

Infiltrasjon av avløpsvann

Av Trond Mæhlum og Guro Randem Hensel

Trond Mæhlum og Guro Randem Hensel er forskere ved Bioforsk Jord og miljø, Ås.

Momenter fra innlegg på flere fagtreff i Norsk vannforening i perioden 2009-2011.

Innledning

Det er mer enn 100 000 infiltrasjonsanlegg i Norge. Anleggene behandler avløp fra fritidshus, boliger og tettsteder opp til 10 000 pe. Dette er derfor den mest utbredte rensemetoden i Norge i antall anlegg. Infiltrasjon er også en metode som i økende grad benyttes som siste trinn i kombinasjon med andre rensemetoder.

I de siste to årene har Norsk vannforening arrangert flere fagtreff om avløpsrensing hvor tema infiltrasjon av avløpsvann har blitt presentert og diskutert. Bioforsks bidrag her har vært å belyse hvordan infiltrasjon kan benyttes i etterpolering og utslippsminimalisering av små og mellomstore renseanlegg, foruten å informere generelt om tema infiltrasjon og metodikk for grunnundersøkelser. Innleggene fokuserer på hvorfor, hvor og hvordan jordreanseanlegg kan polere avløpsvann. Med jordreanseanlegg menes i denne sammenheng rensesystemer for avløpsvann hvor naturlige løs-

masser eller sand benyttes som rensemedium. Innleggene fokuserer i hovedsak på infiltrasjon, ikke sandfiltre eller andre filtre med tilkjørte masser. Denne artikkelen gir leseren noen hovedpunkter fra de innlegg som er presentert på fagtreffene.

Hovedinntrykket i dag er at infiltrasjon som metode taper markedsandeler i forhold til tekniske løsninger. Det skyldes sikkert ulike forhold. Utvalget av minirensanlegg er stort, og prisene har falt som følge av tekniske forbedringer og stor konkurranse. Når det gjelder infiltrasjon som metode, er det imidlertid få kommersielle interesser annet enn rådgivningsbransjen som designer slike anlegg. Markedsføring av slike løsninger er derfor sterkt begrenset.

Klimaendringer med hyppigere og kraftigere nedbørsepisoder kan i kommunale tekniske renseanlegg gi uakseptabel rensing pga kort oppholdstid og overløp som ikke er renses. Dårlig badevannskvalitet med økt hygienisk risiko nær utslipp fra kommunale renseanlegg og pumpestasjoner vil bli en konsekvens om ikke renseanleggene og ledningsnettet oppgraderes. Som følge av økt fokus

på den økologiske tilstanden i resipientene gjennom Vannforskriften, skjerpes kravene til utslipp fra rensesanleggene.

Dette gjør at eiere av rensaanlegg må ta stilling til om de skal oppgradere rensesprosessene og/eller legge inn nye rensetrinn som etterpolering. Begge deler bør utredes før et valg foretas. Naturgrunnlagets foreutsetninger for etterpolering bør inngå i vurderingen. Det finnes en stor meny av tekniske og naturbaserte rensemetoder som kan egne seg for etterpolering. Av de naturbaserte er infiltrasjon i stedegne løsmasser mest utbredt og dokumentert, men også andre løsninger som sandfiltre, filterbed, konstruerte våtmarker, biodammer og filtrering i torv- og myrområder kan være aktuelle løsninger.

Bioforsks hovedbudskap i dette innlegget er at renset eller urenset avløpsvann ikke bør ledes til vann/vassdrag/sjø dersom infiltrasjon i jord er mulig. Argumentasjonen bygger på følgende forhold: Vi har god tilgang på egnede løsmasser i Norge, infiltrasjon som metode er godt dokumentert og ikke minst – jorda har egenskaper som kan fjerne og holde tilbake en rekke ulike forurensninger i avløpet. Utfordringen er hvordan vi skal få det forurensete vannet i kontakt med jorda på en mest mulig effektiv måte – uten å øke trusselen for grunnvannsinteresser.

Jordas infiltrasjonsegenskaper og tilgang til løsmasser

I Norge har vi mange jordtyper (løsmasser) som egner seg for avløpsrensing.

Jorda har ulike egenskaper for infiltrasjon av avløp. Kjennskap til jordas generelle resipientegenskaper er derfor en forutsetning for å kunne velge ut et område som resipient (mottaker) av avløpsvann. Det er jordas evne til å rense vannet som oftest er det overordnede målet ved valg av resipientområder. Nedenfor gis det en kort beskrivelse av sentrale begreper som brukes om jordas egenskaper for avløpsrensing.

