



Grunnundersøkelser for infiltrasjon – mindre avløpsanlegg



Norsk Vann Rapport

(Tidligere NORVAR-rapporter)

Det utgis 3 typer rapporter:

Rapportserie A:

Dette er de opprinnelige hovedrapportene. Dette kan være:

- Rapportering av prosjekter som er gjennomført innenfor organisasjonens eget prosjektsystem
- Rapportering av spleiselagsprosjekter hvor to eller flere andelseiere i Norsk Vann BA samarbeider for å løse felles utfordringer
- Rapportering av prosjekter som er gjennomført av andelseiere eller andre. Rapporten vil i slike tilfeller kunne være en ren kopi av originalrapporten eller noe bearbeidet

Fortløpende nummer xx-årstall

Rapportserie B:

Dette er en serie for «enklere» rapporter, for eksempel forprosjekter, som vil være grunnlag for videre prosjektvirksomhet mm.

Fortløpende nummer Bxx-årstall

Rapportserie C:

Dette er rapporter delfinansiert av Norsk Vann, men som er utgitt av andre.

Fortløpende nummer Cxx-årstall

Prosjekresultatene fra Norsk Vann Rapport (serie A og B) kan fritt benyttes internt i egen organisasjon. Når prosjekresultatene benyttes i skriftlig materiale, må kilde oppgis. Viderealg/formidling av resultatene utover dette er kun tillatt etter skriftlig avtale med Norsk Vann BA.

Norsk Vann har ikke ansvar for feil eller ufullstendigheter som måtte forekomme i rapporten og kan ikke stilles økonomisk eller på annen måte til ansvar for problemer som måtte oppstå som følge av bruk av rapporten.



Norsk Vann

Norsk Vann BA, Vangsvegen 143, 2321 Hamar
Tlf: 62 55 30 30 E-post: post@norsk vann.no
www.norsk vann.no

Forsidefoto: Infiltrasjonstest i skrint jordsmonn på turisthytte i fjellet. Fotograf: Ola Stedje Hanserud, Bioforsk

Norsk Vann Rapport

Norsk Vann BA

Adresse: Vangsvegen 143, 2321 Hamar
Telefon: 62 55 30 30
E-post: post@norsk vann.no
Internettadresse: norsk vann.no

Rapportnummer: 178 - 2010
ISBN 978-82-414-0318-7 ISSN 1504-9884 (trykt utgave) ISSN 1890-8802 (elektronisk utg.)
Dato: 17. desember 2010
Antall sider (inkl. bilag): 79
Tilgjengelighet: Åpen: x Begrenset:

Rapportens tittel: Grunnundersøkelser for infiltrasjon - mindre avløpsanlegg	
Forfattere: Mæhlum, T. (red.), J.C. Køhler, P.D. Jenssen og G.R. Hensel	
Ekstrakt: Infiltrasjon er den foretrukne metode for behandling av avløp i spredt bebyggelse dersom forholdene ligger til rette. Før bygging av infiltrasjonsanlegg er det nødvendig å utføre tilfredsstillende grunnundersøkelser. Grunnundersøkelser skal derfor gjennomføres før det foretas valg av teknologi dersom det ikke er opplagt at infiltrasjon er uegnet. Plan for gjennomføring av grunnundersøkelser deles opp i forundersøkelse, områdebefaring og detaljundersøkelser. Undersøkelsene skal gi svar på grunnens: • infiltrasjonskapasitet • hydraulisk kapasitet • egenskaper som rensemedium Den kunnskap og de data som fremkommer skal gi svar på om infiltrasjon er en egnet metode og hvordan anlegget skal bygges. Rapporten supplerer gjeldende bransjestandard for bygging av lukkede infiltrasjonsanlegg, omtalt i VA/Miljø-blad nr. 59. Rapporten er en webtilpasset oppdatering av NORVAR-rapport 49/1994 tilpasset forurensningsforskriftens kapittel 12. Rapportens hoveddel er en relativt kortfattet gjennomgang av prosedyrer for gjennomføring av en grunnundersøkelse. Det er henvisninger til vedlegg hvor stoffet er utdypet i læreboksform. Rapporten tar for seg planlegging av infiltrasjon for mindre avløp (< 50 pe). Metodikken vil også være relevant for større anlegg.	
Emneord, norske: Mindre renseanlegg Grunnundersøkelse	Emneord, engelske: Small wastewater systems Soil investigation

Forord

Denne rapporten er en oppdatering av NORVAR-rapport nr. 49 fra 1994 om grunnundersøkelser for infiltrasjon – små avløpsanlegg. Rapporten var en redigering av en Jordforsk-rapport utarbeidet for Statens forurensningstilsyn (SFT) av Jens Chr. Køhler og Petter D. Jenssen (1992). Redigering av NORVAR-rapporten ble foretatt av Øyvind Nybakken i Hjeltnes COWI AS. Flere av vedleggene ble hentet fra en GEFO-rapport redigert av Tore Østerås (1986).

NORVAR-rapporten har siden vært den viktigste dokumentasjonen for hvordan grunnundersøkelser for infiltrasjon skal gjennomføres i Norge. I 2003 ble det laget et VA/Miljø-blad for lukkede infiltrasjonsanlegg (blad nr. 59). Det ble her foretatt en oppdatering med hensyn til dimensjonering og utforming av infiltrasjonsanlegg i forhold til NORVAR-rapporten. Detaljnivået i forhold til gjennomføring av grunnundersøkelser og bakgrunnsinformasjon i VA/Miljø-bladet er imidlertid betydelig mindre enn i NORVAR-rapporten.

Med forurensningsforskriftens (2007) krav til beskyttelse av miljøet er det behov for en gjennomgang av hva som anses som anerkjente metoder for denne type grunnundersøkelser som grunnlag for valg av rensemetode.

Bioforsk har gjennomført dette arbeidet i samarbeid med Norsk Vann og Klif. Det er foretatt en gjennomgang av NORVAR-rapporten i forhold til gjeldende regelverk og VA/Miljø-blad. Det foreligger per dato ingen EU-standard som setter spesifikke krav til infiltrasjonsanlegg slik det gjør for slamavskillere og minirensanlegg. Det er imidlertid laget en teknisk rapport med anbefalinger (CEN/TR 12566-2).

Rapporten foreligger som en trykket versjon i Norsk vanns rapportserie og som en pdf versjon hvor interne og eksterne lenker merket med blå skrift er aktive. PDF-versjonen er tilgjengelig på www.avlop.no.

Følgende har gjennomgått og gitt viktige kommentarer til rapporten:

Gro Eggen, Bioforsk
Anders W. Yri, Asplan VIAK
Ole Lien, Norsk Vann

Figurer og tekst kan fritt gjenbrukes mot at det refereres til opphav.

Norsk Vann takker alle som har bidratt i arbeidet med rapporten.

Hamar, 17. desember 2010

Einar Melheim

Innholdsfortegnelse

Forord	2
Sammendrag	5
English summary	6
1. Innledning	7
1.1. Om rapporten	7
1.2. Hva er et infiltrasjonsanlegg og hvordan fungerer det?.....	8
1.3. Hva kreves for at et infiltrasjonsanlegg skal fungere?.....	9
1.4. Hva skal grunnundersøkelser klarlegge?	9
1.4.1. Jordmassenes infiltrasjonskapasitet for avløpsvann.....	9
1.4.2. Jordmassenes hydrauliske kapasitet	9
1.4.3. Jordmassenes egenskaper som rensemedium	10
1.4.4. Teknisk utforming.....	10
1.5. Hvem kan foreta grunnundersøkelser og planlegging av infiltrasjonsanlegg?..	11
2. Undersøkelse av infiltrasjonsmulighetene	12
2.1. Forundersøkelse (fase 1)	12
2.1.1. Tillatelse til utslipp fra mindre avløpsanlegg	12
2.1.2. Større områder, tilknytning til renseanlegg	12
2.1.3. Bestemmelser i arealdelen i kommuneplanen.....	13
2.1.4. Vannforsyningsplaner.....	13
2.1.5. Eksisterende drikkevannskilder og avløpsanlegg	13
2.1.6. Kartmaterieill, flybilder og geologiske rapporter	13
2.1.7. Oppsummering	13
2.2. Områdebefaring (fase 2)	16
2.2.1. Avstand til vassdrag og eiendomsgrense	16
2.2.2. Topografiske forhold og forekomst av bart fjell.....	16
2.2.3. Registrering av drikkevannskilder, grunnvann og vannkvalitet	16
2.2.4. Registrering av drens-systemer og overflatevann	17
2.2.5. Registrering av eksisterende avløpsanlegg	17
2.2.6. Registrering og tolking av vegetasjon	17
2.2.7. Registrering av geologiske og hydrogeologiske forhold	18
2.2.8. Oppsummering	18
2.3. Detaljundersøkelse (fase 3)	18
2.3.1. Registrering av grunnforhold på utvalgte lokaliteter - prøvetaking	19
2.3.2. Valg av infiltrasjonsareal	20
2.3.3. Bestemmelse av jordmassenes vannledningsevne	21
2.3.4. Foreløpig dimensjonering av infiltrasjonsfilteret.....	21
2.3.5. Bestemmelse av grunnvannsparametre	21
2.3.6. Bestemmelse av jordmassenes hydrauliske kapasitet.....	22
2.3.7. Forurensning av drikkevannskilder, grunnvann og overflatevann	22
2.3.8. Oppsummering	22
3. Dimensjonering og krav til utforming av anlegg (fase 4)	23
4. Vedlegg	25
1. Jordas kornstørrelsesfordeling og infiltrasjons- diagrammet	28
2. Løsmassenes resipientegenskaper	32
3. Metodikk for registrering og beskrivelse av grunnforhold	35
4. Forurensning av grunnvann	40
5. Krav til infiltrasjonsareal og resipientareal	49
6. Metoder for bestemmelse av jordas vannledningsevne	54
7. Dimensjonerende vannmengde	56

8. Metodikk for bestemmelse av hydraulisk gradient og strømningshastighet	57
9. Jordmassenes hydrauliske kapasitet.....	59
10. Jordmassers egenskaper som rensemedium.....	62
11. Utforming av infiltrasjonsanlegg	66
12. Registreringsskjema for grunnundersøkelser og detaljplanlegging av infiltrasjonsanlegg - sjekkliste	77
13. Litteraturliste	79

Sammendrag

Infiltrasjon er den foretrukne metode for behandling av avløp i spredt bebyggelse dersom forholdene ligger til rette. Før bygging av infiltrasjonsanlegg er det nødvendig å utføre tilfredsstillende grunnundersøkelser. Grunnundersøkelser skal derfor gjennomføres før det foretas valg av teknologi dersom det ikke er opplagt at infiltrasjon er uegnet. Plan for gjennomføring av grunnundersøkelser deles opp i forundersøkelse, områdebefaring og detaljundersøkelser. Undersøkelsene skal gi svar på grunnens:

- infiltrasjonskapasitet
- hydraulisk kapasitet
- egenskaper som rensemedium

Den kunnskap og de data som fremkommer skal gi svar på om infiltrasjon er en egnet metode og hvordan anlegget skal bygges. Rapporten supplerer gjeldende bransjestandard for bygging av lukkede infiltrasjonsanlegg, omtalt i VA/Miljø-blad nr. 59.

Rapporten er en oppdatering av NORVAR-rapport 49/1994 tilpasset forurensningsforskriftens kapittel 12. Rapportens hoveddel er en relativt kortfattet gjennomgang av prosedyrer for gjennomføring av en grunnundersøkelse. Det er henvisninger til vedlegg hvor stoffet er utdypet i læreboksform.

Rapporten tar for seg planlegging av infiltrasjon for mindre avløp (< 50 pe). Metodikken vil også være relevant for større anlegg.

English summary

This report is published in Norwegian by Norwegian Water BA (Norsk Vann BA).

Address: Vangsvegen 143, N-2321 Hamar, Norway
Phone: + 47 62 55 30 30
E-mail: post@norskvann.no
Website: www.norwegian-water.no / www.norskvann.no

Report no: 178 - 2010
Report title: Site investigation for small wastewater infiltration systems
Date of issue: 17 December 2010
Number of pages: 79

Keywords: Soil infiltration systems
Wastewater
Site investigation

Author: Mæhlum, T. (ed), J.C. Køhler, P.D. Jenssen and G.R. Hensel

ISBN: 978-82-414-0318-7
ISSN 1504-9884 (printed edition)
ISSN 1890-8802 (electronic edition)

Summary:

Infiltration is the preferred method for treating wastewater in scattered settlements in Norway if conditions are right. Before the construction of infiltration facilities it is necessary to perform adequate investigations. Site investigations shall be conducted before making the choice of technology if it is not obvious that the infiltration is not suitable. Plan for implementation of site investigations are divided into preliminary, site inspections and detailed investigations. The surveys will provide information about

- infiltration capacity
- hydraulic capacity
- cleaning properties of the soil

The knowledge and data obtained will provide answers about the soil conditions and if infiltration is a suitable method and how the facility can be built. The report complements the current standard for the construction of closed infiltration systems, as discussed in VA/Miljø-blad 59.

The report is an update of NORVAR report 49/1994 adapted to the Pollution Regulations, Chapter 12. The report's main component is a relatively brief review of procedures for the execution of a site investigation. There are references to the annex where the theme is elaborated in textbook form.

The report deals with planning of small infiltration systems (<50 pe). The methodology will also be relevant to larger facilities.

1. Innledning

1.1. Om rapporten

Rapportens hoveddel er en relativt kortfattet gjennomgang av prosedyrer for gjennomføring av en grunnundersøkelse. Rapporten tar for seg planlegging av lukket infiltrasjon for mindre avløp (< 50 pe). Metodikken vil også være relevant for større anlegg. Det er henvisninger til ulike vedlegg hvor stoffet er utdypet i læreboksform. Det er lagt inn eksterne lenker til relevant informasjon.

Rapporten skal gi nødvendig bakgrunn for å gjennomføre grunnundersøkelser i forhold til de krav som settes til infiltrasjon av sanitært avløpsvann i Forurensningsforskriftens kapittel 12: *Krav til utslipp av sanitært avløpsvann fra bolighus, hytter og lignende*. Kapittel 12 i forskriften omhandler utslipp mindre enn 50 personekvivalenter. Her er følgende paragrafer relevante for grunnundersøkelser og infiltrasjon nevnt spesielt:

§ 12-10. Dokumentasjon av rensegrad

.. renseanlegg skal ha dokumentasjon på at anerkjent dimensjonering og utforming er benyttet.

Renseanlegg med naturlig infiltrasjon i grunnen skal i tillegg ha dokumentasjon på at anleggets størrelse og plassering er tilpasset de aktuelle vannmengdene og grunnforholdene på stedet. Dokumentasjonen skal omfatte grunnundersøkelse og inneholde informasjon om hydraulisk kapasitet, infiltrasjonskapasitet, løsmassenes egenskaper som rensemedium og risiko for forurensning. Løsmassenes egenskaper som rensemedium kan unnlates fra dokumentasjonen dersom renseanlegget kun renser gråvann.

Dokumentasjonen skal utføres av nøytrale fagkyndige. ...

§ 12-11. Utslippssted

Utslippsted for avløpsvann fra renseanlegg skal lokaliseres slik at ...

c) utslipp til grunnen kun forekommer til stedegne løsmasser.

Utslippsted for avløpsvann fra renseanlegg skal for øvrig lokaliseres og utformes slik at virkningene av utslippet på resipienten blir minst mulig og at brukerkonflikter unngås, herunder slik at utslippet ikke medfører fare for forurensning av drikkevann.

§ 12-13. Utforming og drift av renseanlegg

Renseanlegget skal dimensjoneres, bygges, drives og vedlikeholdes slik at det har tilstrekkelig yteevne under alle klimatiske forhold som er normale for stedet der de ligger. Ved utformingen av anlegget skal det tas hensyn til variasjoner i mengde sanitært avløpsvann i løpet av året. ...

Krav til renseeffekt i renseanleggene avhenger av utslippsområdets sårbarhet og eventuelle brukerinteresser. Strengeste utslippsklasse setter krav til 90 % rensing av fosfor og 90 % rensing av organisk materiale og gjelder ved utslipp til følsomme og normale områder der det foreligger brukerinteresser i tilknytning til resipienten.

Enkelte kommuner har i tillegg utarbeidet lokale forskrifter som er hjemlet i forurensningsforskriften. Ut fra hygieniske og forurensningsmessige betraktninger vil infiltrasjon i grunnen normalt være den beste avløpsløsning for bolig- og fritidsbebyggelse, og skal alltid velges der hvor forutsetninger for infiltrasjon er oppfylt. Grunnundersøkelser skal derfor gjennomføres før avløpsløsning velges dersom det ikke er opplagt at metoden ikke er egnet. Rapporten viser hvordan undersøkelsene skal utføres og anlegg planlegges.

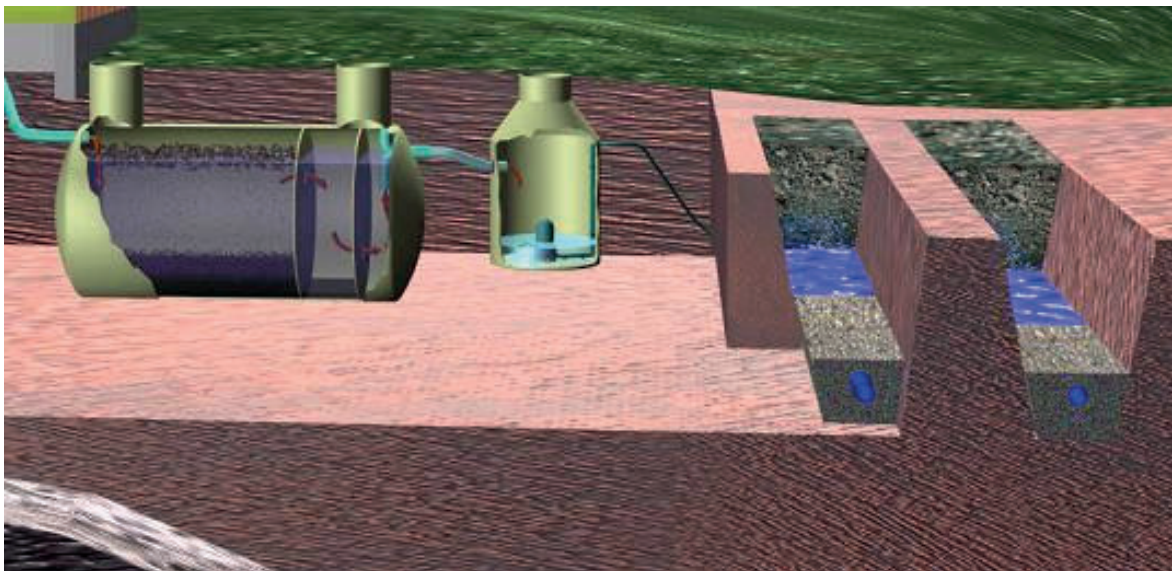
1.2. Hva er et infiltrasjonsanlegg og hvordan fungerer det?

Et infiltrasjonsanlegg er et renseanlegg der stedlige jordmasser benyttes som rensemedium

Anleggstypen brukes normalt til rensing av husholdningsavløp og kommunalt avløpsvann. Rensemetsoden benyttes både for enkelthytter og -boliger og for større tettsteder. I Norge er det over 100 000 infiltrasjonsanlegg hvorav de fleste anleggene er bygd for enkelthus. Rensemetsoden er dermed en av de vanligste måtene å rens avløpsvann på i spredt bebyggelse her i landet. Hovedkomponentene i anlegget består av slamavskiller som holder tilbake sedimenterbart slam og flyteslam, pumpekum/fordelingskum og et stedlig infiltrasjonsfilter (jordfilter) der mekaniske, biologiske og kjemiske prosesser foregår og holder forurensningskomponenter tilbake. Infiltrasjonsfilter for mindre anlegg er normalt utformet som en eller flere grøfter, der avløpsvannet ledes ut i et fordelingslag med pukk eller lettklinker. Det grove materialet har til oppgave å fordele avløpsvannet i rensemediet. Det finnes flere måter å utforme infiltrasjonsanlegg avhengig av lokale forhold.

Det er i jordmassene under og nedstrøms grøften(e) at selve rensingen finner sted. De viktigste renseprosessene skjer øverst i jorda over grunnvannet. Metoden har høy renseeffekt for de viktigste forurensningene i avløpet, inkludert smittestoff. Redusert hydraulisk kapasitet (pga. gjentetting) og evne til å binde fosfor gjør at anleggets funksjon reduseres over tid. Levetiden til infiltrasjonsanlegg er ofte antatt å være minimum 20 – 30 år.

Norske erfaringer med infiltrasjonsanlegg er sammenstilt av Jenssen et al. (2006). I Sverige ble det i 2009 gjort en sammenstilling av nordiske erfaringer med infiltrasjonsanlegg og videre utviklingsbehov (Ridderstolpe 2009). Levetiden til slike anlegg ble spesielt omtalt, og det ble etterlyst behov for undersøkelser og mer informasjon om dette. Det kan derfor forventes at det blir foretatt undersøkelser som gir informasjon om dette i årene fremover.



Figur 1. Prinsipptegning av et infiltrasjonsanlegg med to infiltrasjonsgrøfter.

Renseevne i infiltrasjonsanlegg vil avhenge av hvor stor andel av jordmassene som inngår i vurderingen. Rensingen er vanligvis mest effektiv i umettet sone hvor det er bedre tilgang til oksygen enn i mettet sone (grunnvannet). I undersøkelser er det ofte denne sonen som inngår i beregningen av rensingen. Det vil også foregå en rensing i mettet sone nedenfor anlegget. Siden oppholdstiden her kan være svært lang, vil rensingen være betydelig. Rensingen vil avhenge av en rekke faktorer som

anleggsdesign og belastning, jordtype, alder på anlegget og andre faktorer. Vanligvis forventes det følgende renseeffekt før avløpsvannet når grunnvannssonen: Total fosfor >90 %, organisk stoff (BOF₅) >95 %, total nitrogen >50 % og termotolerante koliforme bakterier (TKB) >99,99 % (antall TKB/100 ml <1).

1.3. Hva kreves for at et infiltrasjonsanlegg skal fungere?

Infiltrasjonsanlegg kan bygges for en eller flere boliger. Det kan også være separate anlegg for andre virksomheter med tilsvarende avløp. Det kan derfor være stor forskjell på de mengder avløpsvann som skal renses. *Infiltrasjonsanleggets størrelse må derfor tilpasses de aktuelle vannmengdene, samt grunnforholdene på stedet.*

Det er utarbeidet kriterier for dimensjonering av lukkede infiltrasjonsanlegg (VA/Miljøblad 59). Disse kriteriene må følges for at infiltrasjonsanlegget skal fungere.

For liten slamavskiller vil f.eks. føre til at slam ikke holdes tilbake (slamflukt). Dette slammet kan tette igjen infiltrasjonsfilteret og gi vannutslag i f.eks. kjeller eller rundt infiltrasjonsanlegget. Også feil dimensjonert infiltrasjonsfilter kan medføre vannoppslag.

