

# Läget inom markbaserad avloppsvattenrening

Samlad kunskap kring reningstekniker för små och enskilda avlopp

RAPPORT 6484 • APRIL 2012



# Läget inom markbaserad avloppsvattenrening

Samlad kunskap kring reningstekniker  
för små och enskilda avlopp

av Ola Palm, Elin Elmefors, Peter Moraeus, Peter Nilsson,  
Lennart Persson, Peter Ridderstolpe och David Eveborn

April 2012

NATURVÅRDSVERKET

**Beställningar**

Ordertel: 08-505 933 40

Orderfax: 08-505 933 99

E-post: natur@cm.se

Postadress: CM Gruppen AB, Box 110 93, 161 11 Bromma

Internet: [www.naturvardsverket.se/publikationer](http://www.naturvardsverket.se/publikationer)

**Naturvårdsverket**

Tel: 010-698 10 00, fax: 010-698 10 99

E-post: [registrator@naturvardsverket.se](mailto:registrator@naturvardsverket.se)

Postadress: Naturvårdsverket, SE-106 48 Stockholm

Internet: [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)

ISBN 978-91-620-6484-6

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2012

Tryck: CM Gruppen AB, Bromma 2012

Omslagsfoto: Maria Hübinette och Caroline Holm



# Innehåll

<b>FÖRORD</b>	5
<b>SAMMANFATTNING</b>	7
<b>SUMMARY</b>	9
<b>INLEDNING</b>	11
Om projektet	11
Innehåll och läsanvisning	12
Bakgrund	12
<b>SYFTE OCH MÅL</b>	14
<b>METODER</b>	15
<b>RESULTAT OCH DISKUSSION</b>	16
Behovet av en helhetssyn	16
Miljöfrågor och ekonomi	16
Vägval och ny nomenklatura	17
Övergripande ansvar	17
Från forskning till tillämpning	18
Internationellt samarbete	19
Markbaserad avloppsvattenrening och hållbar utveckling	20
Påverkan på grundvatten	20
Val av avloppsteknik i Sverige, Norge och Finland	21
Principer för anläggning	21
Regler och praxis i Sverige och Norge	22
Dimensionering	22
Utförande av anläggning	23
Befintliga anläggningar	24
Anläggningars livslängd	24
Minskad belastning på befintliga anläggningar	24
Nya anläggningar	25
Slamavskiljning	26
Reduktion av fosfor	26
Långsiktig fosforinbindning	27
Retention	27
Fosforhalt i grundvatten	28
Kväverening	28
Hälsoskydd	29
Läkemedelsrester och organiska miljöfrämmande ämnen	29
BDT-vattenrening	30
<b>SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER</b>	31
<b>REFERENSER</b>	34

## Förord

Denna rapport är resultatet från en forskningsutredning om markbaserad avloppsrening som finansierats av Naturvårdsverkets miljöforskningsanslag.

Syftet med den delen av projektet som rapporteras här var att beskriva det aktuella kunskapsläget inom markbaserad avloppsvattenrening i Sverige på ett sätt som kan fungera som underlag för inspektörer och entreprenörer i det praktiska arbetet på området. Rapporten är avsedd att beskriva och ge bakgrund till dagens praxis, kunskap och kunskapsluckor. Ett annat syftet med projektet var att formulera och belysa viktiga forsknings- och utvecklingsbehov på området. En separat rapport från det arbetet finns tillgänglig i pdf-format från Naturvårdsverket.

Studien har letts av Ola Palm, Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI). Rapporten har tagits fram av projektets styrgrupp, som beskrivs i inledningen, samt Elin Elmefors och David Eveborn vid JTI. Författarna svarar för innehållet i rapporten.

Under tiden för detta projekt har Havs- och vattenmyndigheten tagit över myndighetsansvaret för enskilda avlopp från Naturvårdsverket.

Kontaktperson på Havs- och vattenmyndigheten har varit Maria Hübinette och på Naturvårdsverket Jane Hjelmqvist och Tove Hammarberg.

Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten mars 2012

# Sammanfattning

Den bild av situationen i Sverige som kommer fram genom bl.a. detta projekt är att tillämpningen av den nu gällande lagstiftningen och det allmänna rådet NFS 2006:7 skiljer sig avsevärt mellan såväl olika län som kommuner. Bristen på direktiv från i första hand Naturvårdsverket, Boverket och nu också den nya Havs och Vattenmyndigheten (HaV) gör att tillämpningen av de regler och föreskrifter som finns sker på ett högst skiftande sätt. Behovet av en helhetssyn inom detta område framstår som en mycket angelägen uppgift för ansvariga myndigheter. Denna helhetssyn bör beakta ekonomiska, miljömässiga, juridiska och organisatoriska aspekter.

Sveriges miljölagstiftning (Miljöbalken) med tillhörande författningar innebär i huvudsak att småskaliga avlopp skall värna om recipientskydd, hälsoskydd och resurshushållning. Styrgruppen gör den generella bedömningen att markbaserade reningsanläggningar, förutsatt att de är rätt lokaliserade och byggda enligt de tidigare anvisningarna från Naturvårdsverket, ger en god resurshushållning och tillräckligt miljö- och hälsoskydd. Vissa frågetecken som bl. a. berör recipientskydd och fosforutsläpp liksom kväveutsläpp och nitratpåverkan på framför allt grundvatten behöver dock rätas ut.

Det är relativt vanligt att brunnar visar spår av mikrobiell påverkan särskilt inom tätbebyggda områden. Sådan påverkan kan många gånger kopplas till felaktig placering (alltför nära grundvatten) eller utformning av anläggningar (t.ex. anläggningar saknar rening efter slamavskiljning). Men sådana problem kan ibland också kopplas till ytvattenpåverkan och felaktig utformning av brunnar.

De flesta markbaserade anläggningar som byggs i Sverige är självfallsanläggningar, vilket i många fall leder till att infiltrationsanläggningen inte hamnar tillräckligt grunt med tanke på risken för hög grundvattennivå. Denna praxis grundades i Sverige under 1970- och 1980-talen. Härefter har information om utförande av grunt förlagda infiltrationer och vid behov med hjälp av pumpbeskickning spridits genom konferenser, kurser och utbildningar liksom av tillverkare inom branschen.

I Norge utvecklades kompetens och teknik i det så kallade NAT programmet, vilket ledde fram till att man där nu har en annan praxis än Sverige. Den norska modellen kännetecknas av att bygga anläggningar så ytligt som möjligt och att använda pump för beskickningen. I Norge är avloppsanläggningarna också dimensionerade efter en betydligt lägre belastning än i Sverige. I Sverige har vi även krav på ett minsta vertikalt avstånd på 100 cm mellan infiltrationsyta och grundvattenyta. Detta kan vara svårbedömt i praktiken eftersom grundvattenytan i Sverige är hög och växlande. Dessutom höjs grundvattenytan i samband med användning av det markbaserade reningssystemet.

Den hydrauliska livslängden hos markbaserade reningssystem bedöms vara upp till 30 till 40 år. Tillförlitliga underlag saknas dock, varför denna bedömning bör användas med försiktighet. Så länge bädden släpper igenom vatten finns ingen anledning att utgå från att den biologiska funktionen (dvs.

reduktion av smittämnen, BOD, och kväve) är försämrade. Tvärtom så föreligger ofta ett omvänt förhållande mellan biologisk reningseffekt och hydraulisk kapacitet.

För den kemiska funktionen (avskiljning av fosfor) krävs att den biologiska reningen fungerar väl. Den kemiska funktionen avtar dock med tiden. Hur snabbt beror på en mängd förhållanden där framför allt belastning och volym jord som deltar vid inbindningen av fosfor har betydelse. För närvarande saknas bra metodik för att värdera en enskild markbädd eller infiltrations reningskapacitet avseende framför allt fosfor.

Metodik och praktiska råd för bedömning av befintliga bäddars reningssystem bör utvecklas. Tillsvarende föreslår styrgruppen att markbaserade reningssystem som fungerar hydrauliskt inte bör åtgärdas. Detta så tillvida det inte finns skäl att misstänka att systemet t.ex. förorenar dricksvattentäcker.

Vid uppförande av nya anläggningar bör gällande rekommendationer alltid följas. Det minsta skyddsavståndet på 100 cm till högsta grundvattennivån skall alltid uppnås, vilket innebär att pumpbeskickning blir vanligare. Framtida infiltrationsanläggningar bör byggas så att avloppsvattnet infiltreras i smala diken och inte i en bädd. Styrgruppen anser också att norsk praxis borde kunna fungera bättre än den svenska. En annan viktig funktion är luftningen av biohuden/infiltrationsbädden.

Vad gäller slamtömningen i Sverige så sker denna i dagsläget normalt en gång per år. För att minska onödiga transporter och kostsam hantering av slam bör Sverige överväga behovsanpassad tömning likt exempel från Norge.

Forskningen är samstämmig när det gäller markbaserade reningssystem goda förmåga att reducera bakterier och parasiter. Även virus avskiljs i hög grad, men på grund av sin ringa storlek finns risk för att de kan ta sig igenom biohud och mark. För att rätt bedöma och kontrollera virus behövs ytterligare forskning. Reduktionen av läkemedel och organiska miljöfrämmande ämnen kan förväntas vara minst lika bra i markbaserade reningssystem eller till och med betydligt bättre jämfört med kommunala avloppsreningsverk.

