

Har infiltrasjonsanlegg i egnede masser lang levetid?

Av Trond Mæhlum og Guro Randem Hensel

Trond Mæhlum og Guro Randem Hensel er forskere i NIBIO, avdeling Grøntanlegg og miljøteknologi i Ås (trond.maehlum@nibio.no og guro.hensel@nibio.no).

Basert på innlegg på fagtreff i Norsk Vannforening med tema: Fungerer egentlig infiltrasjonsanlegg? Vitenparken Campus Ås 13.02.2017

Sammendrag

Artikkelen tar for seg levetid for infiltrasjonsanlegg for avløpsvann og ser spesielt på binding av fosfor og gjentetting som kan begrense levetiden. Det refereres til norske og internasjonale undersøkelser. I Norge er det generelt gode erfaringer med infiltrasjon som rensemetode og regnes som en robust metode som tåler variasjoner i hydraulisk belastning og oppnår rensing på mange viktige parametere. Undersøkelser av eldre anlegg, etablert før 1985, viser imidlertid at anleggene ofte er plassert på dårlige egnede masser, har for lite areal eller mangelfull utforming i forhold til dagens krav. Infiltrasjonsanlegg i gode masser, og spesielt med nyere design, kan forventes å ha lang levetid (mer enn 20 - 25 år), men lokale forhold kan begrense levetiden. Artikkelen har forslag til tema som bør undersøkes nærmere i forhold til å vurdere levetid på norske infiltrasjonsanlegg.

Summary

The paper addresses the lifespan of wastewater infiltration systems, and specifically focuses on long-term phosphorus binding and clogging. The paper refers to Norwegian and international surveys. In Norway, there are generally good expe-

riences with soil infiltration as a purification method. Infiltration is considered as a robust method that can withstand variations in hydraulic load and treat many important parameters. However, some surveys of older systems, established before 1985, show that plants often are located on poorly suited masses, have too little area or lack of design in relation to current requirements. Infiltration in suitable soil, and especially with newer designs, can be expected to have a long service life (more than 20-25 years), but local conditions can limit the lifespan. The paper presents topics to investigate more closely in assessing the life of Norwegian infiltration systems.

Bakgrunn

Infiltrasjon er den vanligste rensemetoden for avløpsvann fra spredt bebyggelse både i Skandinavia og i USA (Siegrist 2017). I Norge er det registret i underkant av 100 000 små infiltrasjonsanlegg (<50 pe) for boliger (SSB 2016) og anslagsvis 20 – 30 000 anlegg for fritidsbebyggelse. Det er også bygget flere hundre større infiltrasjonsanlegg i Norge og Sverige, hvor de største anleggene er dimensjonert for opptil 8000 pe. En stor andel av anleggene ble etablert i perioden mellom 1970 og 1990 og har derfor en alder på 25 – 40 år eller mer. I denne perioden har krav til forundersøkelser og utforming av anlegg blitt endret flere ganger, i hovedsak for å forbedre funksjonen. Fra

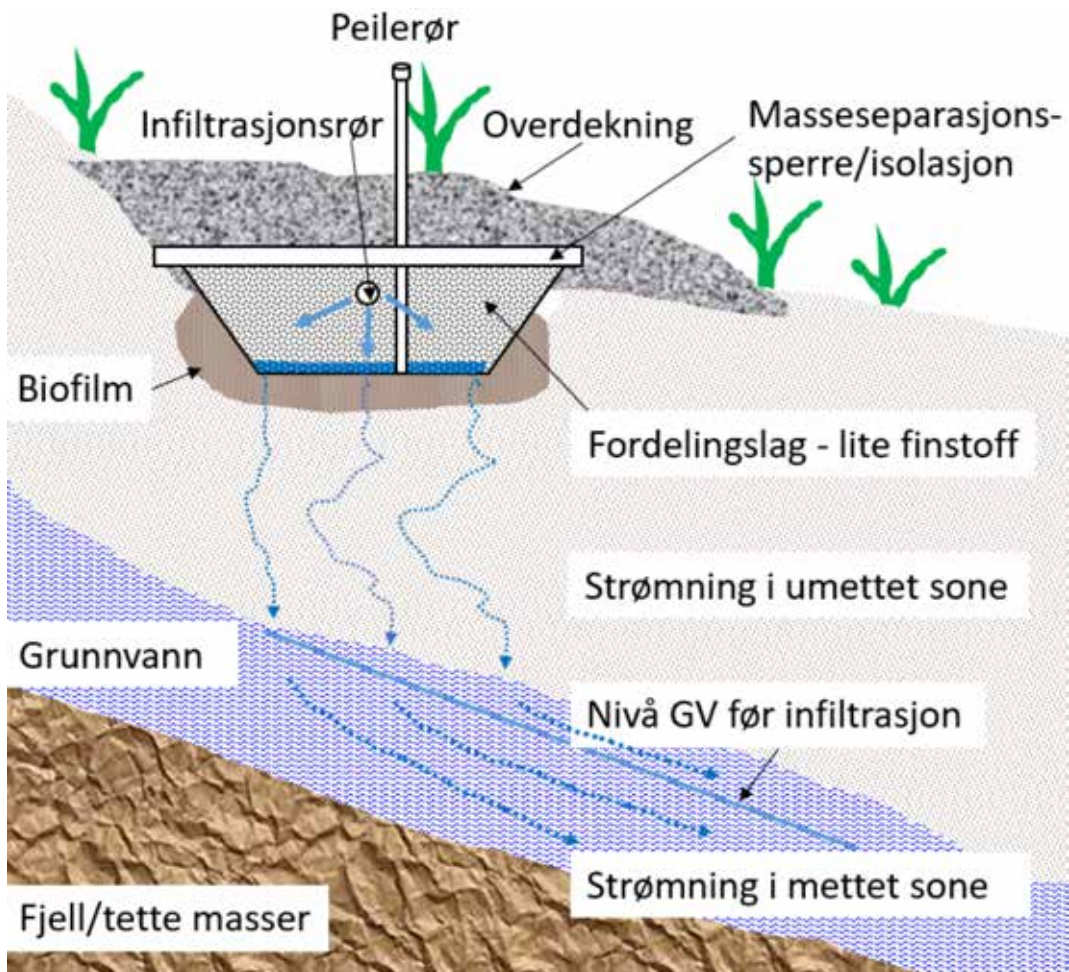
å ha et fokus på å bli kvitt vannet ved infiltrasjon, har utviklingen av design og utforming i Norge etter 1990 fokusert på hvordan vannet skal komme i kontakt med store jordvolum og spres over tid, for derved å oppnå optimal renseseffekt.