Renseeffekten er nær korrelert til vannets strømning og oppholdstid i jorda. Løsmassenes kornfordeling og lagringsfasthet er viktige faktorer for den generelle *vannledningsevnen* (hydraulisk ledningsevne, m/døgn) i en jordart. Kornfordelingen bestemmes i laboratorium ved sikteanalyser og angir prosentandel av ulike kornstørrelser. Forutsatt tilstrekkelig vannledningsevne, vil en søke områder som har *hydraulisk kapasitet* (m^3/d) til å motta det infiltrerte vannet. Med dette menes mengden vann som kan strømme gjennom en jordart over en tidsperiode. Dersom den hydrauliske kapasiteten overskrides vil grunnvannsstanden stige til et uakseptabelt nivå som følge av at jordmassene ikke greier å ta unna tilførte vannmengder.

Jordmassenes mektighet (dybde i meter) og utbredelse som er egnet som rensedium og resipient er avgjørende for hvordan anlegget dimensjoneres og utformes. *Infiltrasjonskapasiteten* (liter per m^2 og døgn) er et mål på en gitt jordarts kapasitet til å motta avløpsvann og bestemmes ut fra jordmassenes kornfordeling og vanngjennomtrengelighet.

Løsmassenes egenskaper som rens-

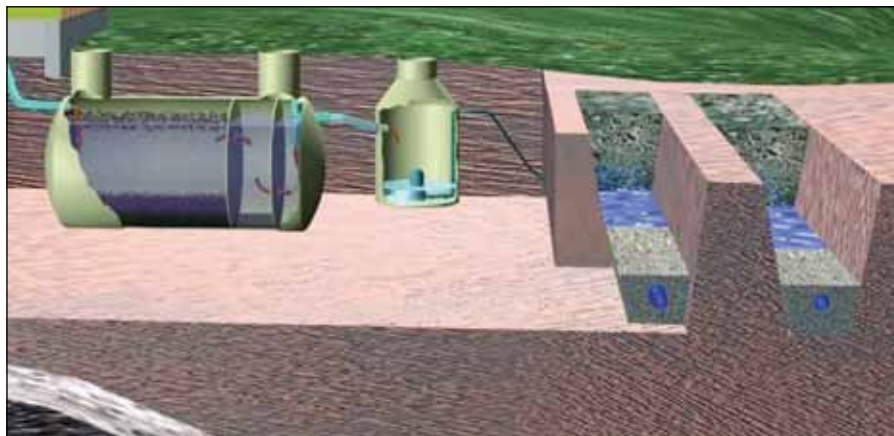
medium vil foruten jordfysiske forhold avhenge av jordpartiklenes kjemiske sammensetning og grad av biologisk aktivitet. Høyt innhold av jern-, aluminium- og/eller kalsiumforbindelser gir høy binding av fosfor. Innhold av metaller som binder fosfor vil variere mellom jordarter og i ulike nivåer i den enkelte jordart. Den biologiske aktiviteten i jorda avtar med dybden. Ofte anbefales det at infiltrasjonsanlegg legges høyt i jordprofilen med overdekning.

Generelt er det større renseevne jo mer finkornet jordtypen er, på grunn av større overflate på finkornede jordtyper. Infiltrasjonsevne og hydraulisk kapasitet er imidlertid større jo mer grovkornet jordtypen er. Det må derfor finnes et kompromiss i forhold til krav en skal sette til jord med hensyn til rensing og vannmengden som skal behandles.

Før avløpsvannet infiltreres må det skje en forbehandling. For mindre anlegg er det vanlig med en slamavskiller

som holder tilbake flyteslam og sedimenterbare partikler, figur 1. Dersom avløpsvannet er godt forbehandlet med fjerning av slam og gjennomgår en biologisk/kjemisk behandling som reduserer innhold av organisk stoff, vil faren for gjentetting over tid reduseres vesentlig. Dette gjør at vi for anlegg som skal etterpolere forrenset avløpsvannet i jord kan redusere krav til jordas rensesmessige egenskaper og benytte grovere løsmasser med større hydraulisk ledningsevne.