Genom att kombinera markbaserade reningssystem med klosettavsortering, urinsortering eller kemisk fällning finns möjligheter till återvinning av näringsämnen – en möjlighet som annars inte finns för markbaserade reningssystem. Med separat hantering av klosettavsortering kan BDT-vatten med fördel omhändertas med markbaserad teknik.

## Summary

In Sweden there is a considerable difference – as well between counties as between municipalities – in how the legislation now in force and the recommendations NFS 2006:7 from the Swedish Environmental Protection Agency are implemented regarding WSAS (Wastewater Soil Absorption Systems). This difference could be explained by the fact that none of the governing authorities (the Swedish Environmental Protection Agency, the Swedish National Board of Housing, Building and Planning and the new Swedish Agency for Marine and Water Management) is providing directives. There is an urge for these authorities to provide a comprehensive view – a comprehensive view that accounts for economical, environmental, legal and organizational aspects.

The main implication of the Swedish Environmental Law is that on-site wastewater treatment systems shall be used in such a manner that environmental protection, health protection and sustainable use of resources is achieved. The general opinion of the steering group of this project is that WSAS provides good sustainable use of resources and a sufficient protection for environment and health. However, certain questions, e.g. regarding protection of receiving waters and release of phosphorus as well as the impact of nitrogen on groundwater, needs to be straightened out.

It is relatively common that drinking-water in wells show tracks of microbial impact, especially in densely populated areas. Such impact can often be due to faulty placing (too close to groundwater) or faulty design of the on-site treatment system (e.g. when there is no secondary treatment after the septic tank). Such problem can however sometimes also be due to impact of surface water or faulty design of the well.

The main part of the WSAS built in Sweden is gravity driven. This often leads to that the soil infiltration system is placed too deep under the ground level considering the risk of high groundwater level. This Swedish praxis of WSAS was founded in Sweden during the 1970s and 1980s. Since then, information of how to build shallowly placed infiltration systems has been spread through conferences, courses and educations as well as through manufacturers in the sewage business.

In Norway, competence and technique were developed through an effort known as the NAT-programs. The NAT-program led to a Norwegian praxis characterized by building WSAS with infiltration surface placed as shallow as possible (thereby often pump-driven), thus differing from the Swedish praxis. The WSAS in Norway are also dimensioned for a considerably lower load than the WSAS in Sweden. In Sweden, there is also a demand of vertical distance of at least 100 cm between the infiltration surface and the highest groundwater surface. In practice however, this can be hard to judge due to the high and variable groundwater surface in Sweden. In addition, the groundwater surface rises by usage of the WSAS.



The hydraulic longevity of WSAS is estimated to be between 30 and 40 years. However, since there is no trustable basis for this estimation it shall be used with care. As long as the soil bed allows water to pass through there is no reason for assuming that the biological function (i.e. the reduction of pathogens, BOD and nitrogen) has deteriorated.

However, the chemical phosphorus removal process will decrease over time. Several factors will influence the rate of the decrease. Among these factors the phosphorus load and the amount of soil available for the sorption process are important. At present there is a lack of good methods for estimating the treatment efficiency – especially regarding phosphorus – in the single infiltration plant or soil bed.

Methods and hands-on recommendations for evaluation of the long-term treatment capacity should be developed. For the time being the steering group suggests that as long as a WSAS has a satisfactory hydraulic function intervention shall not be made. This provided there is no reason to suspect that the system causes problems such as e.g. polluting drinking water catchments.

Current recommendations should always be followed when constructing new infiltration plants or soil beds. A protection distance to the groundwater surface of at least 100 cm shall always be reached, which would imply that pump powering gets more common. Future WSAS should be built so that the wastewater will infiltrate in narrow ditches and not over an even bed surface. The steering group also believes that Norwegian praxis should lead to more satisfactorily functioning than Swedish praxis. Another important function is the aeration of the bio-mat/soil bed.

In the time being, desludging of septic tank in Sweden normally is performed once per year. To decrease unnecessary transports and expensive handling of sludge, Sweden should consider using demand driven desludging as is tested in Norway.

A united opinion of researchers is that WSAS has a good ability to reduce bacteria and parasites. Virus is also reduced to a high degree, but because of their small size there is a risk that they move past the bio-mat and the soil. In order to make the right judgments and controls of virus there is a need for more research. Reduction of pharmaceuticals and organic anthropogenic substances could be expected to be at least as good – if not even considerably better – in WSAS as in municipal wastewater treatment plants.

By combining WSAS with black water separation, urine separation or chemical precipitation recycling of nutrient can be possible – a possibility which otherwise doesn't exist for WSAS. By handling black water separately grey water can with advantage be treated in WSAS.

# Inledning

## Om projektet

Våren 2010 fick JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, tillsammans med VA-teknik & vattenvård och WRS finansiering av Naturvårdsverket för att ta fram ett fördjupat underlag kring rådande kunskapsläge och forskningsbehov gällande markbaserade avloppsreningsteknik. En *styrgrupp* bestående av följande personer har gemensamt genomfört projektet:

### STYRGRUPP

Ola Palm, JTI (Projektledare)  
Peter Nilsson, VA-teknik & Vattenvård  
Peter Ridderstolpe, WRS  
Peter Moraeus, JTI  
Lennart Persson (före detta Norrtälje kommun)

Projektet delades upp i flera aktiviteter som syftade till att samla och ena forskare och sakkunniga inom markbaserad reningsteknik kring viktiga och aktuella frågeställningar. Framför allt deltog kompetens inom Norden men även forskare från USA fanns representerade. Dessa personer, listade nedan, har utgjort projektets *referensgrupp*.

### REFERENSGRUPP

Peter Jenssen, UMB, Norge  
Trond Maehlum, Bioforsk, Norge  
Errki Satala, SYKE, Finland  
Jane Hjelmqvist, Naturvårdsverket, Sverige  
Lena Maxe, SGU, Sverige  
Jon Petter Gustavsson, KTH, Sverige  
Håkan Jönsson, SLU, Sverige  
Robert Siegrist, Colorado School of Mines, (Golden, Colorado), USA

Projektet ska även betraktas som en uppföljning av rapport ”Markbaserad rening – en förstudie för bedömning av kunskapsläge och utvecklingsbehov” (Ridderstolpe 2009) . Ett mål med projektet var därför även att granska förstudiens beskrivningar, slutsatser och förslag.

Projektets aktiviteter utgjordes främst av en *konferens* och två *workshops*. Konferensen ”Markbaserad rening – State of the art” hölls i Malmö 8-9 februari 2011 och samlade styrgruppen, referensgruppen och övriga utvalda personer inom särskilda kompetensområden. Under *workshops* deltog medlemmarna i styrgruppen och referensgruppen.

Referensgruppen har i ett tidigt skede lämnat synpunkter och kommentarer på denna rapport och dessa har i största möjliga mån beaktats.

## Innehåll och läsanvisning

Dokumentet inleds med kort bakgrund kring markbaserade reningssystem. Därefter följer ett avsnitt som belyser behovet av en helhetssyn och bättre samordning av frågorna kring markbaserade reningssystem för att det dagliga arbetet med prövning och tillståndsgivning av enskilda avlopp skall underlättas i framtiden. Markbaserade reningssystem kan även omfattas av öppna infiltrationer och markbäddar eller rotzonsanläggningar. Hit kan också räknas lösningar som bygger på bevattning, översilning, våtmarksanläggning m fl. men dessa lösningar har inte behandlats i denna rapport. När begreppet miljöfrågor knutet till små avlopp används i denna rapport ingår även frågor kring hälsoskydd. I rapporten används benämningen miljöinspektör för alla som är handläggare/beslutsfattare av tillståndsprövning av enskilda avloppsanläggningar.

## Bakgrund

Markbaserade avloppsreningssystem är den totalt dominerande reningstekniken i Sverige och många andra länder bland hushåll som inte är anslutna till central avloppsvattenrening. Det finns således en gedigen erfarenhet som stöder uppfattningen att dessa tekniker ger ett gott grundskydd för människors hälsa och för miljön förutsatt att de är rätt lokaliserade och byggda, samtidigt som de är billiga och enkla för fastighetsägaren att sköta (Ridderstolpe 2009). Under de senaste åren har det dock, i Sverige och i övriga nordiska länder, växt fram en osäkerhet kring de markbaserade reningssystemens funktion (Ridderstolpe 2009; Eveborn m.fl. 2009). Detta kan jämföras med läget i USA där de markbaserade reningssystemens ställning är stark (Siegrist m.fl. 2000; Ridderstolpe 2009). En orsak till den svenska misstron är att vi inte kunnat upprätthålla en tillräcklig kunskapsnivå och vetenskaplig kompetens inom området. Till skillnad från många andra avloppslösningar, vilka drivs framåt av kommersiella intressen, saknar markbaserade reningssystem de nödvändiga affärsmöjligheterna för att motivera marknadsdriven forskning och utveckling. Det är därför en samhällsmässig angelägenhet att svara för att sprida och utveckla kunskap om såväl möjligheter som risker med markbaserad reningsteknik, som är de avloppssystem som i dagsläget totalt dominerar reningstekniken av avloppsvatten från enskilda hushåll.