Bortsett fra ledningsnettet, er det få produkter innen VA-bransjen som dimensjoneres for en levetid på mer enn 20 år. Det er derfor rimelig å spørre seg: hvor lang levetid kan vi forvente av infiltrasjonsanlegg? Spesielt gjelder dette de anleggene som ble etablert etter «gammelt design», det vil i hovedsak si anlegg etablert før 1992. Dette er spesielt aktuelt å vurdere i disse tider, hvor mange kommuner har iverksatt aksjoner for å redusere utslipp fra små renselanlegg i forbindelse med Vannforskriftens mål om

god kjemisk og økologisk tilstand i vannforekomstene.

Systematisk kartlegging av små renselanlegg, der tilstandsvurdering inngår, har foregått i kommunal regi mange steder de senere årene. Det er imidlertid en utfordring å tilstandsvurdere et renselanlegg som er nedgravd, uten et definert utløp og hvor skriftlig informasjon om utforming og anleggets fysiske plassering i terrenget har gått tapt.

I Sverige har levetid og tilstand på eldre infiltrasjonsanlegg vært på dagsorden hos miljømyndighetene i noen år nå. Det er publisert flere utredninger og vitenskapelige publikasjoner som også kan ha relevans for norske forhold (Ridderstolpe 2009, Eveborn et al 2012, 2014, Palm et al.



Figur 1. Grunn infiltrasjonsgrøft med trykkfordeling.

2012, Ridderstolpe et al. 2016,). Noe FoU-arbeid har også foregått på dette tema i Norge (French et al. 2006, Eggen et al. 2010, Lønmo 2012, Bloem og Eggen 2014), men i forhold til relevansen er det et begrenset omfang. Likevel finnes det mye dokumentasjon og kompetanse om prosesser i jord og jord som rensemedium for avløpsvann, både i Norge og internasjonalt, som gir grunnlag for å besvare spørsmålet om forventet levetid og peke på hvor det trengs mer kunnskap. Tre underspørsmål er spesielt relevante:

- Hvor lenge kan infiltrasjonsanlegg binde fosfor?
- Hvordan virker eldre infiltrasjonsanlegg hydraulisk?
- Fungerer eldre infiltrasjonsanlegg etter gammelt design tilfredsstillende dersom de anlegges i gode masser?

Denne artikkelen vil belyse disse temaene ved å oppsummere noen av de erfaringer som foreligger.

Begrepsavklaringer og avgrensing av tema

Figur 1 viser en prinsipptegning av en grunninfiltrasjonsgrøft for små avløp bygget etter dagens krav til utforming, som er beskrevet i blant annet VA-Miljøblad 59 og Ødegaard et al. (2014).

Med «egne masser» menes jorda under fordelingslaget hvor det foregår umettet strømming

vertikalt ned til grunnvannet (figur 1), og videre jorda der det foregår mettet strømming i grunnvannssonen nedstrøms anlegget. Egnede jordmasser for infiltrasjon vurderes ut fra (Mæhlum et al. 2010):

- Vannledningsevne: evne til å infiltrere tilført vann
- Hydraulisk kapasitet: evne til å transportere bort infiltrert vann fra området
- Egenskaper som rensemedium: omfatter blant annet mineralogi, porøsitet og biologisk aktivitet

Tabell 1 viser en forenklet vurdering av resipientegenskaper til jord. Egnede masser for infiltrasjon bestemmes av hva som vektlegges. Ulike løsmasser har ulike resipientegenskaper. Det er få jordtyper som gir god score på alle de tre egenskaper renseevne, infiltrerbarhet og hydraulisk kapasitet, se tabell 1. Breelevavsetninger med stor mektighet er av disse få, dersom det ikke er for grovt materiale, og det er i slike avsetninger de store infiltrasjonsanleggene som regel er etablert.