De beste jordtypene som er egnet for etterpolering domineres (>50 %) av kornfraksjonene grovsand og fingrus (0,6 – 6 mm). Innholdet av leir, silt og finsand må være minimalt. Når det gjelder større anlegg (<50 pe) må avsetningen ha en viss mektighet og utbredelse. Den type avsetning som skiller seg klart best ut gitt disse kriteriene er **breelvavsetninger**. Dette er avsetninger fra smeltevannselvene fra siste istid. Kornstørrelsen på materialet som kunne fraktes



Figur 1. Prinsipptegning av et lite infiltrasjonsanlegg med forbehandling i en slamavskiller etterfulgt av pumpekum som fordeler vannet i to infiltrasjonsgrøfter.

i vannet varierte med strømningshastigheten. De gode filteregenskapene kjenne- tegnes ved følgende:

- Svært god infiltrerbarhet og hydraulisk kapasitet. Kornfordelingen tilfreds- stiller ofte krav til rensing og trans- port. Materialet er ofte godt sortert. Innholdet av finstoff er lavt da dette ble transportert ut med elvene og avsatt i fjordene. God sortering gir høyt effektivt porevolum for vann- transport.
- Stor mektighet og avstanden til grunnvannet er stor, noen ganger flere 10 talls meter
- Stor lokale utbredelse. Foruten effek- tiv rensing i umettet sone, vil rensing i grunnvannssonen være effektiv med svært lang oppholdstid (ofte i størrel- sesorden år til flere tiår).
- Stor geografisk utbredelse. Mange breelvavsetninger finnes i nærheten av tettbebyggelse og byer

For mellomstore anlegg (50 – 200 pe) kan også avsetninger som elveavsetnin- ger og strandavsetninger være aktuelle for etterpolering.

For de små anleggene som behandler avløpet fra fritidshus, boliger og grupper av boliger, kan det også benyttes mindre og dårlige avsetninger mht infiltrasjons- evne enn de som er nevnt over. Her kan moreneavsetninger, strandavsetninger og forvittringsmateriale være akseptable. Selv i områder som er dominert av leire kan det finnes slike avsetninger som er godt egnet for infiltrasjon.

Et kraftfullt kartverktøy for å vurdere løsmassenes egnethet for infiltrasjon er

nå lett tilgjengelig. Kvartærgeologiske kart for Norge ligger tilgjengelig på nett- stedet <http://www.ngu.no/no/hm/Nor- ges-geologi/Losmasser/>.

Foruten klassifisering av løsmasseav- setninger er det også tilgjengelige avle- dede kart over infiltrasjonsevne, figur 2, mektighet, grunnvannspotensial og grunnvannsbrønner under valg for kartinnsyn. Dette gir et svært godt grunnlag for å velge ut aktuelle områder før det gjøres spesifikke undersøkelser i felt.

Den største konflikten i forhold til in- filtrasjon av avløpsvann er at grunnvan- net kan forurennes siden grunnvannet benyttes som resipient. Som for alle andre typer renseanlegg vil det aldri være 100 % rensing ved det området hvor in- filtrert vannet blandes med resipienten. Det er spesielt økt helserisiko som følge av sykdomsfremkallende organismer i drikkevannskilder som er i fokus. Det er derfor viktig å vurdere hydrogeologiske forhold i området inkludert grunnvan- nets strømningsretning, samt utnyttelse av grunnvannet i dag (brønner) og even- tuelt i fremtiden. Slike undersøkelser krever derfor hydrogeologisk kompetanse. I Norge er det mange små, avgrensede grunnvannsmagasin. Konfliktnivået ved å bruke grunnvann som resipient er der- for betydelig mindre i Norge enn i andre deler av Europa hvor det er store, sam- menhengende grunnvannsmagasin. I disse områdene kan det være vanskelig å vurdere strømningsforhold av foruren- ninger i grunnvannet. Norsk miljøfor- valtning mener også at infiltrasjon er en akseptabel renseløsning i forhold til

grunnvann – forutsatt gode forundersøkelser.