Infiltrasjonsfilteret må dimensjoneres ut fra både tilførte vannmengder og jordmassenes egenskaper. Det må derfor alltid gjennomføres undersøkelser for å klarlegge om grunnen kan ta imot avløpsvann og hvordan anlegg eventuelt skal bygges.

Gode driftsforhold er en betingelse for at renseanlegget skal virke. Plasseringen av slamavskiller må ordnes slik at både kontroll og tømning skjer problemfritt.

Tømmes ikke slamavskilleren regelmessig, vil partikler følge avløpsvannet til infiltrasjonsfilteret. Dette vil medføre at filteret går tett og at en ny infiltrasjonsgrøft/-basseng må bygges, noe som vil påføre huseier/anleggseier en unødvendig kostnad.

1.4. Hva skal grunnundersøkelser klarlegge?

Grunnundersøkelser må gjennomføres for å avklare om infiltrasjon er en egnet metode, og for å sikre rett utforming og dimensjonering av infiltrasjonsanlegget. Undersøkelsene skal gi svar på følgende:

1.4.1. Jordmassenes infiltrasjonskapasitet for avløpsvann

Infiltrasjonskapasiteten er den mengde slamavskilt avløpsvann som kan infiltreres per m² grøftebunn eller bassengbunn i infiltrasjonsfilteret etter at biohuden på bunnflaten er utviklet

Infiltrasjonskapasiteten kan oppgis i liter per m² og døgn. I VA/Miljøblad 59 og i de gamle retningslinjene benyttes dimensjoneringsklasser (se Vedlegg 1.4) ut fra jordas kornsammensetning og sorteringsgrad.

I sortert (ensgradert) sand og grus benyttes korngaderingskurven (se Vedlegg 5.3) til dimensjonering av infiltrasjonsfilteret (felt 2, 3 og 4). I dårlig sorterte og finkornige jordarter (felt 1) skal infiltrasjonstest benyttes. Infiltrasjonstesten er beskrevet i Vedlegg 6.

1.4.2. Jordmassenes hydrauliske kapasitet

Hydraulisk kapasitet beskriver jordmassenes evne til å transportere bort slamavskilt avløpsvann som infiltreres fra et anlegg

Den hydrauliske kapasiteten kan uttrykkes i liter per døgn for et gitt areal og skal bestemmes for jordmassene under filteret.

Videre skal den bestemmes for området nedenfor infiltrasjonsfilteret, slik at ikke tette jordmasser eller fjell presser det infiltrerte avløpsvannet opp til terrengoverflaten.

1.4.3. Jordmassenes egenskaper som rensemedium

Jordmassenes egenskaper som rensemedium beskriver evnen til å holde tilbake eller fjerne forurensningsstoffer

Avløpsvann inneholder en rekke stoffer som kan gi forurensning av overflatevann og grunnvann. Generelt har jord en stor evne til å binde eller bryte ned ulike stoffer, men her er det også store lokale variasjoner. Generelt er det best renseevne høyest i jordprofilen pga større porøsitet og større biologisk aktivitet. Store jordvolum hvor vannet har lang oppholdstid er viktig for å opprettholde høy renseevne i infiltrasjonsanlegg.

Jordas egenskaper som rensemedium og oversikt over hvilke renseeffekter som kan påregnes for noen av de viktigste parameterne er beskrevet i Vedlegg 10.

1.4.4. Teknisk utforming

Punktene 1.4.1 - 1.4.3 gir grunnlag for å vurdere om infiltrasjon er en egnet metode og eventuelt *hvordan anlegget skal bygges*.

Sentralt for klarlegging av disse punktene er jordart samt jordas vanngjennomtrekkelighet, tykkelse (mektilighet) og utbredelse. Dette krever kunnskaper om jordmassene, dannelsesmåte og jordartenes egenskaper. I Vedlegg 13 er det vist til litteratur som omhandler disse emner.

Et infiltrasjonsanlegg skal tilpasses forholdene på stedet hvor det skal bygges. Selve filteret kan plasseres på ulike nivå i jordprofilen avhengig av avstand til grunnvann, tette masser eller fjell som vist i figur 11.11. I blant må det benyttes separat toalettløsning fordi jordmassene ikke kan ta hånd om blandet avløp på en forsvarlig måte. Infiltrasjon av det resterende gråvannet er enklere da en stor del av forurensningen finnes i urin og fekalier og vannmengden er redusert.

All forbehandling av vannet som reduserer innhold av partikler og organisk stoff vil være gunstig for infiltrasjonsanleggets funksjon. Ved god forbehandling, som for eksempel bruk av biofilter, kan arealbelastningen økes vesentlig. Infiltrasjonskapasiteten kan øke 3-5 ganger. Dette er nærmere omtalt i VA/Miljø-blad 59. Tiltak som sikrer en bedre fordeling av vannet på infiltrasjonsflaten vil også øke infiltrasjonskapasiteten og funksjonen til anlegget. Bruk av prefabrikkerte infiltrasjonskamre er økende. Foreløpig foreligger det ikke en bransjestandard i Norge for slike løsninger med hensyn til arealbelastning.

Før feltarbeidet avsluttes, er det viktig å få nøyaktig angitt på kart og i felt hvor infiltrasjonsanlegget skal bygges. Det anbefales bruk av GPS posisjon. Filterflaten, dvs. grøftebunn eller bassengbunn, bør legges på det dyp som gir optimal utnyttelse av jordas vanngjennomtrekkelighet og rensekapasitet. Det vil ofte bety at filterflaten bør legges så høyt oppe i jordprofilen som mulig. Det bør videre bestemmes om filteret skal bygges med eller uten støtbelaster, og om filteret skal etableres med selvføll eller trykkfordeling. Også lokalisering av slamavskiller, pumpekum/fordelingskum(mer) og ledningstraseer bør fastsettes før feltarbeidet avsluttes.

1.5. Hvem kan foreta grunnundersøkelser og planlegging av infiltrasjonsanlegg?

Forurensningsforskriften § 12-10 setter krav til at dokumentasjon av infiltrasjon som renseløsning skal utføres av nøytral fagkyndig. Med nøytral fagkyndig menes her et uavhengig foretak eller aktør med hydrogeologisk og avløpsteknisk fagkompetanse. Kommunene og bransjen bør anse aktørene som uavhengige i forhold til valg av endelig renseløsning. Foretak som tilfredsstiller krav til både faglig kompetanse og nøytralitet, regnes som nøytral fagkyndig. Foretaket som foretar grunnundersøkelsen og gir råd om valg av type renseløsning bør ideelt sett ha fokus på å etablere den renseløsningen som er best egnet ut fra de naturgitte forutsetningene, miljø, brukernes interesser og økonomi, uavhengig av type renseløsning eller produsent.

Det finnes ingen fellesnorm eller kriteriesett for hva som bør kreves av kompetanse eller hva som kan oppfattes som nøytral. Det er opp til den enkelte kommune å vurdere om et foretak kan betegnes som nøytral fagkyndig ut fra kjennskap eller dokumentasjon av kompetanse og vurdering av nøytralitet. Foretaket må ha inngående kjennskap til det som regnes som anerkjent dimensjonering og utforming. Det omfatter blant annet kunnskap om løsmasser og grunnvann, renseteknologi, relevante VA/Miljøblad, eldre forskrifter og retningslinjer, samt denne veiledningen. Kommunene bør kunne gi søker opplysning om aktuelle fagkyndige i sitt område. Kommunene kan be om dokumentasjon på faglig kompetanse og nøytralitet for å vurdere om et foretak kan godkjennes som nøytral fagkyndig.

2. Undersøkelse av infiltrasjonsmulighetene

Planlegging av et infiltrasjonsanlegg omfatter 4 faser. Det er ofte vanlig å slå sammen fase 2 og 3, spesielt for mindre avløpsanlegg:

Fase 1. Forundersøkelse

Kapittel 2.1

Søknad om bygging eller utslippstillatelse vurderes opp mot nasjonalt regelverk og lokale forskrifter.

- gjeldende bestemmelser, planer o.a.
- eksisterende drikkevannskilder, avløpsanlegg og evt. kulturminner i området
- studier av kartmateriell, flyfoto m.m.

Fase 2. Områdebefaring

Kapittel 2.2

Valg av infiltrasjonsområde ut fra en vurdering av områdets egnethet. Alle registreringer kartfestes.

- overflatetegnet som forteller noe om infiltrasjonsmulighetene
- registrering av drikkevannskilder, avløpsanlegg/utslipp og evt. kulturminner
- registrering av naturgrunnet, med størst vekt på jordartene i området

Fase 3. Detaljundersøkelser

Kapittel 2.3

Gjennom fase 1 og fase 2 finnes områder og arealer der avløpsvann kan infiltreres. Detaljregistrering av grunnforhold har som formål å finne fram til jordsmonnets

- infiltrasjonskapasitet
- hydraulisk kapasitet
- renseegenskaper

Fase 4. Teknisk utforming av anlegg, prosjektering

Kapittel 3

Beskrivelse av krav til dimensjonering og teknisk utforming som vedlegg til søknad om utslippstillatelse (se forurensningsforskriften § 12-4).

2.1. Forundersøkelse (fase 1)

Behovet for bygging, rehabilitering eller utvidelse av avløpsanlegg kan initieres på flere måter. Initiativet kan komme fra fylket, kommunen eller fra anleggseier eller byggherre. Når behovet for planlegging av et infiltrasjonsanlegg er introdusert, må det klarlegges hvilke muligheter regelverket gir og hvilke avløpsmuligheter det er i området.

2.1.1. Tillatelse til utslipp fra mindre avløpsanlegg

Tillatelse til utslipp fra separate avløpsanlegg fra bolighus, hytter, turistbedrifter og lignende virksomhet med utslipp mindre enn 50 pe kan bare gis i overensstemmelse med forurensningsforskriften kap. 12. Kommunen er forurensningsmyndighet etter dette kapitlet og fører tilsyn med at bestemmelsene og vedtak fattet i medhold av dette kapitlet følges. Kommunen kan fastsette lokal forskrift dersom det er nødvendig ut i fra forurensningsmessige forhold eller brukerinteresser. Kravene i lokal forskrift skal da erstatte standardkravene i § 12-7 til § 12-13.

For beregning av dimensjonerende vannmengde fra boliger og annen bebyggelse vises til Vedlegg 7 eller VA/Miljø-blad nr 48. En boligenhet med vannklosett og slamavskiller tilsvarer normalt fem personekvivalenter (pe) og 1000 liter avløpsvann per døgn.

2.1.2. Større områder, tilknytning til renseanlegg

Ved tillatelse til separate utslipp vil det vanligvis bli vurdert hva som er hensiktsmessig for et større område enn bare den eiendommen det søkes om utslipp for. Et tiltak kan være å lede utslipp(ene) til et lokalt, felles renseanlegg eller inn på kommunalt

avløpsnett. Kommunen skal samordne behandling av søknad om utslippstillatelse med byggesaksbehandling etter plan- og bygningsloven. Alle utslipp - nye og gamle - må vurderes med hensyn på forurensning av miljøet. Plan og bygningsloven (2008), blant annet § 27-2 og § 27-3, omhandler også bestemmelser om tilknytning av ny og eksisterende bebyggelse. Forholdet til fritidsbebyggelse er omtalt særskilt i § 30-6.

2.1.3. Bestemmelser i arealdelen i kommuneplanen

Eventuelle bestemmelser i kommuneplanen eller hovedplan avløp når det gjelder spredt bebyggelse og etablering av separate avløpsanlegg skal følges.

2.1.4. Vannforsyningsplaner

Det må klarlegges om det finnes vannforsyningsplaner for området. Infiltrasjonsanlegg kan normalt ikke bygges der det er etablert beskyttelsesområder for vannforsyningskilder.

2.1.5. Eksisterende drikkevannskilder og avløpsanlegg

Kommunale arkiver inneholder ofte verdifullt materiale om eksisterende drikkevannskilder og avløpsanlegg. Det bør vurderes om materialet kan benyttes i forbindelse med vurdering av forurensningsrisiko og infiltrasjonsmuligheter. Har naboeiendommen f.eks. minirensanlegg, sandfilteranlegg eller overbelastet infiltrasjonsanlegg *indikerer* dette at jordmassene på stedet er dårlig egnet som rensemedium og mottaker av avløpsvann. Et overbelastet infiltrasjonsanlegg kan imidlertid også bety at anlegget er underdimensjonert, feil konstruert, dårlig drenert eller skyldes andre forhold. Analyser av vannprøver fra brønner i området kan f.eks. vise at brønnene er forurensset av bakterier og nitrat. Forholdene bør da utredes og eventuelt utbedres før det eventuelt gis tillatelse til nye utslipp.

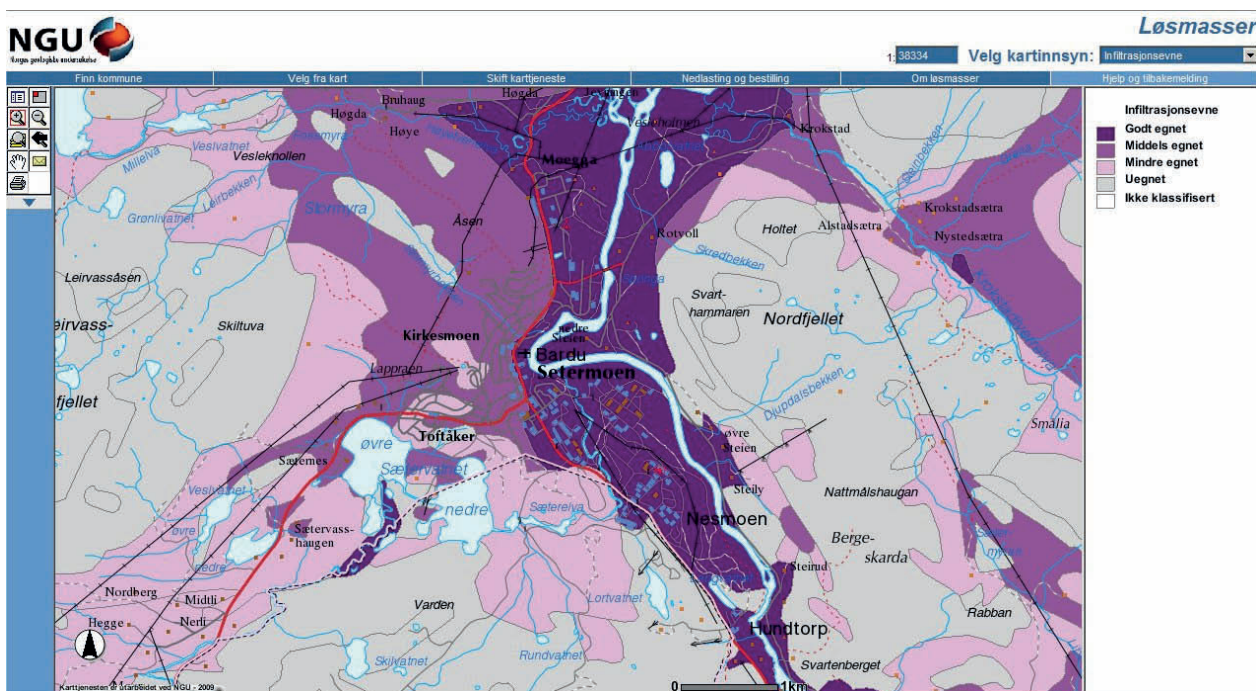
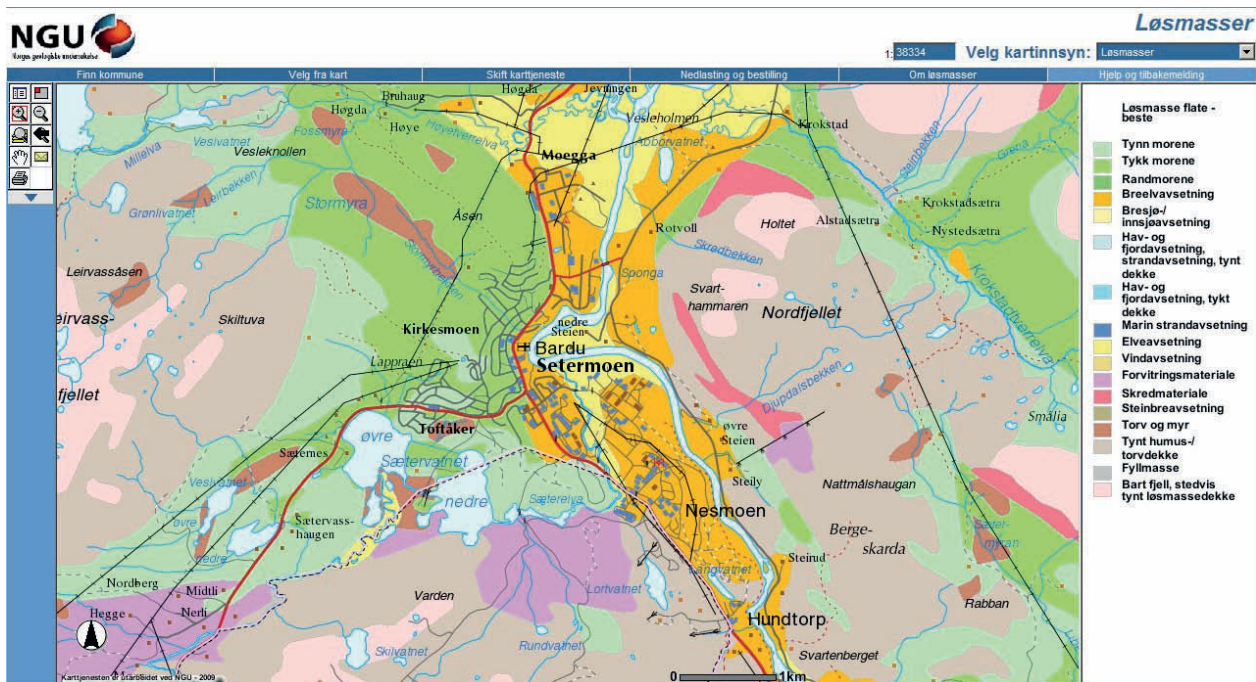
Den nasjonale grunnvannsdatabasen (GRANADA) gir informasjon om brønner og kilder i løsmasser og fjell, grunnvannsressurser, grunnvannskvalitet, overvåking av grunnvann og rapporter om grunnvannsundersøkelser. Databasen er tilgjengelig som en karttjeneste på internett. Kulturminner kan begrense muligheten for etablering av infiltrasjonsanlegg. Grunneier har ofte kjennskap til lokale kulturminner. Mange kulturminner i jord er også registrert og lett tilgjengelig i Riksantikvarens nettbaserte database for kulturminner, Askeladden.

2.1.6. Kartmateriell, flybilder og geologiske rapporter

Geologiske kart (kvartærgeologi/løsmasser og berggrunn) og topografiske kart i stor målestokk kan gi verdifull informasjon om jordartsfordeling og grunnvannsforhold. Videre vil studier av flybilder ofte være et verdifullt supplement til kartstudier. Topografiske kart og flyfoto er fritt tilgjengelige på www.statenskartverk.no (Norgesglaset). Kart over berggrunnsgeologi og løsmasser med avledede kart over infiltrasjonsevne er fritt tilgjengelige på www.ngu.no. Figur 2 viser eksempel på slike kart.

2.1.7. Oppsummering

Ut fra kapitlene 2.1.1-2.1.5 vil det bli avklart om gjeldende regelverk, kommunale vedtak og evt registrerte kulturminner tillater infiltrasjon innen det aktuelle området. Der infiltrasjon tillates ut fra nevnte regelverk og vedtak, kan kommunale dokumenter, samt kartmateriell og flybilder gi verdifull informasjon om infiltrasjonsmulighetene. Selv om dette materialet indikerer at infiltrasjon ikke kan anbefales, bør en likevel vurdere å gjennomføre en områdebefaring for å dokumentere alle forhold før evt. sluttstrek settes.



2.2. Områdebefaring (fase 2)

Byggherrens ønsker om anleggslokalisering bør innhentes. Valg av infiltrasjonsområde skal imidlertid alltid gjøres ut fra en vurdering av områdets egnethet. Alle overflatekjennetegn som forteller noe om infiltrasjonsmulighetene skal registreres. Registreringene skal kartfestes.

2.2.1. Avstand til vassdrag og eiendomsgrense

Minimumsavstanden til eiendomsgrense skal være 4 meter. Minimumsgrense til vassdrag må vurderes ut fra lokale grunnforhold og resipientens sårbarhet. Vanligvis kreves en avstand på minst 10 meter.

Der det er nødvendig å bygge infiltrasjonsanlegg nærmere eiendomsgrense enn 4 meter skal naboens tillatelse innhentes.

2.2.2. Topografiske forhold og forekomst av bart fjell

Gjeldene retningslinjer stiller krav til de topografiske forholdene. Infiltrasjonsanlegg bør ikke bygges i terreng med større helning enn 1:5 (20 %).

Bart fjell er enkelt å registrere og bør derfor registreres under første fase av områdebefaringen.

2.2.3. Registrering av drikkevannskilder, grunnvann og vannkvalitet

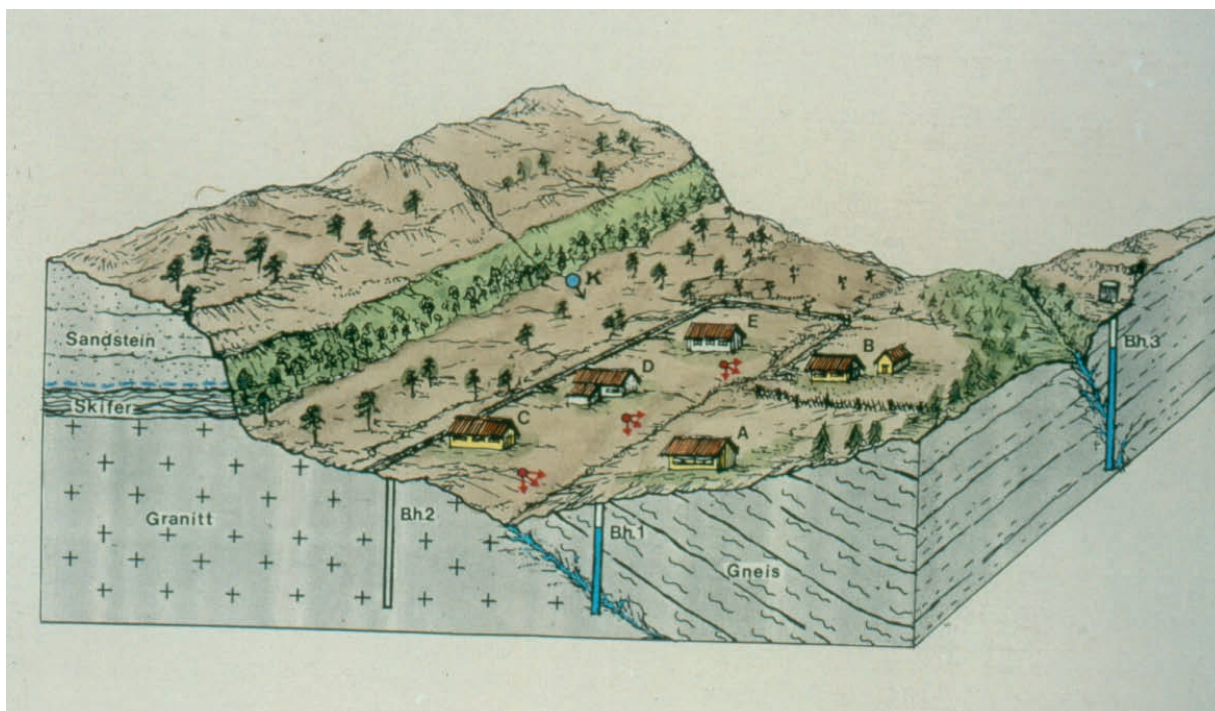
Eksisterende og planlagte drikkevannskilder rundt og nedstrøms det planlagte infiltrasjonsanlegget skal registreres. Det bør videre registreres om det er gravde brønner, sprengte brønner eller om brønnene er boret i jordmasser eller fjell. Også vannivået i brønnene bør om mulig registreres. Videre skal kilder og annen informasjon om grunnvann registreres, for eksempel groper med vann eller små dammer.

