (2014) och Ridderstolpe (2009).

<i>BDT-vatten</i>	Bad-, disk- och tvättvatten.
<i>Biomodul/kompaktfilter</i>	En, ofta förtillverkad, komponent med en struktur som ofta uppges ge god syresättning. Placeras ofta direkt efter spridarrören och följs ofta av ett lager markmaterial.
<i>D10</i>	Ett mått på kornstorlek hos t.ex. ett markmaterial som definieras som maskvidden på den sil som släpper igenom 10 % av materialets vikt (kornen kan då antas ha en diameter på D10 och mindre).
<i>Filtermaterial</i>	Det material i den markbaserade anläggningen som står för själva reningen av avloppsvattnet. Traditionellt sett används natursand med kornstorlek 0–8 mm.
<i>Heltömning</i>	Tömningsmetodik där hela innehållet slamavskiljaren sugas upp och forslas bort (traditionellt vanligast).
<i>Infiltrationsanläggning</i>	Markbaserad anläggning där avloppsvatten renas genom att passera ett marklager ner till grundvattenytan.
<i>Klosettwater</i>	Toalettavloppsvatten.
<i>LTAR</i>	Long Term Acceptance Rate. En metod för att ge ett mått på den långsiktiga vattengenomsläppligheten efter att bädden belastats med avloppsvatten så pass länge att vattengenomsläppligheten nått ett stabilt värde. Metoden bygger på empiriska samband.
<i>Markbaserad rening</i>	Avloppsanläggningar där rening som sker genom ett markbaserat filtermaterial.
<i>Markbädd</i>	Markbaserad anläggning där avloppsvatten renas genom att passera ett markmaterial, ofta externt naturgrus eller bergkross, för att sedan samlas upp och föras till lämplig ytvattenrecipient. Markbädden kan vara mer

eller mindre tät. Är den inte helt tät sker viss diffus avledning till grundvattnet.

<i>Minireningsverk</i>	Minireningsverk är små avloppsreningsanläggningar för att behandla avloppsvatten från ett eller ett fåtal hushåll. Uppbyggnaden varierar. Här avses reningsanläggningar som är inneslutna i tank och kombinerar mekaniska, kemiska och biologiska reningssteg.
<i>Mobil avvattning</i>	Tömningsmetodik där innehållet i en slamavskiljare sugas upp och separeras genom avvattning i en slambil. Den flytande fasen förs sen tillbaka till slamavskiljaren medan den ”fasta” fasen transporteras bort.
<i>Slamavskiljare</i>	En eller flera tankar som avloppsvattnet från ett hushåll (klosettwater och/eller BDT-vatten) passerar för att fasta och uppslammade partiklar ska kunna sedimentera. Tillämpas normalt som ett första reningssteg innan vattenfasen går vidare till efterföljande rening, som kan vara markbaserad. Slam behöver transporteras bort (tömmas) regelbundet.
<i>Sluten tank</i>	Tank utan utlopp i vilken avloppsvatten samlas upp (klosettwater och BDT-vatten eller enbart klosettwater). Hela innehållet behöver transporteras bort (tömmas) regelbundet.
<i>Små avloppsanläggningar</i>	Avlopp dimensionerade för upp till 200 personer (där belastningen kommer från hushåll).
<i>Spridningslager/ fördelningslager</i>	Lager av grövre markmaterial makadam/singel som placeras kring spridarröret.
<i>Spridarrör/ luftningsrör</i>	Rör för spridning av avloppsvatten och luftning av anläggningen.
<i>Uppsamlingslager</i>	Lager av grövre markmaterial makadam/singel som placeras kring uppsamlingsröret.
<i>Uppsamlingsrör</i>	Rör för uppsamling av avloppsvatten efter rening i markbädden.

1.4 Avgränsningar

Projektet inkluderar enbart anläggningar som i någon grad innefattar filtrering genom markmaterial. Lösningar som är inneslutna i tank, exempelvis minireningsverk eller så kallad ”markbädd på burk” omfattas inte. Anläggningar som är delvis baserade på rening i tank, t.ex. en slamavskiljare med kemfällning som kombinerats med en markbädd har inkluderats i projektet.

Inom projektet har inga avloppsvattenprover tagits ut. Fokus är istället den hydrauliska funktionen hos markbaserade anläggningar. Anledningen att denna avgränsning gjorts är att vi menar att första steget är att utreda om en anläggning fungerar hydrauliskt på det sätt som den ska. Det är grunden för att anta att den också uppnår en reningseffekt som överensstämmer med den forskning som ligger till grund för hur anläggningar traditionellt utformas. Om en anläggning inte fungerar hydrauliskt så har den sannolikt en lägre reningsgrad, det behöver dock inte alltid betyda att utsläppet påverkar miljön negativt. Det omvända gäller också, en anläggning som ser ut att fungera hydrauliskt är inte alltid en garanti för att reningen fungerar väl – den kan t.ex. vara felbyggd så att avloppsvattnet tar ”genvägar” genom bädden.

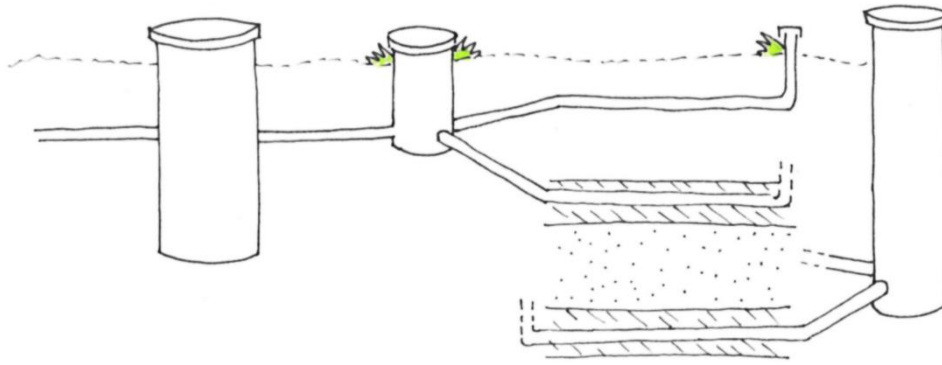
2 Bakgrund

2.1 Tekniska principer för markbaserad rening

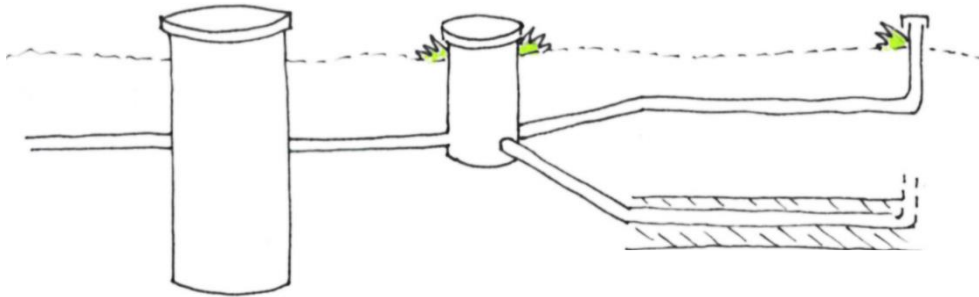
Markbaserad rening introducerades i Sverige under 70- och 80-talet (Länsstyrelsen i Västra Götalands län, 2009). År 1987 publicerade Naturvårdsverket allmänna råd; ”Små avloppsanläggningar – Hushållspillvatten från högst 5 hushåll” (AR 87:6) som utgjorde en vägledning gällande planering, dimensionering och utformning av små avloppsanläggningar. De tekniska lösningar som beskrivs är dock begränsade till den teknik som förespråkades vid den tiden (markbäddar och infiltrationsanläggningar). Senare (2003) upphävde Naturvårdsverket dessa allmänna råd, men publicerade istället delar av det tekniska innehållet från de tidigare allmänna råden online (Naturvårdsverket, 2003). Dessa tekniska underlag tillämpas ännu idag av entreprenörer som bygger små avlopp, av myndigheter och av projektörer då flera aktörer fortfarande hänvisar till dessa, exempelvis Havs- och vattenmyndigheten (via sin hemsida) och Maskinentreprenörerna (vid deras diplomutbildningar för entreprenörer).

Markbäddar och infiltrationsanläggningar är två lösningar som brukar definieras som markbaserad rening, principerna för dessa beskrivs i figur 1 och 2. Det saknas dock entydiga definitioner av de tekniska lösningar som innefattas av begreppet markbaserad rening idag. Skälet är att medan teknisk vägledning från 1987 fortfarande tillämpas så har nya tekniska principer tillkommit.

Markbäddar och infiltrationsanläggningar är uppbyggda enligt liknande principer – avloppsvattnet fördelas i ett lager med grövre material (spridarlagret) för att sedan filtreras genom finare sandmaterial, som kan utgöras av det markmaterial som ursprungligen fanns på platsen eller material som forslats dit specifikt för detta syfte. I detta projekt har vi valt att benämna detta ”filtermaterial”. I en markbädd samlas hela eller delar av flödet (beroende på genomsläppligheten i underliggande mark) till sist upp i ett rör som ligger i ett grövre material motsvarande spridarlagret (uppsamlingslagret). Markbäddar kan vid känslig lokalisering vara byggda med ett tätskikt i botten som förhindrar att avloppsvatten tränger ner i marken under bädden. I en infiltrationsanläggning saknas uppsamlingsrör och tillhörande gruslager eftersom vattnet är avsett att tränga ner i den underliggande marken.



Figur 1. Klassisk utformning av markbädd (schematisk skiss), där recipienten beroende på genomsläpplighet i underliggande markmaterial är ytvatten och/eller yt- och grundvattnen (baserat på Naturvårdsverket, 2003).



Figur 2. Klassisk utformning av infiltrationsanläggning (schematisk skiss), där recipienten är grundvatten (baserat på Naturvårdsverket, 2003).

Gränsdragningen mellan vad som ska klassas som en markbädd respektive en infiltrationsanläggning kan ibland vara otydlig, t.ex. finns fall där man bygger en förstärkt infiltrationsanläggning och alltså transporterar filtermaterial till platsen (på liknande sätt som för en markbädd). Skälet till detta kan vara att det lokala markmaterialet är antingen för fint eller för grovt för att vara lämpligt som filtermaterial. Det finns också fall där entreprenören lagt en dränering i närheten av bädden för att motverka att grundvatten pressas upp i bädden, men en sådan dränering kan också beroende på flödesriktningar i marken utgöra en uppsamling för renat avloppsvatten (och därmed göra att anläggningen principiellt mer liknar en markbädd).

En viktig grundpelare för byggnation av markbaserade reningsanläggningar enligt svensk praxis är att avståndet från spridarrör till grundvatten ska vara minst 1 meter. Enligt Länsstyrelsen i Västra Götalands län (2009) är en typisk markbaserad anläggning i Sverige ”uppbyggd med självfall, trekammarbrunn och spridning av vatten via en fördelningsbrunn och två fördelningsledningar”. Idag kan anläggningar se ut på andra sätt. En markbaserad anläggning kan exempelvis kombineras med fosforavlastning/rening. En anläggning kan också vara byggd enligt liknande principer som en infiltrationsanläggning eller markbädd, men vara uppbyggd med så kallade biomoduler/kompaktfilter. Andra exempel på teknikvarianter är att det finns anläggningar med pump som assisterar beskickningen. Förståelse för dessa

variationer i teknisk uppbyggnad av markbaserade reningstekniker är en viktig förutsättning för att förstå de funktionsvariationer/brister som kan uppstå.

2.1.1 Fosforavlastning eller fosforrening

I vissa markbaserade avloppsanläggningar finns ett särskilt reningssteg som syftar till att avskilja fosfor ur avloppsvattnet. Det sker då antingen genom kemisk fällning i slamavskiljaren, alltså före det markbaserade reningssteget, eller i ett så kallat fosforfilter som normalt installeras efter det markbaserade reningssteget.

Vid kemisk fällning doseras en fällningskemikalie, antingen i ledningssystemet från fastigheten, i en separat brunn eller direkt i slamavskiljaren. Kemisk fällning anses leda till ökade slamvolymmer, och kan därför vara skäl till att välja en slamavskiljare med större slamlagringsvolym eller om så inte skett att förkorta tömningsintervallet för anläggningen (praxis för slamtömningsintervall i Sverige är att tömning utförs en gång per år vid markbaserade reningsanläggningar). Det finns hypoteser om att kemisk fällning skulle kunna påverka reningen i den efterföljande bädden, genom risker för igensättning vid slamflykt eller påverkan på mikrobiologin av förändrade fosforhalter och pH-värden (Palm m.fl., 2011).

Fosforfilter är en lösning som blivit vanligare på senare år. Principen är att vattnet filtreras genom ett kalciumhaltigt material. Idag finns såvitt vi känner till enbart ett etablerat fabrikat på marknaden (som dock säljs i tankar från olika leverantörer). Eftersom fosforfilter installeras efter en bädd så bör det inte påverka bäddens funktion. Det skulle dock hypotetiskt kunna vara negativt för den mikrobiella processen i bädden om blockeringar och återflöden från fosforfiltret (felaktigt) uppstår eftersom vätska från ett sådant filter kan ha mycket högt pH.

Fosforavlastning kan även ske genom att toalettavlopp (klosettavloppsvatten) eller urin samlas upp separat och forslas bort/ används som gödning lokalt.

2.1.2 Biomoduler/kompaktfilter

Det finns olika varianter av så kallade biomoduler/kompaktfilter. Vissa är avsedda att enbart ersätta spridarlagret i en bädd, medan andra är avsedda att vara bärare för påväxt av de mikroorganismer som är aktiva i reningen av avloppsvattnet.

Biomoduler som är uppbyggda av så kallade BIO-BLOK (EXPO-NET, 2016-10-18) används exempelvis av tillverkarna BAGA, Uponor, Kenrex och Terana. BIO-BLOK är ett produktnamn. Figur 3 visar hur produkten kan se ut i samband med anläggandet av en bädd. Läggningsanvisningarna för att bygga upp en bädd med användning av denna produkt som biomodul skiljer sig åt mellan tillverkarna/leverantörerna – det finns skillnader gällande vilken höjd modulerna ska ha, vilken mäktighet underliggande filtermaterial ska ha, samt vilken yta bädden ska ha.



Figur 3. Bädd som byggts upp av biomoduler av typen BIO-BLOK (fotografi: Maria Hübinette).

FANN VA-teknik och Wavin säljer biomoduler som är konstruerade med veckad fiberduk/textilduk. Pipelife säljer moduler som är tillverkade av polystyren och är avsedda att användas som ersättning för spridarlagret i en bädd.

Ett flertal argument har lyfts fram för att använda sig av biomoduler, bland annat att skapa större yta för påväxt av mikroorganismer i bädden, att öka tillströmningen av syre (för att försörja dessa mikroorganismer) samt att jämna ut flöden (Länsstyrelsen i Västra Götalands län, 2009). Som försäljningsargument har flera tillverkare också lyft fram möjligheten att minska både total yta och mäktighet på bädden vid användning av biomoduler (vilket kan ge ekonomiska fördelar). Biomoduler av olika slag har tillämpats under ett flertal år, men är dock inte lika beprövade som konventionella markbäddar och infiltrationsanläggningar. De omfattas inte heller av europeisk standard (om de inte innesluts i en tank tillsammans med andra förtillverkade komponenter), vilket gör att till skillnad från andra nya lösningar så ställs inga skarpa krav på verifiering av funktionen hos nya fabrikat av biomoduler som kommer ut på marknaden¹.

Det finns studier där mätningar på biomoduler av olika slag ingått, bl.a. en finsk studie där mätningar gjorts på biomoduler från FANN, så kallade IN DRÄN, samt ett kassetfilter från Pipelife. Dessa bedömdes generellt klara krav på rening av organiskt material (<30 mg BOD/l), medan mätning av smittämnen visade att halterna *E. coli* i de flesta fall inte uppnådde badvattenkvalitet (för inlandsvatten 1000 cfu/100 ml) (Matikka m.fl., 2012; HVMFS 2012:14). Filtrens dimensioner (yta och mäktighet) framgår inte tydligt av rapporten. I en annan studie mättes BOD- och fosforavskiljning i en bädd med moduler/filterkassetter från Pipelife (Septic Compact II). Under modulerna fanns 80 cm naturgrus (kornstorlek 2–8 mm) som filtermaterial. Bädrens totala yta framgår inte. BOD-reningen var även i dessa mätningar hög (>90%) medan fosforavskiljningen uppmättes till 45 % (det inkommande avloppsvattnet innehöll 1,74 mg tot-P/l) (Ejhed m.fl., 2012). Den långsiktiga hydrauliska kapaciteten utvärderades inte hos dessa bäddar.