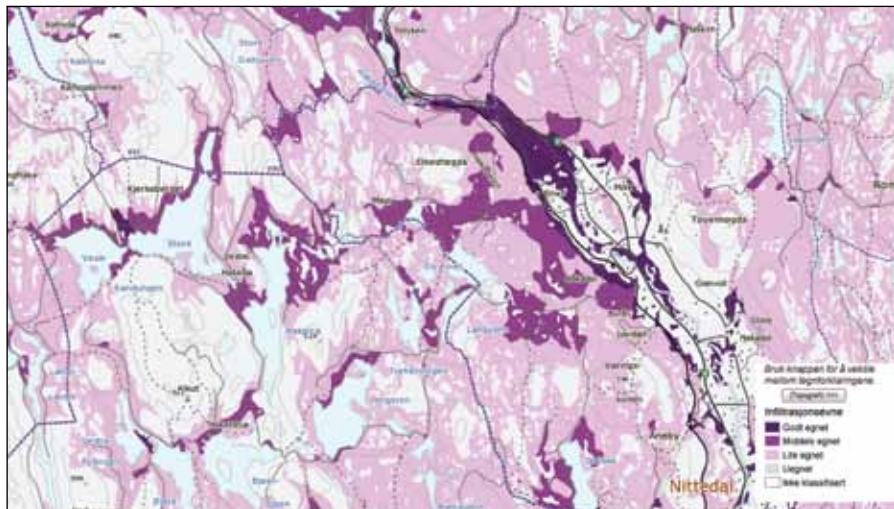
Andre arealbrukskonflikter kan være uttak av sand/grusressurser, luktuemper for åpne anlegg dersom det er kort avstand til bebyggelse, samt rasering av bevaringsverdige, kvartærgeologiske naturminner, spesielt for større infiltrasjonsanlegg som anlegges i breelvvassetninger.

Kunnskap om infiltrasjon

I Norge har vi lang erfaring med rensing av avløpsvann i infiltrasjonsanlegg og sandfiltre. De første anleggene ble etablert på 1970-tallet og ble i løpet av kort tid en utbredt rensemetode for mindre anlegg. Sammen med en forskrift ble det i 1975 gitt retningslinjer for dimensjonering og utforming av infiltrasjonsanlegg fra MD. Senere ble det også gitt ut retningslinjer av SFT (1986) for bygging og

drift av større infiltrasjonsanlegg. Det ble utført forskning, teknologiutvikling og testing i regi av program for renere avløp (PRA) i denne perioden. Flere doktorgrader i Skandinavia hadde infiltrasjon som tema på 1980-tallet. På 1990-tallet tok FoU-programmet Naturbasert avløpsteknologi (NAT) for seg infiltrasjon som et viktig tema. En rekke større og mindre renseanlegg ble da undersøkt.

I internasjonal sammenheng er det, foruten skandinaviske land (eks Ridderstølpe, 2009), spesielt USA, Canada og Frankrike som har forskningsmiljøer som aktivt jobber med å få mer kunnskap om infiltrasjonsanlegg. Anleggstypen er i dag godt dokumentert, men som andre fagområder er også kunnskapen om infiltrasjon under utvikling. Det er en utfordring for metoden å gjøre gode undersøkelser i felt da det er vanskelig å fange opp en representativ vannprøve



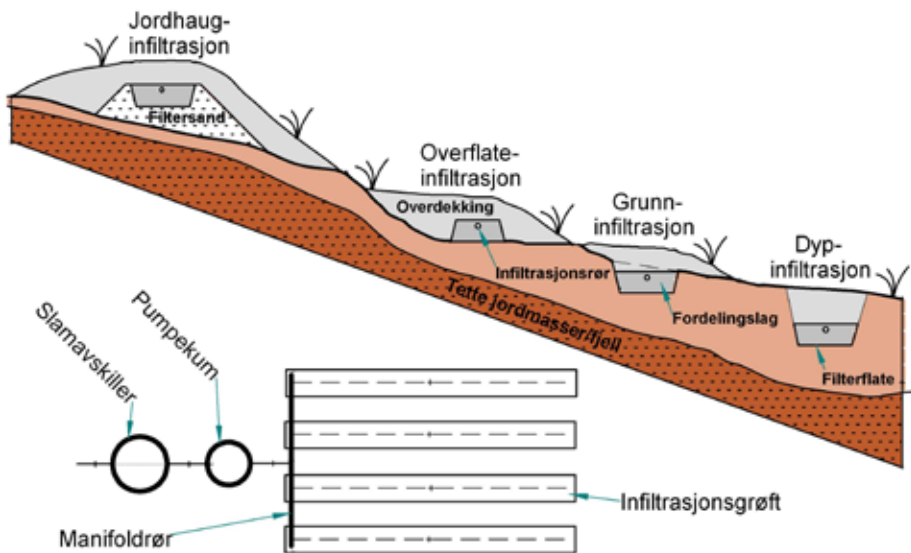
Figur 2. Eksempel på digitalt kart fra NGUs åpne kartbaser på nett som viser infiltrasjonsevne i Nittedal og deler av Nordmarka nord for Oslo. www.ngu.no/kart/losmasse/