Grunnvann er omtalt i Vedlegg 4. Figur 3 og figurer i vedlegg 4 viser hvordan utslipp fra infiltrasjon kan påvirke brønner gjennom sprekkesystemer i grunnen dersom rensingen ikke er tilfredsstillende. For anlegg som er bygget i henhold til gjeldende veiledninger vil avløpet bli renses i de øvre jordlagene og i liten grad utgjøre noen risiko for grunnvannets kvalitet.

Avstanden mellom vannuttak og infiltrasjonsanlegg - og innbyrdes beliggenhet - skal være slik at drikkevannskilden ikke blir forurenses. I T616 – Forskrift om utslipp fra separate avløpsanlegg, (omtalt i Vedlegg 11) – var det satt som hovedregel at avstanden mellom vannuttak og anlegg skal være minst 100 meter hvis grunnvannsspeilet ved anlegget ligger høyere enn vannkilden. Løsmassenes sammensetning og mektighet, sprekkesystemer i berggrunnen, markfuktighet, topografi og utslippets størrelse vil være avgjørende for eventuell forurensningspåvirkning.

I dagens forskrift er det ikke satt spesifikke krav til minste avstand mellom vannuttak og infiltrasjonsanlegg. Hva som er sikker avstand må vurderes i hvert tilfelle av personer med kompetanse innen hydrogeologi, renseprosesser i jord og smitterisiko.

Analyser av vannprøver fra drikkevannskilder kan gi verdifull informasjon om forurensning og forurensningsrisiko. Vannanalyser bør derfor tas der det synes å være risiko for at forurensningsstoffer kan nå drikkevannet (Vedlegg 4). Vannanalysene skal foretas av godkjente laboratorier.



Figur 3. Utslipp fra infiltrasjon kan påvirke brønner gjennom sprekkesystemer i grunnen

2.2.4. Registrering av drenssystemer og overflatevann

Drenssystemer og vassdrag har normalt stor betydning for strømningsforholdene i grunnvannssonen. Elver og vann er enkle å registrere. Det er imidlertid ikke sikkert at alle bekker og grøfter er vist på foreliggende kart. Bekker og grøfter må derfor letes opp i terrenget og kartfestes. Drenssystemer må registreres gjennom kontakt med lokalkjente personer eller landbrukskontoret. Drenssystemer kan i noen utstrekning også registreres ved befarings.

2.2.5. Registrering av eksisterende avløpsanlegg

Mange kommuner har registrert og kartfestet separate avløpsanlegg på digital form, som for eksempel ved bruk av verktøy som WEBGIS avløp og WinGIS-avløpsanlegg. Der denne informasjonen ikke finnes, bør eventuelle allerede eksisterende anlegg registreres under befaringsen og kartfestes. Man bør da registrere anleggstype, antatt alder, tilstand og funksjon.

2.2.6. Registrering og tolking av vegetasjon

Det naturlige vegetasjonsdekket kan gi sentral informasjon om jordbunns- og grunnvannsforhold og derved dreneringsforholdene på stedet:

- Brennesle viser bl.a. at det er god tilgang på nitrogen
- Fuktighetselskende vegetasjon, som f.eks. siv- og starrarter, viser at det normalt er liten avstand til grunnvann store deler av året
- Planter som tyttebær og krekling indikerer derimot normalt at det er stor avstand til grunnvannet

Det er imidlertid stor forskjell på vegetasjonen i tørre innlandsstrøk og langs kysten. Kunnskap om vegetasjonstyper og deres utbredelse er derfor av sentral betydning for å kunne utnytte denne informasjonskilden. Det vises til litteratur i Vedlegg 13.

2.2.7. Registrering av geologiske og hydrogeologiske forhold

Geologiske og hydrogeologiske forhold skal klarlegge om egnede infiltrasjonsmasser synes å dekke et så stort areal og volum at detaljundersøkelser bør gjennomføres. Undersøkelser gjennomføres som overflateregistreringer.

Hjelpemidler for bestemmelse av jordart bør være spade, inspeksjonsbor og skovelbor (Vedlegg 3,1). Krav til jordmassenes tykkelse og utbredelse, samt en beskrivelse av jordartenes egenskaper som infiltrasjonsmedium, er gitt i Vedlegg 2 og Vedlegg 5.

2.2.8. Oppsummering

På grunnlag av områdebefaringen og vannanalyser skal en kunne trekke en av følgende tre konklusjoner:

1 Undersøkelsene viser at infiltrasjon er mulig

Grunnundersøkelser (detaljundersøkelse, kap. 2.3) må gjennomføres før dimensjonering av anlegget.

2 Undersøkelsene ga ikke noen entydige svar på om infiltrasjon av avløpsvann kan gjennomføres eller ikke

Detaljundersøkelser må gjennomføres for å klarlegge grunnens kapasitet og egenskaper som rensemedium.

3 Undersøkelsene viser at infiltrasjon av avløpsvann må frarådes

Årsakene til dette kan være følgende:

- Retningslinjenes avstandskrav og krav til helning kan ikke tilfredsstilles
- Området domineres av bart fjell. Det ble ikke påvist tilstrekkelige store arealer med jorddekket mark
- Jordmassene har for liten vannledningsevne
- Avløpsvann kan forurense drikkevannskilder
- Avløpsvann vil ikke bli tilfredsstillende renset før det når grunnvann, drenering eller overflatevann

2.3. Detaljundersøkelse (fase 3)

Gjennom forundersøkelsene er det klarlagt om det kan være områder der de aktuelle mengder avløpsvann kan infiltreres og hvilke arealer som kan være egnet.

Detaljundersøkelser gjennomføres etter følgende oppsett:

1	Registrering av grunnforhold på utvalgte lokaliteter	Kap. 2.3.1
2	Valg av infiltrasjonsareal	Kap. 2.3.2
3	Bestemmelse av jordmassenes vannledningsevne	Kap. 2.3.3
4	Foreløpig dimensjonering av infiltrasjonsfilteret	Kap. 2.3.4
5	Bestemmelser av grunnvannsparametere	Kap. 2.3.5
6	Bestemmelse av jordmassene hydrauliske kapasitet	Kap. 2.3.6
7	Forurensning av drikkevannskilder, grunnvann, overflatevann	Kap. 2.3.7
8	Dimensjoneringskrav og krav til utforming av anlegg	Kap. 3

Alle registreringer kartfestes. Eksempel på kartutsnitt med registreringer fra detaljundersøkelsene, samt forslag til avløpsløsning for tomannsbolig er vist i figuren på neste side.



Tegnforklaring:

Slamavskiller		Drikkevannsbrønn		M 1:100
Pumpekum		Fjell i dagen		
Infiltrasjonsfilter		Strømningsretning		
Selvfallsledning		Undersøkte lokaliteter		
Pumpeledning				

Figur 4. Eksempel på kartutsnitt med registreringer

2.3.1. Registrering av grunnforhold på utvalgte lokaliteter - prøvetaking

Første del av detaljundersøkelsene omfatter graving av prøvehull eller skovelboringer for registrering av kvaliteten på jordmassene, samt forekomst av sigevann og grunnvann. Grunnlagsmateriale er gitt i flere vedlegg, se henvisning i teksten.

Det skal graves minimum 2 prøvehull i infiltrasjonsområdet og minimum 1 hull i resipientområdet nedstrøms infiltrasjonsområdet. Hullene graves til grunnvann, tettere masser eller fjell, normalt maksimum 3 meter dype. Noen ganger er det behov for å grave dypere. Det er alltid viktig å få registrert grunnvannsspeilet. Der jordmassene består av silt, tett morene eller leire, kan det iblant være nok å grave 1-2 meter dype hull. Dersom det benyttes gravemaskin og det graves grøfter/sjakter kan grøfta utgjøre en sikkerhetsrisiko.

Dersom det er fare for utrasing (spesielt grøfter mer enn 2 meter dybde) omfattes arbeidene av "Forskrift om graving og avstiving av grøfter", Arbeidstilsynet (1986) og Arbeidsmiljøloven. Forskriften beskriver hvordan slike arbeider skal utføres for å ivareta sikkerheten og den gir nyttig informasjon om jordegenskaper og grunnundersøkelser.

Det tas ut 1 til 3 liter jord, avhengig av jordart. Massene blandes og merkes med lokalitet og prøvedyp. Godkjent laboratorium utfører kornfordelingsanalyse. Prøvene skal være

representative, og gjenspeile de virkelige forhold på stedet. For analyse trengs det ca 0,5 liter jord. Det bør spesifiseres hvilket formål resultatene skal brukes til da noen laboratorier har egne program for analyser til dette formålet.

Profilene skal beskrives (Vedlegg 3.2.1), og det skal gjennomføres en foreløpig vurdering om grunnen tilfredsstiller kravene som stilles til infiltrasjonsareal og resipientareal (Vedlegg 5.4). I vurderingen inngår det også om grunnvann og drikkevannskilder kan bli forurensset. Det vises her til Vedlegg 4, og spesielt til kap. 4.2 Grunnvann i fjell.

Der det er skiftende grunnforhold, skal det graves flere prøvehull. Under spesielle forhold kan det være nødvendig å grave 10-15 hull for å få oversikt over grunnforholdene. Alle undersøkte lokaliteter kartfestes.

2.3.2. Valg av infiltrasjonsareal

Grunnlagsmateriale er gitt i Vedlegg 5 og Vedlegg 3.

Jordas kapasitet for mottak av slamavskilt avløpsvann (infiltrasjonskapasitet) og dermed arealbehovet, bestemmes ut fra kornfordelingsanalyser og målt eller beregnet vannledningsevne. Infiltrasjonsarealet velges ut fra registreringene i prøvehullene eller på grunnlag av skovelboringene (profilbeskrivelsene). Det skal være størst mulig tykkelse på jordmassene over grunnvannsnivået. Videre bør jordmassene ha tilstrekkelig høy vannledningsevne. Vannledningsevnen bør imidlertid ikke være så høy at jordas renseevne reduseres.

Sortering og middelkornstørrelse til representative jordarter beregnes ut fra kornfordelingskurver laget for uttatte prøver, og dataene settes inn i et infiltrasjonsdiagram med 4 klasser (Vedlegg 5.3). De gunstigste massene hører inn under klasse 2 (sand) og 3 (grusig sand) i infiltrasjonsdiagrammet, samt i overgangen mellom felt 2 og 1. Massene i klasse 4 er grove og har dårligere renseeffekt. Her kan det imidlertid legges inn lag med filtersand for å øke renseeffekten.

Klasse 1 (finkornige masser)

Infiltrasjonskapasitet basert på dimensjonerende vannmengde (vanligvis 200 liter/pe/døgn) må bestemmes på grunnlag av infiltrasjonstester.

Målt vannledningsevne:	Infiltrasjonskapasitet:
> 5 meter per døgn	25 liter per m ² og døgn
2 - 5 meter per døgn	10 liter per m ² og døgn
1 - 2 meter per døgn	6 liter per m ² og døgn
0,5 - 1 meter per døgn	Meget liten

Klasse 2 (sand)

Masser med infiltrasjonskapasitet til å motta inntil 25 liter slamavskilt avløpsvann per m² og døgn.

Klasse 3 (grusig sand)

Masser med infiltrasjonskapasitet til å motta inntil 50 liter slamavskilt avløpsvann per m² og døgn.

Klasse 4 (sandig grus og grus)

Det må legges inn filtersand mellom stedlige jordmasser og fordelingslaget (Vedlegg 11.3). Sanden skal falle i felt A eller B i sandfilterdiagrammet (Vedlegg 1.4), og komprimeres slik at det ikke blir setninger i anlegget.

For beregning av størrelsen på infiltrasjonsflaten kan følgende formel benyttes:

$A = Q/k$ hvor

A = Filterflatens areal i m^2

Q = Dimensjonerende vannmengde for infiltrasjonsfilteret i liter (kan være lavere enn dimensjonerende vannmengde for slamavskiller)

k = Jordmassenes infiltrasjonskapasitet for avløpsvann i liter per m^2 og døgn

Det skal videre vurderes om resipientarealet synes å tilfredsstille kravene (vedlegg 5).

2.3.3. Bestemmelse av jordmassenes vannledningsevne

Grunnlagsmateriale er gitt Vedlegg 5 og Vedlegg 6.

Der jordmassene i infiltrasjonsområdet synes å falle i klasse 1 i infiltrasjonsdiagrammet (Vedlegg 5.3) bør det gjennomføres infiltrasjonstest (målt vannledningsevne i felt) for å klarlegge jordmassenes vannledningsevne. Der jordmassene i resipientområdet skiller seg fra jorda i infiltrasjonsområdet bør vannledningsevnen til disse jordmassene også bestemmes.

I godt sorterte jordmasser kan Hazens formel benyttes, (Vedlegg 6.2) og infiltrasjonstest kan da sløyfes. Der det er mulig bør imidlertid infiltrasjonstest velges. I ensartede områder kan det være tilstrekkelig med én infiltrasjonstest. Vanligvis er det flere jordarter innen infiltrasjonsområdet. Under slike forhold skal det gjennomføres minimum to infiltrasjonstester.

2.3.4. Foreløpig dimensjonering av infiltrasjonsfilteret

I henhold til forurensningsforskriftens § 12-10, skal det dokumenteres at anerkjent dimensjonering og utforming er benyttet ved etablering av renseanlegg. Størrelsen på infiltrasjonsfilteret bestemmes av dimensjonerende vannmengde, infiltrasjonskapasitet og hydraulisk kapasitet til de stedlige jordmassene. I henhold til forurensningsforskriften skal det dimensjoneres for *maksimal ukebelastning i året*. Grunnlagsmateriale er gitt i VA/Miljø-blad 59, Vedlegg 3, Vedlegg 5 og Vedlegg 6.

Det må klarlegges om filteret (grøft / basseng) kan bygges på de områdene som er tilgjengelige. Infiltrasjonsfilteret dimensjoneres ut fra foreliggende materiale. Der filteret skal dimensjoneres ut fra kornfordelingskurvene, bør det gjennomføres en foreløpig dimensjonering basert på skjønnsmessig fastsettelse av jordmassenes beliggenhet i infiltrasjonsdiagrammet. Filterflatens størrelse bestemmes ut fra hva som skal tilknyttes (helårsboliger/fritidsboliger) og dimensjoneringskriteriene.

Filteret utformes som grønft(er) eller basseng(er) tilpasset det undersøkte området. Lengde og bredde noteres og filterets beliggenhet tegnes inn på kartgrunnlaget. Filterdelen av anlegget bør være målsatt på kart i målestokk 1:2000 eller større. Filterflatens nivå under terrengoverflaten skal også noteres.

Infiltrasjonsfiltre kan utformes som dype eller grunne grøfter, bassenger eller som jordhaugsfiltre (Figur 11.11). Infiltrasjonsfiltre kan også legges oppå bakken (overflateinfiltrasjon). Under forhold med liten avstand til tette jordmasser/ grunnvann kan det være behov for avskjærende drenering ovenfor filteret for å senke grunnvannet under filteret.

2.3.5. Bestemmelse av grunnvannsparametre

Der jordmassenes hydrauliske kapasitet i infiltrasjonsområdet og resipientområdet nedstrøms infiltrasjonsområdet synes å være begrensende faktor for infiltrasjon, skal grunnvannets gradient og strømningsretning bestemmes (Vedlegg 8).

Der det er fare for at drikkevannskilder kan bli forurensset, skal både grunnvannets gradient og strømningsretning samt grunnvannets strømningshastighet bestemmes (Vedlegg 6 og Vedlegg 8).

Tidspunkt for grunnundersøkelsene skal alltid noteres slik at registreringene kan sammenholdes med grunnvannets forventede årstidsvariasjoner.

2.3.6. Bestemmelse av jordmassenes hydrauliske kapasitet

Jordmassenes hydrauliske kapasitet (dvs. jordmassenes evne til å transportere bort avløpsvann som infiltreres fra et anlegg) skal bestemmes både for infiltrasjonsarealet og resipientarealet nedstrøms (Vedlegg 9).

Kapasiteten under infiltrasjonsfilteret skal være så stor at det under drift er 0,5 meter mellom filterflaten og høyeste grunnvannsnivå (Vedlegg 5 og vedlegg 11.6).

I resipientarealet skal den hydrauliske kapasiteten være så stor at vannet holder seg under terrengoverflaten og bruken av arealet ikke hindres.

Ved bestemmelse av jords hydrauliske kapasitet, skal det tas hensyn til årstidsvariasjoner i grunnvannsnivået hvor antatt maksimalt grunnvannsnivå legges til grunn for vurderingene (Vedlegg 4.1.3). Slike vurderinger kan baseres på målte verdier i brønner, observasjoner av vannflater i områder eller vurdering av jordprofiler.

2.3.7. Forurensning av drikkevannskilder, grunnvann og overflatevann

Ved planlegging av nye infiltrasjonsanlegg forutsettes det at drikkevannskilder, grunnvann og overflatevann ikke skal forurenses (Vedlegg 4).

I enkelte tilfeller kan det imidlertid være aktuelt å sanere eksisterende drikkevannskilde. Det kan for eksempel gjelde der vannkilden har dårlig vannkvalitet, eller at en drikkevannskilde hindrer etablering av et infiltrasjonsanlegg for flere boliger. Det må her være en forutsetning at ny drikkevannskilde kan skaffes.

Det er også viktig å være oppmerksom på andre forurensningskilder som har eller kan forurense grunnvannet. Årstidsvariasjoner kan ha stor betydning for forurensningssituasjonen i et grunnvannsmagasin.

2.3.8. Oppsummering

Gjennom detaljundersøkelsene skal følgende forhold være avklart:

- Jordmassenes infiltrasjonskapasitet for avløpsvann
- Jordmassenes hydrauliske kapasitet
- Jordmassenes egenskaper som rensemedium
- Hvor og hvordan anlegg eventuelt skal bygges

Det er nå avklart om infiltrasjon av avløpsvann kan anbefales. Der områdebefaringen viste at infiltrasjon syntes å være en egnet metode innen flere områder, er det mulig å gå tilbake og gjennomføre detaljundersøkelser i et nytt område.

I enkelte tilfeller kan det imidlertid være vanskelig å avgjøre om infiltrasjon kan anbefales eller ikke. I slike tilfeller, hvor det er marginale løsmasser, kan følgende løsninger være aktuelle:

- Etablering av separat toalettløsning med infiltrasjon av gråvannet
- Biologisk forbehandling av avløpsvannet før infiltrasjon (f. eks. biofilter)
- Etablering av jordhaugfilter hvor det tilkjøres filtersand

3. Dimensjonering og krav til utforming av anlegg (fase 4)

Når grunnundersøkelsene er gjennomført, og det er klart at infiltrasjon av avløpsvann kan anbefales, skal følgende krav til dimensjonering og teknisk utforming settes opp. Dette er omtalt nærmere i VA/Miljø-blad nr 59 og Vedlegg 11. De viktigste forholdene er omtalt nedenfor.

Slamavskiller

Infiltrasjonsanlegg skal alltid ha slamavskiller som første rensetrinn. Bruk av slamavskiller og dimensjonering er beskrevet i VA/Miljø-blad nr 48, Slamavskiller. Infiltrasjonsfilteret kan raskt gjenettes dersom slamavskiller ikke er riktig dimensjonert.

Støtbelaster

Infiltrasjonsanlegg med mer enn to infiltrasjonsrør (i grøfter, basseng eller jordhaug) bør alltid støtbelastes. En støtbelaster kan bestå av pumpe, vippekar eller sifong. Støtbelasteren skal gi en jevn fordeling over filterflaten og redusere faren for gjentetting i rør og hull. Det er i dag vanlig å benytte pumpe som støtbelaster. For støtbelasting av større anlegg er pumpe det eneste alternativet.

Ved bruk av vippekar eller sifong bør det legges fram dokumentasjon på at komponenten har tilfredsstillende funksjon og driftsstabilitet. Både pumpekummer, vippekar og sifong skal ha alarm for høyt vannnivå og tilsyn/vedlikehold minimum en gang i året. Støtvolum er omtalt i VA/Miljø-blad nr 59 og i Vedlegg 11.7.3.

Pumping

Der avløpsvannet må løftes til et høyere terrengnivå skal det benyttes pumpe. Pumpekapasitet og støtvolum er omtalt i Vedlegg 11.7.3.

Fordeling

Fordeling av avløpsvann i infiltrasjonsfiltre gjøres ved selvfallsfordeling eller trykkfordeling. Ved selvfallsfordeling til infiltrasjonsfiltre fordeles avløpsvannet normalt til infiltrasjonsrørene i en fordelingskum. Vannet tilføres fordelingskummen med pumpe, vippekar eller sifong. Der det bare er to grøfter kan vannet komme direkte fra slamavskiller uten støtbelastning.

Fordelingskummen skal være utformet slik at vannet fordeles likt til alle infiltrasjonsrørene. Fordeling via V-overløp er vanlig. Fordelingsanordningen skal være enkel å justere eller selvjusterende. Fordelingssystem er omtalt i Vedlegg 11.7.4.

Infiltrasjonsfilteret

Lengde og bredde på infiltrasjonsgrøft(er) eller -basseng(er), samt filterflatens dybde under terrengoverflaten skal oppgis. Filterflaten er det samme som grøfte- eller bassengbunn. Filterflaten skal ikke ligge dypere enn nødvendig for å oppnå god oksygentilgang og kontakt mellom vannet og den porøse delen av jorda. (Se Vedlegg 11.9). I praksis vil det si en dybde på ca 0,8 - 1,2 m.

Filterets beliggenhet skal vises på et kartutsnitt. Filterflaten skal være plan og horisontal. Størrelsen på filterflaten (arealet) bestemmes ut fra hvor store vannmengder som skal renses og jordas egenskaper som rensemedium og resipient. Det skal være minimum 50 cm fra filterflaten og ned til høyeste grunnvannsnivå. Infiltrasjonsfiltre skal bygges med nivåør slik at vannoppstuvning i fordelingslaget kan registreres.

Eventuelle restriksjoner knyttet til resipientarealet

Restriksjoner kan omfatte begrensninger i arealbruken som kan påvirke renseanlegget negativt. Det kan være restriksjoner som unngår jordpakking, tette flater som hindrer tilførsel av oksygen og aktiviteter som tilførsel av forurensninger (f. eks. beiteområde).