Med levetid for et infiltrasjonsanlegg menes perioden anlegget kan benyttes uten at renseevnen nedsettes vesentlig, eller blir uakseptabel i forhold til mål om tilstand i resipienten. Levetid for et renseanlegg for avløpsvann bør være minimum 15 - 20 år. Med «lang levetid» menes det her 25 - 40 år.

I vurdering av levetid er det også viktig å avklare hva som skal leve lenge i et infiltrasjonsanlegg. Jordas evne til å binde fosfor (P) er

Løsavsetning	Renseevne fosfor	Renseevne BOF	Renseevne smittestoff	Infiltrerbarhet	Hydraulisk kapasitet
Morene	+++	+++	+++	+ (-)	+ (-)
Breelevavsetninger	++(+)	+++	++(+)	+++	+++
Elveavsetninger	- /+	++(+)	++(+)	++	+
Strandavsetninger	++(+)	++	++	++	++
Marine avsetninger	+++	+++	+++	-	?
Forvittringsjord	+++	+++	+++	++	+
Torv og myr	- (+)	+	++(+)	++	+

++ + svært bra, ++bra, - mindre bra/uegnet, -/+ lokale variasjoner

Tabell 1. Resipientegenskaper til jord.

avhengig av mineralogien i jorda og korngrade- ringen, foruten jordas mektighet og utstrekning, samt mengde fosfor som tilføres gjennom av- løpet. Det er jord med høyt innhold av kalsium og oksidert jern og aluminium som har best evne til å binde fosfor over tid. God fosforbin- ding er derfor tidsavgrenset egenskap til et infil- trasjonsanlegg. En forutsetning for god rensing er at avløpsvannet fordeles optimalt i hele filteret og at dette ikke går tett. Gjentetting kan skyldes at det over lang tid avleires mineralsk materiale eller humus i porene, som hindrer vannjen- nomstrømning.

Mikrobiologisk vekst i form av biofilm er en ønsket utvikling og en forutsetning for god bio- logisk renseseffekt i filteret. Dersom denne veksten over tid blir for stor i forhold til organismenes omsetning av stoffer, vil jordas infiltrerbarhet og hydrauliske kapasitet nedsettes. Mineralsk og biologisk gjentetting kan medføre en oppstuvning av vann i anlegget, og dårlig rensed vann kan nå overflaten eller ledes til grunnvannet. Tilfreds- stillende fosforbinding, unngå biologiske over- belastning og tilstrekkelig hydraulisk kapasitet er vesentlig for at et anlegg skal fungere som forutsatt.

Kunnskapsgrunnlag og utvikling i Norge

Kunnskap om infiltrasjon som rensemetode har vi hatt i Norge siden 1960-årene, når metoden ble tatt i bruk mer systematisk. Tabell 2 viser en for- enklet historikk over utvikling med viktige mile- pæler i forhold til kunnskapsprosjekter og krav til dimensjonering og utforming.

Innen naturbaserte filterløsninger, er den viktigste utviklingen som har skjedd i Norge siden 1990, at det er vektlagt å utvikle god for- deling av avløpsvann på hele filterflaten. Forde- lingen skal skje i pulser, fortrinnsvis i flere mindre pulser over døgnet. Optimal fordeling gjør at vannet strømmer langsomt gjennom mest mulig av filteret og har god kontakt med filtermateriale, samt god oksygentilgang. Forde- lingen er mest effektiv med støtbelastning. Systemer med fordelingskummer i kombinasjon med selvføll har også vist at det kan oppnås en fordeling etter hvert som biofilm utvikles. For- deling med støtbelastning, primært pumpe, gir imidlertid jevnere og mer optimal fordeling som utnytter hele filterflaten.

Tidsperiode	Erfaringer, viktige kunnskapsprosjekter og formelle krav
1960 – 70	Synkekummer og enkle spredegrøfter ble tatt i bruk
1970 – 80	Prosjekt rensing av avløpsvann PRA 1970 - 76: Jord som resipient (Skjeseth og Mjærum 1976). Forskrift for kloakkutslipp fra spredt bolig og fritidsbebyggelse 1975
1980 – 90	Nasjonale og nordiske samarbeidsprosjekter finansiert av blant annet Statens forurensningstilsyn la grunnlag for nye retningslinjer fra Miljødepartementet (1985) for utforming av små og store anlegg (Brömssen et al. 1985, Jenssen 1986, Østerås 1986).
1990 – 00	Forskningsprogrammet Naturbasert renseteknologi (NAT) evaluerte filteranlegg, gi råd om ny utforming, samt utvikle nye filterløsninger og nye kombinasjoner (Westby et al. 1997, Kraft og Rasmussen 1998, Gaut og Aspmo 1998). Reviderte forskrifter fra 1992 og 2000.
2000 – 10	Nye krav til design og ny bransjenorm VA- Miljøblad (2003). Forurensningsforskrift (2007) med krav til anerkjent metode og bruk av nøytral fagkyndig ved grunnundersøkelser.
2010 – 20	Mer kompakte løsninger med forbehandling, infiltrasjonskassetter og datastyring av pumper. Vannforskriften krever helhetlige planer for reduserte utslipp som også omfatter mindre avløp. Kunnskapshull: hvordan evaluere gamle infiltrasjonsanlegg og hvilken tilstand har anleggene? (Bloem og Eggen 2014). Revidering av VA-miljøblad 59 i 2016. Mer fokus på driftsoppfølging.
2020 –	Flere utviklingsveier er mulige: anleggene beholdes store og teknisk enkle for å være robuste, og/eller implementering av tekniske komponenter som gir mindre infiltrasjonsanlegg, bedre rensing og bedre funksjonskontroll.