¹ Produkter som omfattas av europeisk standard måste provas av oberoende part och CE-märkas innan de får säljas i Europa. För små avloppsanläggningar finns standardserien EN 12566, som omfattar exempelvis minireningsverk, kemfällning i tank och fosforfilter.

2.1.3 Pumpbeskickning och upplyfta bäddar

Vid pumpbeskickning finns en pump installerad för att förflytta avloppsvattnet antingen från slamavskiljare till fördelningsbrunn (som sen fördelar avloppsvatten till själva bädden med självfall), eller från fördelningsbrunn direkt in i bädden (det vill säga med trycksatta spridarrör).

Pumpbeskickning krävs ofta om bädden är upplyft/upphöjd, det vill säga placerad ovanför ursprunglig marknivå. Skälet för att bygga en upplyft/upphöjd bädd är att undvika att avståndet till grundvatten blir för litet. En upphöjd bädd är dock inte någon helt hundra procentig garanti eftersom grundvattennivån kan höjas vid stora tillflöden av avloppsvatten till marken.

2.2 Förväntad reningseffekt i en väl fungerande anläggning

I markbaserade anläggningar sker rening genom biologiska processer, kemiska processer och genom mekanisk fastläggning. Organiskt material, smittämnen och kväve renas till stor del av biologiska processer medan fosfor främst renas genom kemiska processer. Mekanisk fastläggning står för avskiljning av partikulärt material från avloppsvattnet.

Den biologiska nedbrytningen sker främst i närheten av markbäddens infiltrationsyta, i den så kallade biohuden. Biohuden består bland annat av organiskt material, mikroorganismer samt de produkter som bildas efter mikroorganisernas nedbrytning (Laak, 1986). Biohuden börjar byggas upp när ett markmaterial belastas med avloppsvatten, och når så småningom en jämvikt mellan uppbyggnad och nedbrytning (Laak, 1986).

2.2.1 Organiskt material

Väl fungerande markbaserade anläggningar har generellt hög reningseffekt av BOD, 90–99 % enligt Naturvårdsverket (2003) och 85–97 % enligt Palm m.fl. (2002). Enligt Naturvårdsverket (2003) kan en hög och stabil reningseffekt antas vara uppnådd redan efter en vecka. En studie från Elmefors & Ljung (2013) tyder också på detta, oavsett om naturgrus eller bergkross används som filtermaterial.

2.2.2 Smittämnen

En välfungerande markbaserad anläggning uppnår i regel en god smittoreduktion av avloppsvatten (Palm m.fl. 2002, Ridderstolpe, 2009, Siegrist m.fl. 2000, Palm m.fl. 2011). Elmefors & Ljung (2013) visade att halten bakterier (*Escherichia coli*, *Intestinala entrekokcker* och *Koliforma bakterier*) låg under högsta tillåtna värden för badvatten redan efter tre veckors drift. Detta gällde såväl när naturgrus som bergkross användes som filtermaterial. Dock tog det sedan längre tid för reningen att uppnå en hög och stabil nivå i bergkross än i naturgrus.

2.2.3 Fosfor

Enligt Naturvårdsverket (2003) är fosforreningen 60–80 % i en välfungerande infiltrationsanläggning och 25–50 % i en välfungerande markbädd. Enligt Palm m.fl. (2002) ligger fosforreduktionen i en infiltrationsanläggning på 25–100 %.

Den kemiska fastläggningen varierar mycket beroende på filtermaterialets egenskaper (Eveborn m.fl. 2012). Enligt en studie från USA kan stor total yta av ytbeläggningar av järn, aluminium och kisel vara betydande för fosforinbindningen (Arai & Livi, 2012). En studie från Eveborn m.fl. (2012) visade att god tillgång på löst aluminium och respektive aluminium(hydr)oxidtor och ett pH-värde mellan 4 och 5 verkar kunna påverka fosforfastläggningen positivt under svenska förhållanden. Studien från Eveborn m.fl. (2012) tyder också på att fosfor som bundits till ett filtermaterial kan lakas ut igen, åtminstone om filtermaterialet belastas med vatten som har mycket låga fosforkoncentrationer. Kolonnförsök med naturgrus respektive bergkross tyder på att bergkrossmaterialet hade en lägre fosforinbindning än naturgruset (Eveborn m.fl., 2012).

2.2.4 Förutsättningar för väl fungerande anläggningar

För att en markbaserad anläggning ska vara välfungerande krävs att den är rätt lokaliserad, uppbyggd och belastad. Enligt rekommendationerna i Naturvårdsverket (2003) ska skyddsavståndet mellan infiltrationsyta och högsta grundvattenyta inte understiga 1 meter för infiltrationsanläggningar medan markbäddens filtermaterial ska ha en tjocklek på minst 80 cm.

Att den (vatten)omättade zonen är tillräckligt tjock är viktigt för att reningen ska fungera så bra som förväntat. Bakteriereningen är betydligt mer effektiv i den omättade zonen än under vattenmättade förhållanden. Bakterier kan färdas betydligt längre sträckor under vattenmättade förhållanden (Siegrist m.fl., 2000). Det är också troligt att fosforeringen fungerar bättre under omättade än under vattenmättade förhållanden.

Avloppsvattnets innehåll kan också påverka reningseffektiviteten. Ett vatten med låg fosforhalt kan t.ex. bidra till mindre procentuell reduktion hos fosfor eftersom det blir svårare för fosfor att bindas till filtermaterialet och samtidigt lättare att fosfor lakas ut ur filtermaterialet. Järnhaltigt vatten kan eventuellt leda till att utfällningar lättare bildas.

Teoretiskt sätt så är den tillgängliga ytan för påväxt av mikroorganismer som regel större i ett sandfilter än i en biomodul eftersom många små korn ger en mycket stor yta. Biomoduler har alltså inte en större yta jämfört med ett sandfilter, dock skulle en högre syretillströmning kunna bidra till att den biologiska nedbrytningen blir effektivare.

Mått på vattengenomsläpplighet

För att ett markmaterial (befintligt material eller extern sand) ska vara ett bra filtermaterial krävs att materialet har en lagom stor vattengenomsläpplighetsförmåga. Är vattengenomsläppligheten för låg finns det risk att vattnet ansamlas på ytan varpå det kan hända att orenat avloppsvatten bräddas från anläggningen och/eller att syrebrist uppstår i bädden. Är vattengenomsläppligheten för stor så kanske vattnet hinner passera filtermaterial så snabbt att det inte hinner renas ordentligt. För att kontrollera att ett markmaterial har lagom vattengenomsläpplighet bör mätningar av kornstorleksegenskaper och/eller vattengenomsläpplighetsmätning genomföras. Kornstorleksfördelning är ett mått på vilka kornstorlekar som finns i materialet och hur stor andel (i viktprocent) olika storlekar utgör av materialet som helhet. Kornstorleksfördelning är ett enkelt och kvalitetssäkert sätt att uppskatta ett markmaterials vattengenomsläpplighetsegenskaper (Elmefors, Eveborn & Tuveesson, 2016). Kornstorleksfördelningen bör hålla sig inom vissa definierade gränser (Naturvårdsverket, 2003). Dessa gränser bygger på empirisk forskning som baseras på naturgrus/naturmaterial. I ett informationsblad från Elmefors m.fl., 2016 finns även rekommenderade gränser för bergkross. Olika mätningar av vattengenomsläpplighet är också ett sätt att uppskatta den faktiska vattengenomsläppligheten i ett material. Generellt sett så kan det dock vara svårt att göra vattengenomsläpplighetsmätningar representativa – mätningar i perkolationsrör med endast små mängder material kan t.ex. kräva många mätningar för att ge ett representativt underlag och mätningar i provgrop kan påverkas av vattenförhållanden i marken och av horisontell transport av vatten vid mätningen. Vattengenomsläpplighetsmätningar med rent vatten i ”obelastat” material ger ett mått på vattengenomsläppligheten i ett markmaterial innan det belastas av avloppsvatten. Vid användning av perkolationstest finns en metod för beräkning av Long Term Acceptance Rate (LTAR) som är ett mått på den långsiktiga vattengenomsläpplighetsmätningen efter att bädden belastats med avloppsvatten så pass länge att ett stabilt värde uppnåtts. Metoden bygger på empiriska samband (Elmefors, Eveborn & Tuveesson, 2016). Ett annat mått som förekommer vid bedömning av filtermaterial är D10 som anger maskvidden på den sil som släpper igenom 10 % av materialets vikt (kornen kan antas ha en diameter på D10 och mindre).

2.3 Tidigare fältinventeringar

2.3.1 Undersökning av markbaserade anläggningar kombinerade med fosforfilter

Under de senaste åren har tre projekt i Sverige studerat markbaserade anläggningar kombinerade med fosforfilter. Två av dessa var HaV-finansierade projekt, vid Luleå Tekniska Universitet (LTU) och inom Miljösamverkan Halland och Västra Götaland, medan det tredje var ett examensarbete som genomfördes i Trollhättans kommun.

Erfarenheten från LTU:s projekt är att de flesta anläggningarna som undersökts fungerat bra (Herrmann, pers. medd.). Projektet var avgränsat mot markbäddar. Totalt provtogs ca 37 bäddar, varav vissa innehöll kompaktfiler/moduler. En svårighet för projektet var att få ut bra, representativa prover. Exempelvis har vissa markbäddar inte varit täta och då har inget vatten runnit till fosforfiltret, vilket gjort att provtagning inte kunnat ske. Det är dock inget egentligt fel i markbädden,

även om anläggningen som helhet då inte används som det var tänkt. En erfarenhet som gjorts inom projektet är att belastningen på en anläggning kan variera mycket. Att det syns skillnad på t.ex. om det är två pensionärer som använder avloppet eller om det är en barnfamilj, vilket skulle kunna tolkas som att vissa anläggningar blir överbelastade (Herrmann, pers. medd.).

Inom projektet som leddes av Miljösamverkan Halland och Miljösamverkan Västra Götaland undersöktes 54 anläggningar i Eskilstuna och Kungsbacka (Miljösamverkan, 2016). Avsikten var att provta fosforfilter, men 39 anläggningar hade brister som gjorde att man inte ansåg att en provtagning skulle bli tillförlitlig. Informationen om utformningen av den markbaserade delen i de anläggningar som undersökts är begränsad och informationen om brister har inte samlats in på något systematiskt sätt eftersom fokus i projektet egentligen var fosforfiltren. Det kan dock konstateras att många olika typer av funktionsproblem fanns. Det mest tydliga ur hydrauliskt perspektiv var att tio anläggningar hade mycket vatten stående i luftningsrör eller över utloppsnyvån i fördelningsbrunn (Miljösamverkan, 2016).

Liknande erfarenheter gjordes inom ett examensarbete som utfördes Trollhättans kommun 2015. Totalt 64 anläggningar undersöktes (även här med fokus på fosforfiltren), och 17 av dessa (~25 %) hade vatten stående i luftningsrören. I många av anläggningarna, över 60 %, så ansåg man att fosforfiltren var påverkade av avloppsvatten från föregående rening (markbädd eller liknande) på ett oönskat sätt eftersom mörkt vatten eller slam fanns i filtret. I rapporten tas upp att det kan ha funnits brister i slamtömningen, i form av missade slamtömningar vid övergång till ny entreprenör, som man tror kan ha spelat in för status hos anläggningarna (Larsson, 2015).

2.3.2 Tillsyn av nyare markbaserade anläggningar

Karlskoga kommun har nyligen genomfört ett tillsynsprojekt på 15 markbaserade anläggningar som var mellan 2–3 år gamla. Bakgrunden till att man ville göra denna tillsyn var bland annat resultaten från det projekt som utfördes i Trollhättan. Tillsynsprojektet slutfördes i april 2016. Det är värt att notera att av de 15 anläggningarna var tio byggda med moduler. Endast två av anläggningarna hade brister som ansågs vara allvarliga och kräva någon form av åtgärd från kommunens sida. Båda var anläggningar med biomoduler. Dessa två följdes senare upp och vid den ena kunde man efter ett nytt perkolationstest konstatera att markens infiltrationskapacitet inte var så god som förundersökningen hade visat. Vid den andra anläggningen fanns inga tydliga problem vid inspektionen, men avloppsvatten som kom ut i ett närliggande dike var gråvitt och illaluktande. Vad som kan vara fel är inte fastställt, men en teori är att avloppsvattnet rinner genom någon kanal som felaktigt skapats i bädden (Erik, pers. medd.).

2.3.3 Hur stor avskiljning bör förväntas i slamavskiljare?

Eftersom markbaserad rening i regel installeras efter någon form av slamavskiljning så skulle slamavskiljarens funktion kunna påverka det markbaserade reningssteget i en anläggning. I ett projekt som genomfördes av JTI (numera RISE Jordbruk och livsmedel) under 2015 undersöktes hur stora mängder partikulärt material som finns i avloppsvatten efter att det genomgått slamavskiljning (beroende på

tömningsteknik). Mätningarna inom projektet skedde, med ett fåtal undantag, på slamavskiljare som hade tre kammare (Avfall Sverige, 2016).

Många slamavskiljare visade sig innan tömning (ett år efter senaste tömning) ha höga halter av suspenderat material på utgående vatten (både efter tömning med mobil avvattnings efter heltömning). I många fall var halten vid slamavskiljarens utlopp flera hundra milligram per liter och vissa över 1000 mg/l (Avfall Sverige, 2016). Detta kan jämföras mot att rekommenderad halt efter slamavskiljning är max 100 mg/l för slamavskiljare dimensionerade för >25 personer, enligt standarden SS 82 56 21. Kort tid efter tömning bör halterna vara lägre eftersom det inte hunnit ansamlas några större mängder slam i slamavskiljaren. Projektresultaten visade mycket riktigt också att halterna suspenderat material 14 dagar efter tömning låg på under 100 mg/l i de flesta slamavskiljarna (med undantag för några av de som hade tömts med mobil avvattnings) (Avfall Sverige, 2016).

Dessa mätningar som nyligen gjorts på slamavskiljare i fält har alltså visat att partikelhalterna som når efterföljande rening (ofta markbaserad) kan variera mycket. Det saknas dock riktlinjer för hur mycket en slamavskiljare i praktiken ska släppa ut när det gäller avloppsanläggningar dimensionerade för 25 eller färre personer. För dessa anläggningar krävs oberoende provning av avskiljningseffekten (för underlag till CE-märkning enligt standarden EN 12566-3). Provningsresultaten kan därför inte översättas till ett värde som överensstämmer med de analysmetoder som används på avloppsvatten.

Inom Avfall Sverige-projektet samlades erfarenheter också in från entreprenörer som bygger anläggningar, och det förekom misstankar om att det fanns större risk för igensättningar i anläggningar som byggs med biomoduler (Avfall Sverige, 2016).

2.4 Nordiska erfarenheter

Förutsättningar och krav på små avlopp i våra nordiska grannländer liknar de vi har i Sverige. Experter från Finland och Danmark har därför tillfrågats om vilken typ av brister de stöter på i markbaserade avloppsanläggningar, hur vanliga dessa är och hur de anser att brister kan förebyggas.

Riikka Vilpas från SYKE i Finland svarade att de vanligaste felen som hon får rapport om är igensättningar till följd av att slamavskiljare inte tömts, felaktiga filtermaterial samt felaktig lutning på rör som gör att vattnet inte kan flöda som det är avsett (Vilpas, pers. medd.).

I Danmark finns sedan år 2000 vägledningar för hur markbaserade anläggningar ska utformas. Den vanligaste anläggningstypen i Danmark är enligt Inge Faldager, Teknologisk Institut, markbäddar (så kallade ”nedsivningsanlæg”). Biomoduler/kompaktfilter förekommer sällan i Danmark eftersom anläggningarna generellt byggs efter någon av de vägledningar som finns framtagna. Erfarenheten är enligt Inge Faldager att anläggningar som är byggda enligt dessa vägledningar inte har driftsproblem. Det finns också större krav på de som bygger anläggningar i Danmark, som skall vara auktoriserade (Faldager, pers. medd.).

2.4.1 Tekniska anvisningar i Norge

I Norge finns tekniska anvisningar i så kallade VA/Miljø-blad. Vid val av material tas en kornstorlekskurva fram och materialet klassificeras utifrån olika mått som kan läsas från kornstorlekskurvan (VA/Miljø-blad nr 59). Beroende på klassning bedöms hur pass stor belastning markmaterialet klarar av per kvadratmeter och om förstärkningslager krävs. För klassen med högst andel finmaterial behöver måttet på kornstorlekskurva kompletteras med fältmått på vattengenomsläpplighet för att avgöra lämplig belastning och om materialet överhuvudtaget är lämpligt för infiltration av avloppsvatten (VA/Miljø-blad nr 59).