Drenering

Iblant er det behov for å drenere ovenfor infiltrasjonsfilteret for å hindre innsig av overflatevann til anlegget. Dybden på drensgrøften skal oppgis og dreneringens beliggenhet skal vises på et kartutsnitt.

Alle opplysninger skal følge en søknad om utslippstillatelse (forurensningsforskriften § 12-4). Eksempel på en søknad med beskrivelse av tiltak er vist på www.avlop.no under Vedleggsmaler til søknad om utslipp (infiltrasjonsanlegg).



God redskap er viktig ved grunnundersøkelser, men husk HMS! Arbeidstilsynet har egne forskrifter med råd og veiledning om graving av sjakter (Arbeidstilsynet, 1985)

4. Vedlegg

1. Jordas kornstørrelsesfordeling og infiltrasjonsdiagrammet
2. Løsmassenes resipientegenskaper
3. Metodikk for registrering og beskrivelse av grunnforhold
4. Forurensning av grunnvann
5. Krav til infiltrasjonsareal og resipientareal
6. Metoder for bestemmelse av jordas vannledningsevne
7. Dimensjonerende vannmengde
8. Metodikk for bestemmelse av hydraulisk gradient og strømningshastighet
9. Jordmassenes hydrauliske kapasitet
10. Jordmassers egenskaper som rensemedium
11. Utforming av infiltrasjonsanlegg
12. Registreringsskjema for grunnundersøkelser og detaljplanlegging av infiltrasjonsanlegg - sjekkliste
13. Litteraturliste

Innhold - Vedlegg

1. Jordas kornstørrelsesfordeling og infiltrasjonsdiagrammet.....	28
1.1. Jord og bergarter	28
1.2. Kornstørrelsesfordeling	28
1.3. Beskrivelse av jordarter	29
1.4. Infiltrasjonsdiagrammet	31
2. Løsmassenes resipientegenskaper	32
2.1. Morenemateriale	32
2.1.1. Bunnmorene	32
2.1.2. Avsmeltingsmorene	32
2.1.3. Randmorene	33
2.2. Breelvavsetninger.....	33
2.3. Elveavsetninger.....	33
2.4. Strandavsetninger	33
2.5. Marine israndavsetninger.....	34
2.6. Forvittringsjord	34
2.7. Sammenstilling	34
3. Metodikk for registrering og beskrivelse av grunnforhold	35
3.1. Undersøkellesmetoder	35
3.1.1. Overflatekartlegging - registrering med inspeksjonsbor	35
3.1.2. Skovelboring.....	35
3.1.3. Sjaktning.....	35
3.2. Profilbeskrivelse og prøvetaking	36
3.2.1. Profilbeskrivelse	36
3.2.2. Prøvetaking	37
3.2.3. Eksempler på profilbeskrivelser	38
4. Forurensning av grunnvann	40
4.1. Grunnvann i jord	40
4.1.1. Generelt.....	40
4.1.2. Magasintyper	40
4.1.3. Fluktuasjoner.....	40
4.2. Grunnvann i fjell.....	42
4.3. Forurensningsaspekter	42
4.4. Eksempler på forurensning av brønner	43
4.4.1. Brønn i løsmasser oppstrøms forurensningskilde	43
4.4.2. Brønn i løsmasser nedstrøms forurensningskilde	43
4.4.3. Borebrønn nedstrøms forurensningskilde	43
4.4.4. Det lille kretsløpet	44
4.4.5. Forurensning av felles brønn	44
4.4.6. Avløpsvann og borebrønner	45
4.4.7. Tett bebyggelse på landsbygda	45
4.4.8. Lokale forurensningskilder	46
4.4.9. Forurensning av grunnvannsmagasin	47
4.4.10. Spredning av forurensningsstoffer	47
5. Krav til infiltrasjonsareal og resipientareal.....	49
5.1. Terrenghelning.....	49
5.2. Jordmassenes tykkelse.....	49
5.3. Jordmassenes kornstørrelsesfordeling og krav til undersøkelser	50
5.4. Arealbehov	51
5.4.1. Arealbehov knyttet til infiltrasjonskapasitet for avløpsvann	52
5.4.2. Arealbehov knyttet til jordas evne til å transportere vann	52
5.4.3. Arealbehov knyttet til renseeffekt.....	52
6. Metoder for bestemmelse av jordas vannledningsevne	54
6.1. Infiltrasjonstest.....	54
Hazens formel	55
7. Dimensjonerende vannmengde	56

8. Metodikk for bestemmelse av hydraulisk gradient og strømningshastighet	57
8.1. Hydraulisk gradient.....	57
8.1.1. Bestemmelse av avstanden til grunnvannsspeilet	57
8.1.2. Konstruksjon av ekvipotensiallinjer	57
8.1.3. Bestemmelse av grunnvannsstrømmens retning.....	57
8.1.4. Bestemmelse av grunnvannets hydrauliske gradient	57
8.2. Strømningshastighet i jord.....	58
9. Jordmassenes hydrauliske kapasitet	59
10. Jordmassers egenskaper som rensemedium.....	62
10.1. Dimensjonerende data for rensing av avløpsvann i jord	62
10.2. Generelt om renseevne	62
10.2.1. Mekanisk renseevne (filtrering)	63
10.2.2. Biologisk renseevne	63
10.2.3. Kjemisk renseevne	63
10.2.4. Omsetning av nitrogen.....	64
10.2.5. Hygiene, reduksjon av patogene mikroorganismer.....	64
10.2.6. Forventet renseevne og utløpskonsentrasjoner.....	64
11. Utforming av infiltrasjonsanlegg	66
11.1. Plassering av avløpsanlegg	66
11.1.1. Generelt.....	66
11.1.2. Veiledende minsteavstander til eiendomsgrense og vannforekomst uten drikkevannsinteresser	66
11.1.3. Veiledende minsteavstand til drikkevannskilde	67
11.2. Spesielle krav til plassering.....	67
11.2.1. Terrenghelning.....	67
11.2.2. Drenering	67
11.3. Plassering av infiltrasjonsgrøft i jordprofilen	68
11.4. Bygging av infiltrasjonsgrøft	68
11.4.1. Lengde og bredde av grøft.....	70
11.4.2. Parallele grøfter.....	70
11.4.3. Infiltrasjonsbasseng.....	70
11.5. Lufting/inspeksjonsrør.....	70
11.6. Dimensjonering av infiltrasjonsgrøft.....	71
11.7. Nærmere beskrivelse av anleggskomponenter.....	71
11.7.1. Tilløpsledning.....	71
11.7.2. Forbehandling (slamavskillere).....	71
11.7.3. Støtbelastere	71
11.7.4. Fordelingssystem	72
11.7.5. Infiltrasjonskammer og infiltrasjonsmatter	72
11.8. Frostisolering	72
11.8.1. Frostmengde	72
11.8.2. Snøforhold.....	72
11.8.3. Belastningssituasjonen.....	73
11.8.4. Isolasjonsbehov	73
11.9. Hovedtyper av infiltrasjonsanlegg	75
11.9.1. Dyp infiltrasjon	75
11.9.2. Grunn infiltrasjon	75
11.9.3. Overflateinfiltrasjon	76
11.9.4. Jordhauginfiltrasjon	76
12. Registreringsskjema for grunnundersøkelser og detaljplanlegging av infiltrasjonsanlegg - sjekkliste.....	77
13. Litteraturliste	79

1. Jordas kornstørrelsesfordeling og infiltrasjonsdiagrammet

1.1. Jord og bergarter

Jord kan deles inn etter en rekke forskjellige kriterier. En hovedinndeling går på opphavsmateriale. Jord deles da opp i torvjord og minerogen jord. Det er i denne sammenhengen ikke behov for en videre inndeling og beskrivelse av torvjorda.

Minerogen jord består av nedknuste og forvitrete fragmenter av bergarter. Minerogen jord deles inn i jordarter etter kornstørrelsesfordeling, dvs. mengdeforholdet mellom partikler av forskjellig størrelse. Mengdeforholdet bestemmes etter vekt. For beskrivelse av partikler med forskjellig størrelse (fraksjoner) benyttes følgende skala:

Blokk	>	256	mm
Stein	64 -	256	mm
Grus	2 -	64	mm
Sand	0,063 -	2	mm
Silt	0,002 -	0,063	mm
Leir	<	0,002	mm

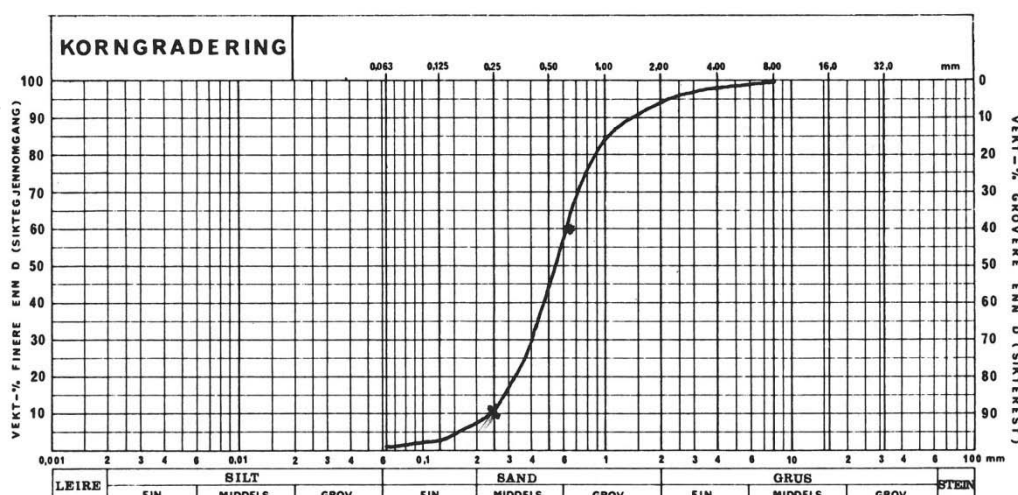
1.2. Kornstørrelsesfordeling

Kornstørrelse og kornfordeling (partikkelstørrelse og partikkelfordeling) er en av de viktigste parametrene i forbindelse med vurderingen av jordas egnethet som rensemedium for avløpsvann. For å beskrive jordas kornstørrelsesfordeling benyttes normalt kornfordelingskurver. For å kunne sette opp en kornfordelingskurve må det gjennomføres en kornfordelingsanalyse, dvs. at den mengdemessige fordelingen av fraksjonene i jordprøven bestemmes. For denne type analyser er det ikke nødvendig å skille mellom leire og silt. Denne fraksjonen fremkommer som en rest når grus og sand er siktet ut. En kornfordelingsanalyse viser f. eks. at en jordart har følgende kornstørrelsesfordeling (tabell 1.1):

Tabell 1.1 Fordeling av ulike fraksjoner i en jordprøve (eksempel)

Fraksjoner	Kornstørrelse i mm	Nettovekt Summasjons- veiting i gram	Sum % av hele prøven
Grus	>16	-	
	> 8	2,7	0,7
	> 4	7,1	2,0
	> 2	21,2	5,9
Grus og sand	> 1	55,3	15,3
	> 0,5	199,9	55,2
	> 0,25	324,3	89,6
	> 0,125	351,1	97,0
	> 0,063	357,8	98,9
Grus, sand, silt og leire	Total	362,0	100,0

Kolonne 4 i tabell 1.1 er grunnlaget for å sette opp en kornfordelingskurve. Kornfordelingskurven presenteres i et kornfordelingsdiagram (se figur 1.1).



Figur 1.1. Kornfordelingsdiagram med kornfordelingskurve basert på materialet i tabell 1.1

Figur 1.1 viser at kornstørrelse settes av på en linje vertikalt oppover fra den horisontale aksene og det tilhørende prosenttallet settes av på en linje horisontalt ut fra den vertikale aksene. Der disse 2 linjene krysser hverandre avsettes et punkt. Kornfordelingskurven fås ved å trekke en linje gjennom de avsatte punktene.

1.3. Beskrivelse av jordarter

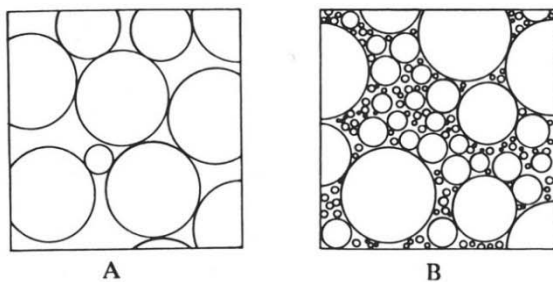
Jord kan bestå av ren sand eller av partikler med forskjellig størrelse, f.eks. sand og grus. Jord deles derfor inn i forskjellige jordarter. For jordarter blandet sammen av flere kornstørrelser eller partikkelstørrelser brukes følgende regel: Den kvantitativt største fraksjon (partikkelgruppe, f.eks. sand) nevnes i substantivform. De øvrige fraksjonene tas med i adjektivform etter avtakende prosentandel i den utstrekning de er av betydning for karakteriseringen av jordarten.

Dersom hovedfraksjonen i en jordart utgjør minimum 80 % av jordmassene brukes bare hovedfraksjonen til verbal beskrivelse av jordarten. Når hovedfraksjonen utgjør mindre enn 80 % og andre fraksjoner utgjør mer enn 10 % tas de med i adjektiv form. En "grusig sand" består f.eks. av 15 % grus og 78 % sand. Siltfraksjonen på 7 % nevnes ikke. Videre består en "sandig, siltig grus" f.eks. av 30 % sand, 20 % silt og 50 grus.

Morenejord (se Vedlegg 2.1) danner her et unntak fordi de fleste kornstørrelsesgrupper (fraksjoner) normalt finnes i avsetningstypen. Morenejord beskrives etter innholdet av silt og leir og inndeles etter følgende oppsett:

Grusig morene	< 15 % silt
Sandig morene	15 - 35 % silt
Siltig morene	> 35 % silt
Leirig morene	> 10 % leir

Sortering er et uttrykk for variasjon i kornstørrelsen. En jordart er "godt sortert" hvis kornene er nokså jevnstore. I "dårlig sortert" jord er flere kornstørrelser representert. De mindre partiklene vil da fylle porene mellom de større (se figur 1.2).



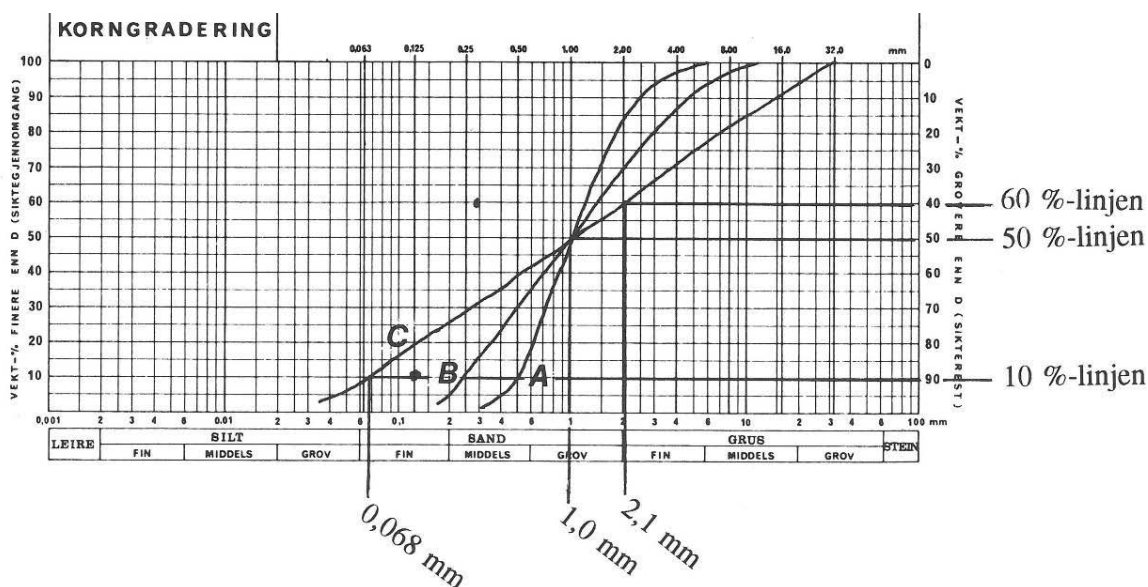
Figur 1.2 Sortering. A: Godt sortert jord. B: Dårlig sortert jord.

Jordarter deles inn etter følgende skala:

Godt sortert jordart:	Sortering mindre enn 6.
Dårlig sortert jordart:	Sortering mellom 6 og 30.
Usortert jordart:	Sortering over 30.

Sortering (S_o) er forholdet mellom d_{10} og d_{60} i korngraderingsdiagrammet hvor:
 d_{10} = Kornstørrelsen for skjæringspunktet mellom 10 % - linjen og kornfordelingskurven
 d_{60} = Kornstørrelsen for skjæringspunktet mellom 60 % - linjen og kornfordelingskurven
 $S_o = d_{60}/d_{10}$
Middelkornstørrelsen (M_d) er kornstørrelsen for skjæringspunktet mellom 50 % -linjen og kornfordelingskurven.

Eksempel på jordarter med ulik sortering er vist i figur 1.3. For å vise betydningen av sortering er det valgt jordarter med samme middelkornstørrelse.

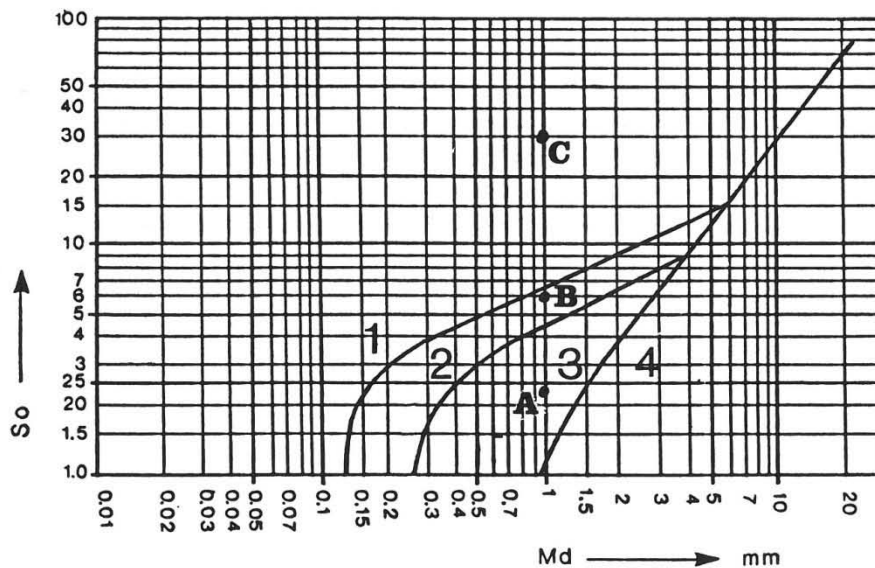


Eksempel, kurve C: $d_{10} = 0,068 \text{ mm}$
 $d_{50} = M_d = 1,0 \text{ mm}$
 $d_{60} = 2,1 \text{ mm}$
 $S_o = d_{60}/d_{10} = 2,1/0,068 = 30,9$

Figur 1.3. Eksempel på jordarter med samme gjennomsnittlige kornstørrelse ($M_d=1 \text{ mm}$), men ulik sortering

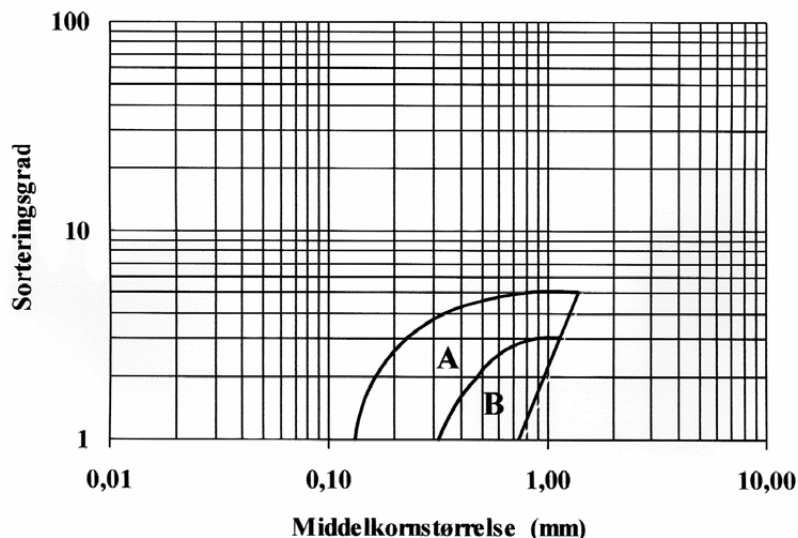
1.4. Infiltrasjonsdiagrammet

Infiltrasjonsdiagrammet benyttes til dimensjonering av infiltrasjonsfilteret (figur 1.4), og korngraderingskurven brukes til å bestemme jorda beliggenhet i infiltrasjonsdiagrammet. Inngangene i diagrammet er S_o og M_d (se figur 1.3).



Figur 1.4 Infiltrasjonsdiagram. De tre punktene i diagrammet representerer kurvene i figur 1.3

Se nærmere beskrivelse av klasser i Vedlegg 5.3. Der det er grove jordmasser (klasse 4) må det legges inn filtersand mellom stedlige jordmasser og fordelingslaget. Sanden skal falle i felt A eller B i sandfilterdiagrammet (figur 1.5), og komprimeres slik at det ikke blir setninger i anlegget.



Figur 1.5. Sandfilterdiagram med dimensjoneringsklasser (A og B). For bestemmelse av inngangsparametrene vises til figur 1.3

Klasse A: Sandkvaliteten kan motta 20 liter slamavskilt avløpsvann per m^2 og døgn. Det skal fortrinnsvis benyttes sand med middelkornstørrelse større enn 0,5 mm.

Klasse B: Sandkvaliteten kan motta 40 liter slamavskilt avløpsvann per m^2 og døgn.

2.1.3. Randmorene

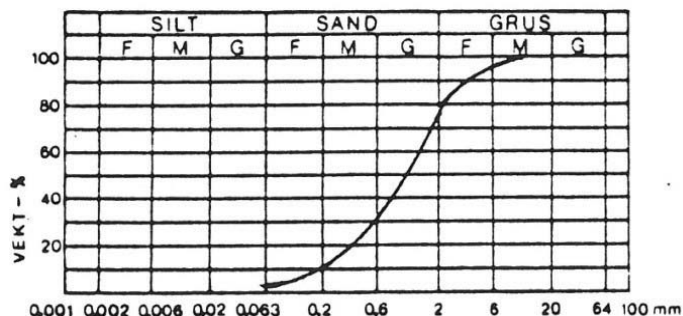
Randmorener har noenlunde samme karakter som bunnmorene. Den hydrauliske ledningsevnen er lav. Mektigheten er vanligvis en sterkt begrensende faktor. De vil derfor bare ha interesse der det dreier seg om små avløpsmengder.

2.2. Breelvavsetninger

Smeltevannselvene var ofte mettet med materiale i suspensjon. Kornstørrelsen på materialet som kunne fraktes i vannet varierte med strømningshastigheten (figur 2.2).