Tabell 2. Historisk utvikling av infiltrasjon som renseløsning i Norge med noen milepæler.

Rensing

Infiltrasjonsanlegg anses generelt for å kunne gi rensing av mange stoffgrupper i avløpsvannet. Hvor god renseseffekten er, vil blant annet avhenge av jordtype, utforming, anleggets belastning, klimatiske forhold og ikke minst alder på anlegget og hva slags jordvolum som inkluderes i anlegget. Erfaringer fra Norge og USA er vist i tabell 3.

I et infiltrasjonsanlegg vil det organisk materiale i avløpsvannet brytes ned biologisk i jorda. Noe humus kan forventes å akkumulere over tid. Levetid i forhold til biologisk funksjon er likevel ikke antatt å være en begrensning, forutsatt at anlegget ikke overbelastes. Det er jordas evne til å binde fosfor som anses å være en begrensende faktor med hensyn til levetid. Fosfor, som er et makroæringsstoff for plantevekst, er ansett å være den viktige stoffgruppen som må fjernes fra avløpsvannet for å hindre eutrofiering. Ved infiltrasjon er det grunnvannet som er den primære resipienten. For utslipp til grunnvann er det mer relevant å redusere organisk stoff, sykdomsfremkallende mikroorganismer og nitrogen. Fosfor i grunnvann har begrenset mobilitet over større avstander, men kan utgjøre et forurensningsproblem om det lekker ut til overflatevann. Nitrat er mobilt og kan fraktes over store avstander i grunnvann. Nitrat og nitritt kan utgjøre et helsemessig problem i høye konsentrasjoner. Dersom filteret har en dårlig biologisk funksjon

i umettet sone, og det tilføres mye organisk stoff til grunnvannet kan dette skape anaerobe forhold som frigjør jern, mangan og andre metaller fra jorda.

Hoveddelen av fosforrensingen foregår i umettet sone, det vil si jordvolumet mellom filterflaten og grunnvannsnivået. Jordas innhold av fosforbindende elementer avgjør bindingsgraden. De fleste undersøkelser av fosforbinding i jord indikerer at det foregår en bindingsprosess som først består av en rask reversibel prosess med adsorpsjon av ortofosfat til oksider/hydroksider av Fe, Al og/eller Ca (Robertson 2008, 2012). Deretter foregår det en langsom irreversibel prosess med utfelling av P-mineraler og diffusjon av P-forbindelser i mikroporer og aggregater. Hvilke prosesser som foregår og hvor sterke bindingene blir, påvirkes av jordas pH og oksygentilgang. Det er foretatt en rekke undersøkelser av ulike jordtyper, som ut fra jordkjemiske forhold angir en teoretisk øvre fosforbindingskapasitet. Vanlige verdier fra litteraturen angir følgende (Jenssen et al. 2006):

- Kvartssand: ca 100 g P/tonn
- Annen sand: 100 – 400 g P/tonn
- Morene: ca 500 g P/tonn
- Forvittringsjord sur eller basisk: opp til 1000 g P/tonn
- Spesielle filtre designet for P-binding: > 1000 g P/tonn

Parameter	Renseevne i %
Oksygenforbrukende stoff (BOF5)	>90
KOF	>90
Partikulært materiale (TSS)	>90
Nitrogen	10 – 20 (norske erfaringer også >50%)
Fosfor	10 – 99 (Ca-, Fe-, Al- innhold avgjør, samt tid)
Fekale bakterier	99,99
Virus	99,9
Spesifikke organiske stoffer (VOC)	>99
Tungmetaller	>99

Referanser: Westlie og Køhler 1996, Westby et al. (1997), Jenssen et al. (2006), Lowe og Siegrist (2008), Siegrist et al. (2000).

Tabell 3. Renseevne etter strømning i 1 meter umettet sone for infiltrasjonsanlegg etablert i egnede løsmasser.

Regneeksempel for P-binding

Følgende regneeksempel estimerer hvor mye fosfor som teoretisk bindes over tid i morenejord. Det forutsettes da at infiltrasjonsanlegget har et velfungerende fordelingsystem der heller jordvolumet i umettet sone deltar i bindingen av fosfor (P):

- Design belastning er 20 l/m²/d i en morenejord (VA-Miljøblad 59)
- Et døgnforbruk på 200 l per pe krever da en filterflate på 10 m²
- Forutsatt 1 m umettet sone og jordas egenvekt 1,7 kg/l gir dette 17 tonn jord
- Antatt en teoretisk bindingskapasitet på 0,5 kg P/tonn jord
- Teoretisk bindingskapasitet blir 8,5 kg P i 17 tonn morenejord
- Årlig produksjon av P/pe er ca 0,6 kg. Antatt 67% tilstedeværelse gir dette 0,4 kg P pr. pe pr. år
- Levetid om alt P bindes: total kapasitet/årlig tilførsel = 8,5 kg/0,4 kg pr pe per år = ca 21 år

Grunnere mettet sone og/eller mindre filterareal per pe gir kortere levetid. Dypere mettet sone og større filterflate per pe gir lenger levetid. Inkluderes mettet sone på flere titalls – hundretalls meter eller mer, er P bindingskapasiteten svært stor, og det er lite sannsynlig at fosfor når en åpen resipient.