2.4.2 Tekniska anvisningar i Danmark

I Danmark finns tekniska anvisningar i Miljøstyrelsens vejledning. Rekommendationen är att antingen använda sig av enbart kornstorlekskurva eller en kombination av kornstorlekskurva och infiltrationstest i fält (Rørcentret, 2007). Att komplettera med fältmätning av infiltrationsförmåga rekommenderas när man i förhand är osäker på hur kornstorleksegenskaperna varierar eller på kompakteringsegenskaper hos materialet (Rørcentret, 2007).

3 Genomförande

Projektets huvudsakliga fokus har varit att inspektera ca 100 markbaserade reningsanläggningar runt om i landet. Detta för att undersöka frekvens av funktionsproblem och vilken typ av problem det kan röra sig om. Anläggningarna som har valts ut är permanentboenden som belastas med avloppsvatten från både WC och BDT.

Inspektioner av anläggningar har skett enligt ett gemensamt protokoll som satts upp inom ramen för projektet. Protokollet, som innehöll 52 frågor, finns i Bilaga 1. En ambition har varit att den information som samlas in skall bygga på konkreta observationer, för att undvika subjektiva bedömningar som kan försvåra resultattolkningen. Protokollet har tagits fram av RISE Jordbruk och livsmedel (tidigare JTI) med inspiration från protokoll som används i kommunerna idag, men kontrollpunkterna har utökats särskilt när det gäller bedömning av grundvattnenivå. Innan slutgiltig version av inspektionsprotokollet fastställdes samlades synpunkter in från de deltagande kommunerna, gällande bl.a. prioritering av kontrollpunkter och genomförbarhet. Protokollet ger inget rakt svar på om en anläggning är ”godkänd” eller ej, det är därför inte direkt tillämpbart i den ordinarie tillsynen av anläggningar.

Inspektionerna har utförts av elva olika kommuner som inspekterat totalt 101 anläggningar. Innan inspektionerna inleddes hölls ett startmöte för att gå igenom metodik för inspektionerna med ambitionen att få deltagarna att genomföra inspektionerna på likvärdigt sätt. Representanter från samtliga kommuner deltog på detta möte. Själva inspektionerna skedde under oktober–december 2016. De anläggningar som inspekterades valdes ut slumpvis av kommunerna, enligt instruktioner från RISE Jordbruk och Livsmedel (f.d. JTI). Kopia på dessa instruktioner återfinns i Bilaga 2 tillsammans med beskrivning av arbetsgången för inspektionerna. En lista över den utrustning som använts i samband med inspektionerna finns i Bilaga 3.

Medverkan från kommunerna har byggt på att de själva anmält intresse (efter informationsutskick via VA-guiden). Ändå har viss geografisk spridning åstadkommits med kommuner från Bollnäs i norr, till Hörby i söder.

Utöver inspektionerna har erfarenheter från tidigare projekt sammanställts, med fokus på brister som kan förekomma i markbaserade anläggningar. Samtidigt har praktiska erfarenheter samlats in genom telefonintervjuer med nio gräventreprenörer (frågor enligt Bilaga 4) och dialog med några av de större leverantörerna av produkter för småskalig avloppsrening. Gräventreprenörerna valdes ut baserat på tips från de deltagande kommunerna, där kunniga entreprenörer med vana av att bygga små avlopp efterfrågades.

I projektets avslutande skede anordnades ett dialogmöte, dit forskare, myndigheter, entreprenörer och leverantörer bjöds in (information om detta seminarium har kommunicerats via VA-guiden). Över 70 personer deltog på seminariet.

4 Resultat och diskussion

Resultatet består av intervjuer av aktörer inom markbaserade anläggningar, data från inventeringarna och synpunkter från dialogmötet.

4.1 Erfarenheter från branschen

4.1.1 Gräventreprenörer

De intervjuade gräventreprenörerna har svarat på frågor om rekommendationer för att få välfungerande anläggningar, vilka problem och brister som kan uppstå i en anläggning, hur funktionsproblem kan åtgärdas, tekniska utmaningar med markbaserade anläggningar samt behovet av ytterligare teknisk vägledning.

Entreprenörernas rekommendationer för att få välfungerande anläggningar

En stor del av entreprenörerna framhävde att det är viktigt att vara noga med avståndet till grundvatten, och att det förekommer att anläggningar hamnar för nära grundvatten. Två av entreprenörerna arbetade i Boråsområdet, där krav ställs på att grundvattenrör sätts ner ett år innan en anläggning ska byggas, och de framhöll grundvattenproblematiken extra mycket.

Tre av de intervjuade lyfte fram att det är viktigt att informera kunden/fastighetsägaren på olika sätt – dels om vad som är lämpligt att spola ner i eller koppla in på avloppet, dels om vikten av fungerande luftning.

Övriga råd som gavs av enskilda entreprenörer var:

- Jordprov är inte alltid pålitligt, eftersom förhållandena kan variera mycket inom en liten yta. Om jordprov ska vara intressant måste flera prover tas.
- Markbädd bör väljas om osäkerhet gällande markförhållandena finns.
- Observationer från en provgrop är svåra att tyda på grund av årstidsvariationer (nivårör som sätts ett år innan bädden ska anläggas tillämpas istället).
- För spridningslager bör sorterat natursingel användas, inte tvättat bergkrossmakadam.

Specifika problem och brister som kan uppstå

Entreprenörerna tog upp olika typer av fel som beror på bristande produktkvalitet eller grävarbete. Exempelvis havererade pumpar, eller att slamavskiljare imploderat/ skiljeväggar lossat på grund bristande hållfasthet hos produkten. Materialval och packning runt om slamavskiljaren togs också upp som orsaker till problem i slamavskiljaren. En entreprenör tog upp att det finns risk för bakfall på ledningar orsakat av packning som sker över längre tid, och menade att risken är störst mellan slamavskiljare och fördelningsbrunn.

Flera av de intervjuade tog upp att bädden kan vara placerad för djupt i marken så att vattennivån blir hög och syresättning förhindras. Material från avloppsvattnet

(slam eller liknande) som ansamlas i anläggningen togs upp på olika sätt. En entreprenör nämnde ”slamflykt” som en risk vid mycket hög belastning. En annan entreprenör tog upp att det finns anläggningar som har slam i fördelningsbrunnen eller i spridarrören, men menade att det inte har något samband med hur anläggningen är konstruerad. En hypotes han hade var att det kan finnas en koppling till användning av hushållskemikalier, t.ex. sköljmedel. Ytterligare en entreprenör tog upp att gamla bäddar kan ha ett svart ”hölje” kring det område där avloppsvattnet sprids.

Även yttre faktorer som kan påverka en anläggnings funktion togs upp, t.ex. tunga fordon som kör på bädden, trädrötter som växer in i bädden, drag som gör att bädden fryser vintertid eller att luftningen skadas. Verksamheter i hushållet kan i vissa fall göra att avloppsvattnet innehåller annat än ett ”vanligt” hushållsspillvattnet.

Möjliga sätt att åtgärda funktionsproblem

Listan över möjliga åtgärder enligt entreprenörerna är mindre omfattande. En given åtgärd ur entreprenörssynpunkt är såklart att gräva om/ göra en ny anläggning. Andra alternativ som nämndes var att:

- spola anläggningen (det verkar variera hur flitigt denna lösning används av olika entreprenörer, och vilken effekt de anser kan uppnås)
- om luftning av spridarrören saknas kan ett alternativ vara att gräva upp enbart så mycket av bädden så att man kommer åt att sätta dit luftning
- förebygga problem genom att informera fastighetsägaren bättre

Tekniska utmaningar enligt entreprenörerna

Flera entreprenörer tar upp att det kan vara problematiskt att hitta lämplig lokalisering för en avloppsanläggning, exempelvis på grund av små/bergiga tomter eller närhet till dricksvattenbrunnar. Att bedöma grundvattennivån kan också vara en utmaning, enligt erfarenheter från Sylwan m.fl. (2017). Grundvattennivåerna varierar mellan olika årstider, och även från år till år vilket försvårar bedömningen.

Baserat på de intervjuer som gjorts kan det finnas utmaningar i att bedöma lokala markförutsättningar och eventuella filtermaterial (vid markbädd eller förstärkt infiltration). När det gäller filtermaterial så visade det sig att de entreprenörer som intervjuats hänvisar till en rad olika beteckningar på materialet som de vanligen köper in. Begrepp som återkommer är ”gjutsand 0–8” och ”EU-sand” (som två entreprenörer vardera nämner). I övrigt så anges en rad olika benämningar: ”dräneringssand 0–8”, ”filtersand 0–8”, ”grovsållat naturgrus som vissa kallar markbäddsgrus” samt ”regionalt material med kornstorlek 2–4”. En entreprenör har testat vindsiktad bergkross 0–8 som ett eget experiment.

”Flera av entreprenörerna uttrycker att det ofta inte går att lita på täkternas dokumentation av sandmaterial eftersom det kan variera över tid vid en och samma täkt. En entreprenör går med detta som motiv helt på magkänsla när han köper in material, medan en annans reaktion på detta faktum är att själv utföra ett stort antal perkolationstester (LTAR) på det material han ska köpa in. Hans erfarenhet är att EU-sand är det material som har jämnast kvalitet när det gäller genomsläpplighet.” Samma entreprenör framhåller att det kan bli kostsamt att få tag på bra fil-

termaterial eftersom det kan behöva transporteras långväga (entreprenörer som inte är lika noggranna får då konkurrensfördel).

”Ingen av entreprenörerna har uttryckligen angett att de tar hänsyn till eller använder sig av kornstorlekskurvor vid bedömning av lokala markförutsättningar eller inköp av material. För bedömning av möjligheter till infiltration anger de generellt att de går ”på känsla”, baserat på en provgrop som grävts. Vissa gör perkolationstest (LTAR) för att bedöma genomsläpplighet. Det förefaller variera hur stort antal jordprover som tas ut för detta.”

Efterfrågan efter ytterligare teknisk vägledning?

I ett parallellt projekt som leds av RISE Jordbruk och livsmedel skedde intervjuer gällande efterfrågan på ytterligare teknisk vägledning för planering och konstruktion av markbaserade anläggningar Sylwan m.fl. (2017). Åtta av de nio entreprenörerna besvarade dessa frågor, och följande kan sammanfattningsvis konstateras:

- De flesta av de intervjuade angav att de följer specifikationer från tillverkare samt de upphävdade allmänna råden (AR 87:6) vid konstruktion av anläggningar, och att de var nöjda med dessa tekniska underlag.
- En majoritet uttryckte oro över funktionen hos biomoduler/kompaktfilter, eftersom de upplevde att det finns risk för igensättningar. Detta verkar i vissa fall bero på direkta erfarenheter, men kan även i viss mån vara grundat på hörsägen. Flera av entreprenörerna efterfrågar mer utförlig dokumentation över biomodulers funktion från tillverkarhåll och konkreta bevis på att de fungerar. En fördel som lyfts fram är att moduler kan läggas där det finns ont om yta, samt att de är lättare att transportera och få på plats (jämfört med sand/grus som inte är lika smidigt att hantera).
- Något som också efterfrågas (tre av sju svarande) är tydligare och mer samstämmiga krav från kommuner – angående skyddsnivåer, avstånd till grundvatten samt angående hur ansökningshandlingar ska utformas. Ett par entreprenörer efterfrågar att de tidigt ska få veta vilken skyddsnivå som kommer att gälla på en viss plats.

4.1.2 Tillverkare

Projektet har fått in synpunkter från FANN VA-teknik (Axel Alm och Rikard Andskär, 2016-05-31) och ifrån Uponor (Magnus Lindblom, 2016-05-16), som är två stora leverantörer av bland annat markbaserade lösningar. De menar att tekniken generellt fungerar bra.

Funktionsproblem kan dock förekomma enligt FANN och de menar att dessa fel som regel uppstår vid anläggandet. Enligt dem visas detta tydligt genom att antalet reklamationer är färre på fabriksbyggda anläggningar. Funktionsproblem som de stöter på och som hänger samman med anläggandet är t.ex. brister i ventilation/luftning av anläggningar, att grundvattennivån är för hög eller att grusmaterial som är olämpliga har använts. De menar att problemen med felaktiga grusmaterial minskat på senare år. Även Uponor tar upp felaktiga material i bädden och i spridar- och uppsamlingslager, men även att mäktighet/höjd på bädden kan vara

felaktig. Utöver detta tar de upp det förekommer att fel typ av rör (dräneringsrör) använts i spridarlagret samt att fiberdukar lagts på en olämplig plats i bädden och då orsakar dämning.

För att hitta den underliggande orsaken till ett funktionsproblem så krävs enligt både FANN och Uponor ofta att man gräver upp anläggningen. Andra möjliga metoder som FANN tar upp är att använda rörkamera för att upptäcka svackor på tilloppsledningen eller igensättningar i spridarrör. Medan rökpatroner ofta används för att undersöka luftgenomströmningen i en anläggning.

Svackor på tilloppsledningen kan ibland bryta lufttillströmningen till bädden enligt FANN. Det kan även orsaka ansamling av slam, som sen släpper och kommer som en stötbelastning till anläggningen (detta kallar de då slamflykt).

Förekomst av slam i fördelningsbrunnar och spridarrör

Varken FANN:s eller Uponors representanter anser att mindre mängder slam i en fördelningsbrunn behöver vara källa till oro. FANN har under de senaste åren då och då stött på att det är stopp i själva spridarrören, det vill säga att det inte kommer ut något vatten i själva bädden. De har inte hittat någon given orsak eller strategi för att hantera detta.

4.2 Data från inventeringarna

4.2.1 Anläggningarnas läge

I samband med inspektionerna gjordes en generell bedömning av anläggningarnas läge. De bedömdes utifrån om de låg ”höglänt”/”låglänt” samt hur stora höjdvariationer det fanns runtomkring anläggningarna (se exempelbilder i Bilaga 5). Resultatet blev att de allra flesta anläggningarna varken låg ”höglänt” eller ”låglänt”, utan ”mitt i ett lutande plan”. Det kan konstateras att det bara är tre av anläggningarna som verkar ha ett mycket olämpligt läge utifrån båda dessa kriterier, det vill säga låglänt och med stora höjdvariationer. Ingen av dessa anläggningar bedömdes dock ha för hög grundvattennivå i samband med inspektionstillfället (om man inkluderar även dem som är låglänta med moderata höjdskillnader så är det bara en som hade hög grundvattennivå).

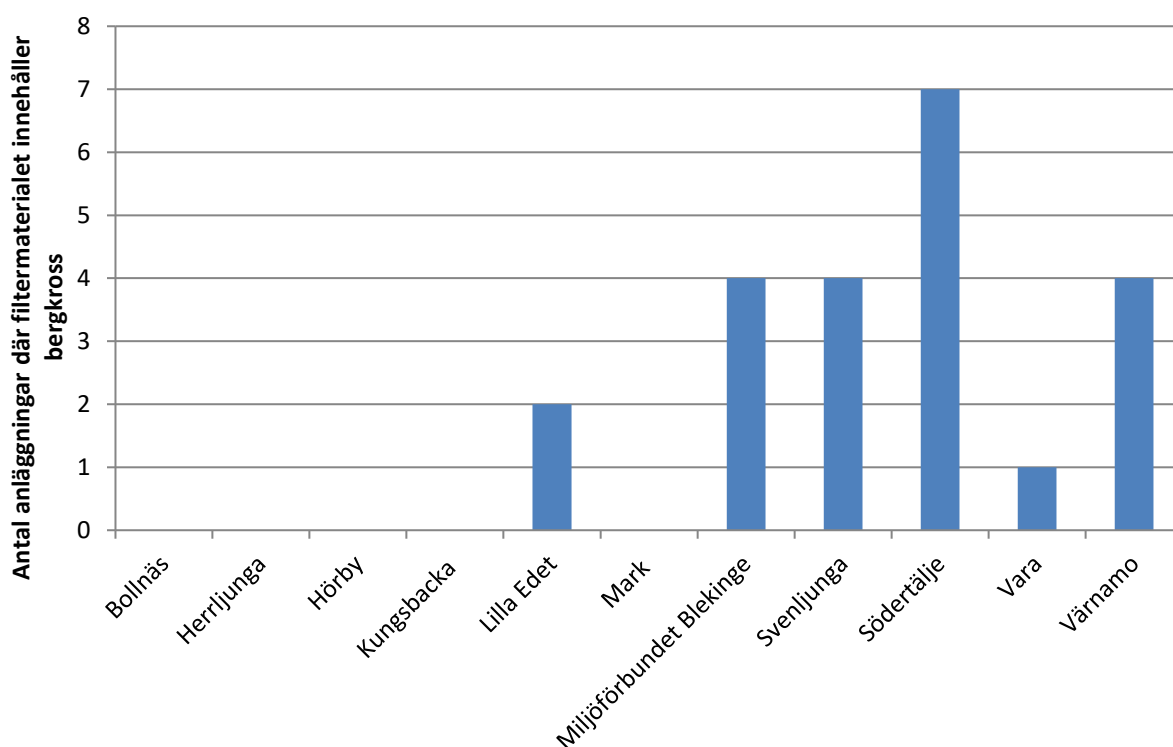
4.2.2 Spridningslager

Oftast finns det information om spridningslagret i ansökan/arkiv (det saknas bara för 12 av 101 anläggningar, och för två anläggningar har ingen information angetts). För 21 anläggningar är materialet otvättat (natursingel/bergkrossmakadam) eller hanteringen okänd. För 57 anläggningar är materialet tvättat natur- eller bergkrossmaterial och för nio finns inget spridningslager (antagande är att någon typ av biomodul då använts).