Enskilda fastighetsägare – läs privatpersoner – ansvarar för avloppsrening utanför de kommunala verksamhetsområdena. Myndighetsansvaret är upp-

delat på flera myndigheter – Naturvårdsverket ansvarar för frågor kring återföring av växtnäring (SFS nr: 2009:1476), Socialstyrelsen för smittskyddsfrågor (Smittskyddslag (2004:168), 7§) och SGU för frågor om skydd av grundvattnet (SGU 2011). Den nya Havs- och Vattenmyndigheten är från och med 1 juli 2011 ansvarig för de frågor som rör regelverk, utsläpp och avfall från små avlopp (Hübinette, pers. medd.). Naturvårdsverket har därmed inte längre detta ansvar. Myndighetskrav på fullgoda VA-lösningar finns också hos Boverket (PBL<sup>1</sup>). Kommunernas miljönämnd ansvarar för tillstånd i det enskilda fallet, samt tillsyn (Palm 2005). Någon branschorganisation finns inte och det saknas kompetenskrav på de konsulter som projekterar anläggningar och entreprenörerna som bygger anläggningarna. För att kunna utveckla området markbaserad avloppsvattenrening är det centralt att förstå denna splittrade aktörsbild och att verksamhetsutövarna är privatpersoner som bekostar anläggningarna med skattade pengar.

---

<sup>1</sup> Plan- och bygglagen.

## Syfte och mål

Syftet med denna rapport är att sammanställa kunskapsläget inom markbaserad avloppsvattenrening för att tydliggöra den kunskap som finns och kan vara till stöd för och underlätta arbetet med nytillkommande små avloppsanläggningar. Rekommendationer för tillsyn av befintliga anläggningar är efterfrågade och behöver utarbetas snarast.

Målen är att klargöra vad vi vet om markbaserade rening idag samt genomföra insamling och sammanställning av kunskap från aktörer inom markbaserad rening.

## Metoder

Insamling av kunskap från aktörer inom markbaserad rening sker genom att:

- Genomföra konferensen ”Markbaserad rening – State of the Art” i Malmö 8–9 mars 2011, där forskare, konsulter, miljöinspektörer, entreprenörer, tillverkare m.fl. deltar.
- Genomföra två workshops där forskare och andra sakkunniga inom markbaserad rening ingår.
- Samla in svar och bearbeta svar från en enkät som delades ut under konferensen ”Markbaserad rening – State of the Art”.
- Utgå från ”Markbaserad rening – En förstudie för bedömning av kunskapsläge och utvecklingsbehov” (Ridderstolpe 2009) och vidareutveckla de forsknings- och utvecklingsbehov som tas upp i rapporten.

## Resultat och diskussion

Den bild av situationen i Sverige som kommer fram genom bl.a. detta projekt är att tillämpningen av den nu gällande lagstiftningen och det allmänna rådet NFS 2006:7 (Naturvårdsverket 2006) skiljer sig högst avsevärt mellan såväl olika län som kommuner. Bristen på direktiv från i första hand Naturvårdsverket, Boverket och nu också den nya myndigheten HaV gör att tillämpningen av de regler och föreskrifter som finns sker på ett högst skiftande sätt. Bilden av hur prövning och beslut sker är mycket splittrad.

För att sätta in denna situation i sitt rätta sammanhang är det dock lämpligt med en genomgång av organisatoriska svårigheter och möjligheter med markbaserad avloppsvattenrening. Genom den kunskapsinsamling som ligger till grund för detta projekt har framkommit att organisationen är i stort behov av att förbättra sin helhetssyn.

### Behovet av en helhetssyn

Ett viktigt mål för framtiden är att finna metoder för att fatta välgrundade beslut angående vilken småskalig avloppslösning som är mest lämplig i olika situationer. För att göra detta möjligt måste vi känna till olika teknikers fördelar och brister. Ett annat viktigt mål är att optimera designen hos de markbaserade avloppsreningsystemen, så att vi utnyttjar dessa anläggningars möjliga fördelar. För att uppnå dessa mål (planeringsunderlag och utformning) krävs en bättre helhetssyn vad gäller forskning och utveckling kring markbaserade reningssystem. Denna helhetssyn bör beakta ekonomiska, miljömässiga, juridiska och organisatoriska aspekter.

#### Miljöfrågor och ekonomi

Tre viktiga miljöfrågor kopplade till markbaserade reningssystem är recipient-skydd, hälsoskydd och resurshushållning (MB 1 kap. § 1). Den forskning som hittills bedrivits i Sverige angående dessa frågor har ofta fokuserat på de enskilda frågeställningarna (Ridderstolpe 2009). För att kunna fatta kloka beslut om lämplig avloppslösning är det nödvändigt att alla relevanta miljöfrågor balanseras till varandra och till vad som är praktiskt möjligt och ekonomiskt rimligt. Det bör även göras avvägningar mellan olika faktorer som påverkar en och samma recipient. Det kan t.ex. hända att markbaserade reningssystem endast står för en mycket liten andel utsläpp relativt andra utsläppskällor. I så fall är det inte säkert att långtgående åtgärder inom markbaserade avloppsreningsystem är rimliga ur kostnadseffektivitetssynpunkt. Att åstadkomma en viss miljönytta, t.ex. i form en viss bestämd reduktion av ett näringsämne, kanske kostar mer om åtgärden ska ske hos enskilda avlopp än om åtgärden ska ske hos andra utsläppskällor, t.ex. hos kommunala avlopp eller inom jordbruket.

En miljöekonomisk svårighet kring enskilda avlopp i allmänhet är att miljöskadan som orsakas av utsläpp från dessa anläggningar drabbar samhället i stort. Kostnaden för att reducera utsläppen drabbar dock endast fastighetsägaren medan nyttan kanske inte ens är märkbar för denne. Med tanke på vilken stor ekonomisk uppoffring en enskild avloppslösning (oavsett vilken) är för fastighetsägaren borde han/hon alltid ha rätt till en robust, kostnads-effektiv och långsiktigt hållbar lösning!

Vad gäller resurshushållning är det viktigt att frågan kring återföring av växtnäringsämnen, framför allt fosfor från små avlopp, klaras ut. Vid arbetet med denna fråga bör det reflekteras kring hur återföringsmålet för fosfor skall uppnås och i vilken utsträckning det skall uppfyllas inom verksamheten ”små avlopp”. Det är också viktigt att man skiljer på WC- respektive BDT-avlopp eftersom dessa vatten är mycket olika ur risksynpunkt. Andra viktiga frågeställningar är skillnaden i att avleda avloppsvattnet till ytvatten- respektive grundvattenrecipient. Detta bör avgöras utifrån platsen och de lokala förutsättningarna. Någon generell rekommendation om att yt- eller grundvatten bör väljas är därför inte möjligt att göra.

### Vägval och ny nomenklatura

Det finns behov av att förnya och komplettera begreppen infiltrationsanläggning och markbädd. Viktiga skiljelinjer går mellan anläggningar där grundvattnet är recipient (dvs. infiltrationsanläggningar) och anläggningstyper där utsläpp sker till ytvatten (markbäddar med tät botten). Vanliga markbäddar (med otät botten) bör benämnas som *förstärkt infiltration med bräddavlopp*.

För bedömning av reningseffekter, t.ex. fosforreduktion, är belastningen viktigare än anläggningstypen. Även utformning och lokalisering i förhållande till mark/grundvatten är avgörande för vilket recipientskydd som kan uppnås. I manualer för vägledning och bedömning av reningseffekter bör dessa aspekter arbetas in i nomenklatura. Detta skulle kunna leda till beteckningar som *”upphöjd lågbelastad infiltration – pumpbeskickad”*, *”kompakt markbädd med tät botten – självfall”* o s v.

Högst väsentligt är även att diskutera kriterier när utsläpp bör ske till grund- respektive ytvatten, vilket innebär ett vägval mellan infiltrationsanläggningar och markbäddar med tät botten. Detta är ingen enkel fråga och det kan mycket väl krävas mer forskning och utveckling innan det finns tillräckligt med underlag för att göra sammanvägda miljöbedömningar. Det är troligt att olika strategier är önskvärda beroende på platsspecifika förutsättningar och vilka mål för ekologisk status som finns för olika recipienter m.m.

### Övergripande ansvar

Ett tydligare ansvar behöver organiseras och fördelas mellan inblandade myndighets- och organisationsaktörer, dvs. myndigheter som Havs- och Vattenmyndigheten, Boverket, Lantmäterimyndigheten, m.fl. Även andra aktörer som SKL (Sveriges Kommuner och Landsting), Avfall Sverige, Arbetsmiljöverket, m.fl. berörs. Den myndighet eller aktör som är huvud-



ansvarig för en viss fråga bör se till att kunskapen inom området sprids till övriga aktörer, vilket inte är fallet idag. Det är även viktigt att ansvarig myndighet ges tillräckligt med resurser för att upprätthålla och utveckla all den kompetens och myndighetssamverkan som krävs.

### **Från forskning till tillämpning**

Forskning behövs för att skapa klarhet i ett flertal frågor som berör markbaserade reningssystem. För att dessa forskningsresultat ska kunna omsättas och bidra till samhällsnytta i praktiken krävs dock en sammanhållen strategisk plan med långsiktiga mål. Ett utvecklat samarbete och utbyte mellan olika aktörer (fastighetsägare, myndigheter, entreprenörer och forskare) är även nödvändigt. Framför allt vore det önskvärt med en tydligare ansvarsfördelning för att varje aktör ska kunna utföra sitt arbete effektivt.