Finkornet, homogen jord er bedre med hensyn til P-binding enn grovkornet heterogen jord siden overflaten for binding er vesentlig større. Det er generelt bedre fosforbinding i de øverste 50 cm av et jordprofil, hvor det har foregått jordsmonndannende prosesser, inkludert forvitring, og det er bedre tilgang på oksygen enn i dypere lag av jorda.

Fra landbruket er det godt kjent at jord har stor evne til å binde fosfor over tid, og kan fungere som et permanent fosforlager, som er lite plantetilgjengelig siden bindingene er sterke. Siden det i mineraljord foregår en forvitring over tid, vil stadig nye overflater med metaller som har positiv ladning kunne frigjøre nye plasser for binding av negativt ladet fosfor. Effektiv binding i jord er årsaken til at det hvert år tilføres mer

fosfor i jordbruket enn det kulturplantene kan ta opp gjennom røttene. I infiltrasjonsanlegg er det også vist at jorda kan binde mer fosfor enn det som teoretisk beregnes. Dette ved å utføre standard rysteforsøk med avløpsvann og ulike typer konsentrasjoner og jordtyper. Fosfor bundet i infiltrasjonsanlegg anses å være stabilt og forblir bundet i jorda. Det er lite sannsynlig at fosfor i gamle, nedlagte infiltrasjonsanlegg lekker ut fosfor til miljøet dersom ikke jordkjemiske forhold endres over tid. Dersom fosfor likevel lekker fra umettet til mettet sone, er det vist i mange undersøkelser med filterbed-løsninger at fosfor også kan bindes godt i mettet sone (Paruch et al. 2016). Der det foreligger store jordvolum i mettet sone, vil det skje enn retensjon av fosfor i jorda og noe fosfor vil også inngå i plan-tevekst der røtter kommer i kontakt med vannet.

I forbindelse med fosforrensing, er det viktig å vurdere hvilket jordvolum som er til rådighet forrensing. For organisk stoff (BOF), suspendert stoff og smittestoff skjer det viktige renseprosesser i biofilmen. Spesielt de øverste 10 cm fungerer godt. Biologiske prosesser i biofilmen kan medvirke til økt fosforbinding, men binding av fosfor er viktig i hele den umettede sonen. I tillegg bør et større jordvolum inkluderes når langtids fosforbinding skal vurderes. Der avstanden fra infiltrasjonsanlegget til en åpen vannresipient er i flere hundre meter eller mer, i grunnvannets strømningsretning, er det lite sannsynlig at sporbart fosfor når frem – også på lang sikt. For korte avstander, kan det ikke utelukkes at fosfor unnslipper fra slike anlegg, spesielt om anleggene ikke har god utforming.

Feltundersøkelser av renseanlegg

Det er foretatt flere undersøkelser av fosforrensing i små og store eldre infiltrasjonsanlegg i Norge. Prøvetaking ble gjort i umettet sone under filterflaten, i grunnvannsbrønner nedstrøms filterflaten og ved oppgraving av anlegg (Westby et al. 1997, Kraft og Rasmussen 1998, Lønmo 2012, Jenssen et al 2014). En av undersøkelsene omfatter Setermoen renseanlegg i Bardu etablert i 1987 (Jenssen et al. 2014). Anlegget behandler avløp

fra 5000 pe i tre åpne dammer med høy arealbelastning. Her var fosforrensingen over 98% i 27 år, og teoretiske bindingskapasitet av fosfor beregnet til 36 år. Resultatene fra dette anlegget, samt øvrige undersøkelser, gir ikke grunnlag for å hevde at fosfor er en viktig begrensning for levetiden til infiltrasjonsanlegg, spesielt ikke der det er gode løsmasser.

I Sverige er det flere studier de siste 5 årene der renseseffekten for fosfor i svenske infiltrasjonsanlegg og sandfiltre er undersøkt (Eveborn et al. 2012, 2014, Palm et al. 2012). Eveborn et al. (2012) beskriver en omfattende studie i Sverige av 4 større filtre med 1 meter sand og hydraulisk belastning på 12-40 cm/d på åpne filterflater. Her ble det vist at fosfor i hovedsak ble bundet til aluminium (Al) i form av sorpsjon eller utfelling. Vurdering av fosforbinding viste at kun 12% av tilført mengde var bundet i filteret. Utlekkingstester viste at bundet fosfor under visse forhold kunne lekket ut. Undersøkelsen er fremstilt som det er undersøkt infiltrasjonsanlegg, men realiteten er at dette er store sandfiltre med drenering i bunn uten bunntetting og derfor ikke tradisjonelle infiltrasjonsanlegg. Det er generelt kjent at sandfiltre ikke er en egnet rensemetode der det settes krav til høy fjerning av fosfor i avløpsvann over tid.