4.2.3 Filtermaterial

Bergkrossmaterial är använt i 22 av bäddarna (antingen bara detta som filtermaterial eller som förstärkning). Hos tio av dessa har man använt bergkross innehållande 0-fraktion. I de övriga har naturmaterial eller den lokala marken använts (för ett tiotal anläggningar saknas dock information om filtermaterialet). Antal

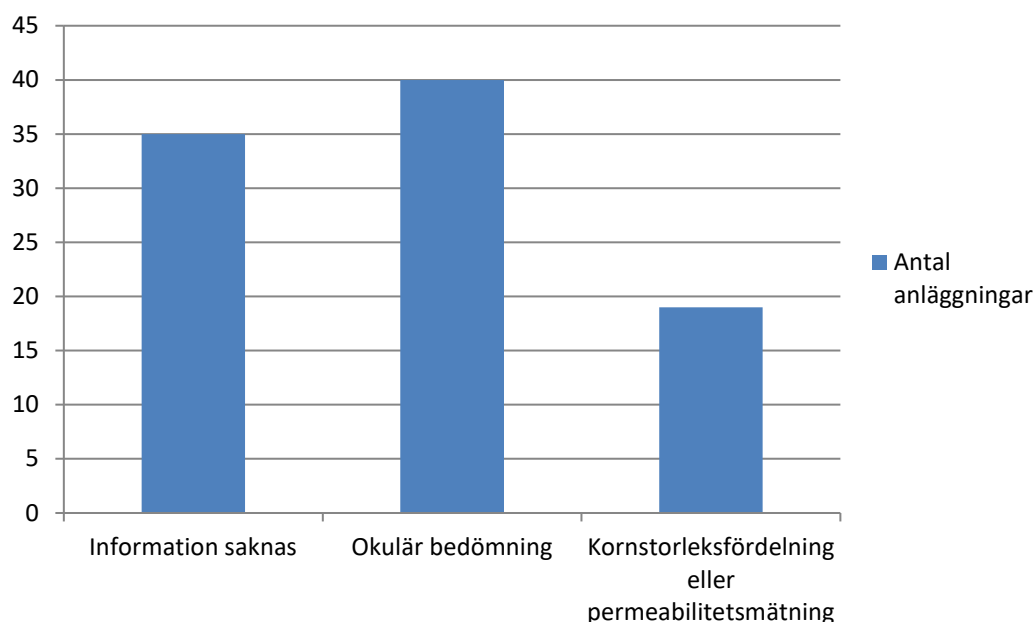
anläggningar med bergkrossmaterial i varje kommun visas i figur 4. Eftersom naturgrus är en begränsad resurs finns det miljömässiga skäl hitta alternativa filtermaterial till naturgrus. Tillgången på naturgrus varierar över landet, och i vissa kommuner är tillgången så dålig att det finns även praktiska och ekonomiska skäl att använda alternativa filtermaterial. Under dialogmötet angav 20 av deltagarna att naturgrus verkar vara svårt att få tag i alternativt att det inte används så ofta medan 38 av deltagarna angav att naturgrustillgången är eller verkar vara god².



Figur 4. Antal anläggningar med filtermaterial som innehåller bergkross.

Bedömning av filtermaterial verkar ofta vara något som inte efterfrågas eller inte fås in i samband med ansöknings-/tillståndsprövningsprocessen. I 35 fall (av 101) från inventeringen saknas det helt information om hur filtermaterialet bedömts. I många andra fall hänvisar man till okulära bedömningar. I figur 5 visas hur vanligt det är med olika slags bedömning av filtermaterialet bland de inspekterade anläggningarna. Elva anläggningar har bedömts med hjälp av kornstorleksfördelning och sju med hjälp av vattengenomsläpplighetsmätning (exempelvis LTAR-värde eller K-värde). En anläggning har bedömts med både kornstorleksfördelning och vattengenomsläpplighetsmätning.

² Det är möjligt att flera personer från samma kommun har svarat på enkäten. Siffrorna får därför ses som en indikation.



Figur 5. Figuren visar hur bedömning av filtermaterial har gått till.

4.2.4 Anläggningarnas utformning jämfört med praxis

Anläggningarnas utformning har kartlagts genom att studera bäddarnas dimensionering, slamavskiljarens utformning och dimensionering samt spridarrörens status.

Bäddarnas dimensionering

De flesta anläggningarna är så stora som de angetts vara enligt tillstånd/ansökan, eller större. För 75 av 97³ anläggningar så stämmer den bedömda storleken helt med tillståndet eller är något större (upp till 5 m² större). Ytterligare åtta anläggningar har gjorts 5–15 m² större än enligt tillstånd/ansökan. Vissa anläggningar är dock mindre än tillstånd/ansökan anger; 10 anläggningar är något mindre än tillståndet anger (<5 m² skillnad). För 12 anläggningar är skillnaden mer än 5 m² (mindre yta) än vad som angetts i tillståndet. Hälften av dessa har även andra konkreta problem som stora mängder slam i spridarrör, igensättningar (mycket höga nivåer) eller stora sättningar i bädden.

Oftast finns det inte några uppgifter om D10 eller LTAR för det material som använts i bädden (begreppen beskrivs i avsnitt 2.2.4). Hos de 13 anläggningar där det finns information om D10 eller LTAR har dessa värden jämförts med praxis samt dimensionering av respektive bädd. De flesta verkar vara riktigt dimensionerade, det finns dock några undantag. Åtta av de 13 anläggningarna dimensionerade enligt riktlinjer från Naturvårdsverket (2003). Fyra anläggningar har underdimensionerad infiltrationsyta. Tre av dessa visar inga tydliga tecken på att inte fungera om man tittar på slamavskiljare, fördelningsbrunn och spridarrör. En anläggning som är en modullösning med bergkross verkar dock vara igensatt. För en anläggning saknas information för att kunna avgöra om filtermaterialet uppfyller riktlinjerna.

³ För fyra anläggningar har storleken ej angetts i tillståndet så ingen uppföljning har kunnat göras för dessa fyra

Slamavskiljare, dimensionering och utformning

Alla anläggningar har slamavskiljare som första reningssteg. Det är generellt tre-kammarbrunnar som används, men elva anläggningar har angetts vara av annan typ eller variant med en kammare. Cirka hälften är betongbrunnar (de övriga är troligen gjorda av olika typer av plast eller glasfiber). Dimensioneringen av slamavskiljarna stämmer generellt överens med antal boende (under antagandet att dimensionering görs för fem boende, och att den då sätts till minst $0,85 \text{ m}^3/\text{dygn}$).⁴

Spridarrör, status

Vid inventeringen ingick en bedömning av hur vattennivån fördelar sig mellan de olika spridarrören (kategorierna var: "fungerar dålig", "fungerar halvbra" och "fungerar bra"). Vid nio anläggningar anges att fördelningen fungera dåligt. Vid 26 anläggningar fungerar det halvbra. Spridarrörlängden ska enligt praxis vara max 15/20 m och detta stämmer för samtliga anläggningar som inspekterats.

Övrigt relaterat till utformning

Det kan noteras att tre personer byggt anläggningarna själva (ej anlitat grävföretag). Det är dock svårt att veta vilken erfarenhet och kompetens dessa personer har sedan tidigare.

4.2.5 Anläggningarnas status

Luftning

Luftdrag genom någon del av anläggningen kunde konstateras i 45 fall. I 34 av dessa fall har man även konstaterat att det finns en avluftning på själva huset. Luftning mellan spridarrören och fördelningsbrunn/slamavskiljare/avluftning över hustak har kunnat konstateras vid 23 av 101 anläggningar, alltså knappt en fjärdedel. I 24 fall har man sett att det finns avluftning på huset, men inte kunnat konstatera något drag genom anläggningen. 11 av dessa anläggningar är pumpbeskickade, vilket eventuellt kan ha bidragit till att man inte fått något drag genom systemet. I vissa fall har man testat med rökpatron men inte sett någon rök komma ut. I 32 fall har man inte angett något under frågan om luftning, vilket tolkas som att man antingen inte kunnat konstatera något drag eller att man inte har kunnat mäta.

Av de anläggningar som har 11 cm eller högre nivå i spridarrören så har luftning mellan spridarrören och övriga anläggningsdelar inte kunnat konstateras på någon av dessa anläggningar. Dock är det bara sex anläggningar som har en så pass hög nivå i spridarrören (av dessa sex anläggningar verkar flera även enligt kommentarer vara felkonstruerade).

Rökpatrontesterna som använts kan ha underskattat antalet anläggningar som har fungerande luftning. Orsaker till att rökpatrontesterna kan vara svåra att dra slutsatser utifrån är bland annat att:

- Att rökpatrontesterna inte ger utslag behöver inte betyda att luftning inte finns, utifrån tidigare erfarenheter hos en av kommunerna (Kungsbacka)

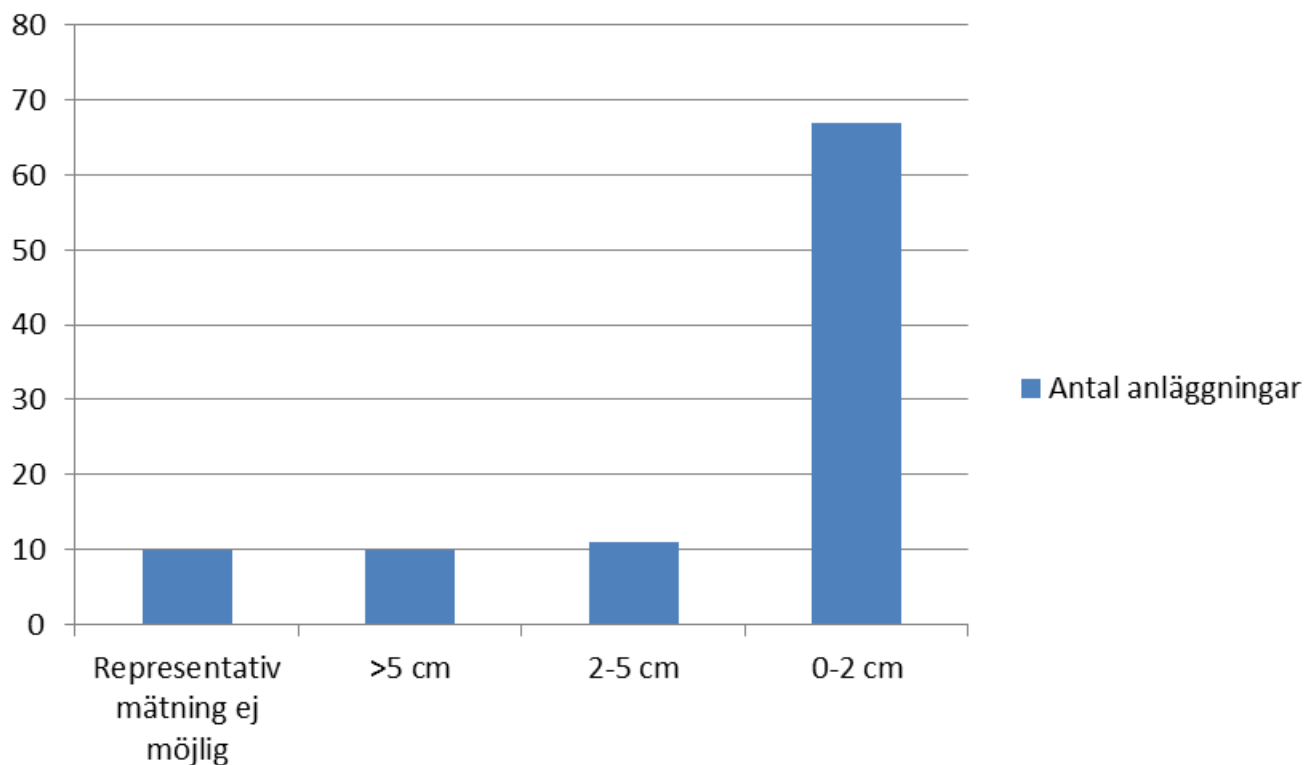
⁴ När det gäller dimensionering av slamavskiljare har datainsamlingen vissa brister eftersom dimensioneringen efterfrågades i antal m^3/dygn , dock har vissa lagt in antal m^3 (volym hos slamavskiljaren) vilket är det mått som vanligen tillämpas i Sverige.

finns t.ex. misstankar om att testet kan påverkas av att luftdraget blir sämre vid viss väderlek.

- Om fastigheten inte har någon avluftning över hustak utan istället en avluftning som slutar på en vind, i en garderob eller liknande så kan testet inte utföras. Det behöver dock inte betyda att luftningen inte fungerar som den ska.
- Pumpbeskickning är en anledning att det inte går att testa luftningen med hjälp av rökpatroner. Metoden kan också ha sina brister.

Slam

I 18 av anläggningarna fanns det flytslam i fördelningsbrunnen, varav fem har större mängder. I två anläggningar har man även registrerat att det finns botten slam i fördelningsbrunnen (men inget flytslam). Mängden slam i spridarrören var för de flesta anläggningarna 0–2 cm, se figur 6.



Figur 6. Slammängder i spridarrör, antal anläggningar (vid tre anläggningar har ingen information om slam i spridarrör angetts). Där representativ mätning ej var möjlig kunde det t.ex. bero på att det stod mycket vatten i spridarrören, att bäddkonstruktionen var udda/felaktig (t.ex. att man satt en gemensam brunn dit spridarrören dragits) eller att spridarrören inte gick rakt ner i marken utan hade en kraftig böj/lutning.

T-rör

71 slamavskiljare, det vill säga de flesta, har T-rör eller motsvarande avskärmning av utloppet. I 30 fall saknas dock T-rör, eller så har ingen information om T-rör angetts (för fyra saknas det uttryckligen enligt den information som kommit in). I vissa fall kan det vara svårt att se T-röret i en installerad slamavskiljare, vilket gör att det är svårt att veta hur många ytterligare som eventuellt har T-rör eller annan avskiljning av utloppet.

Vattenbelastande installationer

I de allra flesta fall finns inga kända ”vattenbelastande installationer” (installationer som leder till omfattande vattenbelastning hos anläggningen, se exempel i fråga 11, Bilaga 1). Det finns dock några exempel på att badvattenanläggning på mer än 400 liter kopplats till avloppsanläggningen (3 anläggningar). Backspolning från t.ex. poolrening eller vattenrening kopplas in (3 anläggningar, varav en har både och). Att antalet ändå är relativt få gör att det är svårt att dra generella slutsatser om vilken effekt dessa installationer kan få för avloppsanläggningens funktion. Antagandet är dock att det inte är lämpligt att koppla ihop avloppet från dessa typer av installationer med övrigt hushållsavlopp.

Typ av anläggningar

Som tidigare nämnts var ungefär hälften av slamavskiljarna trekammarbrunnar i betong. De övriga slamavskiljarna kom från minst tio olika tillverkare/leverantörer.

Endast nio av anläggningarna har konstaterad ”kemfällning”. Sju av dessa nio har dock enligt kommentarer som gjorts i samband med inspektion en ”annan fällningsteknik”, i form av fosforfälla. En av fosforfällorna anges inte vara i drift och för två är driften ”oklar”. För fem anläggningar har ingen information angetts (troligen har dessa inte någon kemfällning). Det kan vara så att det finns fler fosforfällor än de som registrerats eftersom vi inte specifikt efterfrågat det (då fällan brukar vara placerad efter bädden och därför inte antagits påverka bäddens funktion). 88 av 101 anläggningar uppgavs sakna kemfällning. I tabell 1 redovisas förekomst av olika typer av konstruktioner hos de anläggningar som har inventerats. 38 av 101 anläggningar (38 %) av de inventerade anläggningarna har markbädd vilket kan jämföras med andelen i Sverige, 16 %, enligt en teknikenkät från SMED (Olshammar m. fl., 2015).

Tabell 1. Antal anläggningar från inventeringen som innehåller en viss konstruktion.