### **TILLIT OCH ANSVAR**

Ett tydliggörande av en aktörs ansvarsområde bidrar inte bara till ett säkerställande av att aktören utför sin del på ett bra sätt – det bidrar även till ökad tillit från andra aktörer. Detta leder i sin tur till att hela byggnads- och skötselprocessen av markbaserade reningssystem sker effektivare. Att fortsätta arbetet med certifiering av entreprenörer leder t.ex. till att befästa entreprenörens ansvar för att byggandet sker enligt gällande riklinjer samtidigt som fastighetsägaren får ökad tillit till entreprenören. På samma sätt kan det vara av nytta att befästa att fastighetsägaren ansvarar för att inte spola ner något olämpligt i toaletten etc. Det är även viktigt att utarbeta en strategi för hur tillståndsprövningen av små avloppsanläggningar skall ske för att på bästa sätt balansera kraven på recipientskydd i relation till juridiska, ekonomiska och sociala förutsättningar. Dessutom bör det skapas förutsättningar för att den juridiska grunden för prövning i det enskilda fallet kan kombineras med någon form av ”generella” krav på systemeffektiva lösningar med avseende på t.ex. återföring av växtnäring ur avlopp.

### **ÖKAT KUNSKAPSUTBYTE**

Att främja ökat kunskapsutbyte mellan olika aktörer är viktigt för att driva utvecklingen framåt. Ett exempel där kunskapsutbytet idag är undermåligt är mellan olika aktörer i samband med slamhantering. Utbytet mellan dessa aktörer är litet, trots att entreprenörer bär på erfarenheter som myndigheten skulle ha nytta av. Ett annat exempel är att kunskapen bland miljöinspektörer inte alltid är tillräcklig. Enligt svar på enkäter som delades ut efter konferensen är tydliga budskap från forskarvärlden mycket efterfrågat bland miljöinspektörer.

Ett sätt att åstadkomma ökat kunskapsutbyte är att se till att förankrade forskningsresultat så fort som möjligt översätts till råd och riktlinjer som entreprenörer, myndigheter och fastighetsägare kan tillämpa. Detta kan t.ex. ske genom checklistor och lathundar till miljöinspektörer eller genom att skapa kompletterande hänvisningar till dagens byggnadsriktlinjer (PBL).

Att satsa på aktiviteter som främjar kunskapsutbyte, exempelvis ”Kunskapscentrum Små Avlopp”, är också ett sätt att förbättra informationsflödet mellan olika aktörer.

#### MILJÖBALKEN OCH ALLMÄNNA RÅD

Miljöbalken och annan lagstiftning är svår att direkt använda på det enskilda fallet, eftersom det alltid krävs platsspecifik bedömning och avvägning av risk, skyddsbehov och lämplig skyddsåtgärder. För att kunna utföra denna prövning krävs vetenskapligt baserad kunskap (om t.ex. riskanalyser, förväntade reningsfunktioner). Forskning är alltså nödvändig för tillämpning.

De nya allmänna råden (Naturvårdsverket 2006) arbetades fram för att anpassas till Miljöbalkens funktionskrav och att bedömning av skyddsåtgärder skall göras i varje enskilt fall (Christensen 2011). Det har dock visat sig mycket svårt för tillsynsmyndigheter att ta till sig funktionskraven som finns i de allmänna råden. Under konferensen framhölls dock att de allmänna råden (Naturvårdsverket 2006) också kräver enskild bedömning (Christensen 2011) för tillämpning. Det finns ett stort behov av att översätta funktionskraven till enklare men fortfarande rättssäkra vägledningsverktyg. En översyn av de allmänna råden (Naturvårdsverket 2006) med tillhörande handbok är starkt efterfrågad av bl.a. kommunernas miljöinspektörer.

#### Internationellt samarbete

Genom internationellt samarbete öppnas möjligheterna för att ta del av forskning och erfarenheter från andra länder. Utanför de nordiska länderna kan bl.a. nämnas USA, där markbaserade avloppsreningsystem är ett stort forskningsområde, med många forskningsresultat att ta del av (Ridderstolpe 2009). Även i Centraleuropa finns länder med god utveckling på avloppsfronten. I Frankrike finns många infiltrationsanläggningar och det bedrivs forsknings- och utvecklingsarbete inom detta område (Maehlum, pers. medd.). I Tyskland har mer långsiktigt hållbara lösningar, t.ex. källsorterande system, utvecklats under de senaste 10 åren (Bodík m.fl. 2008).

Sverige och de övriga nordiska länderna skulle framför allt kunna dra nytta av ett internordiskt samarbete kring markbaserad teknik för avloppsvattenrening. Vi har mycket gemensamt med våra grannländer vad gäller användning och inställning till markbaserade reningssystem. Länderna i Norden har likheter i naturförhållanden och även i myndighetsutövningen. Det finns därför goda förutsättningar till kunskapsöverföring och forsknings-samarbete. T.ex. skulle de norska VA-miljöbladen kunna användas som inspiration vid arbetet med svenska riktlinjer.

Ett förslag som lyfts fram och diskuterats under projektets genomförande är att inrätta ett nordiskt expertråd inom markbaserad avloppsrening. Detta expertråd skulle ha i uppgift att bevaka forskningsresultat, kommunicera med forskarvärlden och omsätta forskningsresultat till förslag till regelverk och riktlinjer för respektive land.

## Markbaserad avloppsvattenrening och hållbar utveckling

Sverige är det enda land i Norden, och kanske även i världen, som i sin lagstiftning (Miljöbalken) byggt in krav på resurshushållning och återvinning. Miljöbalkens utgångspunkter (1 kap. § 1) skall tillämpas när all miljöpåverkande och därmed tillståndspliktig verksamhet bedöms:

1. människors hälsa och miljön skyddas mot skador och olägenheter oavsett om dessa orsakas av föroreningar eller annan påverkan,
2. värdefulla natur- och kulturmiljöer skyddas och vårdas,
3. den biologiska mångfalden bevaras,
4. mark, vatten och fysisk miljö i övrigt används så att en från ekologisk, social, kulturell och samhällsekonomisk synpunkt långsiktigt god hushållning tryggas, och
5. återanvändning och återvinning liksom annan hushållning med material, råvaror och energi främjas så att ett kretslopp uppnås.

För utsläpp av avloppsvatten från markbaserade anläggningar är det framför allt punkterna 1, 4 och 5 ovan som är centrala. Återanvändning eller återvinning av näringsämnen kan inte direkt uppnås enbart med markbaserade anläggningar. Däremot anläggs t.ex. en infiltrationsanläggning i befintlig mark, är detta en utmärkt hushållning genom att andra resurser inte behöver tas i bruk. Hushållning med energi tillgodoses även på ett bra sätt i detta fall. Är anläggningen rätt lokaliserad och byggd påverkas, vad vi vet idag, inte heller grundvattnet och därmed inte potentiella dricksvattenresurser. Ytterligare forskning kring skydd mot t.ex. smittämnen och läkemedelsrester vore dock önskvärt. Driftsmässigt är också markanläggningar mycket robusta och tåliga. Det är styrgruppens allmänna åsikt att markbaserade avloppsanläggningar har förutsättningar att ge en god resurshushållning samt skydda människors hälsa och miljö under förutsättningar att de är rätt lokaliserade och byggda enligt de tidigare anvisningarna från Naturvårdsverket.

## Påverkan på grundvatten

I Sverige får ca 1 200 000 personer sin vattenförsörjning via enskilda brunnar. Ungefär lika många har egen brunn vid sin fritidsbostad. Omkring en tredjedel av dessa brunnar är grävda (Socialstyrelsen & Karolinska institutet/Miljöhälso-rapport 2009). Det är relativt vanligt att brunnar, framför allt grävda brunnar, förorenas av bakterier som indikerar fekal påverkan (Miljömålsrådet 2010). Infiltrationsanläggningar kan ibland även bidra till att nitrat hamnar över gränsvärdet. Dock är jordbruket den vanligaste orsaken till förhöjda nitrat-halter i grundvatten.

Det finns en kunskapsbrist när det gäller påverkan från markbaserade reningssystem på grundvatten. I första hand gäller detta smittrisker men även frågor kring risker för påverkan av nitrat, hushållskemikalier och läkemedel behöver belysas bättre.

I många fall beror förorenat grundvatten helt enkelt på att avloppsanläggningar är fel byggda eller helt saknas. Inte sällan finns endast slamavskiljare och inget efterföljande reningsslag. En annan orsak till det stora antalet förorenade brunnar kan vara dålig utformning av dricksvattenbrunnen med inläckage av ytvatten eller ytligt påverkat grundvatten som följd. Inte sällan sker även påverkan från andra verksamheter som vägsaltning och jordbruk. För att avgöra tänkbara källor till påverkan på grundvatten och dricksvattentäkter krävs ofta en bred kartläggning.