Breelvavsetninger er ofte relativt godt sortert. Pakkingen av sedimentene avhenger av sortering og kornstørrelse. De grove sedimentene er løst pakket. Finere sedimentene er tettere pakket. Innholdet av finstoff (silt og leir) er vanligvis lite. Lagdeling er typisk.

Breelvavsetninger har sterkt varierende infiltrasjons- og rensekapasitet. I godt sortert materiale øker den hydrauliske ledningsevnen med økende kornstørrelse samtidig som renseevnen går ned. Renseevnen vil forøvrig avhenge av mineralogisk sammensetning og forvitningsgrad. Normalt har breelvavsetningen stor mektighet, med høy rensekapasitet og god avstand til grunnvannspeilet. De regnes derfor som godt egnet til mottak og rensing av avløpsvann.

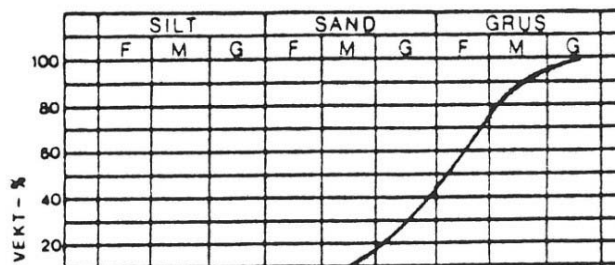


Figur 2.2. Kornfordelingskurve for breelvavsetning

2.3. Elveavsetninger

Elveavsetningene er avsatt i tilknytning til elver og bekker fra siste istid og fram til i dag. Materialet består av godt til meget godt sortert silt, sand og grus (figur 2.3). Lagringen er løs. Som følge av varierende vannføring blir massene mer eller mindre lagdelte. Elveavsetningene er nær beslektet med breelvavsetninger i oppbygging og egenskaper.

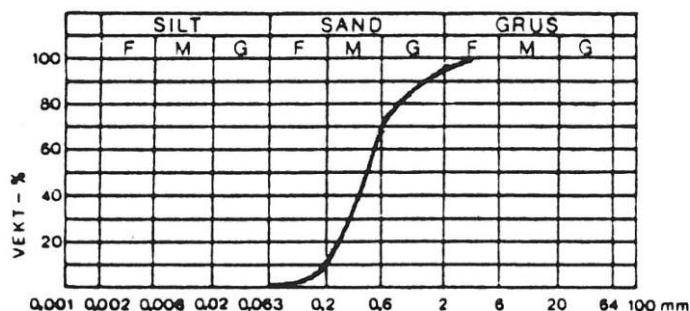
Grunnvannstanden i disse avsetningene kan imidlertid variere i takt med vannføringen i nærliggende elver og bekker. Høyt grunnvannspeil kan derfor være en begrensende faktor i resipientssammenheng.



Figur 2.3. Kornfordelingskurve for elveavsetning

2.4. Strandavsetninger

Strandavsetningene er dannet ved bølgenes aktivitet i strandsonen under landhevingen. Massene består av vannbehandlet, godt sortert grus, sand og silt, se figur 2.4. En viss lagdeling er vanlig. De fineste partiklene er vasket ut av de høyest liggende delene i avsetningen, og sedimentert lavere nede i terrenget. Lagringen



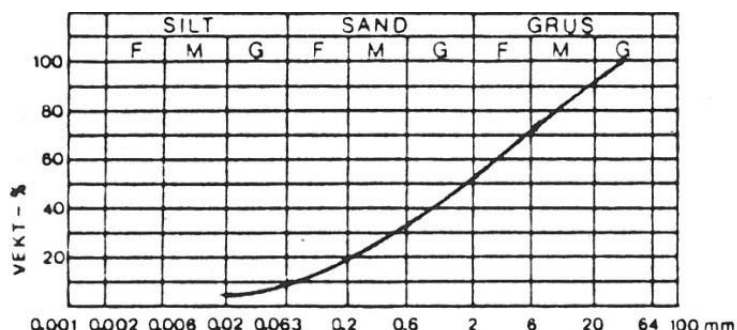
Figur 2.4. Kornfordelingskurve for strandavsetning

er løs. Avsetningene har ofte varierende kornfordeling etter lokalisering i terrenget og opphavsmateriale (grus - silt).

Som regel er kornfordeling og hydraulisk ledningsevne gunstig med tanke på rensing av avløpsvann. Mektighet og utstrekning kan være begrensende faktor. Finkornige varianter med liten hydraulisk ledningsevne forekommer.

2.5. Marine israndavsetninger

Der en breelv munnet ut av en bre ble det gjerne dannet et isranddelta. Ofte var elvemunningen i eller under havnivå. Smeltevannet kom ofte fram til isfronten med stor hastighet. Massene ble lagt opp lagdelt. Nær utløpet er det oftest avsatt grovkornet materiale (stein og grus). Det fineste materialet, som holdes lengst i suspensjon, er avsatt lenger ut i elvemunningen. Som følge av breframstøt mens israndavsetningen var under oppbygging, kan det forekomme morenelag i avsetningen. Israndavsetningene har oppbygning og sammensetning som breelvavsetninger og følgelig også resipientegenskaper som disse. Lag eller linser av morene kan imidlertid forekomme og begrenser da resipientvolumet.

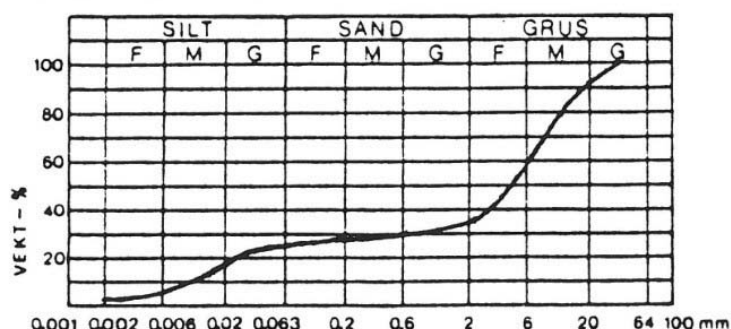


Figur 2.5. Kornfordelingskurve marin israndavsetning

2.6. Forvittringsjord

Avsetningene kjennetegnes gjerne med gradvis overgang mellom fast fjell og forvitrede masser. Kornene er skarpkantete med ru overflate (figur 2.6).

I Norge forekommer sjelden store mektigheter. Avsetningene er ofte dannet av skifrige bergarter. Plateformete skiferflak vil ofte bevirke betydelig lavere hydraulisk ledningsevne enn kornfordelingen skulle tilsi. Kjemisk renseevne er som regel svært god.



Figur 2.6. Kornfordelingskurve for forvittringsjord

2.7. Sammenstilling

Løsavsetningenes resipientegenskaper er sammenstilt i tabellen nedenfor.

Tabell 2.1. Sammenstilling av løsmassenes generelle resipientegenskaper

Løsavsetning	Renseevne	Infiltrerbarhet	Hydraulisk kapasitet
Morene	+ + +	+ (-)	+ (-)
Breelvavsetninger	+	+ + +	+ + +
Elveavsetninger	- / +	+ +	+
Strandavsetninger	+	+ +	+ +
Marin avsetninger	+ + +	-	
Forvittringsjord	+ + +	+ +	+
Torv og myr	- (+)	+ +	+

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

3. Metodikk for registrering og beskrivelse av grunnforhold

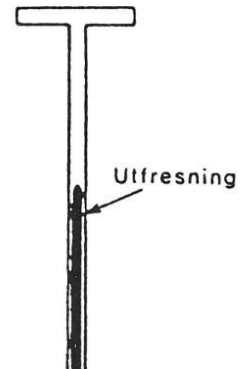
3.1. Undersøkellesmetoder

3.1.1. Overflatekartlegging - registrering med inspeksjonsbor

Inspeksjonsboret består av en stålstang med håndtak (figur 3.1). I stålstangen er det frest ut et spor der jord kan feste seg. Lengden på boret er 1.0 meter. Forlengbare bor finnes.

Inspeksjonsbor er et nyttig redskap i den innledende fasen av en grunnundersøkelse.

Neddrivningsdybden og lyden som oppstår under neddrivningen, gir informasjon om jordarten på stedet. Ved å dreie inspeksjonsboret vil det i finstoffholdige jordarter feste seg en prøve i utfresingen. Boret dras opp samtidig med at det dreies. For å få fullt utbytte av de informasjonen en kan få ved å bruke inspeksjonsboret, kreves erfaring samt kunnskaper om de ulike avsetningstypene.



Figur 3.1. Inspeksjonsbor

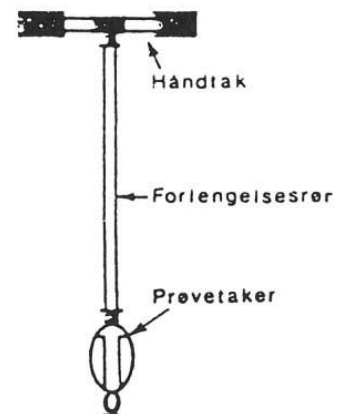
3.1.2. Skovelboring

I løsmasser med lavt innhold av stein og grus kan en bruke skovelbor. Boret består av en prøvetaker (skovel), forlengelsesrør og håndtak (figur 3.2).

Boret dreies samtidig som det presses ned med kroppstygden. Når skovlen er full tas den opp og tømmes. Den øverste delen av prøven i skovelboret vil oftest bestå av nedrast materiale og må fjernes.

Prøvene legges i en "streng" på bakken og det gjøres notater om - dybdeforhold. Av "strengen" kan en danne seg et bilde av grunnens sammensetning i borehullet. Samtidig har en god mulighet for uttak av representative prøver. Boringen kan gi en indikasjon på avstand til fjell/større steiner.

Prøvetaking med skovelbor er normalt begrenset til løsmasser over grunnvannsnivået.



Figur 3.2. Skovelbor

3.1.3. Sjakting

Blant de aktuelle undersøkelsesmetodene gir sjaktning de sikreste opplysninger om løsmassenes egenskaper. Maksimalt gravedyp vil normalt variere fra 2 til 5 meter avhengig av gravemaskinens størrelse og kapasitet. En bør normalt bruke en gravemaskin som kan grave til minimum 3 meter dyp i hard morene.

Sjaktning gir mulighet for direkte registrering av løsmassenes lagdeling, lagringsfasthet, kornfordeling og i noen tilfeller mektighet og grunnvannsnivå. Dessuten er muligheten for uttak av representative jordprøver meget gode. I tillegg til notater bør foto brukes som dokumentasjon. Graving under grunnvannsnivå er vanskelig, og registreringen av løsmassefordelingen blir ofte usikker. Det er strenge sikkerhetskrav til utføring og ferdsel i slike sjakter, spesielt for dybde større enn 2 meter, på grunn av fare for utrasing (se *Forskrift om graving og avstiving av grøfter*, Arbeidstilsynet, 1985). Sjakten må gjenfylles straks undersøkelsen er foretatt.

3.2. Profilbeskrivelse og prøvetaking

En detaljert profilbeskrivelse og en omhyggelig prøvetaking er av stor betydning for et godt resultat. Profilbeskrivelsen skal inneholde informasjon om følgende:

- Kornstørrelsesfordeling
- Lagringsfasthet
- Jernutfellinger og gleidannelser¹
- Fuktighetsforhold og grunnvannsnivå
- Jordsmonntype
- Mulig infiltrasjonsdyp

Uttaking av jordprøve skal gjennomføres slik at prøven er representativ for et enkelt lag eller jordartstype.

3.2.1. Profilbeskrivelse

Kornstørrelsesfordeling

Jordmassenes kornstørrelsesfordeling er den viktigste informasjonen som kan hentes ut av et jordprofil. I lagdelt jord bør alle lagene registreres og beskrives. Det er svært viktig å få registret eventuelle lag med spesiell lav eller høy vanngjennomtrengelighet. Videre bør arbeidet spesielt konsentreres om lag eller lagpakker der avløpsvann kan infiltreres.

Under feltarbeidet bør det alltid gjøres notater om lagenes utbredelse. Noen lag er små, og kan best karakteriseres som linser med f.eks. en utstrekning på 2 meter og en tykkelse på 0,5 meter. Andre lag dekker flere titalls kvadratmeter eller flere dekar. I svært store, sorterte avsetninger kan lagenes utbredelse være flere kvadratkilometer. I usorterte jordarter, f.eks. morene, omfatter jordartsregistrering ofte bare en enkel bestemmelse av korngradering. Iblant er det imidlertid også lagdeling i slike jordarter. Det kan f.eks. være lag med forskjellige morenetyper eller linser med sortert silt, sand og grus.

Lagringsfasthet

Lagringsfastheten bør registreres i alle jordarter, men det er spesielt i usorterte jordarter lagringsfastheten har stor betydning for jordmassenes vanngjennomtrengelighet. Det finnes utstyr for måling av fasthet i jord. Det er imidlertid i denne sammenhengen ikke behov for eksakte målinger, men en vurdering for å klarlegge omfanget av videre undersøkelser. Jords lagringsfasthet kan deles inn etter følgende skala:

Liten lagringsfasthet: Jorda er lett å grave opp med spade. I skogsmark har den øverste halve meteren av jordmassene normalt liten lagringsfasthet.

Middels lagringsfasthet: Jordmassene er faste, men kan graves med en kraftig spade.

Stor lagringsfasthet: Jorda er meget vanskelig å grave med spade. Denne skalaen gir i liten grad faste kriterier for inndeling i fasthetsklasser. Med litt trening vil en imidlertid få sine egne kriterier som kan være til god hjelp når jords vannledningsevne skal vurderes.

Jernutfellinger og gleidannelser

Jernutfellinger reduserer jordas vannledningsevne og må derfor alltid registreres. Noen steder har utfellingen vært så kraftig at jordmassene er kittet sammen og herdnet til

¹ Gleidannelse oppstår i grunnvannspåvirket jord og gir en karakteristisk grønn-blå-grå farge på jorda under reduserte forhold og gul-oransje-brun farge som følge av oksygentilgang.

aurhelle. Aurhelle kan være ugjennomtrengelig for vann. Jernutfellinger (rustjord og aurhelle) finnes normalt i den nedre delen av jord med podsolprofil.² Jernutfellinger kan imidlertid også finnes på større dyp.

Gleiflekker dannes under høyeste grunnvannsnivå. Flekkene viser derfor hvor høyt grunnvannet kan stå i jordmassene. Gleiflekker har grå basisfarge kombinert med små rustrøde flekker.

Fuktighetsforhold og grunnvannsnivå

Fuktighetsforholdene forteller mye om jordmassenes evne til å binde vann kapillært. Jord som binder vann kapillært har lav vannledningsevne og lav hydraulisk kapasitet (se vedlegg 6 og 9). Vannutslag over grunnvannsnivået viser at jordmassene har tette lag som hindrer nedtrenging av sigevann. Grunnvann skal alltid registreres der dette er mulig.

Jordsmonnstype

Jordmasser i utmark kan også deles inn etter jordsmonnstype. De viktigste hovedtypene er:

- Podsoljord
- Brunjord
- Sumpjord

En beskrivelse av jordsmonnet gir bl.a. informasjon om fuktighetsforhold, lagringsfasthet og renseeffekt.

Mulig infiltrasjonsdyp

Prøvehull graves både der infiltrasjonsfiltre eventuelt skal bygges og i resipientarealet nedenfor. Profilbeskrivelser knyttet til infiltrasjonsområdet, skal inneholde opplysninger om hvor i profilet filterflaten i et infiltrasjonsfilter bør ligge.

3.2.2. Prøvetaking

Det bør tas jordprøver fra alle prøvehull. Først når feltarbeidet er avsluttet, skal det avgjøres om korngraderingsanalyser skal gjennomføres - og hvilke prøver som skal analyseres. Det bør tas så mange jordprøver at det kan gis en god beskrivelse av jordprofilet. Jordprøver bør alltid tas av lag som synes å ha spesiell høy eller lav vannledningsevne. Videre skal det tas prøver av lag der filterflaten i infiltrasjonsfilteret kan bli lagt. Også lag med spesiell stor tykkelse bør prøvetas.

For å få en representativ jordprøve, er det nødvendig å ta ut mer jord enn det laboratoriet trenger til korngraderingsanalysen. Partikler større enn 32 mm sorteres fra, og andelen av det samlede jordvolumet noteres (f.eks. 30 % > 32 mm). For godt sortert silt og sand bør det graves ut minimum 1 liter jord. Denne jorden blandes godt, og det tas vare på minimum 0,5 liter av prøven. For andre jordarter skal det graves ut minimum 3 liter. Også disse massene blandes godt og det tas vare på minimum 1 liter jord. Prøven merkes med gårds- og bruksnummer, saksnummer, prøvehullnummer, prøvedyp og dato.

² Podsoljord oppstår som følge av at syrer fra strønedfall (hovedsakelig fra barskog) vasker ut lettoppløslige mineraler øverst i jorda, noe som gir et nesten hvitt jordlag under torva. Lenger nede nøytraliseres syrene. Mineralene (blant annet jern) felles ut og gir et rustrødt lag.

3.2.3. Eksempler på profilbeskrivelser

Eksempel 1: Profil fra elveavsetning

DYBDE [m]	JORDART	MERKNADER [f.eks. grunnvann, fasthet og nivå for jordprøver]
	Sand	Liten lagringsfasthet i hele profilet
0,5	Sandig grus	
	Sand	← Jordprøve 0,6-0,8 meter Mulig infiltrasjonsnivå
1,0	Finsand	← Jordprøve 1,0-1,5 meter
1,5		← Et lite vannutslag registrert
	Silt	← Jordprøve 1,7-1,8 meter
2,0	Grusig sand	← Grunnvannsnivå 30.06.2009
	Silt	
2,5	Finsand	

Eksempel 2: Profil fra breelvavsetning

DYBDE [m]	JORDART	MERKNADER [f.eks. grunnvann, fasthet og nivå for jordprøver]
	Matjord	
0,5	Middels sand med lag og linser av grusig sand eller silt	← Jordprøve 0,5-0,6 meter
1,0		
	Grus og sand med lommer av stein	← Jordprøve av sand og grus 1,3-1,6 meter
1,5		
2,0	Sandig morene Stor lagringsfasthet	Grunnvann ble ikke registrert 17.09.2009
2,5		

Eksempel 3: Profil fra avsmeltningsmorene

DYBDE [m]	JORDART	MERKNADER [f.eks. grunnvann, fasthet og nivå for jordprøver]
0,5	Grusig morene Liten lagringsfasthet	
1,0	Grusig morene med lag av sandig morene Middels lagringsfasthet	← Jordprøve 0,6—1,0 meter
1,5	Sandig morene Middels til stor lagringsfasthet	← Jordprøve 1,3-1,4 meter
2,0	Grusig morene Stor lagringsfasthet	← Jordprøve 1,9-2,1 meter
2,5		Grunnvann ble ikke registrert 11.10.2009

Eksempel 4: Profil fra bunnmorene

DYBDE [m]	JORDART	MERKNADER [f.eks. grunnvann, fasthet og nivå for jordprøver]
0,5	Sandig morene Liten lagringsfasthet	← Jordprøve 0,35-0,45 meter Mulig infiltrasjonsnivå
1,0	Sandig morene Middels lagringsfasthet	← Et svakt vannutslag registrert 20.08.2009
1,5	Sandig morene Stor lagringsfasthet	Drenering oppstrøms infiltrasjonsfilteret er nødvendig

4. Forurensning av grunnvann

4.1. Grunnvann i jord

4.1.1. Generelt

Infiltrasjon av avløpsvann i naturlige løsmasser kan påvirke grunnvannskvaliteten. Grunnvannet er samtidig en del av jordsresipienten og bidrar til nedbrytning, fortynning og tilbakeholdelse av forurensningsstoffer i det infiltrerte avløpsvannet.

Avstand mellom infiltrasjonsflate og høyeste grunnvannstand skal minimum være 50 cm. Dette kravet er satt for å oppnå best mulig renseeffekt og for å unngå at infiltrasjonsfiltrene oversvømmes. Det er derfor nødvendig å kjenne grunnvannets lokale strømnings- og fluktuasjonsmønster.

4.1.2. Magasintyper

Grunnvannet fyller porer og sprekker i løsmasser og fjell, og grunnvannsspeilet er avgrensning mot den umettede sonen (sigevannssonen).

I grunnvannsmagasinet kan strømningsretning og vannets oppholdstid variere, avhengig av de stedlige gradientforholdene og magasinenes hydrogeologiske egenskaper.



Figur 4.1. Beliggenheten av selvmatende magasin og infiltrasjonsmagasin i en dalbunn

Vi skiller mellom to hovedtyper av grunnvannsmagasin i løsmasser (figur 4.1):

Infiltrasjonsmagasin. Grunnvannsmagasinet står i direkte kontakt med vassdrag, og grunnvannsdannelsen skjer ved infiltrasjon av vann fra disse.

Selvmatende magasin. Nydannelsen av grunnvann er avhengig av de stedlige nedbørs- og avsmeltingsforhold. Disse magasinene kan være åpne eller avstengt med ugjennomtrengelige lag (artesiske reservoarer).

Infiltrasjonsmagasinene er mest vanlige i elveavsetninger langs vassdrag i bunnen (figur 4.1). Grunnvannsspeilet vil her grovt sett være i samme nivå som vannstanden i vassdraget, og endringene i grunnvannsnivået vil tilnærmet følge endringene i elvevannstanden. I dalsider og høyereliggende terrasser vil en vanligvis finne selvmatende magasin. I disse magasinene har grunnvannsnivået sesongmessige fluktuasjoner, avhengig av de stedlige nedbørs- og avsmeltingsforhold.

4.1.3. Fluktuasjoner

I VA/Miljø-blad nr. 59 er det satt krav til minste avstand mellom infiltrasjonsflaten og høyeste grunnvannstand. Ved en resipientundersøkelse må en derfor ha kjennskap til de

naturlige endringene på stedet, og i hvilke perioder av året grunnvannsnivået er høyest (minste avstand mellom infiltrasjonsflaten og grunnvannsspeilet).

De naturlige endringene i grunnvannsnivået kalles fluktuasjoner. Størrelsen på fluktuasjonene bestemmes av flere faktorer hvorav de viktigste er nedbørfordelingen, magasin størrelse og løsmassenes gjennomtrengelighet for vann, både i den umettede og vannmettede sonen. Terrenghelningen og undersøkelsespunktets beliggenhet i nedbørfeltet er også faktorer som er av betydning for fluktuasjonene.

Vi skiller mellom korttids- og langtidsfluktuasjoner. Korttidsfluktuasjonene kommer som følge av intensiv nedbør eller flom. Som oftest vil ikke virkningen på grunnvannet kunne spores umiddelbart, men være gjenstand for en viss faseforskyvning. Størrelsen på denne faseforskyvningen kan variere fra dager til måneder avhengig av bl.a. jordas gjennomtrengelighet og avstanden til grunnvannet. I undergruppen langtidsfluktuasjoner hører årstidsvariasjoner og variasjoner mellom årene. Det er vanskelig å trekke opp generelle mønstre for årstidsvariasjonene i de ulike regioner og avsetningstyper. Figur 4.2 viser noen karakteristiske variasjoner.