Konstruktion	Markbädd	Pumpbeskickning	Biomoduler	Tätskikt i botten
Antal från inventeringen	38	39	15	3

En betydande andel av anläggningarna är upphöjda (enligt kommentarer som getts av kommunerna i samband med inspektion). Detta är dock tyvärr en informationspunkt som inte är strukturerad i datasetet (det är svårt att säga exakt antal det

gäller) eftersom frågan om upphöjd bädd av misstag föll bort då inspektionsformuläret skickades ut.

Fel och problem i anläggningar

Vid inspektionerna har anläggningarnas status undersökts utifrån ett ögonblicksperspektiv. De ”fel” som undersökts har utgått ifrån ett hydrauliskt perspektiv och omfattat: hög nivå i slamavskiljare, fördelningsbrunn och spridarrör samt slam i spridarrör och fördelningsbrunn. Hög grundvattennivå är en ytterligare viktig faktor, men som inte antas påverkas av anläggningens konstruktion (utan antas i stor grad vara bestämd av val av läge för anläggningen). Utifrån hydrauliskt perspektiv finns dock inga skarpa kriterier för om en anläggning ska anses fungera eller ej. Nivåerna kan variera tillfälligt beroende på vilka flöden som anläggningen belastats med under den senaste tidsperioden (dygnet/ timmarna före att kontrollen görs).

Slamavskiljare

Sju anläggningar har hög nivå i slamavskiljaren. Fyra av dessa har även uppdämning i spridarrören (mellan 10–50 cm), medan tre har stora mängder slam i fördelningsbrunnen. Anläggningar med hög nivå i slamavskiljaren verkar alltså oftare ha slam i fördelningsbrunn och/eller hög nivå/slam i spridarrör.

Tre anläggningar med hög nivå i slamavskiljaren har dock inte någon uppdämning i spridarrören. Det indikerar att det kan vara hög nivå i slamavskiljaren trots att det inte är uppdämt i bädd eller fördelningsbrunn. En möjlig orsak skulle då kunna vara att det blivit stopp vid själva utloppet från slamavskiljaren, men det skulle också kunna vara så att den höga nivån som registrerats bygger på att det är slamvolymmer som lagt sig på ytan i slamavskiljaren och då når högre upp i slamavskiljaren/ i ”halsen” på slamavskiljaren. Det är också möjligt att det i vissa fall varit svårt att avgöra säkert om nivån i slamavskiljaren står över utloppet, beroende på slamavskiljarens utformning. En av de deltagande kommunerna har tillfrågats och håller med om att det kan vara svårt att avgöra om vattennivån är i nivå med utloppet i en slamavskiljare i fält.

En ytterligare orsak till hög nivå i slamavskiljaren, om det inte är hög nivå i fördelningsbrunn eller spridarrör, skulle kunna vara att rören ut från slamavskiljaren lutar uppåt/ att det finns en ”krök” på rören. Om nivån är mycket hög, över mellanväggarna i slamavskiljaren, så påverkas troligen slamavskiljarens avskiljningskapacitet.

Fördelningsbrunn

I fördelningsbrunnarna undersöktes om det fanns någon dämning. De allra flesta anläggningarna hade ingen registrerad dämning i fördelningsbrunnen⁵. Sju anläggningar har dämning på mellan 1–3 cm. En anläggning sticker ut med 15 cm dämning i fördelningsbrunnen (denna har hög nivå även i spridarrör och i slamavskiljaren, och var byggd av fastighetsägaren i egen regi).

Hög nivå i fördelningsbrunnen skulle kunna bero på olika saker. Hög nivå i spridarrören skulle kunna ”fortplanta” sig till fördelningsbrunnen. Det skulle dock

⁵ Det finns 26 anläggningar där frågan ej besvarats, men där är antagandet att dämningen i de flesta fall var noll.

även kunna orsakas av en ”krök” på rören ut från fördelningsbrunnen som gör att nivån ställer in sig högre än utloppsrörens nivå. Det skulle också möjligen kunna vara så att det just i samband med inspektionen kommit in en större mängd vatten till fördelningsbrunnen som inte hunnit rinna undan.

Stora mängder flytslam i fördelningsbrunnen verkar kunna kopplas samman med höga nivåer i spridarrören. Bland de anläggningar som har stora mängder flytslam i fördelningsbrunnen så är det två tredjedelar (4 av 6) som även har hög vattennivå i spridarrören (>3 cm) eller mer än 2 cm slam i spridarrören, jämfört med en knapp tredjedel (28 av 101) bland samtliga anläggningar. Även om antalet anläggningar med stora mängder flytslam är litet, ger detta en indikation på att stora mängder flytslam i fördelningsbrunnen skulle kunna påverka bäddens hydrauliska kapacitet.

Små mängder flytslam i fördelningsbrunnen verkar inte ha samma påverkan på efterföljande rening. Mindre än en tiondel av de anläggningar som har små mängder slam i fördelningsbrunnen har även hög nivå (>3 cm) eller mer än 2 cm slam i spridarrören (1/13). Exempel på hur det sett ut med stora respektive små mängder slam finns i Bilaga 6.

Spridarrör

Vid bedömning av spridarrören har nivån bedömts vara ”förhöjd” om spridarrören har en uppdämning av vatten (vattennivå) på 3 cm eller mer eller om slamnivån var över 2 cm, se tabell 2. Elva anläggningar, det vill säga 11 % av totala antalet anläggningar, har uppdämning i spridarrör på 3 cm eller mer (ytterligare sex har dämning på <3 cm). Om man även räknar in de anläggningar som har mer än 2 cm slam i spridarrören så blir antalet 28 anläggningar, det vill säga 28 % av totala antalet anläggningar. Nivån har bedömts vara ”mycket hög” om spridarröret hade en vattennivå på över 11 cm och/eller en slamnivå på över fem cm. Ca 15 % av anläggningarna har ”mycket hög” nivå i spridarrören. Notera att ”förhöjd nivå” alltså även innefattar anläggningar med ”mycket hög nivå”.

Tabell 2. Definition av kategorierna ”förhöjd nivå” och ”mycket hög nivå” som används i rapporten för kategorisering av nivåer i spridarrören samt antal anläggningar inom respektive kategorisering.

Kategori	Vattennivå (cm)	Slamnivå (cm)	Antal (andel) anläggningar
Mycket hög nivå	>11	>5	15 (15 %)
Förhöjd nivå	>3	>2	28 (28 %)

Att det är förhöjd/mycket hög nivå i spridarrören kan ha olika orsaker:

- Det kan finnas en svacka på rören, om det har blivit sättningar i marken/bädden efter det att anläggningen byggdes. Sättningar kan påverka bäddens reningsförmåga om det i stora delar av bädden leder till vattenmättade förhållanden. Sättningar kan eventuellt även leda till ojämn spridning av avloppsvattnet vilket kan påverka reningseffekten.

- Det skulle kunna vara helt eller delvis stopp i bädden, antingen genom att hålen i spridarrören blivit igensatta av något material från avloppsvattnet eller genom att det underliggande filtermaterialet blivit igensatt på grund av otillräcklig vattengenomsläpplighet/biologisk nedbrytning.
- Att förhöjd/mycket hög nivå registreras i spridarrören kan vara tillfälligt, om det har kommit en stor mängd vatten under kort tidsperiod. I dessa fall indikerar alltså den höga nivån inget egentligt problem.

Anläggningar med mycket hög nivå i spridarrören kan innebära större risk för att anläggningen inte fungerar som den ska. Om nivån är över 11 cm bryts luftningen i spridarröret vilket kan påverka reningsresultatet.

För de anläggningar som inspekterats inom projektet så verkar det som att de som har förhöjd nivå ändå inte har helt stopp i bädden/spridarrören. Den slutsatsen drar vi eftersom av de 28 anläggningar som har förhöjd nivå i spridarrören (>3 cm) eller mer än 2 cm slam i spridarrören är det bara fyra stycken som också har hög nivå i fördelningsbrunnen. Om det var helt stopp i spridarrören så borde detta stopp ”fortplanta sig” till fördelningsbrunnen. Två anläggningar med förhöjd nivå i spridarrören har även hög nivå i slamavskiljaren. Tre anläggningar har en kombination av förhöjd nivå i spridarrören, hög nivå i slamavskiljare (nivå över 0 cm) och hög nivå (över 0 cm) eller stora mängder flytslam i fördelningsbrunnen. Sammanfattningsvis är det bara sex anläggningar som har kombinationer av höga vatten- eller slamnivåer på flera olika ställen i anläggningen.

Bedömning av filtermaterial och nivå i spridarrör

Det verkar vanligare att spridarrören innehåller en hög nivå vatten eller slam (se definition i tabell 2) om det saknas information om bedömning av filtermaterialet i ansökan, eller om materialet enbart är bedömt genom okulär bedömning. Tabell 3 och 4 nedan illustrerar detta. Alltså verkar krav på redovisning enligt dessa bedömningsmetoder generellt kunna ge högre kvalitet på anläggningarna jämfört med enbart okulär bedömning eller att det inte finns någon information alls i ansökan. Anläggningar där enbart okulär bedömning har gjorts har dock färre fall av hög nivå i spridarrören än om det inte finns någon information om bedömning i ansökan. Detta skulle kunna indikera att okulär bedömning hindrar att materialet avviker mycket från det rekommenderade.

I enkäten från dialogmötet svarar drygt hälften av deltagarna att mätningar av kornstorlek och/eller vattengenomsläpplighet åtminstone ibland ingår som underlag för bedömning av filtermaterial. Flera uppger dock att mätning av kornstorlek/vattengenomsläpplighet enbart utförs för infiltrationsanläggningar, inte för markbäddar. Ca 20 % använder enbart okulär bedömning. Bara ett fåtal svarar att ingen bedömning alls gjorts. Resultatet från dialogmötet får enbart ses som en ungefärlig indikation eftersom det kan finnas flera svar från samma kommun.

Tabell 3. Frekvens av mycket hög nivå, d.v.s. en vattennivå >11 cm eller slamnivå >5 cm i spridarrör beroende på vilken information som finns om filtermaterialet i ansökan. I sju fall saknas svar.

Bedömningsmetod enligt ansökan	Antal anläggningar som bedömts enligt denna metod	Antal av dessa anläggningar med mycket hög nivå	Andel (%)
Vattengenomsläpplighet/kornstorlek	19	2	11 %
Om okulär bedömning gjorts	40	4	10 %
Om ingen information finns	35	7	20 %
Totalt	94	13	14 %

Tabell 4. Frekvens av förhöjd nivå (vatten >3 cm och/eller slam >2 cm) i spridarrör beroende på vilken information som finns om filtermaterialet i ansökan. I sju fall saknas svar.

Bedömningsmetod enligt ansökan	Antal anläggningar som bedömts enligt denna metod	Antal av dessa anläggningar med förhöjd nivå	Andel (%)
Vattengenomsläpplighet/kornstorlek	19	3	16 %
Om okulär bedömning gjorts	40	9	23 %
Om ingen information finns	35	13	37 %
Totalt	94	25	27 %

4.2.6 Grundvattennivå

För 50 av 101 anläggningar finns en grundvattennivå angiven i ansökan. För 40 av 101 anläggningar finns det uppgifter om grundvattennivå i både ansökan och från fältobservationer. Att information om grundvattennivå finns angiven i ansökan/arkivhandlingar verkar inte ha något samband med om anläggningarna byggts enligt kravet om 1 meters omättad zon eller inte.

Mätning av grundvattennivå har kunnat genomföras vid 76 anläggningar under inventeringen⁶. För att dra slutsatser kring hur vanligt det generellt är att anläggningar har för hög grundvattennivå så måste hänsyn dock tas dels till osäkerheten i bedömningsmetodiken, dels till det aktuella läget för grundvattennivåer i samband med att inspektionerna.

Grundvattennivåer i samband med inspektionerna

⁶ Tre täta anläggningar har uteslutits eftersom täta anläggningar borde kunna fungera även om de ligger under grundvattenytan.

Inspektionerna utfördes främst under oktober–november 2016 (några enstaka inspektioner utfördes under december 2016). Alla de deltagande kommunerna ligger i områden som normalt sett har låga grundvattennivåer under oktober–november⁷, se gult och grått fält i figur 7. Under oktober–november 2016 var grundvattennivåerna i regel under eller mycket under det normala för årstiden för de områden där de deltagande kommunerna ligger (SGU, 2016). Grundvattenobservationerna gjordes därmed under en period med mycket låga nivåer.

Osäkerhet i bedömningsmetodiken

För att bedöma hur pass tillförlitliga data från grundvattenmätningarna är har ett kvalitetsindex tagits fram. Indexet beror på avståndet mellan observationspunkten för grundvattennivå och anläggningen samt vid vilken typ av mätpunkt observationen har gjorts – i grundvattenrör, i grävd dricksvattenbrunn, i dike eller i obe-stämmd mätpunkt. Avståndet och typ av mätpunkt har klassificerats enligt tabell 5 och 6. Kvalitetsindexet har beräknas genom att multiplicera avståndsklassen med observationsklassen. Om grundvattenmätningen exempelvis har gjorts i ett dike (observationsklass 3) som ligger 8 meter från anläggningen (avståndsklass 1) så ger detta ett kvalitetsindex på 3 (3×1). Värdet på kvalitetsindexet har tolkats enligt tabell 7.

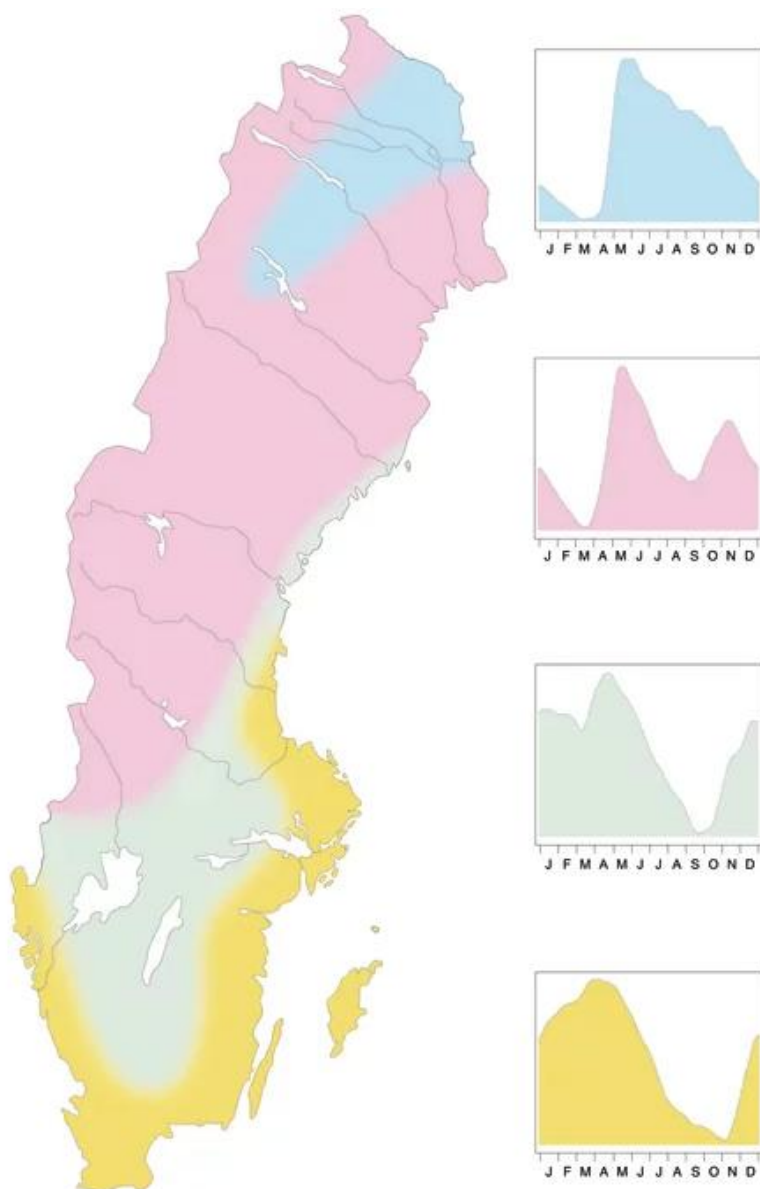
Tabell 5. Klassindelning för avstånd mellan observationspunkt för grundvattenmätning och den markbaserade anläggningen. Klass 1 ger det säkraste resultatet och klass 4 representerar ett osäkert resultat.

Klass	Avstånd (meter)
Klass 1	0–10
Klass 2	10–20
Klass 3	20–30
Klass 4	30–50
Klass 0	>50

Tabell 6. Klassindelning beroende på vilken typ av mätpunkt grundvattenobservationen har gjorts. Klass 1 ger det säkraste resultatet och klass 4 representerar ett osäkert resultat.