som har passert et jordfilter. Derfor har mange undersøkelser blitt foretatt av spesifikke renseprosesser og strømningsforhold av ulike jordtyper under laboratorieforhold. I slike undersøkelser, er det vist at mange jordtyper har høy renseevne for fosfor og organisk stoff (BOF > 90 %), og svært god renseevne for ulike patogene organismer (> 99,9 %).

Prosessene er de samme som i kjemiske/biologiske anlegg med mekanisk filtrering, biologisk nedbrytning i biofilmprosesser og kjemisk binding. Utfordringen er at alle disse prosessene skjer parallelt i tid og rom og i liten grad kan optimaliseres som i et teknisk renseanlegg. Arealkravet blir derfor vesentlig større, ikke minst som følge av mindre biologisk omsetning ved lave vintertemperaturer i jorda.

Siden variasjoner i jordtype, jorddybde og belastning dekker et stort spenn, vil variasjonen i rensing variere tilsvarende. Generelt regnes infiltrasjon for å være en svært god rensemetode for organisk stoff, suspendert stoff, fosfor og smittestoff, som parasitter og patogene bakterier, som følge av lang oppholdstid og god kontakt mellom avløpsvannet og jorda. Det er størst renseeffekt øverst i jordlaget som mottar avløpet da det er her jordlaget er mest porøst, oksygentilgangen best og biofilmen best utviklet. Figur 3 viser en prinsipptegning med infiltrasjonsgrøft i ulike dybder avhengig av de stedegne løsmassene.

Renseeffekten avhenger også av hvor en definerer et "utløp", om det er i grunnvannssonen eller om det kan aksepteres at deler av grunnvannssonen nedstrøms



Figur 3. Infiltrasjonsarealets beliggenhet i jordprofilen bestemmes av avstand til grunnvann, tette masser eller fjell. Her vises eksempel på 4 ulike plasseringer i jordprofilen.

et infiltrasjonsanlegg inngår i området hvor det foregår renseprosesser.

Når det gjelder undersøkelser av eldre infiltrasjonsanlegg foreligger etter hvert en del erfaringer. Overraskende mange av infiltrasjonsanleggene ser visuelt ut til å fungere, selv etter mer enn 30 års drift.

Der det observeres feil ved lukkede infiltrasjonsanlegg som vannoppstuvning og gjentetting kan dette ofte forklares med feil ved bygging, dårlig fordeling av vannet på filterflaten eller overbelastning av anlegget. Ved design er det vanligvis antatt en levetid på minst 20-25 år. Det er imidlertid et kunnskapsbehov om hva som er typisk levetid på infiltrasjonsanlegg, spesielt i forhold til fosforbinding og hydraulisk funksjon. Slike undersøkelser vil derfor bli gjennomført av Bioforsk de nærmeste årene.

Et eksempel på et stort anlegg er Sætermoen infiltrasjonsanlegg i Bardu (5000 pe) etablert i 1989. Her infiltreres avløpsvann i flere åpne dammer anlagt i en breelavsetning. Anlegget har blitt undersøkt flere ganger, og det er ikke noe som tyder på at anleggets funksjon er dårligere nå enn ved oppstarten.

Etterpolering med infiltrasjon av effluenter fra minirensanlegg, biofiltre, gråvannsfiltre og filterbedanlegg har en viss utbredelse i sårbare områder med krav til høy og stabil rensing, og i områder uten resipient med helårs vannføring. Det er også noen kommuner som har krav til etterpolering fra mindre anlegg for å øke sikkerheten. Våre erfaringer viser at dette er anlegg som fungerer godt. Spesielt kan grunne infiltrasjonsfiltre med trykkfordeling og jordhaugin-

filtrasjonsfiltre fremheves som aktuelle løsninger. For minirensanlegg anbefales å bruke en slamavskiller (minimum 1,0 m³ for én bolig) før infiltrasjonstrinet for å minske risikoen for gjentetting som følge av slamflukt. For mindre anlegg (<50 pe) med god forbehandling er det vanlig å beregne en økning i infiltrasjonskapasiteten på 3-5 ganger når arealbehovet skal beregnes.