## Val av avloppsteknik i Sverige, Norge och Finland

En jämförelse mellan de nordiska ländernas praxis och kunskap är relevant att göra eftersom länderna till stor del har samma geohydrologiska förutsättningar, klimat, reningskrav, miljöförvaltning etc. Markbaserade reningssystem har även stor utbredning som småskalig avloppslösning i vissa länder i övriga Europa och i USA. Därmed finns mycket att lära även från dessa länder. I detta dokument ligger dock fokus på jämförelsen mellan Sverige och Norge då nya rekommendationer för markbaserad avloppsvattenrening tagits fram där. För ytterligare bakgrundsinformation om respektive land, se rapport ”Markbaserad rening – En förstudie för bedömning av kunskapsläge och utvecklingsbehov” (Ridderstolpe 2009).

## Principer för anläggning

All avloppsvattenbehandling i mark bygger på rening i en markprofil som är omättad på vatten och med tillräckligt skyddsavstånd till högsta grundvattennivå. Skyddsavståndet är helt avgörande för anläggningens funktion, speciellt smittskyddet. I Sverige är ofta grundvattenytan hög och växlande både i in- och utströmningsområden. Infiltrationsanläggningar kan bara anläggas i områden där grundvattenytan alltid ligger så djupt under markytan att åtminstone ett vertikalt skyddsavstånd på 100 cm mellan infiltrationsytan och grundvattenytan kan upprätthållas. Detta kan vara svårt att uppnå, t.ex. i områden med morän<sup>2</sup>, andra finkorniga jordarter eller ytligt bergläge. En stor del av de infiltrationsanläggningar som idag finns har troligen ett för litet säkerhetsavstånd till högsta grundvattennivån och utgör därmed en risk för grundvattnet ur smittskyddssynpunkt. Platser där sådana anläggningar finns och

---

<sup>2</sup> Ca. 85 % av alla mätningar i grundvattenrör i morän i inströmningsområden når upp till 100 cm djup vid något tillfälle.

grundvattenbrunnar finns i närhet bör åtgärdas. Detta kan t.ex. ske genom att avloppsanläggningarna läggs om så de kommer högre upp i marken så att skyddsavståndet till högsta grundvattennivån alltid kan hållas. Alternativt kan en gemensamhetsanläggning byggas på en plats där tillräckligt vertikalt skydd kan uppnås.

Det är mycket viktigt att nivån på grundvattenytan i vattentäkten ligger högre än nivån på grundvattnet under anläggningen. Här bör observeras att grundvattenytan höjs genom avloppsinfiltration och att grundvattenytan vid brunnen kan sänkas genom vattenuttag. Detta kan leda till strömningsriktningen förändras. Riskerna är särskilt stora om avloppsinfiltration respektive grundvattenuttag görs i samma akvifer. Detta gäller även bergborrade vattentäkter. Även om jordlagren är tämligen mäktiga (> 5 m) finns risk för förorening av borrhållningar. Riskerna för förorening beror också i hög grad på jordarten. Sorterade och homogena jordar (som t.ex. sandiga jordar) är säkrare att använda för infiltration än osorterade och heterogena jordar (som moräner), där vatten- och näringstransport typiskt sker i porer eller i avgränsade delar av markprofilen (Espeby 1998).

Vid prövning av en anläggnings placering ska alltid hänsyn tas till dricksvattenbrunnar, vattenledningar etc. Ofta används olika skyddsavstånd, vilket egentligen är ett starkt förenklat sätt att bedöma transporttid i mark. Om ett visst avstånd är tillräckligt eller ej måste avgöras i varje enskilt fall så att det alltid finns tillräckligt lång transporttid för vattnet mellan utsläppspunkten och vattentäkten.

Det finns god dokumentation och erfarenhet från flera länder som visar att avloppsanläggningar inte behöver förläggas frostfritt. Detta förutsätter att de byggs korrekt med tanke på avstånd till högsta grundvattennivå. Eventuellt kan markisolering användas om anläggningen är väldigt ytligt eller då anläggningen inte brukas under lång tid, t.ex. vid fritidsfastigheter.

## Regler och praxis i Sverige och Norge

I de Nordiska länderna används olika rekommendationer för dimensionering (ytbelastning) och hur en anläggning ska förläggas. Skillnaderna beror till stor del på att Norge utvecklade de s.k. NAT-programmen under 90-talet. Programmen utvecklades som ett svar på driftsproblem hos markbaserade reningssystem men också på grund av att man inte ansåg att tekniken klarade strängare utsläppskrav. NAT-programmen ledde till att Norge fick en starkare utveckling av kompetens och teknik än i Sverige. NAT-programmen ledde till en praxis som t.ex. kännetecknas av att bygga anläggningar så ytligt som möjligt och att använda pump till beskickningen.

### Dimensionering

I Sverige dimensioneras anläggningar i första hand efter markmaterialets kornstorleksfördelning. Ibland förekommer även perkolationstester. Ur en kornstorleksfördelning inom vissa intervaller kan rekommenderade belastningar

läsas ut. Här har hänsyn tagits till att en biohud bildas som väsentligt minskar materialets möjlighet att ta emot ett avloppsvattenflöde. Den dimensionerande avloppsvattenbelastningen är i Sverige mellan 30 och 60 liter per m<sup>2</sup> och dygn. Rekommenderad belastning beror på siktkurvan hos den aktuella jorden, och baseras på olika typer av moränjordar som är vanliga i Sverige<sup>3</sup>. I Norge är den dimensionerade belastningen ofta betydligt lägre, rekommendationen är mellan 6 och 10 liter per m<sup>2</sup> och dygn för moränjord med hydraulisk konduktivitet på 5 m/dygn. Rekommenderad belastning i Norge beror dock på markmaterialet. Om genomsläppligheten är högre, t.ex. om markmaterialet består av homogen finsand, kan dimensioneringen nå upp till 50 liter per m<sup>2</sup> och dygn.

### Utförande av anläggning

De flesta markbaserade anläggningar som byggs i Sverige är självfallsanläggningar, vilket i många fall leder till att infiltrationsanläggningen inte hamnar tillräckligt grunt med tanke på risken för hög grundvattennivå. Denna praxis grundades i Sverige under 1970- och 1980-talen. De befintliga tekniska anvisningarna/riktlinjerna för markbaserad avloppsvattenrening (naturvårdsverkets gamla allmänna råd från 1987 som idag är de tekniska anvisningar som finns) behöver uppdateras liksom de faktablad som finns. Det är också angeläget att nå en större tydlighet kring vilka anvisningar som faktiskt gäller. Det bör dock påpekas att de tidigare råden från 1987 (Naturvårdsverket 1987) fortfarande ger en bra vägledning vad gäller geohydrologiska frågor kring placering och hur förundersökningar bör ske. Information om utförande av grunt förlagda infiltrationer och vid behov med hjälp av pumpbeskickning har spridits genom konferenser, kurser och utbildningar liksom av tillverkare inom branschen.

I Norge är rekommendationen att bygga anläggningar så ytligt som möjligt och att använda pump vid beskickningen. I Sverige är det väsentliga att följa rekommendationen om minst 100 cm skyddsavstånd till högsta grundvattennivå oavsett om självfall eller pumpbeskickning används.

Vad gäller skyddsavstånd har Norge endast krav på 50 cm skyddsavstånd till grundvattenytan. Detta beror snarare på administrativa än vetenskapliga orsaker. Infiltrationsanläggningar skulle inte kunna bli en standardlösning i Norge om avståndet var större. I Norge sker också beskickning av markbaserade reningssystem i allt större utsträckning genom ”gröfter”, det vill säga genom diken till vilka avloppsvattnet pumpas. ”Gröfter” anses leda till ökad syresättning av bädden jämfört med när avloppsvattnet sprids ut över hela bäddens yta. Ökad syresättning gynnar de mikrobiella processerna i bädden och är troligen fördelaktigt för t.ex. fosforinbindningen. Ytligare placering av bädden leder också till bättre syresättning. Dessutom blir det lättare att uppnå tillräckligt skyddsavstånd till grundvattenytan. Tekniken för pumpbeskickning är numera så pass driftsäker så att anläggningen fortfarande kan anses som

---

<sup>3</sup> Siltig morän, sandig morän och grusig morän.

robust. Genom att införa GPS-larm vid driftsproblem får fastighetsägaren snabbt information och kan åtgärda felet.

En markbaserad avloppsanläggning måste alltid luftas för att den biologiska reningen ska fungera. Om brist på lufttillförsel (syre) uppstår kan anläggningens funktion upphöra. Syrebrist medför ofullständig nedbrytning av organiskt material i biohuden/infiltrationsbädden och därmed risk för igen-sättning och dämning med dränkt infiltrationsanläggning som följd. Att skapa ventilation via luftningsrör är en mycket viktig detalj vid anläggandet av täckta markbäddar och infiltrationer. Det är naturligtvis också viktigt att luftningsrör, spridarledningar och uppsamlingsledningar sedan underhålls så de inte sätter igen. I de anvisningar som finns från både fabrikanter och myndigheter anges hur luftningen bör utföras. Detta gäller oavsett om anläggningen pump-beskickas eller är en självfallsanläggning.