Klass	Typ av mätpunkt
Klass 1	Nivå i anslutande grundvattenrör eller liknande
Klass 2	Nivå i grävd dricksvattenbrunn
Klass 3	Nivå från närliggande dike/dikesbotten
Klass 4	Annan typ av mätpunkt

⁷ Bollnäs är den enda kommunen som ligger i gränslandet till områden med en mer utpräglad norrlandsregim.



Figur 7. SGU:s regimkartor för grundvatten i Sverige enligt senaste uppdatering (2012).

Tabell 7. Värde på kvalitetsindex kopplat till hur pass tillförlitlig mätning det anses ge samt antalet mätpunkter som motsvarar ett visst värde på kvalitetsindex.

Värde på kvalitetsindex	Bedömning av tillförlitlighet hos mätning	Antal mätningar
1	Mycket tillförlitligt	24
2	I hög grad tillförlitligt	1
3–4	Tillförlitligt	16
5–8	Mindre tillförlitligt	25
>8	Betydande osäkerheter	4
0	Osäkert eller mycket osäkert	31

Bedömning av grundvattennivåer

För att få en rättvisande uppskattning av antal anläggningar med mindre avstånd till grundvattenytan än rekommenderat studerades de anläggningar som hade ett kvalitetsindex på högst 4. Mätningen av grundvattenyta har skett på olika sätt. I flera fall har man inte kunnat observera någon grundvattenyta. Istället har man då om möjligt gjort en torr bottenmätning i t.ex. ett grundvattenrör eller ett dike. När mätningen görs via bottennivå kommer grundvattenytan i verkligheten ligga djupare än vad mätningen visar. Detta innebär risk för att antalet brunnar med hög grundvattennivå överskattas om inte vidare hänsyn tas. För att konstatera att en anläggning uppfyller kraven har vi inkluderat såväl torra som våta mätningar (faktisk grundvattenyta eller bottennivå). För att kunna konstatera att en anläggning inte uppfyller kraven kan vi endast inkludera våta mätningar (faktisk grundvattenyta). En analys på detta sätt indikerar att andelen anläggningar som inte klarar kraven uppgår till 2 %, antalet anläggningar som uppfyller kraven uppgår till 40 % och antal anläggningar för vilka vi inte kan konstatera om kravet uppfylls eller inte uppgår till 58 % se tabell 8.

Tabell 8. Antal anläggningar som uppfyller kravet på att minsta avstånd mellan spridarrör och grundvattenyta. Siffrorna bygger på mätningar som gjordes under inventeringarna. Täta markbäddar har uteslutits ur analysen. 76 mätningar ingår totalt i sammanställningen.

	Uppfyller krav	Uppfyller ej krav	Oklart om krav uppfylls
Antal	31	2	43
Andel (%)	40	2	58

Eftersom grundvattennivån bedöms vara ovanligt låg under den aktuella perioden för mätningarna har anläggningarna även bedömts utifrån om de klarar en nivåhöjning på 50 cm. En sådan nivåhöjning bör vara mycket rimlig att vänta i de flesta fall (Eveborn, pers. medd.). För att få ett tillförlitligt resultat har bedömningen enbart gjorts på de 13 anläggningar som mätts via våt mätning (befintlig vattennivå) och som har ett kvalitetsindex på minst 4. Fem anläggningar av dessa 13 klarar även en nivåhöjning på 50 cm utöver skyddsavståndet på 100 cm. Åtta anläggningar klarar därmed inte en nivåhöjning på 50 cm utöver skyddsavståndet på 100 cm, se tabell 9.

Tabell 9. Antal anläggningar som uppfyller kravet på att minsta avstånd på 100 cm mellan spridarrör och grundvattenyta samt en nivåhöjning på 50 cm. Bedömningen har utgått ifrån de 13 anläggningar som mätts via våt mätning (befintlig vattennivå) och som har ett kvalitetsindex på minst 4.

	Uppfyller krav + nivåhöjning (50 cm)	Uppfyller ej krav + nivåhöjning (50 cm)
Antal	5	8

Sammanfattningsvis finns en stor osäkerhet i bedömningen av hur många anläggningar som inte uppfyller kraven på skyddsavstånd. Studien indikerar dock att minst 8 av anläggningarna (10 %) är bristfälliga. Det är därför viktigt att samla in fler mätningar på grundvattennivå, och att försöka se till att dessa mätningar har så hög tillförlitlighet som möjligt.

4.2.7 Statistiska samband mellan felfrekvens och faktorer som antas kunna påverka anläggningarnas funktion

För att undersöka om det finns orsakssamband mellan anläggningarnas hydrauliska funktion och deras utformning, belastning, ålder m.m. så har statistisk analys utförts genom multipel regression. Multipel regression är en statistisk metod för att undersöka samband mellan olika variabler.

In- och utvariabler som använts i den statistiska analysen

I analysen har två olika ”ut-variabler”, som motsvarar kriterier för när det kan anses finnas ett hydrauliskt fel i en anläggning baserat på vattennivå/slam i spridarrören. De två utvariablerna är:

- A. Anläggningar som har >11 cm vatten eller >5 cm slam i spridarrören, ”mycket hög nivå”.
- B. Anläggningar som har >3 cm vatten eller >2 cm slam i spridarrören, ”förhöjd nivå”.

Vi har sedan undersökt vilka olika ”in-variabler” som skulle kunna förklara förändringar i ut-variablerna. De olika in-variablerna som testats⁸ listas i tabell 10.

Avgränsningar och databearbetning

Följande faktorer ingick inte i den statistiska analysen:

- Anläggningar som är mindre än vad som angetts i tillståndet (belastningsdata har tagits med istället)
- Vattenbelastande installationer (bedömts gälla för få observationer)
- Slam i fördelningsbrunn (bedömts gälla för få observationer få anläggningar)

För ett fåtal datapunkter har data saknats. För att lösa detta i regressionsanalysen har medelvärden lagts in för dessa datapunkter. Detta kan troligen påverka resultatet i regressionsanalysen, men påverkan bedöms som försumbar eftersom det endast rör sig om ett fåtal värden.

Tabell 10. Förklaring av "In-variabler" som använts i den multipla regressionen och hur dessa in-variabler har kategoriserats.

Typ av variabel	"In-variabel" (förklaring)	Kategorisering
Anläggningarnas utformning	Spridarlagrets egenskaper enligt ansökan/arkiv, tvättat eller otvättat material.	• Tvättat natur- eller bergkrossmaterial = 1 • Övrigt (otvättat/ information finns ej) = 0
	Spridarrörens djup, antal cm under mark vid den punkt där spridarrören kommer upp ur marken. Enligt resultat från inspektioner.	-
	Är bädden byggd med biomoduler, enligt uppgifter i ansökan/arkiv.	• Byggd med biomodul = 0 • Ej byggd med biomodul = 1
	Är bädden byggd med bergkrossmaterial, enligt uppgifter i ansökan/arkiv.	• Bergkross har använts = 1 • Bergkross har ej använts = 0
	Är slamavskiljaren gjord av betong eller annat material.	• Betong = 1 • Annat material/ ingen information given = 0
	Har anläggningen pumpbeskickning med trycksatt spridarledning.	• Trycksatt = 1 • Ej trycksatt/ingen information given = 0
	Har anläggningen kemfällning.	• Det finns kemfällning eller annan fällning (fosforfilter) = 1 • Det finns ej kemfällning eller ingen information har angetts = 0
Belastningsdata	Belastning med avloppsvatten, antal m2 bädd/ (person*hemmavaro). Enligt resultat från inspektioner samt information från fastighetsägaren.	-
Funktion vid inspektioner	Resultat från rökpatrontester i samband med inspektion.	• Konstaterad luftning från spridarrör till annan del av anläggningen = 1 • Övrigt = 0
	Kontroll av om det finns t-rör i anläggningen.	• T-rör finns = 1 • Finns ej/ information finns ej = 0
	Hur fördelningsbrunnens fördelning mellan olika spridarrör ser ut att fungera.	• Fördelningen fungerar dåligt = 1 • Fördelningen fungerar bra eller "mittemellan" = 0
Anläggningarnas ålder	Byggår.	-

Resultat

Den multipla regressionen visar om det finns ett samband mellan en ut-variabel och en in-variabel och hur starkt detta samband är (hur mycket olika mätningar avviker från sambandet). Inom statistiken brukar man definiera olika sannolikhetsnivåer för att bedöma hur starkt sambandet är. 95 % sannolikhetsnivå brukar vara en vanlig förutsättning för att bedöma om ett samband anses finnas eller inte. Det är viktigt att notera att även om sambandet är starkt så betyder inte det att det måste vara ett "orsakssamband", det vill säga det är fortfarande inte säkert att in-variabeln orsakar ut-variabeln. Det kan också till exempel hända att båda in- och ut-variabeln styrs av sådant som ligger utanför det som ingår i den statistiska analysen eller påverkas av slumpen. Effekter för hur olika in-variabler eventuellt påverkar varandra kommer däremot att rensas bort i den multipla regressionen. Det kommer alltså inte se ut som en in-variabel har stor påverkan på en ut-variabel bara för att de båda påverkas av en annan in-variabel.

Resultaten indikerar att det verkar finnas ett starkt statistiskt samband mellan "fördelningen mellan spridarrör" och om "nivån i spridarrören" är hög (på 95 % sannolikhetsnivå), detta gäller oavsett ut-variabel (alltså både mycket hög och förhöjd nivå i spridarrören). Sambandet verkar dock vara lite starkare vid förhöjd nivå i spridarrören än vid mycket hög nivå. När regressionen inkluderar den invariabel som rör fördelning mellan spridarrör så blir resultatet att ingen av de andra variablerna har någon signifikant påverkan på om nivån i spridarrören är mycket eller förhöjd (på 95 % sannolikhetsnivå). Fördelning mellan spridarrör har bedömts under inventeringen genom att indelning i kategorierna: bra, halvdåligt och dåligt. Vid de nio anläggningar där fördelningen är dålig har fem anläggningar "mycket hög"⁹ nivå i spridarrören. Det är en stor andel jämfört med den totala andelen anläggningar med "mycket hög" nivå (ca 15 %). Tolkningen är alltså att det kan vara av betydelse att fördelningen mellan spridarrör är jämn. Om inte hela bäddytan utnyttjas kan detta leda till igensättning. Samtidigt får man ha i åtanke att det totala antalet anläggningar med dålig fördelning i spridarrören är få vilket gör att slumpen kan ha stor påverkan på resultatet.

Ytterligare multipel regression gjordes där fördelningen mellan spridarrör utelämnades som invariabel. Det gav resultatet att en annan in-variabel visade signifikant samband på 95 % sannolikhetsnivå, nämligen att materialet i spridarlagret var tvättat. Om 90 % sannolikhetsnivå antas så hade även anläggningens ålder signifikant betydelse. Dessa samband gällde enbart när ut-variabeln var mycket hög nivå i spridarrören. (Vid förhöjd nivå hittades inga ytterligare samband.) Studeras anläggningar med otvättat respektive tvättat material i spridarlagret kan konstateras att andelen anläggningar med "mycket hög" nivå i spridarrören är fler om materialet är otvättat eller om det inte är känt om materialet är tvättat eller inte jämfört med om det är tvättat, se tabell 11. Anläggningar som togs i drift 2012–2016 har en mindre andel mätpunkter med "mycket hög" nivå i spridarrören än anläggningar som togs i drift 2007–2011, se tabell 12. Dock saknas året för drifttagning från ca hälften av de totalt 101 anläggningar som ingick i inventeringen.

⁹ Se definition i tabell 2.

Tabell 9. Andel anläggningar med "mycket hög" nivå i spridarrören beroende på om materialet i spridarlagret är tvättat eller ej.

Material spridningslager	Antal anläggningar	Andel anläggningar med "mycket hög nivå"
Tvättat	57	7 % (4/57)
Otvättat/okänt	21	19 % (4/21)

Tabell 10. Andel anläggningar med "mycket hög" nivå i spridarrören beroende på anläggningens ålder.

År drifttagning	Antal anläggningar	Andel anläggningar med "mycket hög nivå"
2007–2011	25	12 % (3/25)
2012–2016	27	4 % (1/27)

4.3 Vad krävs för att bedöma markbaserade anläggningar

Under dialogmötet fick deltagarna svara på vad krävs för att kunna göra bra bedömningar av befintliga markbaserade anläggningar. Många av deltagarna svarade att grundvattenrör och bra underlag från ansökan/anläggandet är mycket viktigt. Flera deltagare svarade också att inspektionsmöjligheter av fördelningsbrunn, luftningsrör och slamavskiljare är viktigt. För slamavskiljaren är det väsentligt att locken är avtagbara och att T-rören är synliga. En annan aspekt som lyftes fram var möjligheten till att kunna utföra/få dokumentation från bra markundersökningar och test på hydraulisk funktion (kornstorleksfördelning, perkolationstest etc.).

Mer forskning och kunskap var också något som efterfrågades av flera deltagare, särskilt inom områdena smittspridning, fosforrening och hur man kan bedöma om en anläggning fungerar eller ej (indikatorer). Avstånd till vattentäkter lyftes också av ett antal liksom vikten av att inspektören har tillräcklig med tid, kunskap och hjälp från tillgängliga tekniska hjälpmedel – t.ex. rökpatroner, planlaser och rörkamera. Möjlighet att ta prover på utgående vatten från anläggningarna var också något som lyftes.

4.4 Att tänka på inför kommande projekt

En fortsättning på det nuvarande funktionsprojektet har beviljats av Havs- och vattenmyndigheten. Till fortsättningsprojektet är avsikten att studera ytterligare 60–100 anläggningar. Syftet med fortsättningsstudien är att göra underlaget mer statistiskt säkert (större antal mätningar) och mer representativt för de olika förutsättningar som kan finnas i Sverige. Projektgruppen kommer att försöka söka ytterligare medel för att komplettera fortsättningsstudien med analyser på utgående vatten. Erfarenheter från det utförda projektet kommer att användas till uppdatering av checklistan.

Under dialogmötet framfördes synpunkter på vad som är viktigt att tänka på till det kommande projektet. En synpunkt som lyftes var att provtagning på utgående vatten enbart kan utföras på markbäddar med tät botten, och att man därför behöver lägga ner arbete på att finna sådana anläggningar. Ett önskemål är även att studien bidrar med underlag för att ta fram säkra metoder för att avgöra om en anläggning fungerar eller inte.

5 Slutsatser

Under inventeringen undersöktes 101 anläggningar – samtliga satta i drift efter 2006. Följande slutsatser kan dras från resultat från inventeringen:

- Anläggningarnas funktion har i studien bedömts genom nivå av vatten respektive slam i spridarrören. Nivån i spridarrören ansågs vara ”förhöjd” om vattennivån var över 5 cm och/eller om slamnivån var över 2 cm. Nivån ansågs även vara ”mycket hög” om vattennivån över 11 cm och/eller om slamnivån var över fem cm. 28 anläggningar hade ”förhöjd” nivå och 15 anläggningar hade även ”mycket hög” nivå. Detta indikerar att igen-sättningsproblem eller sättningar i bäddmaterialet kan förekomma i relativt många anläggningar. Det är inte dock givet att hög nivå i spridarrören måste betyda att anläggningen inte fungerar som den ska, hög nivå kan t.ex. även bero på att det strax innan mätningen har kommit en stor mängd vatten som inte hunnit sjunka undan.
- För över hälften av anläggningarna var spridningslagret tvättat. Anläggningar med tvättat spridningslager hade mindre andel mätpunkter (7 %) med mycket hög nivå i spridarrören än anläggningar som antingen hade otvättat material eller där det inte var känt om spridarlagret var tvättat. Detta kan vara en indikation på att det är viktigt att tvätta materialet i spridarlagret.
- För de 89 anläggningar med data över bedömningsmetod för filtermaterial visade studien att det var ungefär lika vanligt att bedöma genom okulär bedömning (36 anläggningar) som att välja filtermaterial utan någon bedömning (35 anläggningar). Att använda en faktisk mätning som mått på kornstorlek eller vattengenomsläpplighet var hälften så vanligt som okulär bedömning (18 anläggningar). Det är vanligare med förhöjda nivåer i spridarrören om enbart okulär bedömning eller ingen bedömning alls har utförts än om en faktisk mätning har gjorts. Mycket höga nivåer är vanligare hos anläggningar där ingen bedömning gjorts än om bedömning gjorts via faktisk mätning eller okulär bedömning. Slutsatsen blir att faktisk mätning är det säkraste sättet att bedöma filtermaterialet. Okulär bedömning är dock bättre än ingen bedömning alls.
- För de 97 anläggningar där data över bäddens dimensionering fanns hade tolv anläggningar en yta som är över 5 m² mindre än vad som angetts i tillståndet. Hälften av dessa har stora mängder slam i spridarrör, igensättningar (mycket höga nivåer) eller stora sättningar i bädden. Detta indikerar att det är viktigt att inte ha en mindre yta än vad som angetts i tillståndet.
- Dimensionering av slamavskiljare stämde generellt överens med antalet boende.