En nyere undersøkelse av Eveborn et al. (2014), hvor flere av de samme anleggene ble undersøkt sammen med to mindre infiltrasjonsanlegg, indikerte også her dårlig rensing for fosfor. Disse undersøkelsene er noe av årsaken til at det er reist spørsmål om infiltrasjonsanleggenes funksjonsevne over tid, både i Sverige og etter hvert i Norge. Tross en felles historisk utvikling for bruk av infiltrasjon, og mange likheter med hensyn til utforming, er det også avgjørende forskjeller mellom Norge og Sverige. Norske infiltrasjonsanlegg er etter 1990 i stor grad utstyrt med vesentlig større slamavskiller, krav til pumpefordeling på filterflaten, plassering av filterflaten høyt i jordprofilen og vesentlig lavere arealbelastning enn svenske anlegg. Norske anlegg er derfor mer robuste og har større jordvolum for binding av fosfor enn svenske anlegg (Palm et al. 2012). Infiltrasjonsanlegg

i Norge har generelt bedre funksjon og færre rapporterte avvik enn i Sverige. Svenske erfaringer kan derfor ikke uten videre overføres til norske forhold. Berggren (2017) diskuterer svenske og norske erfaringer mer inngående.

Kan fosfor begrense levetiden til gamle infiltrasjonsanlegg?

Det er grunn til å anta at anlegg eldre enn 20 – 25 år virker dårligere for fosforrensing enn anlegg med dagens utforming, dels på grunn av utforming og dels på grunn av at kapasiteten for binding av fosfor er begrenset. Korte avstander til vassdrag (titalls meter) kan forventes å gi utlekking av P over tid. Er det store avstander til vassdrag, med lang oppholdstid (måneder og år) i grunnvannssonen, er det lite sannsynlig at fosfor lekker ut til overflatevann. Fagpersoner med kompetanse på jordtyper, hydrogeologi og jordkjemiske forhold kan foreta slike vurderinger.

Kan hydrauliske forhold begrense levetiden til gamle infiltrasjonsanlegg?

Et filter som utvikler gjentetting i filtermassen så mye at det hindrer vannstrømmingen har ikke tilfredsstillende funksjon. En undersøkelse i Gjøvik (2010) påviste at flertallet (>80%) av over 1200 eldre infiltrasjonsanlegg (>25 år) fungerte dårlig hydraulisk, med oppstuvning på filterflaten og/eller vannoppkomme nedstrøms (Lønmo 2012). Årsaken kan være gjentetting, men også dårlig utforming og design i forhold til den aktuelle jordtypen.

NIBIOs erfaringer fra kartlegginger i forbindelse med WEBGIS Avløp registreringer i flere kommuner, er at mange eldre infiltrasjonsanlegg fungerer hydraulisk tilfredsstillende basert på en visuell vurdering. Forhold som da vurderes er oppstuvning i peilerør (figur 1) eller kummer, utslag av dårlig rensed vann til terreng i nedkant av anlegget, eller overflatenært vann nedstrøms filteret, gjerne sammen med vegetasjon som indikerer næringsrikt vann. Dersom det utvikles fuktige områder med næringsrikt vann på grunn av oppstuvning vil det etter hvert etableres karakteristisk vegetasjon som tolererer mye fukt

og næring, som for eksempel brennesle, myrtistel, mjødur, krypsoleie, vier, selje og or.

Geofysiske målemetoder er anvendt på infiltrasjonsanlegg for å vurdere gjentetting. Dette omfatter blant annet georadar og elektrisk resistivitetsmålinger (ER), og er testet på små og store infiltrasjonsanlegg i blant annet Frankrike og Norge (French et al. 2006, Lønmo 2012, Bloem og Eggen 2014). Bruk av ER, sammen med oppgraving av filteranlegg indikerte at anleggene hadde en god fordeling og tilfredsstillende strømningsmønster, samt velfungerende biofilm utvikling. Det er imidlertid kun et fåtall anlegg som er undersøkt.

Følgende forhold, foruten jordmassene, er spesielt viktig for god hydraulisk funksjon over lang tid:

1. Velfungerende slamavskiller som tømmes regelmessig
2. Utforming og design som tar høyde for belastningstopper
3. God fordeling over hele filterflaten, fortrinnsvis i mange korte perioder over døgnet og gjerne med intermittert drift der deler av anlegget har hvileperioder

Norsk bransjestandard (VA-miljøblad 59) antyder en hydraulisk levetid på 20 – 40 år med dagens krav til utforming. Det er i samsvar med vurderinger i Sverige og USA, som også antyder opptil 40 års hydraulisk levetid i morenjord.

Er det store forskjeller på gamle og nyere anlegg i forhold til forventet levetid?