## Befintliga anläggningar

### Anläggningars livslängd

Med livslängd menas ofta att den markbaserade anläggningens reningsfunktion (smittskydd och reduktion av BOD, fosfor och kväve) och hydraulik fortfarande fungerar. Hydrauliskt bedöms en anläggning under svenska förhållanden kunna fungera upp till 30 eller 40 år. Tillförlitliga underlag saknas dock, varför denna bedömning bör användas med försiktighet. Så länge bädden släpper igenom vatten finns ingen anledning att utgå från att den biologiska funktionen (dvs. reduktion av smittämnen, BOD, och kväve) är försämrad. Tvärtom så föreligger ofta ett omvänt förhållande mellan biologisk renings-effekt och hydraulisk kapacitet.

För den kemiska funktionen (avskiljning av fosfor) krävs att den biologiska reningsfunktionen fungerar väl. Den kemiska funktionen avtar dock med tiden. Hur snabbt detta sker beror på en mängd förhållanden, där framför allt belastning och volym jord som finns tillgänglig för inbindning av fosfor har betydelse. För närvarande saknas bra metodik för att värdera en enskild markbädds eller en infiltrations reningskapacitet avseende framför allt fosfor.

### Minskad belastning på befintliga anläggningar

En befintlig anläggning kan avlastas (minska föroreningsbelastningen) på olika sätt och därmed kan anläggningens livslängd ibland förlängas. Detta gäller om anläggningen fortfarande fungerar hydrauliskt. Störst avlastningen ger utsortering av klosettavloppsvattnet till en slutna tank alternativt en torr WC-lösning. Den befintliga markbaserade anläggningen behöver då i första hand bara att fungera som ett biologiskt filter. En markbaserad reningsanläggning för rening av BDT- har således ingen egentlig borte gräns för sin livstid.

Om reduktionen av fosfor i den befintliga anläggningen är dålig kan fosfor fällas före, i eller i anslutning till slamavskiljaren med hjälp av olika tekniker som finns på marknaden. Slamvolymen kommer då att öka, vilket gör

att slamavskiljaren normalt behöver tömmas med tätare intervall än tidigare. Om anläggningen är en markbädd med dålig fosforrening och ovidkommande vatten inte läcker in samt att avloppsvattnet inte infiltrerar ned under anläggningen kan en brunn med fosforbindande material installeras efter utloppsledningen. Det bör dock observeras att basiska fosforbindande material aldrig får installeras före ett markbaserat system. Det finns stor risk för igensättning av bädden samt att det höga pH-värdet på utgående vatten medför att en efterföljande biologisk rening omöjliggörs.

## Nya anläggningar

För att underlätta planeringen av nya markbaserade anläggningar vore det önskvärt att geohydrologisk information (berggrunds- och kvartärgeologi, topografin, vegetation, lägen och information om vattenbrunnar m.m.) liksom information om fastighetsgränser finns tillgängligt via internet för att enklare kunna identifiera områden där markbaserade anläggningar är lämpliga att byggas. Större resurser kan då läggas på detaljerade förundersökningar av potentiella platser.

Nya markbaserade anläggningar bör byggas enligt följande principer:

- Rekommendationerna kring markundersökning, dimensionering, utförande och avstånd till dricksvattentäkter, täta ledningar m.m. skall alltid följas.
- Maximalt avstånd till grundvattnet och allra minst 100 cm skall alltid eftersträvas. Därför bör anläggningar byggas så ytligt som möjligt. Beskickning med pump blir en trolig konsekvens av detta. OBS att anläggningen inte behöver byggas frostfritt. Finns tveksamheter kring högsta grundvattennivån skall en upphöjd (förstärkt) infiltration byggas alternativt annan lösning väljas. Under inga omständigheter får grundvattnet nå så högt att det inte finns minst 100 cm skyddsavstånd från infiltrationsytan till grundvattenytan.
- Varje infiltrationslinje byggs som separata diken och inte som en gemensam bädd.

Anläggningar som byggs på detta sätt kommer att ha ett omättat flöde genom bädden, uppehållstiden blir lång och syresättningen god. Om avloppsvattnet alltid tillåts passera i ett omättat flöde genom minst 100 cm mark kommer BOD-reduktionen att bli >90 % och förutsättningarna är goda för en bra fosforreduktion. Smittskyddet kommer även att vara tillgodosett, under förutsättningar att uppehållstiden för grundvattnet innan det når en vattentäkt är mer än 2,5 månader.

I början på 1980-talet dimensionerades anläggningar för en vattenförbrukning på 200 l per person och dygn. Idag är vattenförbrukningen mellan 120 och 150 l per person och dygn. Den höga dimensionering på 1980-talet kan



ha berott på en högre vattenförbrukning när rekommendationerna togs fram. Det kan även vara så att anläggningarna var dimensionerade efter en högsta vattenförbrukning med säkerhetsmarginal.

I Norge, där ett annat synsätt vuxit fram, anser man att det är viktigt att bygga rätt och med marginal. Hellre en stor slamavskiljare och en efterföljande markbaserad rening med låg belastning (väl tilltagen yta) än att försöka spara volym och yta. Med en låg belastning kan förundersökningarna förenklas och riskerna blir mindre. Styrgruppen anser generellt att den norska modellen är att föredra eftersom det ger en större säkerhet och troligen längre livslängd på anläggningen.

## Slamavskiljning

I Sverige rekommenderas slamavskiljare med 2 m<sup>3</sup> volym och tömning varje år. I Norge är rekommendationen 4 m<sup>3</sup> volym. Denna rekommendation härstammar från 1960-talet. Orsaken till att Sverige och Norge har valt olika rekommendationer är okänd för gruppen. Styrgruppens uppfattning är att en större volym är att föredra då detta ger en säkrare drift och minskar risk för dyra ombyggnationer av igensatta bäddar.

I Norge har vissa kommuner infört behovsanpassad slamtömning. Ett liknande system vore intressant att införa i Sverige eftersom mycket transportarbete och pengar kan sparas om tömningsintervallet kan förlängas från idag ett år till att bli längre. En konsekvensanalys av längre slamtömningsintervall behövs dock med tanke på ökade risker för slamflykt till efterföljande reningssteg m.m.

När kemisk fällning tillämpas och slamavskiljaren används som slamlager för kemslammet bör volymen på slamavskiljaren vara minst 4 m<sup>3</sup> för ett hushåll.

## Reduktion av fosfor

Idag råder stora oklarheter hur de mekanismer som styr fosforinbindningen i mark fungerar. De olika studier som utförts på markbaserade reningsystem visar olika resultat vad gäller fosforavskiljningsförmåga. Den stora variationen är till viss del ett tecken på att fosforinbindningen är olika i olika jordar. Mest avgörande är dock att forskningsmetodiken och avgränsningen (i tid och rum) skiljer sig avsevärt mellan olika studier. Ett exempel är hur utsläppspunkten för avloppsvattnet definieras. Den kan exempelvis ses som: a) den punkt där avloppsvattnet lämnar den zon i marken som avsatts för avloppsvattenrening; b) den punkt där avloppsvattnet når grundvattnet från en infiltrationsanläggning eller c) den punkt där grundvattnet når ett ytvatten, eftersom fosfor i de koncentrationer som finns i grundvatten under en infiltrationsanläggning inte är ett hälsoproblem. Hur utsläppspunkten definierats beror till stor del på det syfte som studien haft.

Vid en närmare analys av resultaten från olika studier går det ofta att finna rimliga förklaringar till det resultat som presenteras jämfört med andra studier. Vår bristfälliga kunskap om inbindning och omlagring av fosfor i marken gör att vi saknar bra modeller för att beskriva och därmed förstå hur rening av fosfor sker i marken.

En viktig fråga som saknar svar är om det sker någon betydande långsiktig fosforinbindning i marken. En annan viktig fråga är vilken betydelse retention av fosfor i marken har, dvs. inbindning i den mättade zonen i marken, för den totala fosforinbindningen. Det saknas även kunskap om eventuell läckagerisk från markbaserade reningssystem som antingen varit i bruk under lång tid eller vid säsongsanvändning.

### **Långsiktig fosforinbindning**

Långliggande fältförsök inom jordbruk visar att fosfor inte läcker ut, trots stor fosfortillförsel. Av den fosfor som tillförs finns 10–20 % kvar i jorden. Den resterande mängden har tagits upp. Det totala fosforförrådet i jordbruksmark är mycket stort jämfört med den mängd som tillförs genom gödsling. Läckaget från markfosforpoolen är mycket lågt och även växtupptaget är lågt. Det är därför som gödsling med fosfor behöver ske, trots ett mycket stort markförråd.

Samtidigt finns forskning som tyder på liten inbindning av fosfor i natursand från den omättade zonen när skakförsök utförts. Denna skillnad skulle kunna bero på att växter har stor betydelse för fosforreningsförmågan. Skillnaden skulle även kunna bero på att fosfor långsamt och stegvis binds till olösliga mineraler i bädden. Hypotesen om långsiktig fosforinbindning är inte verifierad i forskning. Det finns forskare som anser att processen äger rum – omfattningen är dock oklar.

### **Retention**

De flesta forskare är eniga om att fosforinbindningen är mycket effektivare i den omättade zonen än i den mättade. Däremot är experterna oeniga i frågan om betydelsen av fosforreduktionen i den mättade zonen. Somliga anser att inbindning förekommer – och att den kan vara betydande andra att den normalt är obetydlig. Sannolikt har markens geologiska uppbyggnad stor betydelse för om inbindning sker eller inte. Det är t.ex. visat att inbindning av fosfor kan vara betydande under transporten i den mättade zonen där marken innehåller kalk.