- Vid nio av anläggningarna uppgavs fördelningen av vatten mellan olika spridarrör fungera dåligt. Fem av dessa hade mycket hög nivå i spridarrören vilket är en stor andel (56 %) jämfört med 15 % för totala antalet anläggningar. Tolkningen är att det kan vara av betydelse att fördelningen mellan spridarrör är jämn. I annat fall utnyttjas inte hela bäddytan vilket kan leda till igensättning. Samtidigt får man ha i åtanke att det totala antalet anläggningar med dålig fördelning mellan spridarrören är få vilket gör att slumpen kan ha stor påverkan på resultatet.
- Luftning mellan spridarrören och fördelningsbrunn/ slamavskiljare/ avluftning över hustak har kunnat konstateras vid 23 av 101 anläggningar, alltså knappt en fjärdedel. Detta kan bero på att luftningen i regel fungerar dåligt med det kan också bero på att det ofta är svårt att testa luftningen – t.ex. på grund av att anläggningen är pumpbaserad eller att rökpatrontesterna är svåra att genomföra.
- I 18 av anläggningarna fanns det flytslam i fördelningsbrunnen, varav fem hade större mängder. Stora mängder flytslam i fördelningsbrunnen verkar kunna kopplas samman med höga nivåer i spridarrören. För brunnar med endast små mängder flytslam finns inget sådant samband.
- Sju anläggningar hade hög nivå i slamavskiljaren. Fyra av dessa hade även uppdämning i spridarrören (mellan 10–50 cm), medan tre hade stora mängder slam i fördelningsbrunnen. Anläggningar med hög nivå i slamavskiljaren verkar alltså oftare ha slam i fördelningsbrunn och/eller hög nivå/slam i spridarrör.
- För de 75 anläggningar där uppgift om T-rör fanns uppgavs fyra anläggningar sakna T-rör. Det kan vara svårt att se om en slamavskiljare har T-rör eller inte, vilket också verkar vara fallet under inventeringen. Detta gör att antalet slamavskiljare utan T-rör kan ha underskattats. Avsaknad av T-rör bedöms kunna påverka markbäddens funktion genom att leda till att mer flytslam och partiklar når den markbaserade anläggningen vilket ökar risken för igensättning. Det är viktigt att miljöinspektörer har möjlighet att bedöma om T-rör eller motsvarande finns för att kunna bedöma anläggningens funktion.
- I ett fåtal fall (sex anläggningar) förekom vattenbelastande installationer. På grund av det begränsade antalet är det svårt att dra generella slutsatser om påverkan på funktion. Antagandet är dock att det inte är lämpligt att koppla ihop avloppet från dessa typer av installationer med övrigt hushållsavlopp.
- Enbart ett fåtal av anläggningarna var placerade låglänt eller med stora höjdvariationer. Ingen av dessa anläggningar hade en uppmätt hög grundvattennivå.

- Mätning av grundvattennivåer har kunnat genomföras vid 76 anläggningar. Det finns en stor osäkerhet i bedömningen av hur många anläggningar som inte uppfyller kraven på skyddsavstånd. Studien indikerar dock att minst åtta av anläggningarna (10 %) är bristfälliga. Det är viktigt att samla in fler mätningar på grundvattennivå, och att försöka se till att dessa mätningar har så hög tillförlitlighet som möjligt. En synpunkt från flera av de kommuner som deltog i studiens dialogmöte är att grundvattenrör är viktigt för att kunna bedöma grundvattennivå och anläggningens funktion.

Studien kan också kompletteras med följande slutsatser från inspektörer, entreprenörer och tillverkare:

- För att inspektörer ska kunna bedöma markbaserade anläggningar är det viktigt att grundvattenrör finns, att underlaget från ansökan/anläggande är bra, att det är lätt att inspektera olika delar av anläggningen och att man vet vilka typer av ”fel” man ska leta efter. Det är också viktigt att göra bra bedömningar av filtermaterialet och att inspektören har tillräckligt med tid, kunskap och tillgängliga tekniska hjälpmedel.
- Entreprenörer och tillverkare lyfter förebyggande tips som att anläggningen bör placeras grunt (inte djupt), att markbädd bör väljas om osäkra markförhållanden råder, samt att fastighetsägaren informeras om vad som får spolas ner i avloppet och om vikten av fungerande luftning. Det är viktigt att det inte finns svackor i anläggningens tilloppsror – vilket kan undersökas med en rörkamera.
- Bland möjliga åtgärder för anläggningar med problem lyfter några av entreprenörerna spolning av anläggningen. Om luftning av spridarrören saknas kan ett alternativ vara att gräva upp enbart så mycket av bädden så att man kommer åt att sätta dit luftning. Utöver detta var förslaget från entreprenörerna att gräva upp/göra en ny anläggning.

6 Referenser

- Arai Y. och Livi, K.J., 2012. Underassessed phosphorus fixation mechanisms in soil sand fraction. *Geoderma*. 192. Sid 422–429.
- Avfall Sverige, 2014. *Omhandertagande av fraktioner från enskilda avlopp - Nu-lägesgissammanställning och framtidsplan*. Avfall Sverige, Rapport U2014:15, ISSN 1103-4092.
- Avfall Sverige, 2016. *Tömning av slamavskiljare, Jämförande studie av heltömning, mobil avvattning och deltömning*. Avfall Sverige, Rapport 2016:12, ISSN 1103-4092.
- Ejhed H., Magnér J., Olshammar M., Remberger M., Norström K., Lilja K., Bibi M. och Reimer K-A., 2012. *Enskilda avlopp som källa till läkemedelsrester och andra kemikalier*. IVL rapport B2070, IVL Svenska Miljöinstitutet. Stockholm.
- Elmefors E., Eveborn D. och Tuveesson M., 2016. *Bergkross och naturgrus som filtermaterial i markbäddar – Materialval och provtagningsplan inför fullskalestudie*. SVU Rapport Nr 2016-09. Svenskt Vatten.
- Elmefors E., Ljung E., Casserstedt L., Döse M., Göransson M., Nilsson P. och Wallman S., 2016. *Informationsblad – Rekommendationer för bergkross som filtermaterial i markbäddar*. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik.
- Eveborn D., Gustavsson J.P., Elmefors E., Ljung E., Yu L. och Renman G. 2012. *Kvantifiering av fosforläckage från markbaserade avloppssystem*. JTI:s skriftserie 2012:3. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik.
- EXPO-NET, 2016-10-18 (elektronisk): <http://www.expo-net.dk/English/Products/Wastewater%20Treatment/www-bio-blok-com.aspx>
- Laak R., 1986. *Wastewater engineering and design for unsewered areas*. Technomic Publishing Company, Lancaster, Pennsylvania, USA.
- Larsson C., 2015. *Fosforfällor i Trollhättans kommun, En undersökning av enskilda avloppsanläggningar med fosforfälla*. Trollhättans kommun, 2015-08-30
- Länsstyrelsen i Västra Götalands län, 2009. *Markbaserad rening, En förstudie för bedömning av kunskapsläge och utvecklingsbehov*. Länsstyrelsen i Västra Götalands län, Vattenvårdsenheten, Rapport: 2009:77, ISSN: 1403-168X (Författare: Peter Ridderstolpe).
- Matikka V., Veijalainen A.-M. och Vilpas R., 2012. *Haja-asutuksen jätevesien niukkaresurssiset käsittelykonseptit – Loppuraportti*. Savonia, Finland.
- Miljösamverkan, 2016. *Små avlopp med Fosforfälla, DEL 1 Resultat från tillsyn och provtagning av små avlopp med fosforfälla*. Region Halland, projektledare: Teres Heidermark.
- Naturvårdsverket, 2003. *Små avloppsanläggningar, Hushållspillvatten från högst 5 hushåll*. Naturvårdsverket Fakta, ISBN 91-620-8147-0.pdf.
- Naturvårdsverket, 2012. *Läget inom markbaserad avloppsvattenrening, Samlad kunskap kring reningstekniker för små och enskilda avlopp*. Naturvårdsverket, Rapport 6484, ISBN 978-91-620-6484-6.
- Norsk Rørsenter, 2016. *Lukkede infiltrasjonsanlegg for sanitært avløpssvann*. VA/Miljø-blad nr 59.
- Palm O., Elmefors E., Eveborn D., Moraeus P., Nilsson P., Persson L. och Ridderstolpe P., 2011. *Forsknings- och utvecklingsbehov inom markbaserad avloppsvattenrening*. Uppdragsrapport till Naturvårdsverket, levererad av JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik 2011-11-30.

- Palm O., Malmén L. och Jönsson H., 2002. *Robusta, uthålliga små avloppssystem – En kunskapssammanställning*. Naturvårdsverket. Stockholm.
- Ridderstolpe P., 2009. *Markbaserad rening – en förstudie för bedömning av kunskapsläge och utvecklingsbehov*. Rapport 2009:77, rapportserien för Länsstyrelsen Västra Götalands län.
- Rørcentret, 2007. *Erfaringer med nedsivningsanlæg*. Teknologisk Institut, Rørcentret, Rørcenter-anvisning 013, 1. udgave, 1. oplag 2007, ISBN 87-991239-3-2, ISSN 1600-9894.
- SGU, 2016. Månadskarta grundvattennivåer.
- Siegrist R.L., Tyler E.J. och Jenssen P.D., 2000. *Design and Performance of One-site Wastewater Soil Absorption Systems*. 1001446 USEPA.
- Olshammar M., Ek M., Rosenquist L., Ejhed H., Sidvall A. och Svanström S., 2015. *Uppdatering av kunskapsläget och statistik för små avloppsanläggningar*. SMED Rapport Nr 166 2015. Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut. Norrköping.
- SS 825621. *Avloppsvattenrening - Slamavskiljare för 26 - 500 pe - Allmänna fordringar*. SIS - Swedish Standards Institute, Artikelnummer: STD-7213.
- Sylwan I., af Petersens E, Ulinder E., 2017. *Faktablad för markbaserad rening – möjliga vägar för etablering*. (Ej publ.). RISE Jordbruk- och livsmedel och WRS.

Referenser muntligt/ över e-post

- Alm Axel, FANN VA-teknik, 2016-05-31
- Andskär Rikard, FANN VA-teknik, 2016-05-31
- Björn Erik, Karlskoga kommun, 2016-04-25
- Eveborn David, Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2017-04-27
- Faldager Inge, Teknologisk Institut, 2016-05-09
- Herrmann Inga, Luleå Tekniska Universitet, 2016-04-29
- Lindblom Magnus, Uponor, 2016-05-16
- Vilpas Riikka, SYKE Finlands miljöcentral, 2016-05-18

Bilaga 1. Inspektionsprotokoll

Inspektionsprotokoll

Anmärkning: När värden som inte är heltal matas in i webbprotokollet så måste de skrivas med punkt som avgränsning, exempelvis "0.5" (ej "0,5").

Grunduppgifter

Allmänna uppgifter om avloppssystemet och kontaktuppgifter till referenspersoner

1. **Fastighetsägare**
Namn och kontaktuppgift (ska ej lämnas till JTI)
.....
2. **Adress/Fastighetsbeteckning**
.....
3. **Entreprenör**
Namn på entreprenör/företag som anlade anläggningen
.....

Kontrolluppgifter

Uppgifter som skall bekräfta att anläggningen uppfyller de krav som projektet satt för de ingående objekten i undersökningen

4. **Typ av avlopp**
Endast avlopp inkluderande WC skall ingå i studien
Markera endast en oval.
☐ WC + BDT-avlopp
☐ BDT-avlopp
☐ Övrigt:

5.

Typ av boende (dagens situation)

Endast permanenthushåll skall ingå i studien

Markera endast en oval.☐

Permanentboende

☐

Fritidsboende

☐

Övrigt:

6.

År för drifttagning

Endast anläggningar tagna i drift (alternativt byggda) efter 2006 och före 2014 (dvs 2007-2013) skall ingå i studien

Exempel: den 15 december 2012

Belastningsdata

Information som behövs för att utvärdera hur anläggningen har belastats under den period som nuvarande fastighetsägare förvaltat anläggningen

7.

Antal boende

Medeltalet antal boende under senaste året. Barn < 2 år räknas ej.

8.

Om anläggningen står outnyttjad längre perioder (>1 mån per år) ange då antalet månader

Antal månader per år som anläggningen står outnyttjad (grov uppskattning)

9.

Hemmavaro

Ett värde som grovt beskriver de boendes grad av hemmavaro på dagsbasis.

Exempel: Externt arbetande och skolbarn normalt 60%. Pensionär eller näringsidkare med bostad som arbetsplats 100%.

10.

Omfattande förändring av belastning

Om en omfattande förändring av belastningen på anläggningen har skett under de senaste 3 åren skall detta anges här

Markera endast en oval.

- ☐ Ökning motsvarande minst 2 personer
- ☐ Minskning motsvarande minst 2 personer
- ☐ Annan omfattande förändring

11.

Vattenbelastande installationer

Markera alla som gäller.

- ☐ Bostaden har större badvattenanläggning ansluten till systemet med volym > 400 l
- ☐ Bostaden har backspolningsvatten från exempelvis poolrenings- eller vattenreningssystem påkopplat till anläggningen
- ☐ Dräneringsvatten är påkopplat på systemet
- ☐ Annan omfattande vattenbelastning

12.

Kommentar grunduppgifter och belastningsdata

Här har du möjlighet att kommentera eller lägga till uppgifter som du anser väsentliga i sammanhanget och som berör avsnitten om grunduppgifter och belastningsdata

.....

.....

.....

.....

.....

Slamavskiljare

Uppgifter om anläggningens förbehandling.

13.

Typ av förbehandling

Markera endast en oval.

- ☐ Slamavskiljare
- ☐ Annan förbehandling

14.

Fabrikat/modell

Ange om möjligt fabrikat på slamavskiljare.

Om betongavskiljare av okänt fabrikat, ange "Betong".

.....

15.

Ange om möjligt modellnamn på slamavskiljaren enligt tillverkaren

.....

16.

Dimensionering

Ange om möjligt slamavskiljarens dimensionerande belastning (m³/d)

.....

17.

Fällningsteknik

Ange om och på vilket sätt kemfällning nyttjas i avloppsanläggningen
Markera endast en oval.

- ☐ Ingen kemfällning
- ☐ Kemfällning med dosering i ledningssystemet
- ☐ Kemfällning med dosering i separat brunn
- ☐ Kemfällning med dosering direkt i slamavskiljare
- ☐ Annan fällningsteknik

18.

Drift av fällning

Ange om fällningsutrustningen är eller har varit i drift större delen av senaste året
Markera endast en oval.

- ☐ Ja
- ☐ Nej
- ☐ Oklart

19.

Slamtömningsfrekvens

Uppskatta hur många gånger slamavskiljaren tömts per år (töms den vartannat år blir svaret 0,5, vart tredje år 0,33 etc)

.....

20.

Kommentar slamavskiljare

Här har du möjlighet att kommentera eller lägga till uppgifter som du anser väsentliga och som berör föbehandling

.....

.....

.....

.....

.....

Markbaserat system

Kontroll av funktioner och funktionsnedsättning på anläggningens filtrerande del

21.

Utformning

Ange vad som gäller för denna anläggning

Markera alla som gäller.

- ☐ Anläggningen är pumpbeskickad (trycksatt spridarledning)
- ☐ Anläggningen är pumpbeskickad men har självfall i spridarledning
- ☐ Anläggningen är dränerad och har ett utlopp med självfall (dvs markbäddskonstruktion)
- ☐ Anläggningen är tät (bädden invallad med duk eller liknande)
- ☐ Bädden är byggd med biomoduler

22.

Fabrikat/modell moduler

Om anläggningen är byggd med moduler,
ange fabrikat

.....

23.

Om anläggningen är byggd med moduler,
ange modell

.....

24.

Infiltrationsyta (enligt tillstånd/ansökan)

Ange infiltrationsbäddens totala yta (m²).

Räkna med 1m² meters spridning per
meter spridarrör.

.....

25.

Grundvattenuppgifter i tillstånd/ansökan

Om det finns uppgifter om grundvattenivå i tillstånds- och ansökningshandling vad
baseras då dessa på

Markera alla som gäller.