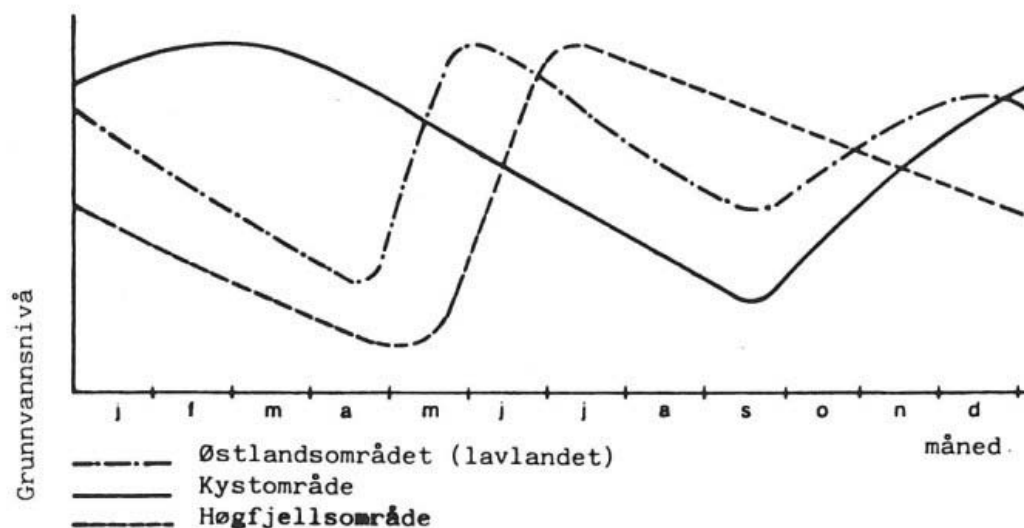


Fig 4.2. Karakteristiske vannstandsvariasjoner over året for en del grunnvannsregioner

I Østlandsområdet (unntatt høgfjellsområdene) kan en observere to maksimum og minimum gjennom året. Det ene minimum opptrer på ettersommeren like før snøsmelting og det andre minimum på ettersommeren i september. Det ene maksimum opptrer like etter snøsmelting, og det andre på slutten av året som følge av høstnedbør.

I høgfjellsområdene har vi vanligvis et minimum like før snøsmelting og et maksimum like etter snøsmelting. Man kan også i disse områder ha et lite maksimum om høsten, men dette er avhengig av snø-/teledetforhold.

I kystområdene (Lindesnes - Vestlandet - Møre og Romsdal), vil mye av vinteren nedbøren falle som regn, samtidig som en har liten teledannelse. Vi har derfor et maksimum på vinterstid med avtagende vannstand utover sommeren til en når et minimum om lag i september, og deretter er vannstanden igjen økende utover senhøsten/vinteren.

Vannstandsvariasjonene vil være av ulik størrelse i de forskjellige geologiske avsetninger. I moreneområdet vil variasjonen være størst pga. lavt effektivt porevolum. Variasjoner på 1- 3 meter er vanlig i norske morener.

I glasifluviale og fluviale avsetninger, der det effektive porevolum er større, vil variasjonene vanligvis være mindre enn i morene. Langtidsvariasjonene kan imidlertid også i disse avsetningene bli store.

De presenterte eksemplene kan legges til grunn ved vurderinger av endringer i grunnvannsstanden. Dataene vil kunne gi indikasjoner på hvilke endringer en kan forvente innenfor et aktuelt resipientområde. Dette utelukker imidlertid ikke lokalklimatiske og hydrogeologiske vurderinger. Dataene gjelder selvmatende magasin. I resipientområder der grunnvannstanden fluktuerer med vannstanden i vassdrag må en kjenne vannføringsmønsteret for vassdraget.

4.2. Grunnvann i fjell

Norske bergarter er med få unntak i seg selv nærmest ugjennomtrengelig for vann. Grunnvannet opptrer i forgrenete sprekkesystem i fjellmassivene og beveger seg gjennom sprekkeene mot lavere nivå. Det er imidlertid meget stor forskjell på hvor åpne og forgrenete sprekkesystemene er. I harde, massive bergarter er vannet knyttet til hovedsprekkesystemer som ofte følger daler og søkk i terrenget. Utenfor disse sprekkesonene kan slike bergarter være tette. Sandsteins- og kalksteinsbergarter har normalt et godt utviklet sprekkesystem og gir derfor oftest rikelig med vann. Skiferbergarter er relativ bløte. Sprekkesystemer i disse bergarter er lite gjennomtrengelige for vann.

I bergarter med åpne og godt utviklete sprekkesystemer kan forurensningsstoffer spres over store avstander. I massive bergarter og skiferbergarter er risikoen for spredning av forurensningsstoffer liten.

4.3. Forurensningsaspekter

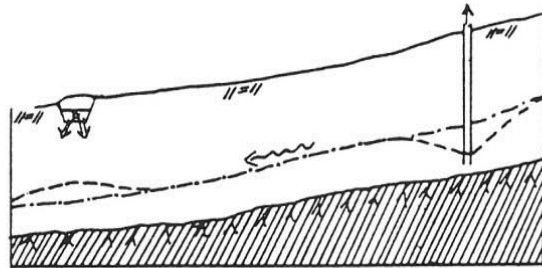
Infiltrasjon av avløpsvann utgjør en potensiell fare for forurensning av grunnvann. Ved plassering av avløpsanlegget skal det derfor tas hensyn til eventuell utnyttelse av grunnvann til drikkevannsformål (se også Vedlegg 11.1). Følgende situasjoner kan være aktuelle:

1. Grunnvannsstanden i uttaksområdet er ved maksimalt vannuttak alltid høyere enn terrengoverflaten ved infiltrasjonsanlegget. Minimumsavstanden mellom vannuttak og infiltrasjonsanlegget (slamavskiller, pumpekum, fordelingskum og infiltrasjonsfilter) bør imidlertid ikke være mindre enn 10 meter med mindre det er foretatt grundige hydrogeologiske vurderinger.
2. Grunnvannsstanden i uttaksområdet er lavere enn i infiltrasjonsområdet. Der det er beskyttende lag av tette jordarter eller massivt fjell mellom grunnvannsmagasinet og infiltrasjonsanlegget, kan infiltrasjon tillates selv om vanninntaket ligger lavere enn infiltrasjonsanlegget. Med tette jordarter menes jord med vannledningsevne som er mindre enn 0,5 meter per døgn (middels og fin silt, sandig og siltig morene, samt leirholdige masser). Avstanden mellom drikkevannsinntaket og infiltrasjonsanlegget skal være minimum 30 meter og tykkelsen på de tette lagene skal være minimum 1,0 meter. Hvis det derimot er vanngjennomtrengelige jordmasser mellom drikkevannskilden og infiltrasjonsanlegget, må strømningsretning og gradientforhold klarlegges i tillegg til jordart og jordartsfordeling (se vedlegg 1, 3 og 8). Det må her stilles store krav om tilbakeholdelse av forurensningsstoffer (se Vedlegg 10).
3. Høydeforskjellen mellom brønnen og avløpsanlegget tilsier at infiltrert avløpsvann kan nå frem til drikkevannskilden og forurense denne. Forholdsregler og prosedyre som beskrevet for alternativ 2 bør følges.

4.4. Eksempler på forurensning av brønner

4.4.1. Brønn i løsmasser oppstrøms forurensningskilde

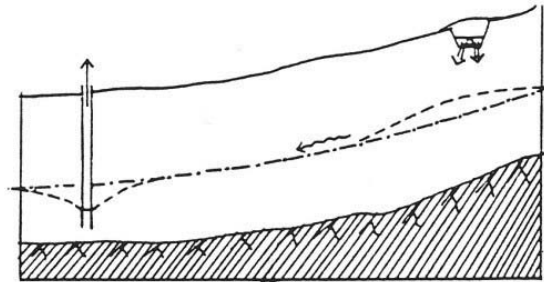
Dette er den ideelle situasjonen. Brønnen blir ikke forurensset forutsatt at senkningstrakten rundt brønnen ikke snur grunnvannets strømningsretning (figur 4.3).



Figur 4.3. Brønn i løsmasser oppstrøms forurensningskilde

4.4.2. Brønn i løsmasser nedstrøms forurensningskilde

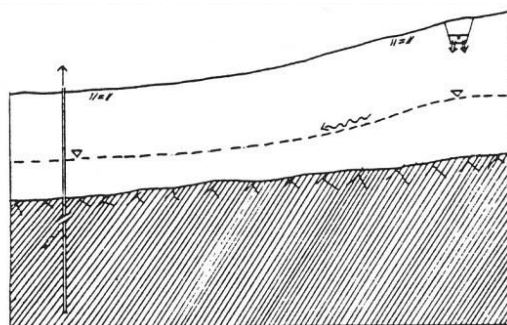
Det må her stilles krav til beskyttelsesavstand mellom brønn og forurensningskilde avhengig av jordart. Situasjonen krever analyse (figur 4.4).



Figur 4.4. Brønn i løsmasser nedstrøms forurensningskilde

4.4.3. Borebrønn nedstrøms forurensningskilde

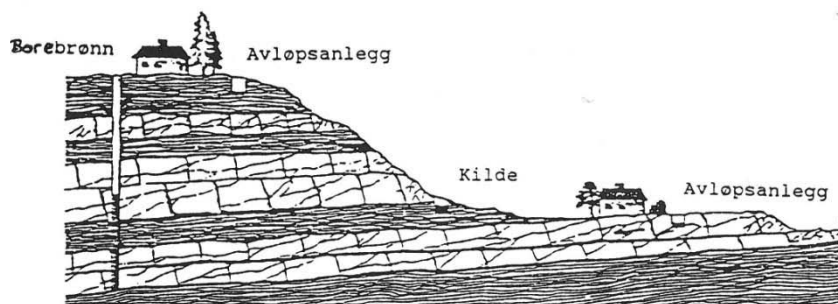
Berggrunnen mellom brønnen og forurensningskilden er dekket med tette jordmasser. Det er minimal risiko for at brønnen forurenses forutsatt rett utforming av brønnen (figur 4.5).



Figur 4.5. Borebrønn nedstrøms forurensningskilde

4.4.4. Det lille kretsløpet

Området består av lagdelte oppsprukne bergarter i veksling med tette bergarter. Nedre eiendom får vann fra utbygget kilde ovenfor huset. Kilden kommer frem på grensen mellom oppsprukne og tette bergarter. Avløpet blir ført ned i oppsprukne lag. Øvre eiendom tar vann fra borebrønn.

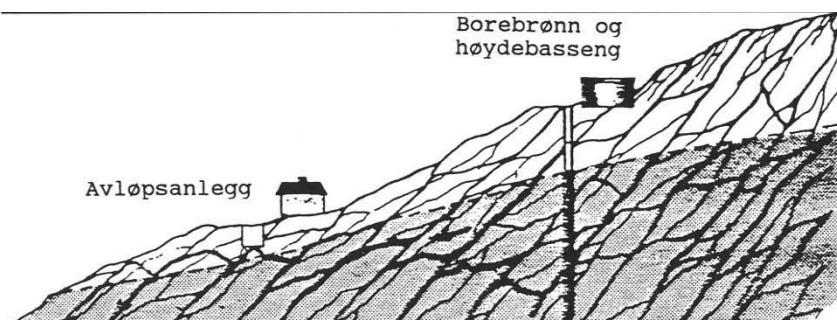


Figur 4. 6. Forurensning av brønn

Etter en tid trekker borebrønnen til seg avløp fra naboens anlegg gjennom sprekker i det nedre oppsprukne og vannførende laget. Det øvre renseanlegget vil ikke føre til forurensning på grunn av tette lag. Det er her forutsatt at anlegget er bygget riktig (figur 4.6).

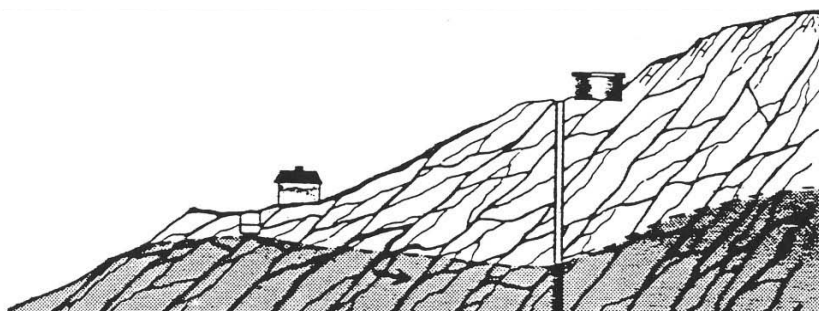
4.4.5. Forurensning av felles brønn

Borebrønnen får vann fra et forgreinet sprekkesystem. Vannstanden står høyt i brønnen (øverst til høyre i figur 4.5). Grunnvannsstrømmen går fra høydepartiet ut mot flaten (figur 4.7).



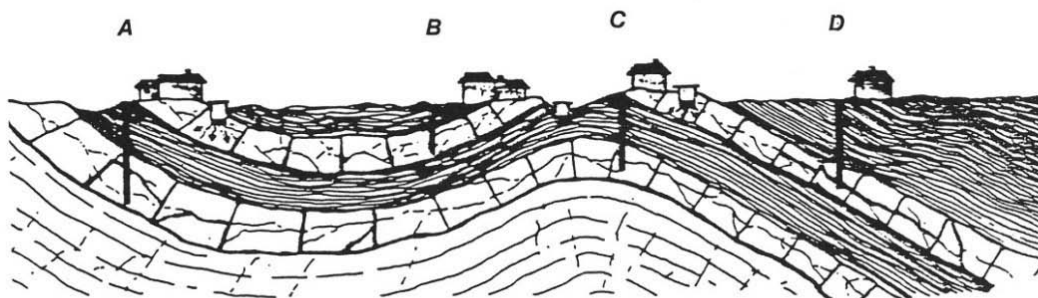
Figur 4.7. Forurensning av felles brønn I

Ved stort vannuttak og pumping f.eks. til høydebasseng senkes grunnvannet. Grunnvannsstrømmen endres og avløpsvann fra huset nedenfor siger til borebrønnen (figur 4.8).



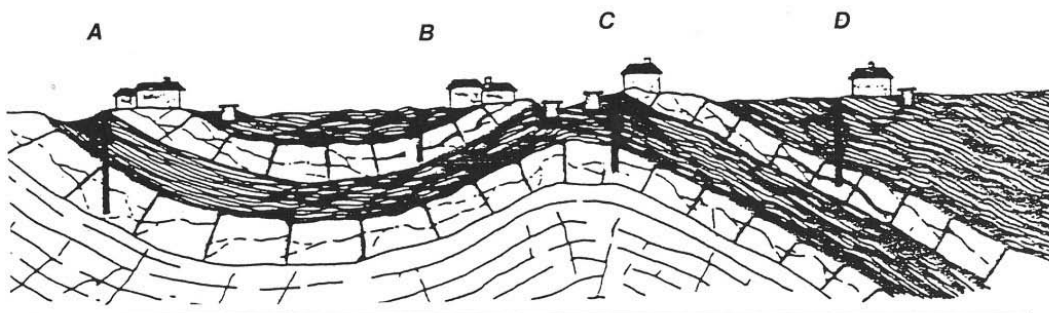
Figur 4.8. Forurensning av felles brønn II

4.4.6. Avløpsvann og borebrønner



Figur 4.9. Forurensning av brønner

Borebrønnene A - D får vann fra kalksteiner som er beskyttet ved tette skiferformasjoner. Borebrønn B og D er forurensset av naboens avløpsvann (figur 4.9).



Figur 4.10. Forurensning av brønner

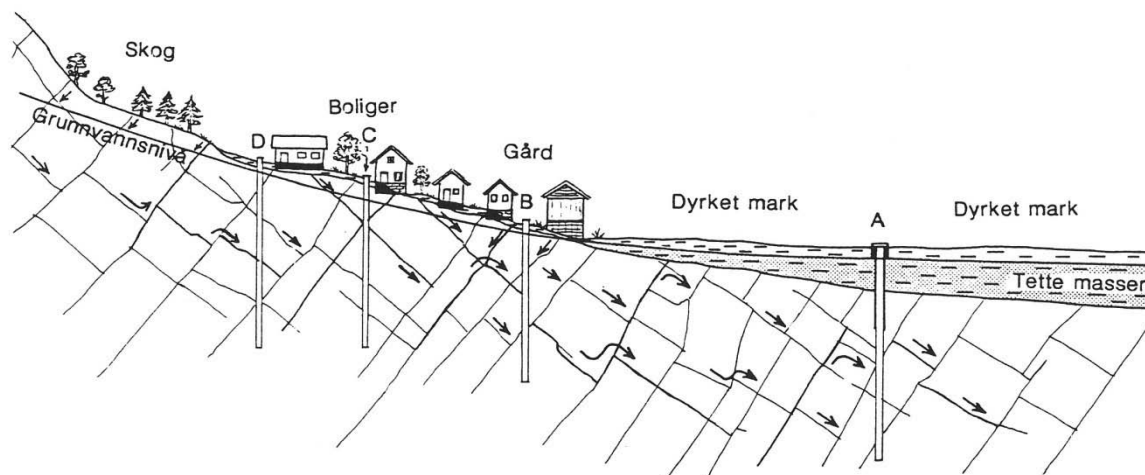
En flytting av avløpssystemet til skiferformasjonene vil kunne hindre forurensning (figur 4.10). I dette tilfelle er en felles brønn beste løsning.

4.4.7. Tett bebyggelse på landsbygda

Figur 4.11 viser vanlig arealdisponering på landsbygda. Områder med sammenhengende jorddekke er oppdyrket og bebyggelsen er lagt til områder med tynne og usammenhengende løsmasser. Der dyrket mark består av tette masser (f.eks. morene) er det god beskyttelse av grunnvann. Brønn A behøver derfor ikke bli forurensset. Sandjord derimot slipper igjennom forurensningsstoffer. Der sandjord er oppdyrket og ligger direkte på oppsprukket fjell er det liten beskyttelse av grunnvannsmagasinet.

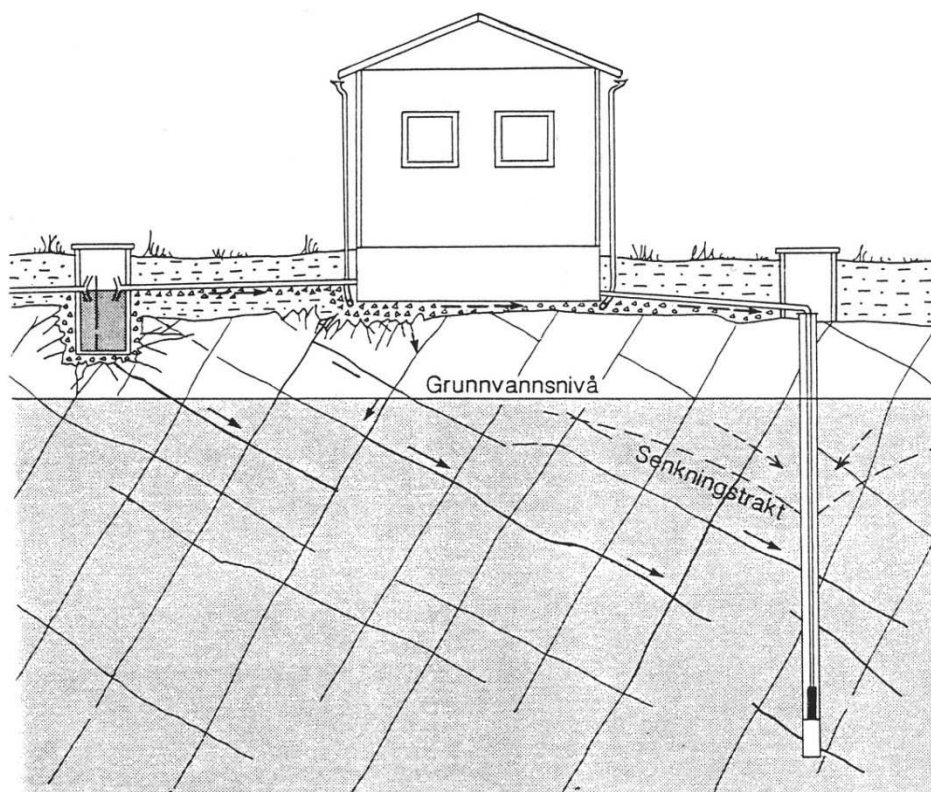
Sprenging i forbindelse med byggevirksomhet gir sprekker i fjellet og åpner for en betydelig nedtrenging av vann. Drensvann og lekkasjevann fra avløpsanlegg kan lett trenge ned i grunnvannet. Brønn B og C er sterkt utsatt for slik forurensning.

Grunnvannsmagasinet mates med grunnvann fra høyereliggende områder og tilføres ikke vann fra bebygde områder. Vannet i brønn D forurenses derfor vanligvis ikke av drensvann og avløpsvann.



Figur 4.11. Forurensning av brønner

4.4.8. Lokale forurensningskilder



Figur 4.12. Forurensning av brønner

En bolig bygges, og det må sprenges for å få satt opp grunnmur og satt ned slamavskiller. Slamavskiller settes ned på den ene siden av huset og brønn bores på den andre siden (figur 4.12). Sprengingen åpner for nedtrenging av betydelige vannmengder. Ved lekkasje fra slamavskiller kan avløpsvann følge sprekkesystemet frem til brønnen. Ved lekkasje kan vann også følge pukklaget rundt avløpsledningen tilbake til huset. Derfra kan det trenge ned i brønnen via sprekker i fjellet eller via grunnmursdrenering og pukklag rundt vannledningen. Taknedløp og drens vann kan følge de samme kanaler. Der det er fjell helt i dagen, kan det bli betydelig mer sprenging og risikoen for nedtrenging av takvann, drens vann og avløpsvann øker dermed tilsvarende.

4.4.9. Forurensning av grunnvannsmagasin



Figur 4.13. Forurensning av grunnvannsmagasin med lagdelte oppsprukne bergarter

Området består av massive oppsprukne bergarter i veksling med lagdelte tette bergarter (figur 4.13). De oppsprukne bergartene danner oppstikkende rygger, mens de tette bergartene betinger forsenkningene. De to nærliggende brønnene A og B vil ha liten eller ingen kontakt, mens brønnene B og C vil kunne virke direkte inn på hverandre da de tapper av samme magasin. Utslipp av avløpsvann til grunnen i ryggen ved A og B vil forurense begge brønner, mens A neppe vil bli påvirket. A kan derimot forurennes av eget avløpsvann.

4.4.10. Spredning av forurensningsstoffer

I Sildredalen er det to gårdsbruk, en kårbolig og en enebolig (se figur 4.14). I dalbunnen er det jordmasser med lav vanngjennomtrengelighet. Dalsidene har tynt og usammenhengende jorddekke over fjell, og domineres av vanngjennomtrengelig sand og grus. Ved Høgda er der igjen sammenhengende jorddekke bestående av sandige masser med høy vannledningsevne. Fra Høgda og ned forbi Lund er der en markert sprekkeseone i fjellet. Denne sprekkeseonen tilføres vann fra fjellgrunnen omkring.