I Norge har många undersökningar utförts på vattenmättat markmaterial samt i våtmarkanläggningar/filterbäddar i fält. Dessa studier tyder på bra reduktion av fosfor om markmaterialet innehåller kalcium, aluminium och/eller järn. Det är även känt att fosforinbindningen är god i järnhaltig jord, även när syrehalten är låg. Dock råder enighet om det finns en gräns för hur mycket fosfor som kan bindas in i mättad zon och om i så fall resterande fosfor rinner igenom. Frågan är hur stora utsläppen i slutändan blir. När denna fråga skall besvaras bör det även tas hänsyn till att jordvolymerna i den mättade zonen ofta är stora nedströms anläggningen och att uppehållstiden kan vara lång (veckor eller månader).

Ytterligare en faktor att ta hänsyn till vid bedömning av retention är näringsupptag via träd och buskar. Det är inte osannolikt att växtupptag kan vara en betydelsefull mekanism för fosforavskiljning vid lågbelastade anläggningar och under vattnets väg från anläggning till ytvattenrecipient, särskilt i områden där in- och utströmningsområden är växlande.

Den kanske viktigaste och största retentionen sker i ytvatten – antingen när det renade avloppsvattnet släpps ut i ett dike eller när grundvattnet når ytvatten. Denna retention kan vara betydande, speciellt i mindre diken med långsam vattenföring. Retention i vattendrag räknas normalt inte in i en anläggnings reningsfunktion, men bör beaktas när tillförseln till ett större vattenområde beräknas.

### **Fosforhalt i grundvatten**

Det finns endast ett fåtal studier som tyder på förhöjning av fosfor i grundvatten på grund av avloppsvatteninfiltration. Här bör dock observeras att låga fosforhalter i grundvatten efter infiltration kan bero på utspädning. Fosfor i grundvattnet är inte någon fara ur hälsosynpunkt. Hinner fosfor i grundvattnet inte renas i tillräcklig omfattning kan detta i hög grad bidra till övergödning av ytvatten. Vattenrecipienterna i Sverige består i huvudsak av sötvatten som är relativt känsliga för fosfortillförsel.

## **Kväverening**

De undersökningar som gjorts inom området tyder på en låg kväverening i markbaserade reningssystem. Enligt Naturvårdsverkets gamla allmänna råd ligger den biologiska reningseffekten av kväve på 25–30 %. Amerikanska Guide-Lines anger att kvävereduktionen vid infiltration uppgår till 10–20 % (Siegrist m.fl. 2000).

För de allra flesta vattenrecipienter i Sverige är inte utsläpp av kväve från små avloppsanläggningar någon betydelsefull källa. Läckaget från jordbruks- och skogsmark, utsläpp från industrier och kommunala avloppsreningsverk är generellt de helt dominerade källorna. Via vattenmyndigheternas åtgärdsplaner för alla landets vattenområden går det att få information om källfördelningen. Detta underlag bör användas för att avgöra behovet av kväverening från små avlopp.

Till skillnad från fosfor är sötvattenrecipienterna i Sverige oftast inte särskilt känsliga för kväve. Detta kan jämföras med USA där kväveutsläpp bedöms vara ett större bekymmer ur övergödningssynpunkt. Detta beror delvis på att en relativt stor andel av USA:s befolkning bor längs USA:s kustområden. Övergödning vid kusten är därmed ett stort och växande problem i USA.

Kväveutsläpp från markbaserade reningssystem skulle däremot i vissa fall kunna vara en fara ur hälsoskyddssynpunkt. Detta beror på att alltför höga halter av kväveföreningarna nitrat, nitrit och ammonium i grundvattnet kan

vara skadligt. Höga halter nitrat i dricksvatten kan orsaka njur- och leverskador hos människor speciellt barn, och därför utgör infiltrationer en potentiell hälso-risk. Det är dock inte påvisat om infiltrationer i Sverige, någonsin orsakar så höga nitrathalter att hälsoeffekter skulle kunna befaras. Den vanligaste orsaken i Sverige till förhöjda nitrathalter i grundvattnet är läckage från kvävegödslad jordbruksmark med lätta jordar.

För rening av små avlopp med utsläpp till små recipienter är nitrifikation, d.v.s. omvandling av ammoniumkväve till nitrat, kanske mer relevant för miljöskyddet än kväverening. Utsläpp av nitrat skyddar mot syrebrist och lukt och nitrat kan spontant omvandlas i naturen till luftkväve.

Det är gruppens uppfattning att krav på kvävereduktion endast i undantagsfall bör ställas på enskilda avlopp men att krav på viss nitrifikation kan vara relevant att införa som generell skyddsåtgärd.

## Hälsoskydd

Den omfattande dokumentation som finns i äldre Nordiska studier visar att en tillfredsställande reduktion av smittämnen kan uppnås med de rekommendationer som finns för förundersökning, lokalisering, dimensionering och anläggning. Nyare forskning, framför allt från USA, bekräftar detta vad gäller parasiter och bakterier. Dessa filtreras bort i marken och reningen blir i normalfallet betydligt bättre än rening i kommunala avloppsreningsverk. Reduktionen av virus är däremot mindre undersökt liksom vilken effekt en ev. mindre god reduktion har ur ett hälsoperspektiv. Virus är så små att de skulle kunna passera biohud och små porer.

## Läkemedelsrester och organiska miljöfrämmande ämnen

Forskning kring reduktion av läkemedelsrester och organiska miljöfrämmande ämnen i markbaserade små avloppsvattenanläggningar har bedrivits i USA och Danmark sedan mitten av 1990-talet. På basis av publicerat material kan följande slutsatser dras:

- Reduktionen av både läkemedel och organiska miljöfrämmande ämnen är minst lika bra som den som sker i ett kommunalt avloppsreningsverk. Ofta är den bättre.
- Mikrobiologin fungerar bättre i marken än i vattnet och därmed kan reduktionen förväntas bli bättre i markbaserade reningssystem relativt andra avloppslösningar.
- Området bör aktivt bevakas för att se om det finns behov att i framtiden väga in reduktion av dessa ämnen vid dimensionering av anläggningar.

I Sverige har inte spridning av läkemedelrester och kemikalier från markbaserade reningssystem undersökts. Idag saknas även en riskanalys av läkemedel och kemikalier som är anpassad till markbaserade reningssystem. Markbaserade reningssystem medför andra risker än avloppsreningsverk, dels beroende på egenskaper som är specifika för anläggningstypen, dels på den lilla skalan. Gentemot avloppsreningsverk har markbaserade reningssystem större reaktiv yta och en längre uppehållstid för avloppsvattnet. Syresättning och tillgången på näring kan däremot vara lägre än i avloppsreningsverkets biologiska steg än i ett markbaserat system. Den lilla skalan medför dåliga utspädningseffekter vid stora punktutsläpp.

## BDT-vattenrening

Genom att kombinera markbaserade reningssystem med klosettvattnensortering, urinsortering eller kemisk fällning skulle möjligheter till återvinning av näringsämnen dvs. kretslopp bli möjligt – en möjlighet som annars inte finns för markbaserade reningssystem.

Vid klosettvattnensortering är det enbart BDT-vatten som skall behandlas lokalt. Behovet av att rena BDT-vatten handlar i första hand om att undvika lukt och annan sanitär olägenhet då BDT-vatten framför allt innehåller lättnedbrytbart organiskt material. Innehållet av näringsämnen (P, N och K) (Jönsson m.fl. 2005; Jönsson H. 2011) är litet, varför behov av särskild fosforrening eller kväverening normalt inte behöver krävas. Trots obalansen mellan BOD och växtnäring har markbaserad rening visat sig fungera bra vid behandling av BDT-vatten. Studierna kring BDT-vattenrening är dock relativt få varför fortsatt forskning är viktig för utvecklingen av denna typ av avloppsvattenbehandling och för att kunna anpassa råd och anvisningar.

# Slutsatser och rekommendationer

## Markbaserad avloppsvattenrening och hållbar utveckling

Driftmässigt är markanläggningar mycket robusta och tåliga. Det är styrgruppens allmänna åsikt att markbaserade avloppsanläggningar ger en god resurshushållning samt skyddar människors hälsa och miljö. Detta förutsätter att anläggningarna är rätt placerade, rätt dimensionerade och rätt anlagda.

## Påverkan på grundvatten

Det är relativt vanligt att brunnar, framför allt grävda brunnar, visar spår av mikrobiell påverkan särskilt inom tätbebyggda områden. Sådan påverkan kan många gånger kopplas till felaktig placering (alltför nära grundvatten) eller utformning av anläggningar (t.ex. anläggningar saknar rening efter slamavskiljning). Men sådana problem kan ibland också kopplas till ytvattenpåverkan och felaktig utformning av brunnar.

## Anläggningars livslängd

Hydrauliskt bedöms en anläggning under svenska förhållanden kunna fungera upp till 30 till 40 år. Tillförlitliga underlag saknas dock, varför denna bedömning bör användas med försiktighet.

I avvaktan på metodik för att bestämma livslängden föreslås att infiltrationsanläggningar som fungerar hydrauliskt inte bör åtgärdas, om inte andra skäl finns. Andra skäl kan t.ex. vara förorenade dricksvattenbrunnar där samband konstaterats till utsläpp från markbaserad avloppsvattenrening.