Infiltrasjonsanlegg etablert før 1985/eldre enn 30 år bør vurderes erstattet, spesielt dersom anleggene ligger dypt (1-1,5 m) og ikke har et godt fordelingsystem, og på grunn av at jordas evne til å binde fosfor i nærheten av utslippet er begrenset. Basert på nye grunnundersøkelser i området (ikke nedstrøms) kan det vurderes om anlegget kan erstattes med infiltrasjonsanlegg som har trykkfordeling og filterflaten plassert høyere i jordprofilen. Teknologiutvikling etter 1985-1990 har følgende kjennetegn:

- Fokus på god fordeling: trykkfordeling, fordelingslag uten finstoff, hullstørrelse/avstand
- Pumping gir mulighet for plassering av filterflaten høyt i jordprofilen hvor det er bedre rensing
- Periodisk belastning (hvileperioder) gir mer oksygen til jorda
- Biologisk forbehandling reduserer gjentettingsfaren

Infiltrasjonsanlegg etablert i perioden 1985 – 1997 bør også undersøkes av fagkyndige om de har en akseptabel utforming og funksjon i forhold til om anlegget bør skiftes ut. Infiltrasjonsanlegg etablert etter 2003, i egnede masser og utformet i henhold til VA-miljøblad 59, forventes å ha minst 20-30 års hydraulisk levetid og trengs ikke erstattes på noen år. Et tiltak for å følge opp eldre infiltrasjonsanlegg kan være å pålegge anleggseier å inngå drifts- og serviceavtale for jevnlig kontroll og oppfølging av renseanlegget. På denne måten oppnås en jevnlig tilstandsvurdering, og funksjonssvikt kan oppdages på et tidlig stadium (VA/Miljø-blad 59, 2016).

Konklusjoner

I Norge er det generelt gode erfaringer med infiltrasjon som rensemetode. Infiltrasjon regnes som en robust metode som tåler variasjoner i hydraulisk belastning og oppnår god rensing på mange viktige parametre. Der det er egnede jordmasser, vil infiltrasjonsanlegg som er dimensjonert og utformet tilfredsstillende ha lang levetid. Undersøkelser av eldre anlegg, etablert før 1985, viser at anleggene ofte er plassert på dårlige egnede masser, har for lite areal eller mangelfull utforming i forhold til dagens krav og retningslinjer.

Rensingen av fosfor i infiltrasjonsanlegg foregår både i umettet og mettet sone. Lang oppholdstid er gunstig for fosforrensing, og avstand til nærmeste overflateresipient i strømningsretningen bør vurderes i forhold til om fosfor utgjør en begrensning i levetid.

Infiltrasjonsanlegg i egnede masser, dimensjonert og utformet iht. dagens retningslinjer og

krav kan forventes å ha lang levetid (mer enn 20 - 25 år), men lokale forhold kan begrense levetiden.

Erfaringer fra Sverige, som viser lav fosforrensing i filteranlegg, er ikke nødvendigvis direkte relevante for norske forhold på grunn av annen utforming og høyere belastning. Det er grunn til hevde at infiltrasjonsanlegg bygget i Norge etter 1992 generelt fungerer bra, om de er dimensjonert og bygget riktig og i egnede jordmasser. Det er ønskelig med flere undersøkelser av denne type renseteknologi, både for små og store filteranlegg. Det trengs mer kunnskap om følgende:

- Nye metoder som kan evaluere tilstanden på eldre infiltrasjonsanlegg i ulike jordtyper
- Hvilke jordvolum deltar i P-rensing og hvordan utvikles P-bindingen over tid?
- Renseeffekt for mikroplast og miljøskadelige forbindelser som finnes i avløpet?
- Hvordan påvirker biologisk forbehandling og fordeling i infiltrasjonskamre anleggets funksjon og levetid? Kan god forbehandling åpne for infiltrasjon i tettere (leir- og siltholdige) jordtyper?

Norsk Vann Prosjekt vil sette tema infiltrasjon og levetid på dagsorden i 2017/18 og vil, foruten innleggene presentert på fagtreffet i 13.02.17, gi et bedre grunnlag for å evaluere status på infiltrasjonsanlegg i Norge. Tiden er imidlertid overmoden for å etablere større forsknings- og utviklingsprogram for alle typer desentrale avløpsanlegg, samt et nasjonalt kompetansesenter for avløpssystemer i spredt bebyggelse.

Litteratur

Bloem, E. G. Eggen. 2014. Hva er levetiden til infiltrasjonsanlegg for avløpsvann, og hvordan evaluere dette? VANN, 46, 4, pp 489 - 498.

Berggren, C. 2017. Infiltrasjon av avløpsvann - konkurransedyktig, utdatert eller en løsning moden for revisjon? Masteroppgave ved Fakultet for realfag og teknologi. NMBU.

von Brömssen, U., S. Ensy, P. Gundersen, P.D. Jenssen, R. Kristiansen, P. Nilsson, F. Nyberg, M. Pell, T.A. Stenström, O.A. Stuanes og A. Willumsen. 1985. Infiltration

av avløpsvatten - Förutsättningar, Funktion, Miljøkonsekvenser. Nordisk Samrapport. Naturvårdsverket informerar. 53 s.

Eggen, G., E. Bloem, og T. Mæhlum. 2010. Evaluation of old soil adsorption systems. Bioforsk notat utarbeidet for KLIF.

Eveborn, D., D.G. Kong og J.P. Gustafsson. 2012. Wastewater treatment by soil infiltration: Long-term phosphorus removal. Journal of Contaminant Hydrology, 140: 24-33.

Eveborn, D., J.P. Gustafsson, E. Elmefors, L. Yu, A.K. Eriksson, E. Ljung og G. Renman. 2014. Phosphorus in soil treatment systems: Accumulation and mobility. Water Research, 64: 42-52.

French, H., N. Forquet, K.R. Robertsen og T. Mæhlum. 2006. Flow and transport in a constructed infiltration system for wastewater treatment characterised by electrical resistivity and 2D numerical unsaturated zone modeling. Computational Methods in Water Resources (CMWR XVI), 18-22 June, Copenhagen, Hydrogeophysical data fusion.