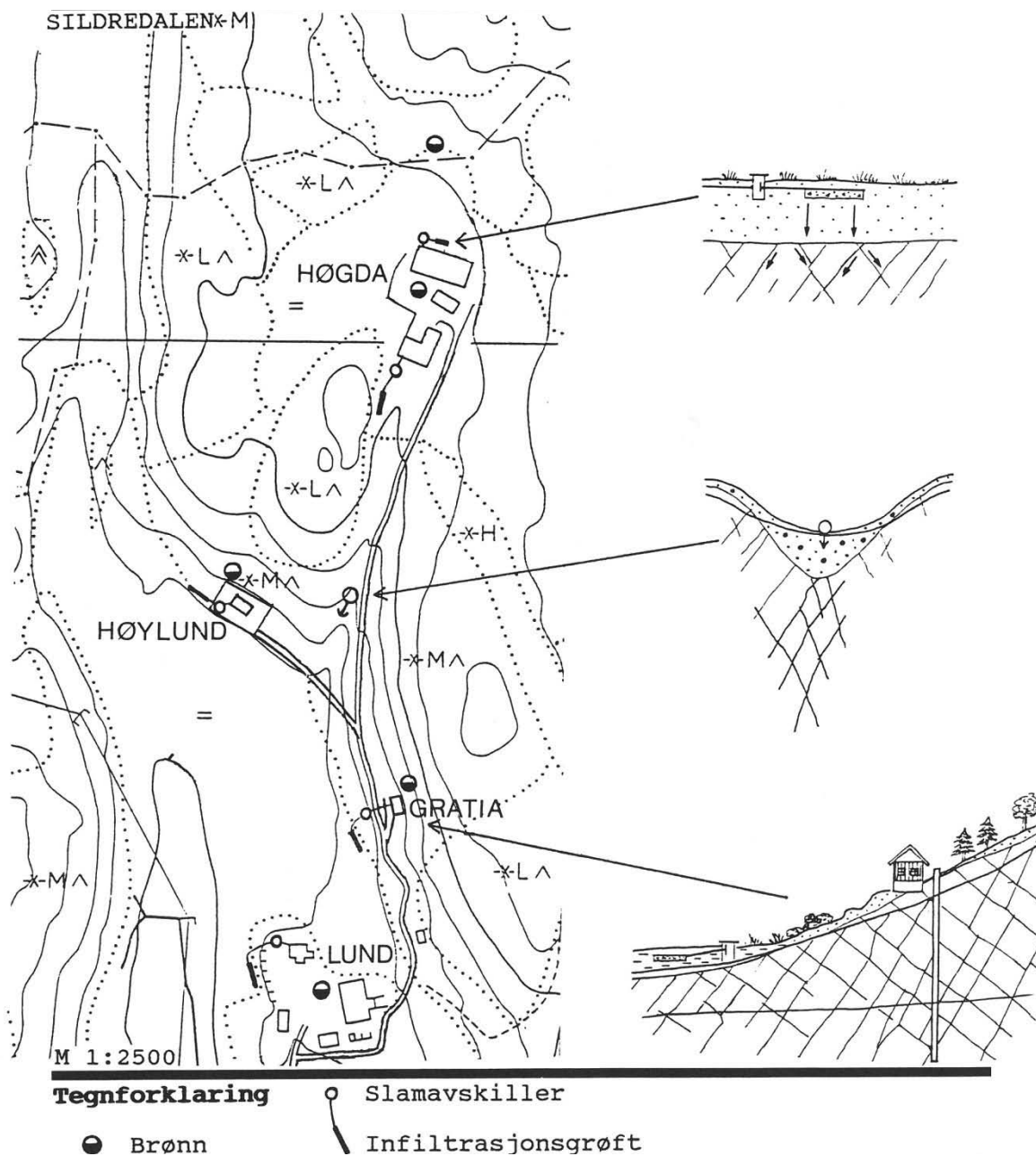
Lund tok tidligere vann fra kilden øst for Høylund. Høgda forurenset kilden ved utslipp til sprekkeseonen, og Lund boret etter vann på gårdsplassen. Forurensninger følger sprekkeseonen i fjellet og ved stort vannuttak er det også påvist forurensninger i denne brønnen. Infiltrasjonsanlegget til Lund er bygget i masser med lav vannledningsevne og forurenser ikke brønnen.

Gratia har borebrønn i fjell ovenfor huset og infiltrasjonsanlegg i masser med lav vannledningsevne. Brønnen trekker vann fra et mindre sprekkesystem øst for boligen og ikke fra hovedsprekken. Infiltrasjonsanlegget forurenser ikke grunnvann i fjellsprekkene.

Også Høylund har vannforsyning fra fjellboring og infiltrasjon av avløpsvann i jordmasser med lav vannledningsevne. De hydrogeologiske forholdene er nokså like forholdene ved Gratia.

Høgda hadde vannforsyning fra borebrønn midt på gårdsplassen. Jordmassene består av sand og grus. Brønnen ble derfor forurenset av sigevann og drensvann, samt punktutslipp fra driftsbygningen og boligen. Det ble derfor boret ny brønn i åkerkanten oppstrøms forurensningskildene. Denne brønnen har god vannkvalitet.

Eksemplet viser tilfeldig utbygging av vann- og avløpsanlegg. Ved samordnet utbygging ville en borebrønn trolig kunne forsyne hele grenda med vann.



Figur 4.14. Eksempel som viser tilfeldig utbygging av vann- og avløpsanlegg

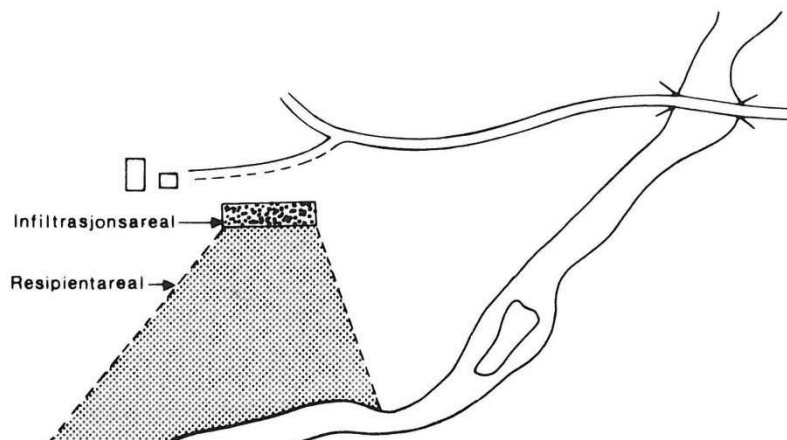
5. Krav til infiltrasjonsareal og resipientareal

Jordmassene ved og nedstrøms infiltrasjonsfiltre skal tilfredsstille følgende krav:

- Terrenghelningen der infiltrasjonsfilter planlegges bør ikke overstige 20 %
- Avstanden fra filterflaten i infiltrasjonsfilteret til grunnvann, tette jordmasser eller fjell skal være minimum 0,5 meter
- Jordmassene der infiltrasjonsfilter planlegges skal ligge i klasse 2, 3 eller 4 i infiltrasjonsdiagrammet eller ha vannledningsevne på mer enn 2 meter per døgn
- Jordmassene under og nedstrøms infiltrasjonsfilteret skal ha så stor vannledningsevne at det infiltrerte vannet kan strømme bort fra området uten å komme opp på overflaten
- Jordmassene skal ha så høy renseeffekt at det blir tilstrekkelig renset før det når overflatevann eller grunnvann som er eller kan bli utnyttet til drikkevann

Det er praktisk å dele området som skal undersøkes i infiltrasjonsareal og resipientareal (se figur 5.1).

Resipientarealet utgjør området der infiltrasjonsfilteret skal bygges samt området nedenfor infiltrasjonsfilteret. Infiltrasjonsarealet utgjør bare det området der filteret skal bygges.



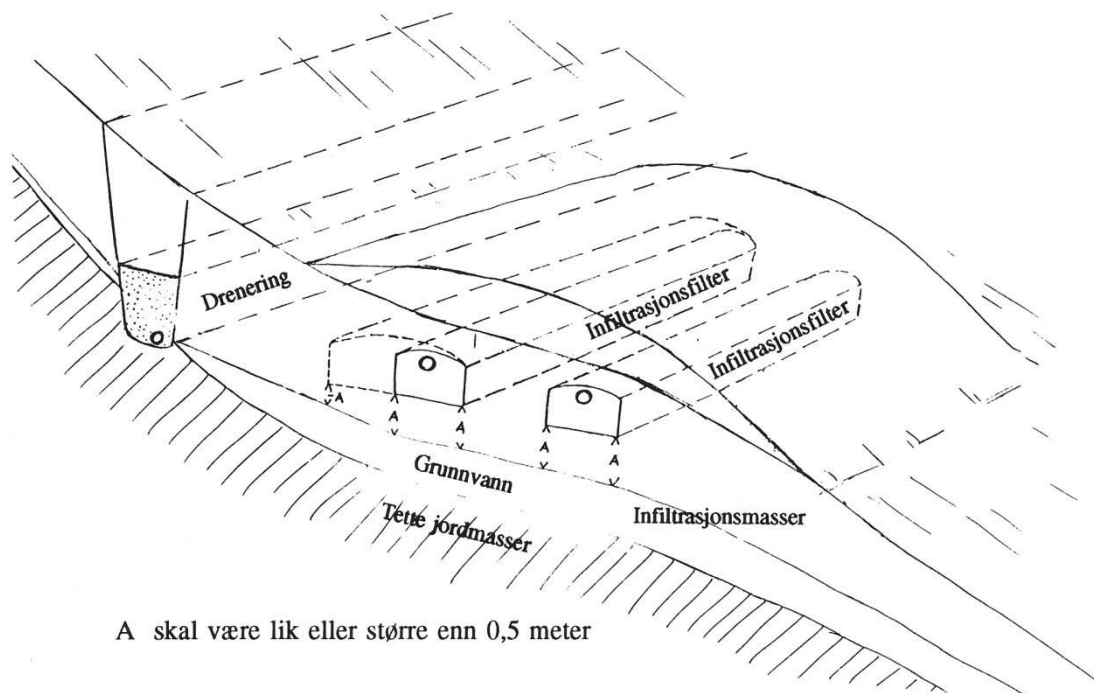
Figur 5.1. Infiltrasjonsareal og resipientareal

5.1. Terrenghelning

Terrengets helning bør ikke være større enn 20 % (1:5). Helningen bestemmes vha. stigningsmåler, nivellerkikkert eller ut fra et godt topografisk kart.

5.2. Jordmassenes tykkelse

Avstanden mellom filterflaten (grøftebunn eller bassengbunn) og grunnvann, tette jordmasser eller fjell skal være minimum 0,5 meter. Avstandskravene er illustrert i figur 5.2.



Figur 5.2. Avstandskrav for infiltrasjonsgrøfter i hellende terreng

Figuren viser infiltrasjonsgrøft bygget i hellende terreng der tykkelsen på egnete infiltrasjonsmasser er marginal. Kravet om en minimum avstand mellom filterflaten og grøftebunn på 0,5 meter gjelder for infiltrasjonsgrøfter i drift og ved høyeste grunnvannsnivå. Dette innebærer at høyeste grunnvannsstand skal registreres. Grunnvannsnivået vil også heves ved tilførsel av avløpsvann. Beregning av denne grunnvannshevingen er beskrevet i Vedlegg 8.

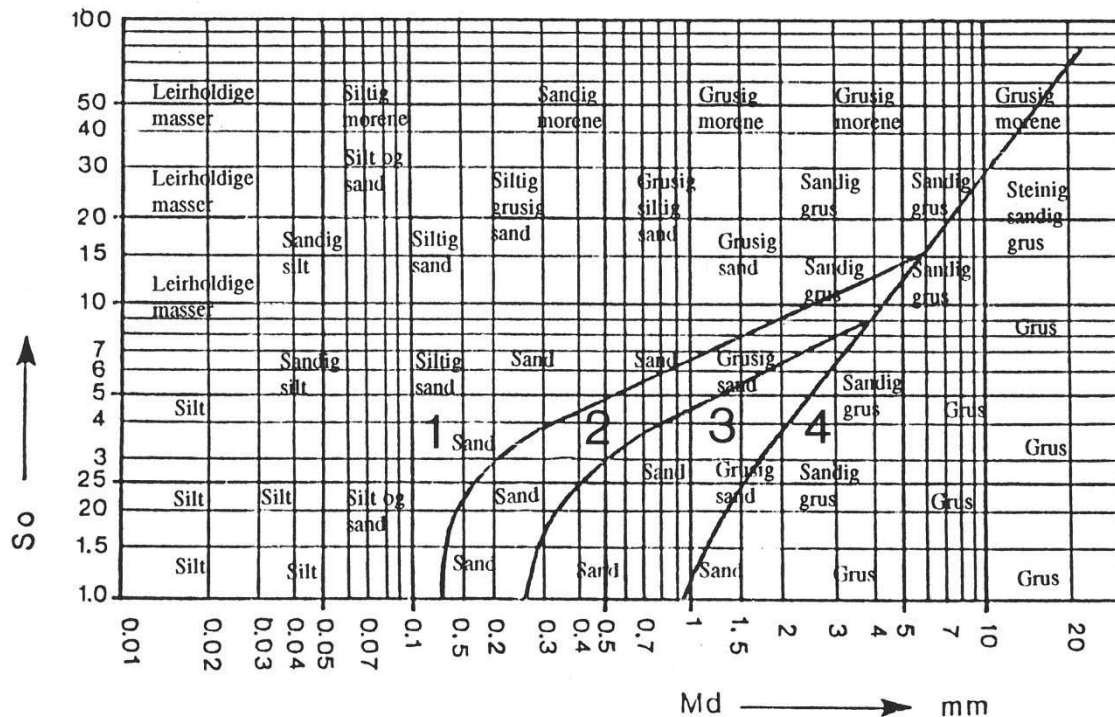
Bestemmelse av maksimal grunnvannsnivå kan ofte ikke gjøres på annen måte enn ved å sette ned peilerør og måle grunnvannsnivået under og etter den periode av året hvor nydannelse av grunnvann er størst. I områder der det i perioder av året er problemer med høyt grunnvannsnivå kan grunnvannet ofte senkes ved å etablere en avskjærende drengroft ovenfor infiltrasjonsgrøftene (se figur 5.2). Avskjærende drengrofter skal legges slik at avløpsvann ikke kan slå tilbake til drengsystemet. Bunnen av drengroftene skal alltid være over høyeste grunnvannsstand under infiltrasjonsgrøftene.

Figur 5.2 viser også at brede grøfter (f. eks. 1,2 meter) og bassenger (f. eks. 2,0 meter) krever større tykkelse av egnete infiltrasjonsmasser enn smale grøfter (f. eks. 0,8 meter). I eksemplet i figur 5.2 bør det benyttes grøfter i stedet for bassenger.

5.3. Jordmassenes kornstørrelsesfordeling og krav til undersøkelser

Jordarter har ulik infiltrasjonsevne for avløpsvann. Godt sortert middels og grov sand kan f.eks. belastes med 40 liter per m^2 og døgn, tilsvarende 25 meter infiltrasjonsgrøft med bredde 1 meter for en enebolig med vannklosett tilknyttet avløpsanlegget (klasse 3 i figur 5.3). De tilsvarende tallene for en grusig morene kan være 10 liter per m^2 og døgn (dvs. $K=2 - 5$ m per døgn) noe som gir 100 m grøft med bredde 1 meter (klasse 1). Det er derfor viktig å få kartlagt hvilke jordarter det er i det aktuelle infiltrasjonsområdet.

Figur 5.3 illustrerer hvilke jordarter det er i de ulike klassene i infiltrasjonsdiagrammet som er nærmere beskrevet i Vedlegg 1.3.



Figur 5.3. Beskrivelse av jordartene i infiltrasjonsdiagrammet

Figuren viser at sand dominerer i klasse 2 og 3 i infiltrasjonsdiagrammet. I klasse 4 er grus dominerende jordart. I den øvre delen av klasse 1 dominerer usorterte og dårlig sorterte jordarter. I den venstre delen av felt 1 dominerer finstoffrike jordarter.

Jordmassenes beliggenhet i infiltrasjonsdiagrammet har avgjørende betydning for hvordan undersøkelsene skal gjennomføres. Domineres jordmassene av sand og grus (klasse 2, 3 og 4 i infiltrasjonsdiagrammet), skal det tas ut jordprøver til korngraderingsanalyser. Dersom dårlig sorterte og finstoffrike jordarter dominerer (felt 1 i infiltrasjonsdiagrammet), skal infiltrasjonstest gjennomføres for klarlegging av jordmassenes infiltrasjonsevne for avløpsvann. Dvs. at der jordmassene ligger i grenseområdet mellom klassene 1 og 2 samt 1 og 4, kan det ofte være nødvendig både å ta ut jordprøver og gjennomføre infiltrasjonstest. Det videre arbeidet vil avgjøre om korngraderingsanalyser skal gjennomføres.

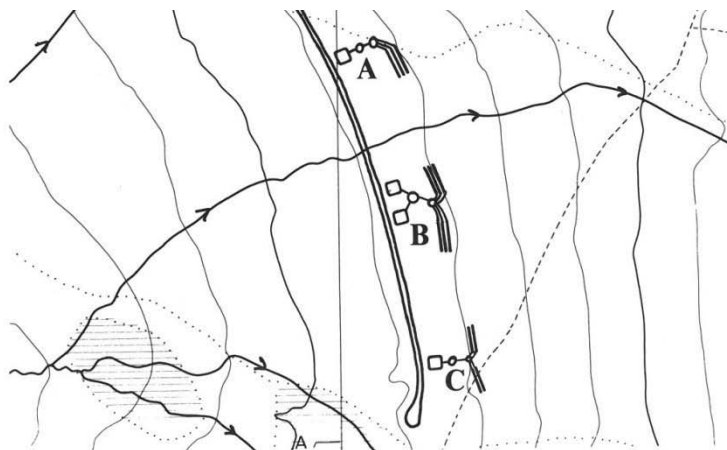
Der jordmassene faller i klassene 2, 3 og 4 i infiltrasjonsdiagrammet skal infiltrasjonsfilteret dimensjoneres ut fra korngraderingskurvene. En god profilbeskrivelse og korrekt uttak av jordprøver er derfor viktig. Profilbeskrivelse og uttak av jordprøver er beskrevet i Vedlegg 3.2. Der jordmassene faller i felt 1, skal infiltrasjonsfilteret dimensjoneres ut fra jordas vannledningsevne. Infiltrasjonstest er omtalt i Vedlegg 6.1.

5.4. Arealbehov

Arealbehovet til et infiltrasjonsfilter er avhengig av følgende forhold:

- Hvor store vannmengder som skal infiltreres
- Jordas evne til å transportere bort infiltrert avløpsvann
- Jordmassenes infiltrasjonskapasitet for avløpsvann
- Jordmassenes renseevne

Figur 5.4 viser hovedprinsipper for infiltrasjon av avløpsvann i hellende terreng.



Figur 5.4. Hovedprinsipper for lokalisering av infiltrasjonsfiltre i hellende terreng

5.4.1. Arealbehov knyttet til infiltrasjonskapasitet for avløpsvann

Der jordmassene faller i felt 3 i infiltrasjonsdiagrammet skal filterflaten være på 25 m², f.eks. en grøft med lengde 25 meter og bredde 1 meter, for enebolig med vannklosett tilknyttet avløpsanlegget. Arealbehovet til infiltrasjonsfilteret er da 1 x 25 meter. Der jordmassene faller i felt 1 og infiltrasjonskapasiteten er 2 - 5 meter per døgn, skal filterflaten være på 100 m² for samme bolig, f.eks. 4 grøfter med lengde 25 meter og bredde 1 meter. Minsteavstand mellom grøftene bør i følge VA/Miljø-blad nr 59 være minst 1 meter.

5.4.2. Arealbehov knyttet til jordas evne til å transportere vann

For å utnytte jordmassenes renseevne og infiltrasjonsevne skal infiltrasjonsgrøfter eller -bassenger normalt bygges parallelt med terrengekotene (egentlig grunnvannskotene) slik det er vist på figur 5.4. For flerhusanlegg er det ofte jordas evne til å transportere bort det infiltrerte vannet (jordmassenes hydrauliske kapasitet) som avgjør grøftenes eller bassengenes lokalisering. I slike tilfeller er det ofte nødvendig å legge grøftene ut til begge sider fra fordelingskummen (anlegg B). Der det er spesielt vanskelige forhold må infiltrasjonsgrøftene også for en enebolig legges ut til begge sider fra fordelingskummen (anlegg C).

For beregning av jordmassenes hydrauliske kapasitet vises til Vedlegg 9. Kravene til infiltrasjonsarealet er beskrevet i avsnittet om "Jordmassenes tykkelse". I resipient-arealet stilles det ikke så store krav til tykkelse på vanngjennomtrengelige jordmasser og hydraulisk kapasitet som i infiltrasjonsarealet. Kravet er her at vann ikke slår ut på terrengoverflaten, og at et høyere grunnvannsnivå ikke er til hinder for bruken av området.

5.4.3. Arealbehov knyttet til renseeffekt

Arealet på resipientområdet er betinget av anleggets bredde, dvs. utstrekning parallelt med grunnvannskotene (se Vedlegg 8), og jordmassene egenskaper som rensemedium (Vedlegg 10).

Der avstanden til grunnvann er mindre enn 0,5 meter må det legges restriksjoner på bruken av resipientområdet (se figur 5.1). Restriksjonene er knyttet til kjøring og graving. Restriksjoner knyttet til vannforsyning er omtalt i Vedlegg 4.

Der grunnvannet og det infiltrerte avløpsvannet strømmes nær terrengoverflaten skal det stilles strenge krav til bruken av resipientområdet. I slike områder må det ikke kjøres med tyngre maskiner. Kjøring kan pakke jordmassene og resultere i vannoppslag. Heller

ikke nedgraving av rørledninger og kabler må finne sted. Ledningstraseer kan fungere som drensledninger og gi utslag av forurenset vann. Der grunnvannet og det infiltrerte avløpsvannet strømmer i dypere jordlag, dvs. 1 - 2,5 meter under terrengoverflaten, er det ikke nødvendig med så strenge begrensninger i bruken av resipientområdet. Graving i grunnvannssonen bør imidlertid ikke tillates.

Det er i vedlegg 11.1 oppgitt veiledende avstander vedrørende rensing av avløpsvann i jord.

6. Metoder for bestemmelse av jordas vannledningsevne

6.1. Infiltrasjonstest

Infiltrasjonstesten gir et mål på jordas vanngjennomtrengelighet, og er en sentral parameter ved bestemmelse av jordmassenes infiltrasjonsevne for avløpsvann og hydrauliske kapasitet (Vedlegg 9).

Hvis kornfordelingskurver gir verdier som faller i klasse 1 i infiltrasjonsdiagrammet skal del utføres infiltrasjonstest for dimensjonering av infiltrasjonsfilteret.

I en infiltrasjonstest måles jordas vannledningsevne med rent vann. Vannledningsevnen måles ved å registrere vannets synkehastighet i en prøvegrop. Testen utføres med et infiltrometer. Et infiltrometer kan bestå av målesylinder, stativ og svamp (se figur 6.1).