Foreløpig er det ikke så vanlig med infiltrasjon som etterpolering fra mellomstore biologisk/kjemiske anlegg (>50 pe). Det er etablert slike rensanlegg, men det er få erfaringer som er presentert skriftlig så langt. Noen av anleggene er i bruk for hytteområder i innlandet hvor det foreligger større jordavsetninger. Ved god forbehandling og slamfjerning, kan arealbelastningen på større anlegg økes vesentlig (5-20 ganger) da gjentettingsfaren pga biologisk vekst i jorda avtar dramatisk. Det er derfor ikke uvanlig med en arealbelastning på 500 l/m² og d.

Infiltrasjon som metode har også et visst potensial som etterpolering av effluenter fra større kommunale rensanlegg for mange tettsteder i innlandet. Eksempler på byer/tettsteder med større breelavsetninger i nærheten som – ut fra grove kartvurderinger på nett – kan egne seg for etterpolering av avløpsvann er blant annet Kongsvinger, tettsteder nordover langs Glomma/Østerdalen, Dombås og andre tettsteder i øvre Gudbrandsdalen, Lillehammer, Biri, Jessheim, Hokksund, Kongsberg, Nesbyen, Evje, Voss, Åndalsnes, Alta. Bioforsk har ikke undersøkt hvordan disse avsetningene utnyttes i dag, og kjenner heller

ikke til hvilke renseløsninger som finnes på disse stedene.

Konklusjon

Jord kan være et svært godt rensemedium for fjerning av forurensninger i avløpsvannet. I Norge har vi tilgang på mange jordforekomster som egner seg for infiltrasjon direkte etter slamfjerning og for etterpolering med infiltrasjon i jord. Vi har mange fagmiljø med god fagkompetanse om grunnforhold og om løsningenes tekniske utforming. Slike anlegg krever tilsyn som alle andre renselanlegg, men anses som driftsekstensive og har som regel lave etableringskostnader sammenliknet med tekniske alternativer. Metodene gir i tillegg god smittebeskyttelse.

Ulempene er at infiltrasjon i jord har store arealkrav, har relativt strenge krav til egnede løsmasser, har krav til stabil forbehandling, er vanskelige å måle mht renseseffekt (ingen definert utløp) og det kan være interessekonflikter for arealbruk, spesielt for større anlegg kan det være grunnvannsinteresser, masseuttak og ferdsel.

Norsk Vann har i 2011 gitt ut en oppdatert veileder for utføring av grunnundersøkelser for infiltrasjon (Mæhlum et al., 2010). Veilederen er harmonisert med gjeldene regelverk for mindre avløp (Forurensningsforskriften) og bransjestandard (VA miljøblad 59). Veilederen inneholder dessuten generell informasjon om dimensjonering og anleggsutforming, HMS i felt og viktige forhold som må vurderes i forhold til grunnvannsinteresser.

Naturvårdsverket har i perioden 2009-11 finansiert et flerårig prosjekt for å undersøke kunnskapsstatus og definere kunnskapshull for infiltrasjon i Sverige, som grunnlag for å igangsette et større program på dette tema i 2012. Norsk fagmiljø har deltatt i dette arbeidet og det er derfor aktuelt med et Nordisk samarbeid om temaet videre. Det antas derfor at det i årene som kommer vil komme ny informasjon om infiltrasjon, og at det vil bli gjort forsøk på å harmonisere tekniske løsninger på et Nordisk nivå.

Referanser

Köhler, J.C. og T. Mæhlum. 2003. VA/Miljø-blad nr. 59. Lukkede infiltrasjonsanlegg. Stiftelsen NKF og Norsk Vanns VA/Miljø-blad. Norsk Rørsenter. Bladet kan bestilles mot et vederlag.

Mæhlum, T. (red.), J.C. Köhler, P.D. Jensen og G.R. Hensel. 2011. Grunnundersøkelser for infiltrasjon - mindre avløpsanlegg. Norsk Vann rapport nr 178 - 2010. 79 s.

Ridderstolpe, P.(2009). Markbaserad rening. En förstudie för bedömning av kunskapsläge och utvärklingsbehov. Rapport 2009:77. Västra Götalands län. ISSN: 1403-168X.

Mer informasjon om infiltrasjon og mindre avløp finner du på nettstedet www.avlop.no