## Praxis i Sverige och Norge

De flesta markbaserade anläggningar som byggs i Sverige är självfallsanläggningar, vilket i många fall leder till att infiltrationsanläggningen inte hamnar tillräckligt grunt med tanke på risken för hög grundvattennivå. I Norge är rekommendationen att bygga anläggningar så ytligt som möjligt och att använda pump vid beskickningen.

Den dimensionerande avloppsvattenbelastningen är i Sverige mellan 30 och 60 liter per m<sup>2</sup> och dygn. I Norge är den dimensionerade belastningen betydligt lägre, mellan 6 och 10 liter per m<sup>2</sup> och dygn.

## Nya anläggningar

Rekommendationerna kring markundersökning, dimensionering, utförande och avstånd till dricksvattentäkter, täta ledningar mm skall alltid följas.

Maximalt avstånd till grundvattnet och allra minst 100 cm skall alltid uppnås. Därför bör anläggningar byggas så grund som möjligt. Beskickning med pump blir en trolig konsekvens av detta.

Varje infiltrationslinje byggs som separata diken och inte som en gemensam bädd.

Styrgruppen anser att den norska modellen är att föredra vad gäller dimensionering och utformning av markbaserade anläggningar.

## Slamavskiljning

I Sverige rekommenderas slamavskiljare med 2 m<sup>3</sup> volym och tömning varje år. I Norge är rekommendationen 4 m<sup>3</sup> volym. Någon orsak till skillnaden har inte gått att spåra.

I Norge har vissa kommuner infört behovsanpassad slamtömning. Införandet av ett liknande system i Sverige bör utredas.

## Reduktion av fosfor

Idag råder stora oklarheter hur de mekanismer som styr fosforinbindningen i mark fungerar. Orsakerna till de vitt skilda resultaten i olika studier är bl.a:

- Variationen i belastningen (per yta/volym jord) är mycket stor mellan de bäddar som studerats liksom att det är olika markmaterial och olika tjocklek på marklagren.
- Reduktionen av fosfor har beräknats med olika metoder.
- In-/utmätningar har ofta använts för att mäta fosforavskiljningsförmåga i markbäddar. Det är metodologiskt svårt att med in-/utmätning få representativa värden på reningseffekt.
- Det är svårt att avgränsa markbaserade avloppsanläggningar, framför allt infiltrationsanläggningar. Därmed är det inte självklart vid vilken punkt fosforreduktionen ska mätas.
- Utspädning kan ge skenbar reningseffekt vid provtagning av markbäddar (och infiltrationer).

Långliggande fältförsök inom jordbruk verkar tyda på att fosfor inte läcker ut, trots stor fosfortillförsel. Samtidigt finns forskning som tyder på liten inbindning av fosfor i natursand från den omättade zonen när skakförsök utförts. Hypotesen om långsiktig fosforinbindning är inte verifierad i forskning.

Det är inte omöjligt att fosforinbindningen till stor del sker via reversibla mekanismer.

Experterna är oeniga i frågan om betydelsen av fosforreduktion i mättad zon i marken. Dock råder enighet om att finns en gräns för hur mycket fosfor som kan bindas in i mättad zon. De markbaserade reningssystemens livslängd vad gäller fosforinbindning är en svår fråga som antagligen beror på belastning och material. Det krävs mer forskning innan anläggningars livslängd kan bedömas.

## Hälsoskydd

Den omfattande dokumentation som finns visar att en tillfredsällande reduktion av smittämnen kan uppnås med de rekommendationer som finns för förundersökning, lokalisering, dimensionering och anläggning. Reduktionen av virus är dock mindre undersökt.

### **Läkemedelsrester och organiska miljöfrämmande ämnen**

Reduktionen av både läkemedel och organiska miljöfrämmande ämnen kan förväntas vara minst lika bra som den som sker i ett kommunalt avloppsreningsverk. Ofta kan den förväntas vara bättre. Markbaserade reningssystem medför dock risker som är specifika för anläggningstypen och den lilla skalan. Dessa risker är inte tillräckligt utredda.

### **BDT-vattenrening**

Markbaserad teknik är lämplig för rening och bortledning av BDT vatten. Eftersom det är den biologiska processen som skall fungera finns ingen självklar borte gräns för anläggningens livstid. Forskning från bl.a. USA visar att det lägre näringsinnehållet i BDT-vatten inte påverkar rening förmågan. Mer kunskap behövs dock för att kunna utarbeta råd och riktlinjer för dimensionering av anläggning och slamavskiljare för BDT-vattenrening.



## Referenser

- Bodík, I, Ridderstolpe, P., Palmér Rivera, M., Macarol, B., Christensen, J., Otterpohl, R., Marczisaák, V., Tsvietkova, A. & Vrhovšek, D., (2008). *Sustainable Sanitation in Central and Eastern Europe – addressing the needs of small and medium size settlements*, Global Water Partnership – Central and Eastern Europe.
- Christensen, J., (2011). *Konsekvenser av de allmänna råden, NFS 2006:7*. Konferensproceedings Markbaserad rening – State of the Art. Redaktör: Peter Nilsson.
- Espeby B, (1998). *Vatten och ämnestransport i den omättade zonen*, TRITA-AMI Rapport 3038, Avd. för mark- och vattenresurser, Inst. för anläggning och miljö Kungliga Tekniska Högskolan.
- Eveborn, D., Gustafsson, J.P. & Holm, C., (2009). *Fosfor i infiltrationsbäddar – fastläggning, rörlighet och bedömningsmetoder*, Svenskt Vatten Utveckling.
- Jönsson, H., 2011-01-25. [Muntlig presentation]. *Vad innehåller BDT-vatten, och vad ska vi fästa uppmärksamheten på?* Kunskapscentrum Små Avlopp. Temadag: BDT-avlopp – hur farligt är det? Uppsala.
- Jönsson, H, Baky, A., Jeppson, U., Hellström, D. & Kärrman, E., (2005). *Composition of urine, faeces, greywater and bio-waste – for utilisation in the URWARE model*. Report 2005:6, Urban Water, Chalmers. Sweden.
- Miljöbalk (1998:808). Svensk författningssamling. 1 kap § 1; 2 kap §1, §3, §5, §7; 9 kap §7.
- Miljömålsrådet (2010). *Miljömålen – svensk konsumtion och global miljöpåverkan*. Miljömålsrådets uppföljning av de Svenska miljömålen, de Facto 2010. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Naturvårdsverket (2006). *Allmänna råd om små avloppsanordningar för hushållspillvatten*. NFS 2006:7. ISSN 1403-8234. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Naturvårdsverket (2008). *Små avloppsanläggningar: Handbok till allmänna råd*. Handbok 2008:3. ISBN 978-91-620-0153-7. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Naturvårdsverket (1987). *Små avloppsanläggningar – hushållspillvatten från högst 5 hushåll*. Naturvårdsverkets Allmänna råd 87:6. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Palm O., (2005). *Konsekvensanalys*. Nya allmänna råd om enskilda avlopp. Institutet för Jordbruks- och miljöteknik på uppdrag av Naturvårdsverket.
- Palm O., Malmén L. och Jönsson H., (2002). *Robusta uthålliga små avlopp – En kunskapsamanställning*. Rapport 5224, Naturvårdsverket, Stockholm.

Ridderstolpe P., (2009). Markbaserad rening – en förstudie för bedömning av kunskapsläge och utvecklingsbehov. Rapport 2009:77 (rapportserien för Länsstyrelsen Västra Götalands län).

von Brömsen U., (1985). Avloppsvatten – Infiltration – Förutsättningar, funktion, miljökonsekvenser – en nordisk samrapport. Naturvårdsverket informerar. Naturvårdsverket och Nordiska ministerrådet.

Socialstyrelsen & Karolinska institutet/Miljöhälsorapport, (2009). Miljöhälsorapport 2009. Art.nr. 2009-126-70, Socialstyrelsen, Stockholm.

SGU, (2011). Sveriges geologiska undersökning – SGU. Available at: <http://www.sgu.se/sgu/sv/samhalle/grundvatten/index.html> [Åtkomstdatum: Juli 29, 2011].

Siegrist, R.L., Tyler, E.J. & Jenssen, P.D., (2000). Design and Performance of Onsite Wastewater Soil Absorption Systems. 1001446 USEPA.

### **Personligt meddelande**

Hübinette, Maria. Avdelningen för analys och forskning, Havs- och vattenmiljöprojektet, Naturvårdsverket, 3 juni 2011.

Maehlum, Trond. Forskningschef/Sektionschef, Miljøteknologi og renseprosesser, Bioforsk Jord og miljø, 31 maj 2011.

# Läget inom markbaserad avloppsvattenrening

RAPPORT 6484

NATURVÅRDSVERKET  
ISBN 978-91-620-6484-6  
ISSN 0282-7298

Samlad kunskap kring reningstekniker  
för små och enskilda avlopp

Markbaserade avloppsreningssystem är den dominerande reningstekniken i Sverige bland hushåll som inte är anslutna till central avloppsvattenrening. Här sammanfattas det aktuella kunskapsläget inom markbaserad avloppsvattenrening.



**Havs  
och Vatten  
myndigheten**