- ☐ Inga uppgifter finns
- ☐ Okänt hur man fått fram uppgifterna i ansökan
- ☐ Uppgift från observation i provgrop
- ☐ Uppgift från observation i grundvattenrör
- ☐ Uppgift från observation i närliggande brunn
- ☐ Annan observation

26.

Tidpunkt för grundvattenobservation

Under vilken period på året insamlades information om grundvattennivå
Markera endast en oval.

- ☐ Juli-oktober
- ☐ Övriga månader
- ☐ Uppgift avser högsta grundvattennivå (justerad för årstidsvariationer)
- ☐ Uppgift går ej att utläsa

27.

Rapporterad grundvattenyta

Anges i cm med spridarrör som referenspunkt (vid acceptabla förhållanden alltså ett värde mindre än -100 cm)

.....

28.

Spridningslager

Ange vilken typ av material som spridningslagret utgörs av
Markera endast en oval.

- ☐ Uppgift saknas
- ☐ Spridningslager saknas (ange även tex om biomodul)
- ☐ Natur- eller bergkrossingel tvättad
- ☐ Natur- eller bergkrossingel otvättad/okänd hantering

29.

Bäddmaterial

Vilken typ av grusmaterial utgörs i huvudsak bäddmaterialet av
Markera alla som gäller.

- ☐ Uppgift saknas
- ☐ Lokal naturlig jordfraktion
- ☐ Naturmaterial/naturgrus från täkt
- ☐ Bergkross innehållande 0-fraktion (0-X)
- ☐ Siktad bergkross ej innehållande 0-fraktion (exempelvis 2-4)

30.

Materialspecifikationer bäddmaterial

Vilka underlag finns för materialets lämplighet som filterbädd.
Markera alla som gäller.

- ☐ Sådan information saknas helt
- ☐ Hänvisning till okulär bedömning
- ☐ Kornstorlekskurva
- ☐ Resultat från permeabilitetstest (exempelvis K-värde eller LTAR-värde)

31.

D10

Om korstorlekskurva finns att tillgå för filterbäddsmaterialet ange då dess D10-värde. Om flera bäddmaterial används, ange värdet på korurvean med lägst D10.

.....

32.

LTAR

Om LTAR-värde finns att tillgå för filterbäddsmaterialet, ange då dess LTAR-värde. Om flera bäddmaterial används, ange då värdet på materialet med lägst LTAR

.....

33.

Kommentar markbaserat system

Här har du möjlighet att kommentera eller lägga till uppgifter som du anser väsentliga och som berör det markbaserade systemet (exempelvis om bädden består av flera material)

.....

.....

.....

.....

.....

Fältobservationer

Här har frågor samlats som ej kan besvaras utan observationer i fält

34.

Datum för inspektion

Exempel: den 15 december 2012

.....

35.

GPS-koordinat anläggning

Ange en GPS koordinat för anläggningen (SWEREF99)

.....

36.

Anläggningens läge i terrängen

Betrakta den lokala terrängen vid anläggningen och beskriv den markbaserade anläggningens läge.

Markera endast en oval.

- ☐ Mycket höglänt (det faller av från anläggningen i många riktningar)
- ☐ Höglänt (det faller av från anläggningen i flera riktningar)
- ☐ Varken låglänt eller höglänt (mitt i ett lutande plan)
- ☐ Låglänt (det faller ner mot anläggningen i flera riktningar)
- ☐ Mycket låglänt (det faller ner mot anläggningen i många riktningar)

37.

Topografiska höjdvariationer

Beskriv den lokala terrängens höjdvariationer

Markera endast en oval.

- ☐ Stora höjdskillnader
- ☐ Moderata höjdskillnader
- ☐ Små eller obetydliga höjdskillnader

38.

Utformning slamavskiljare

Beskriv slamavskiljarens grundläggande utformning (vid osäkerhet gällande antal kammare välj övrigt).

Markera alla som gäller.

- ☐ Utan kammare (dvs en enda kammare)
- ☐ Två kammarprincip
- ☐ Trekammarprincip
- ☐ Annat
- ☐ Tättslutande lock (förhindrar luftflöde)

39.

Observationer slamavskiljare

Markera alla som gäller.

- ☐ Hög nivå i slamavskiljare (över utloppsnivå)
- ☐ Låg nivå i slamavskiljare (sannolikt läckage)
- ☐ Normal nivå i slamavskiljare (i nivå med utlopp)
- ☐ Det saknas T-rör eller annan avskärmning av utloppet
- ☐ Det finns T-rör eller annan avskärmning av utloppet

40.

Nivå dämning i fördelningsbrunn

Om det finns fördelningsbrunn, ange vattennivå (0 om ingen dämning). Använd utloppsrörets underkant som referensnivå (cm).

.....

41.

Observationer fördelningsbrunn

Om anläggningen har en fördelningsbrunn, hur väl fungerar då fördelningen mellan olika spridarrör

Markera endast en oval.

	1	2	3	
Fungerar dåligt	☐	☐	☐	Fungerar bra

42.

Finns det slam i fördelningsbrunnen?

Markera alla som gäller.

- ☐ Flytslam, stora mängder
- ☐ Flytslam, små mängder
- ☐ Bottenslam
- ☐ Flytslammet har fotograferats

43.

Uppmätt grundvattennivå/omättad zon

Ange en nivå i cm med spridarröret som referenspunkt (0). Dvs allt under -100 uppfyller kravet på avstånd till grundvatten och allt över noll innebär dämning i spridarrören.

.....

44.

Typ av observationspunkt grundvattennivå/omättad zon

Ange i vilken typ av mätpunkt som den uppmätta nivån fastställts

Markera endast en oval.

- ☐ Nivå i anslutande grundvattenrör eller liknande
- ☐ Nivå i grävd dricksvattenbrunn
- ☐ Nivå från närliggande dike/dikesbotten
- ☐ Nivå i närliggande dränering
- ☐ Nivå för grundvatten/omättad zon kunde inte bestämmas
- ☐ Annan typ av mätpunkt

45.

Typ av nivå vid bestämning av grundvatten/omättad zon

Ange typen av nivå som använts vid mätning

Markera alla som gäller.

- ☐ Avlagring från högsta grundvattenyta (använd ej i brunnar av plast)
- ☐ Befintlig vattennivå
- ☐ Bottennivå (torr mätning)

46.

Avstånd till observationspunkt

Horisontellt avstånd mellan infiltrationsyta och observationspunkt för grundvattennivå/omättad zon (m)

.....

47.

Uppdämning i spridarrör

Ange vattennivå ovan spridarörets botten i cm

.....

48.

Slam i spridarrör

Ange mängden slam eller främmande material i spridarrör ("sämsta" röret om variation finns)

Markera endast en oval.

- ☐ Representativ mätning ej möjlig
- ☐ 0-2 cm
- ☐ 2-5 cm
- ☐ >5 cm

49.

Spridarrörens djup (cm)

Ange på vilket djup under mark som spridarrören är placerade (positivt värde)

.....

50.

Spridarrörlängd

Ange spridarrörens längd (m). Om det är olika längder anger du det längsta spridarrörets längd.

.....

51.

Infiltrationsyta (enligt fältobservation)

Ange bäddens totala yta (m²). Räkna med 1 m² spridning per meter spridarrör.

.....

52.

Luftningssystem

Ange vad som gäller för anläggningens luftningssystem (drag kontrolleras om möjligt med rökpatrik)

Markera alla som gäller.

- ☐ Luftningsrör i form av avslutning på spridarrör saknas
- ☐ Avluftning finns på boningshus
- ☐ Konstaterat drag mellan luftarrör och avluftning på boningshus
- ☐ Konstaterat drag mellan luftarrör och slamavskiljare
- ☐ Konstaterat drag mellan slamavskiljare och avluftnings på boningshus
- ☐ Blockering av luftarrör (tex ohålade lock)

53.

Kommentar fältobservationer

Här har du möjlighet att kommentera eller lägga till uppgifter som du anser viktiga och som berör observationer som gjorts i fält

.....

.....

.....

.....

.....

Bilaga 2. Urval av anläggningar samt arbetsgång för inspektioner

Arbetsgång

- Se till att utrustning finns tillgänglig
- Sortera ut anläggningar slumpvis.
- Genomför fältobservationer enligt inspektionsprotokoll.

Instruktion för att slumpa fram anläggningar som ska inspekteras

Vi råder er att slumpa ut ett större antal anläggningar än ni kommer att behöva (25 st). Gå sen igenom en efter en för att hitta 10 anläggningar som uppfyller kontrollpunkterna enligt inspektionsprotokoll. Om ni av någon anledning anser det fördelaktigt/ mer praktiskt kan ni välja anläggningar så att de ligger inom några olika områden i kommunen. Till sist se till att få kontakt med fastighetsägaren för dessa anläggningar, och utför sen inspektionerna enligt protokoll.

Ytterligare instruktioner:

Fråga: Vår kommun kommer ha svårt att göra ett helt slumpvist urval på grund av att våra arkiv är ofullständiga eller uppbyggda på ett sätt som gör detta svårt. Hur gör vi?

Svar: Ni gör ett så slumpvis urval som möjligt och informerar sen JTI om hur detta urval har gått till.

Fråga: Jag har en fundering kring hur vi väljer ut anläggningar. Vi har diskuterat att det vore intressant att få med så många olika gräventreprenörer som möjligt. Hur ser du på att vi även tar med denna parameter när vi "slumpmässigt" väljer ut?

Svar: Gällande entreprenörer så diskuterade vi det som en parameter, men tog inte med det eftersom vi inte ville göra proceduren alltför omständlig och eftersom vi tänkte att det ändå inte borde bli en och samma entreprenör på alla om urvalet är slumpat. Men det låter som en bra idé att ni lägger till det som en urvalsparameter om det är smidigt för er att göra ett slumpvis urval där hänsyn tas även till att det ska vara olika entreprenörer.

Bilaga 3. Utrustningslista

Pryl	Bildexempel	Användning	Var få tag på?
Planlaser för professionell användning utomhus. 50 m räckvidd rekommenderas. Som tillbehör behövs stativ samt mätsticka		Mätning av nivåskillnader mellan mark, grundvattenyta, spridarrör mm.	Kan hyras på vanliga maskinuthyrningsställen som CRAMO, Ramirent m.fl. Kostnad ca 500 kr per dygn
Extra mätsticka för smutsiga jobb. ~3 m lämpligt. 15x15 mm fyrkantslist kan vara lämpligt.		För att känna och mäta i djupa rör och slamavskiljare.	Går att köpa billigt i byggvaruhandeln
Tumstock		Diverse mätningar	Går att köpa billigt i byggvaruhandeln
Avståndsmätare		Digital eller analog mätutrustning för att mäta längre avstånd upp till 50 m. (tex mellan bädd och brunn, bädrens area etc). Ej obligatoriskt men underlättar.	Digitala mätare går att hyra för ett par hundralappar/dygn. En professionell digital mätare kostar 1000-2000kr.
Rökpatroner som ger minst 8 m ³ rök samt tändare		Kontroll av ventilation i luftarrör.	Går att köpa på webben (ex http://bjornax.se/) eller hos professionella grossister som Ahlsell. Kostnad 100-200 kr per 10st.
Klucklod (alternativt ljuslod) (Valfritt om grundvattenrör i vid anläggningar är vanligt förekommande)		Används för bestämning av vattennivå i rör.	Finns hos några få återförsäljare. Bland annat hgschubert och Atlas Copco Welltech. Pris 1000-1500 kr.

Tejp och stål-tråd/najtråd		Tejp för att göra fast ficklampa vid inspektionskamera samt najtråd för att kunna surra fast och hänga ner rökpatorner i luftarrör och slamavskiljare	Byggvaruhandel
Verktyg, t.ex. skiftnyckel, skruvmejsel, polygrip, tång, slägga, rostlösare mm		För att lossa brunnsslock och komma åt viss utrustning kan det behövas olika tillhyggen. En verktygslåda med diverse verktyg är därför bra att ha med.	
Inspektionskamera (endoskop) med minst 2 m justerbar kabel (Valfritt! Men kan vara användbart)		Granska slamavskiljare, brunnar och luftarrör.	Kan mycket väl finnas till hands på er kommuns VA-avdelning. Går att köpa i fackhandeln (även på webben). Kostnad runt 1500 kr och uppåt.
Kamera, typ mobilkamera eller annat (Valfritt! Främst för er eget minne)		Fotografera anläggning/ komponenter etc. om ni anser att detta är av intresse. JTI kommer inte efterfråga eller analysera någon fotodokumentation.	
Mobiltelefon med surfmöjlighet		Läsa av GPS-koordinater, t.ex. via www.eniro.se	
Liten ficklampa		Lysa ner i brunnar och rör. Kan även vara användbar ihop med inspektionskamera för att kunna se i större mörka utrymmen (tex slamavskiljare). Kan då tejpas fast på inspektionskameran.	

Bilaga 4. Frågor som ställdes vid intervjuer med gräventreprenörerna

Frågor som ställdes inom detta projekt:

- Vilka generella råd har du för att markbaserade anläggningar som byggs ska fungera på det sätt de är avsedda att fungera?
- Brukar du bygga bäddar med biomoduler/kompaktfilter?
- Vilka funktionsproblem har du erfarenhet av?
- Vad kan vara orsaken till respektive problem?
- Vilka möjliga åtgärder finns för respektive problem?
- Har du tips på metodik/redskap/mätutrustning för att felsöka anläggningar?
- Vad är svårast i att anlägga en avloppsanläggning?

Frågor som ställdes i parallellt projekt (där delar av svaren har utgjort underlag även i denna rapport):

- Hur har du lärt dig att bygga infiltrationer och markbäddar?
- Hur har du lärt dig att bygga eventuella andra markbaserade anläggningar (med "biomoduler")?
- Vilka underlag använder du dig av idag när du ska bygga/projektera/ge tillstånd till en markbaserad avloppsanläggning dimensionerad för ett hushåll?
- Om en infiltration ska byggas, hur avgör du att markegenskaperna är lämpliga?
- Om t.ex. en markbädd eller en förstärkt infiltration ska byggas, hur bestämmer du exempelvis:
 - Hur bädden ska konstrueras (mäktighet på sandlager etc.)?
 - Vilken sand som skall användas (egna kontroller/ uppgifter som tagits fram vid aktuell täkt etc.)?
 - Vilka spridarrör som ska väljas? (Används samma rörtyp för pumpbeskickning som för självfall?)
- Kan du ge exempel på situationer när du använder skrifter, typitningar, regeltexter och liknande?
- Tycker du att det är någon typ av underlag gällande planering/ byggnation/ drift av små avloppsanläggningar som saknas idag, i så fall vad?
- Om ja på föregående fråga, vilken aktör skulle ur ditt perspektiv vara en lämplig avsändare av sådan information/skrift/underlag?
- Skulle du vara villig att betala för att ta del av ett sådant underlag, i så fall i vilket sammanhang och hur mycket?

Bilaga 5. Anläggningens läge i terrängen samt topografiska höjdvariationer (från handledning till inspektionsprotokoll)

Nedanstående bilder är avsedda att fungera som vägledning. Bedömningen av anläggningens läge i terrängen samt topografiska höjdvariationer bör utgå ifrån en ca 50-100 meters radie från anläggningens (bäddens) placering. Områden som ligger bortom eventuella vattendelare bör inte vägas in i bedömningen.

Exempel gällande anläggningens läge i Terrängen

Exempel på lägen som vi skulle klassa som mkt höglänt (, höglänt (, varken höglänt eller låglänt (, låglänt () samt mycket låglänt () har markerats i vissa av bilderna nedan.

Exempel på topografiska höjdvariationer

Stora höjdskillnader



Moderata höjdskillnader



Det läge som markerats som låglänt i denna bild skulle också kunna vara mycket låglänt om vattnets avrinningsriktning hade varit både från stenhällen och från fastigheten (vilket är svårt att avgöra på bilden).



Mycket låglänt om en anläggning hade placerats intill slänt (precis där den planar ut), dock skulle läget kunna bedömmas som låglänt om anläggningen var placerad på visst avstånd från slänten (i det mer plana området) eftersom "avrinningsstrycket" bör vara något mindre där.

Små eller obetydliga höjdskillnader



Om nivåvariationerna är små eller obetydliga så kommer anläggningen troligen oftast att anses vara ”varken höglänt eller låglänt” (bedömningen ska inte ta hänsyn till upphöjd konstruktion, utan det markeras under annan punkt i protokollet).

Bilaga 6. Flytslam i fördelningsbrunn

Figur 8 och 9 ger exempel på fördelningsbrunnar som bedömts ha lite respektive mycket slam vid inventeringen.



Figur 8. Exempel på fördelningsbrunn som bedömts ha lite flytslam vid inventeringen.



Figur 9. Exempel på fördelningsbrunn som bedömts ha mycket flytslam vid inventeringen.