Gaut, A. og R. Aspmo. 1998. Naturbasert avløpsteknologi 1994 - 97. Sammendrag av programmets prosjekter. NAT-samlerapport 1998. Jordforsk.

Jenssen, P.D. 1986. Infiltration of wastewater in Norwegian soils. Some design criteria for wastewater infiltration systems. Rapport nr 25/86. Institutt for geologi. Norges landbrukshøgskole (NMBU)

Jenssen, P. D., S.A. Jonasson og A. Heistad. 2006. Naturbasert rensing av avløpsvann - en kunnskapsammenstilling med hovedvekt på norske erfaringer. VA-Forsk rapport Nr 2006-20.

Jenssen, P.D., T. Krogstad og K. Halvorsen. 2014. Community wastewater infiltration at 69° northern latitude - 25 years of experience. Paper presented at the Soil Science Society of America Onsite Wastewater Conference, Albuquerque NM, 7-8 April 2014.

Kraft, P.I. og G. Rasmussen. 1998. Store anlegg for infiltrasjon av avløpsvann i jord - Etablering, drift og renseregenskaper. Jordforsk rapport 46/98.

Köhler, J.C. og T. Mæhlum. 2003. Lukkede infiltrasjonsanlegg. VA-Miljøblad nr. 59. NKF and NORVAR, Hamar. Oppdatert i 2016 av G. Hensel, J.O. Myrre og L. Westlie. Stiftelsen VA/Miljøblad.

Lowe, K. S. og R.L. Siegrist. 2008. Controlled field experiment for performance evaluation of septic tank effluent treatment during soil infiltration. Journal of Environmental Engineering-Asce, 134 (2): 93-101.

- Lønmo, N.H. 2012. Vurdering av hydrauliske forhold og renseevne i eldre jordrenseanlegg for mindre avløp fra husholdninger. Masteroppgave, Institutt for geologi og bergteknikk, NTNU.
- Mæhlum, T., J.C. Køhler, P.D. Jenssen og G. Hensel. 2010. Grunnundersøkelser for infiltrasjon - mindre avløpsanlegg. Norsk Vann Rapport (178), 79s.
- Palm, O., E. Elmefors, P. Moraeus, P. Nilsson, L. Persson, P. Ridderstolpe og D. Eveborn. 2012. Läget inom markbaserad avloppsvattenrening. Samlad kunskap kring reningstekniker för små och enskilda avlopp. Rapport 6484, Naturvårdsverket, Sverige.
- Paruch A.M., T. Mæhlum, K. Haarstad, A-G.B. Blankenberg, G. Hensel. 2016. Performance of constructed wetlands treating domestic wastewater in Norway over a quarter of a century – Options for nutrient removal and recycling. In: Vymazal J. (red.) Natural and Constructed Wetlands. Springer International Publishing Switzerland, pp. 41-55.
- Ridderstolpe, P. 2009. Markbaserad rening. En förstudie för bedömning av kunskapsläge och utväklingsbehov. Rapport 2009:77. Västra Götalands län. ISSN: 1403-168X.
- Ridderstolpe, P. L. Hylander, B. Eriksson og A. Grinell. 2016. Bedömning av självrening och retention i mark vid prövning av små avlopp – smittskydd och fosfor. VA-guiden rapport 2016:2.
- Robertson, W. D. 2008. Irreversible Phosphorus Sorption in Septic System Plumes? Ground Water, 46 (1): 51-60.
- Robertson, W. D. 2012. Phosphorus Retention in a 20-Year-Old Septic System Filter Bed. Journal of Environmental Quality, 41 (5): 1437-1444.
- Siegrist, R.L. 2017. Decentralized Water Reclamation Engineering. Springer Int. Publishing AG.
- Siegrist, R. L., E.J. Tyler og P.D. Jenssen. 2000. Design and performance of onsite wastewater soil absorption systems. White paper, Prepared for National Needs Conference (Risk-Based Decision Making for Onsite Wastewater Treatment): 19-20.
- Skjeseth, S. og E. Mjærum. 1976. Jord som resipient. Rapport fra forskningsprogram for rensing av avløpsvann (PRA). Norges landbrukshøgskole.
- Statistisk sentralbyrå. 2016. Utslipp og rensing av kommunalt avløp, 2015. ssb.no: Statistisk sentralbyrå. Tilgjengelig fra: <http://ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/avlut/aar/2016-12-16#content>.
- Westby, T. J.C. Køhler, G. Ausland, L. Westlie og G. Rasmussen. 1997. Infiltrasjon I sanitæravløp I stedlige jordmasser. Jordforsk rapport 145/97.
- Westlie, L. og J.C. Køhler. 1996. Renseløsning for gråvann fra enkelthus og hytter. Jordforskrapport nr. 6/96.
- Ødegaard, H., A. Heistad, G. Mosevoll, O. Lindholm, S.W. Østerhus, S.T. Thorolfsson og S. Sægrov. 2014. Vann- og avløpsteknikk. 2 utg.: Norsk vann.
- Østerås, T. (red). 1986. rensing av avløpsvann i jord. Sluttrapport for prosjekter under rammeavtale med SFT. GEFO rapport.