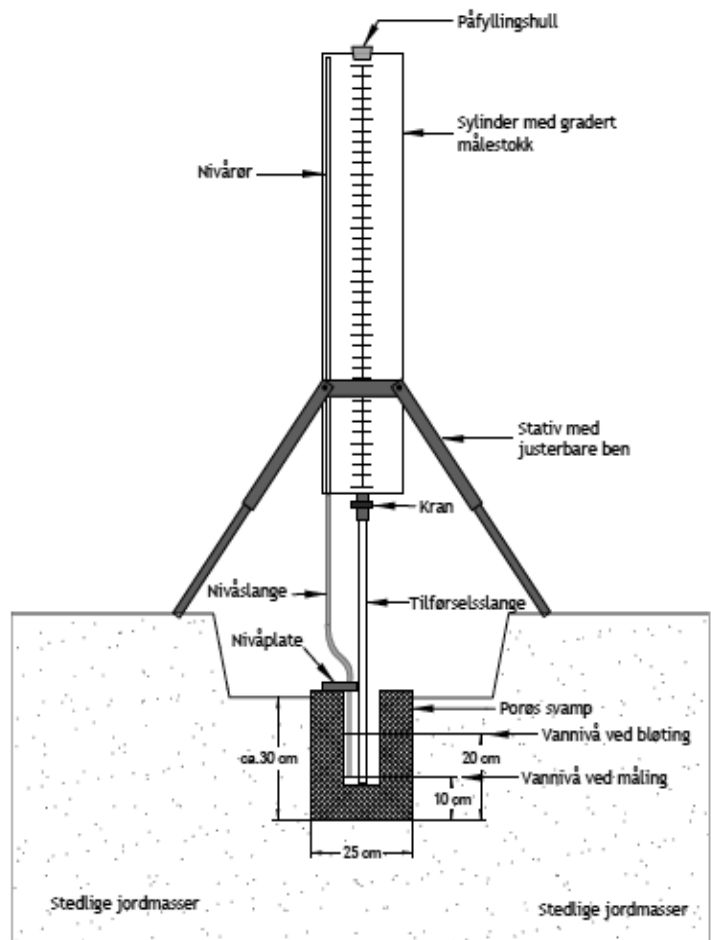
Infiltrometeret kan brukes i alle jordarter unntatt i ren grus. I godt sortert middels og grov sand vil den normalt kreve store vannmengder. I slike jordarter bør derfor andre metoder benyttes.

Infiltrasjonstesten måler den vannmengden per tidsenhet som infiltrerer i en grop med gitt bunn- og sideveggareal. Målingene omregnes til vannledningsevne med benevnelse meter per døgn. Beregning av vannledningsevne (hydraulisk ledningsevne) etter denne metoden kan gi noe høyere verdier enn andre metoder. Dette skyldes at jorda rundt gropa ikke alltid er 100 % vannmettet.

Dagens dimensjoneringskriterier er basert på måling av vannledningsevne i en kvadratisk prøvegrop med horisontal bunn og vertikale vegger. Bunnarealet skal være 25 x 25 cm.

Under måling av vannledningsevnen skal det hele tiden være 10 cm vann i hullet. Konstant vannivå er nødvendig for å få sammenlignbare målinger, samt for å kunne beregne den hydrauliske ledningsevnen på en enkel måte.

Den samlede infiltrasjonsflaten i prøvegroppen er 1625 cm². Plastsvamp benyttes for å støtte opp sideveggene. Den reduserer også nedvasking av finstoff og risikoen for feilmålinger. Hullets utforming og infiltrasjonsflatens størrelse har stor betydning for måleresultatet. Det er derfor viktig at prøvegroppen utformes som beskrevet over og at plastsvamp benyttes.



Figur 6.1. Eksempel på infiltrometer for måling av vannledningsevne i jord

Før infiltrasjonstesten gjennomføres skal jorda gjennombløtes. Svampen settes ned i prøvegroppen, og groppen fylles med vann til minimum 20 cm over bunnen. Dette vannivået skal holdes i minimum 1 time. I jordarter med innhold av leire, eller hvis jorda er svært tørr, benyttes en bløtingsperiode på 2 timer.

Figur 6.1 viser et infiltrometer som er mye benyttet. Andre utforminger av måleenhet og vanntank kan også benyttes. For å unngå feilmålinger bør utstyret imidlertid være tilpasset omtalte prøvegrop. Infiltrometre leveres med komplett bruksanvisning.

6.2. Hazens formel

Det finnes flere formler for beregning av jords vannledningsevne ut fra korngraderingsdata. En av de mest anvendte og enkleste formler er Hazens formel. Formelen bygger på at det er en erfaringsmessig sammenheng mellom kornstørrelse, sortering og jordas vannledningsevne. Den gir derfor en indirekte verdi for jordas vannledningsevne.

Metoden gir ingen muligheter for å korrigere for struktur, lagringsfasthet eller kornform. Disse faktorer har ofte avgjørende betydning for vannledningsevnen. Formelen har derfor et begrenset anvendelsesområde. Den bør bare brukes til bestemmelse av vannledningsevnen for godt sortert sand og fin grus med enkelkornstruktur. Enkelkornstruktur betyr at sand- eller gruskornene ikke er bundet sammen i lag eller større eller mindre klumper (aggregater).

Dersom sorteringen d_{60}/d_{10} får høyere verdi enn 5, bør metoden ikke benyttes. Hazens formel har formen:

$$K = 1000 \cdot d_{10}^2, \quad \text{hvor}$$

K = Vannledningsevne i meter per døgn

d_{10} = Kornstørrelsen for skjæringspunktet mellom 10 %-linjen og kornfordelingskurven

d_{60} = Kornstørrelsen for skjæringspunktet mellom 60 %-linjen og kornfordelingskurven

Beregning av sortering (S_o) er beskrevet i Vedlegg 1.3.

7. Dimensjonerende vannmengde

Dimensjonerende vannmengde (liter/døgn) bestemmes ut fra antall personekvivalenter (pe) og spillvannsforbruket per person per døgn. For små avløpsanlegg (<35 pe), er dimensjonerende vannmengde per enhet beskrevet i VA/Miljø-blad nr. 48 (Slamavskiller) og i Norsk Vann rapport nr 168/2009. Bestemmelse av personekvivalenter er beskrevet i Norsk Standard NS 9426. For beregning av dimensjonerende vannmengde benyttes en gjennomsnittlig spillvannsmengde (gråvann og svartvann) på 1000 liter per bolig per døgn med 5 personer per bolig eller hytte eller 200 liter per person per døgn. For større flerhus anlegg, må det også dimensjoneres for fremmedvann.

Gjennomsnittlig vannforbruk per person og døgn er målt til 150 liter. Dimensjonerende vannmengde er satt noe høyere slik at den fanger opp hovedtyngden av variasjonene i vannforbruk.

Ved dimensjonering av avløpsanlegg i spredt bebyggelse skilles det mellom følgende hovedgrupper:

- Bolig med vannklosett
- Bolig uten vannklosett
- Fritidsbolig med vannklosett
- Fritidsbolig uten vannklosett

Tabell 7.1 gir en oversikt over midlere dimensjonerende vannmengde for disse hovedgruppene. Med full sanitær standard i fritidsboliger er det nå vanlig å dimensjonere vannmengden tilsvarende en enebolig.

Tabell 7.1. Dimensjonerende vannmengde i liter per person og døgn for helårshus og fritidshus

Dimensjoneringsobjekt	Enhet	Vannmengde (liter/døgn)
Bolighus (maks. 5 pe)	Boligenhet	1000
Bolighus kun gråvann	Boligenhet	700
Hytter*	Hytte	500
Hytter* kun gråvann	Hytte	350
Skoler	Elev	40
Arbeidsplasser	Ansatt	80
Serveringssteder	Sitteplass, inkl. ansatte/kjøkken etc.	100
Overnattingssteder	Seng, avhengig av standard	275 - 500

* Hytter med høy sanitær standard dimensjoneres som bolighus

8. Metodikk for bestemmelse av hydraulisk gradient og strømningshastighet

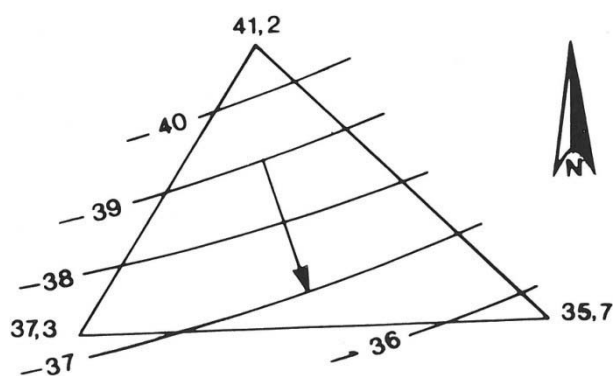
8.1. Hydraulisk gradient

Grunnvannsspeilets helning i et resipientområde gjenspeiler de bevegelser som til enhver tid skjer i grunnvannsmagasinet. I praksis vil grunnvannets hydrauliske gradient være lik helningen på grunnvannsspeilet. Gradienten og strømningsretningen kan bestemmes ved å måle avstanden til grunnvannet på minimum tre steder innen resipientområdet. På grunnlag av disse dataene kan grunnvannsoverflatens form konstrueres etter samme prinsipp som terrengformene fremstilles etter på et topografisk kart.

I jordarter med lav vanngjennomtrengelighet, f.eks. bunnmorene, vil grunnvannsoverflaten normalt ha tilnærmet samme helning og gradient som terrengoverflaten. Verdier kan da måles med stigningsmåler eller leses direkte fra kart.

8.1.1. Bestemmelse av avstanden til grunnvannsspeilet

Grunnvannsspeilet må bestemmes på minimum tre lokaliteter innen resipientområdet. Disse lokaliteter må velges slik at de tilnærmet utgjør hjørnene i en likesidet trekant, og er representative for grunnvannsmagasinet. Observasjonene kan gjøres f.eks. i prøvehull og brønner. Avstanden mellom punktene (dvs. lengden av trekantens sider) bør ikke overstige 50 meter.



Grunnvannsspeilet nivelleres ut fra et referansenivå, f.eks. en stor stein. Denne gis relativ høyde på f.eks. + 50 meter slik at det bare blir positive verdier.

Figur 8.1. Den hydrauliske trekanten for konstruksjon av ekvipotensiallinjer

8.1.2. Konstruksjon av ekvipotensiallinjer

Ekvipotensiallinjene (eller grunnvannskotene) forbinder punkter på grunnvannsmagasinet overflate som har samme høyde. Til konstruksjon av linjene benyttes den hydrauliske trekanten. Lokaliteten der grunnvannsspeilets høyde er målt, avsettes på et kart eller på et nøytralt ark med riktig relativ orientering mellom punktene. De innmålte relative høydene settes av ved hvert punkt. Hver side i trekanten deles opp i hele meter ved interpolasjon. Forbindelseslinjen mellom punkter med samme høyde utgjør ekvipotensiallinjen eller grunnvannskoten.

8.1.3. Bestemmelse av grunnvannsstrømmens retning.

Grunnvannets strømningsretning finnes ved å trekke en linje vinkelrett på ekvipotensiallinjene.

8.1.4. Bestemmelse av grunnvannets hydrauliske gradient

Grunnvannets gradient eller helning bestemmes ut fra to ekvipotensiallinjer etter følgende formel:

$$I = \frac{h' - h''}{L}, \text{ hvor}$$

I	=	Den hydrauliske gradienten (ubenevnt)
h'	=	Høyden av den høyest beliggende ekvipotensiallinje
h''	=	Høyden av den lavest beliggende ekvipotensiallinje
L	=	Horizontal avstand i meter mellom ekvipotensiallinjene

Eksempel:

h'	=	40 meter
h''	=	37 meter
L	=	33 meter
I	=	(40-37)/33

Den hydrauliske gradienten blir $I = 0,09$

8.2. Strømningshastighet i jord

Vannets strømningshastighet i jordmassene er ofte av stor betydning når forurensningsaspekter i forbindelse med infiltrasjon av avløpsvann vurderes. Vannets strømningshastighet i jordporene er avhengig av følgende:

- Jordas vannledningsevne (se Vedlegg 6)
- Grunnvannets gradient
- Effektiv porevolum i jordmassene

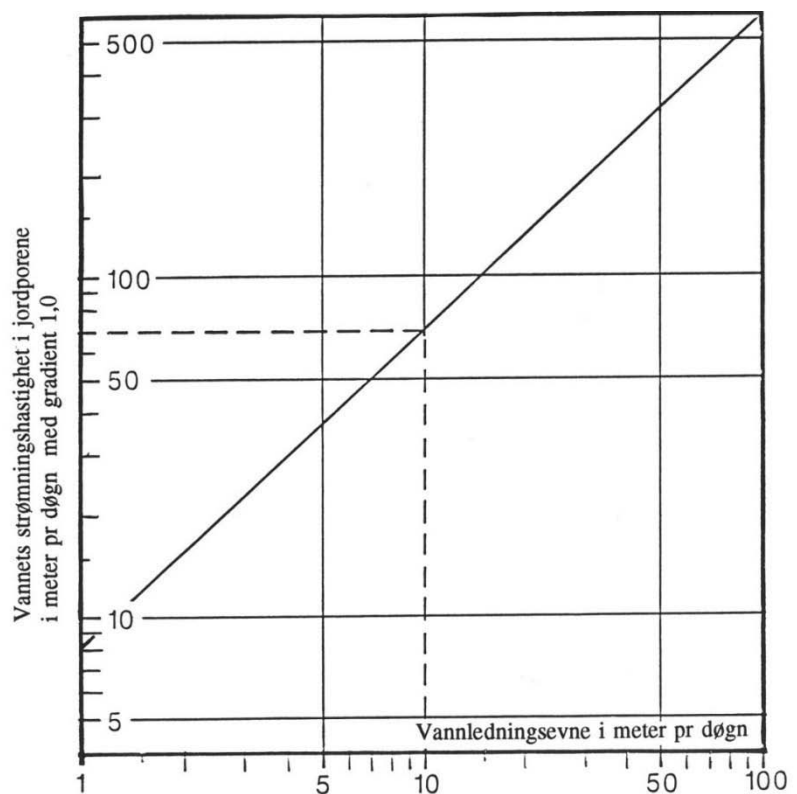
Jordas vannledningsevne og hydraulisk gradient kan måles direkte i felt. Beregning av effektivt porevolum krever imidlertid spesialundersøkelser i laboratorium. Det er derfor utarbeidet et diagram for bestemmelse av vannets hastighet i jordporene (se figur 8.2).

Vannets strømningshastighet i jordporene er avhengig av det effektive porevolumet, porevolumets fordeling på store og små porer, samt i hvilken grad det er variasjoner i kornstørrelsesfordeling og lagringsfasthet. Verdiene som hentes ut av diagrammet må derfor betraktes som veiledende.

For beregning av strømningshastighet i jordporene benyttes følgende fremgangsmåte: Jordmassenes vannledningsevne bestemmes ved hjelp av infiltrasjonstest eller Hazens formel. Vannets strømningshastighet i jordporene med gradienten 1,0 bestemmes ved hjelp av figur 8.2. Denne verdien multipliseres deretter med grunnvannets gradient.

Eksempel:

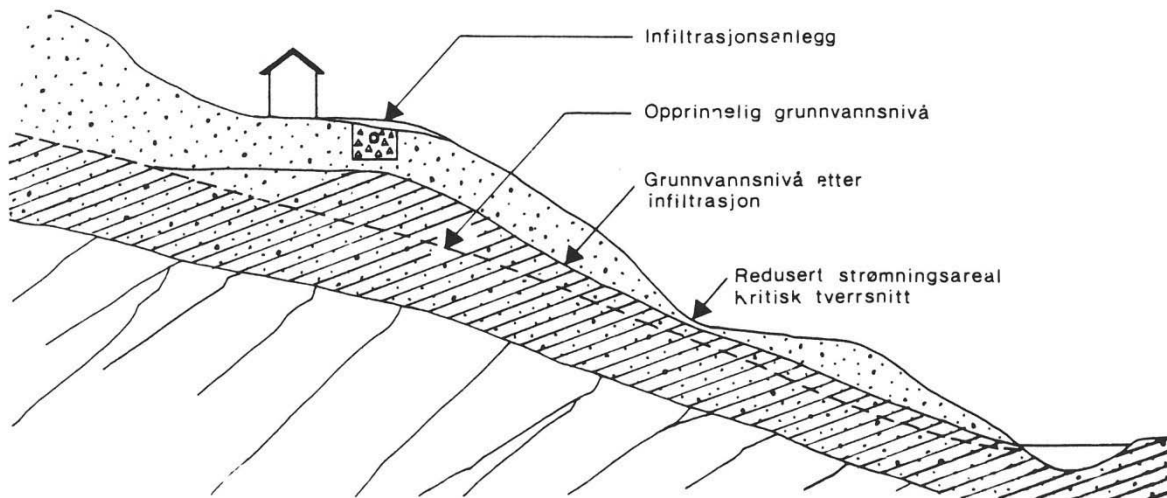
Vannledningsevnen er med infiltrasjonstest målt til 10 meter per døgn. Diagrammet i figur 8.2 viser at strømningshastigheten i jordporene med gradient 1,0 da er 70 meter per døgn. Feltundersøkelser har vist at grunnvannsgradienten i området er 0,09. Vannets strømningshastighet i jordporene i det undersøkte området vil da bli 6,3 meter per døgn.



Figur 8.2. Diagram for bestemmelse av vannets strømningshastighet i jordporene

9. Jordmassenes hydrauliske kapasitet

Den hydrauliske kapasiteten er et uttrykk for jordmassenes evne til å transportere bort vann fra infiltrasjonsstedet. Ved infiltrasjon av avløpsvann vil jordmassene få et vanntilskudd utover det som infiltreres fra nedbør. Dette kan føre til heving av grunnvannsnivået i resipienten. Størst heving av grunnvannsnivået (oppstuvning) vil det bli rett under infiltrasjonsfilteret. Dersom grunnvannsnivået som følge av infiltrasjon stiger over et akseptabelt nivå, er jordmassenes hydrauliske kapasitet overskredet. Kapasiteten er f.eks. overskredet hvis avstanden fra filterflaten og opp til høyeste grunnvannsnivå blir mindre enn 0,5 meter, eller hvis det blir vannutslag til terrengoverflaten (se figur 9.1).



Figur 9.1. eksempel på heving av grunnvannsnivå som følge av infiltrasjon

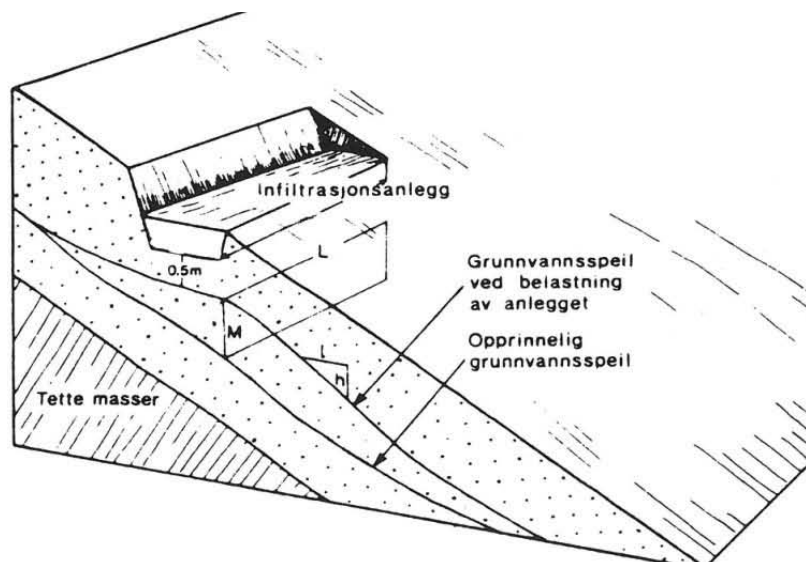
Figur 9.1 viser hvordan infiltrasjon av avløpsvann kan gi heving av grunnvannsnivået under infiltrasjonsfilteret og i resipientarealet. Forsenkninger i terrenget eller overgang til jord med lavere vannledningsevne kan f.eks. gi vannutslag til terrengoverflaten. Bestemmelse av hydraulisk ledningsevne i resipientarealet må spesielt knyttes til slike områder.

Jordas vannledningsevne vil i stor grad bestemme hvor mye grunnvannsnivået rett under infiltrasjonsanlegget vil stige. I jord med lav vannledningsevne, f.eks. morene- og siltjordarter, kan grunnvannsnivået rett under infiltrasjonsfilteret stige 2 - 3 meter bare som følge av infiltrasjon. I jordarter med høy vannledningsevne (sand og grus), stiger grunnvannsnivået som regel mindre enn 0,5 meter.

Den hydrauliske kapasiteten kan uttrykkes i m³ per døgn for et gitt areal, og skal bestemmes for jordmassene under infiltrasjonsfilteret og for jordmassene i resipientområdet nedstrøms infiltrasjonsfilteret. For å bestemme hydraulisk kapasitet i jord må følgende parametre være tilgjengelige:

- Jordmassenes vannledningsevne i meter per døgn. Vannledningsevnen bestemmes med infiltrasjonstester eller vha. Hazens formel (se vedlegg 6)
- Tykkelsen på de jordmassene (i meter) som kan disponeres til transport av vann, dvs. jordmassene fra høyeste grunnvannsnivå og opp til 0,5 meter under infiltrasjonsfilteret. Høyeste grunnvannsnivå kan iblant senkes ved drenering
- Bredden (i meter) på det området som benyttes til infiltrasjon av avløpsvann (se Vedlegg 3)
- Helningen på grunnvannets overflate (grunnvannets gradient)

Figur 9.2.
Grunnlag for
beregning av
jordmassenes
hydrauliske kapasitet



For beregning kan følgende formel benyttes: $Q = K \times M \times B \times I$, hvor

- Q = Jordmassenes hydrauliske kapasitet
- K = Jordmassene vannledningsevne
- M = Jordmassenes nyttbare tykkelse til transport av infiltrert avløpsvann
- B = Bredden på området som kan benyttes til transport av infiltrert avløpsvann
- I = Grunnvannets gradient

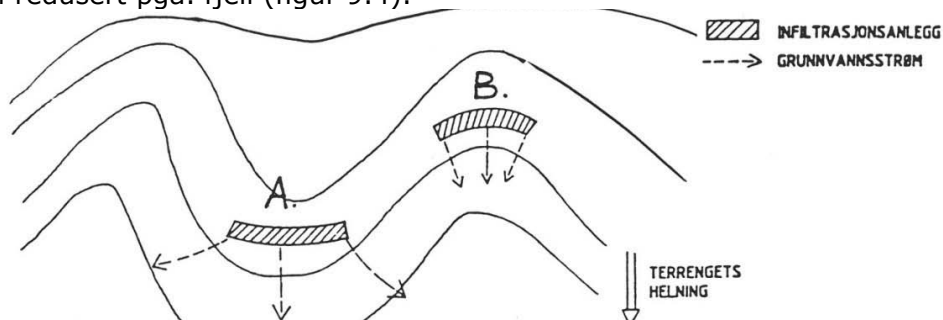
Jordmassenes hydrauliske kapasitet (Q) skal alltid være større enn dimensjonerende vannmengde (Q_{dim} , se Vedlegg 7).

Eksempel:

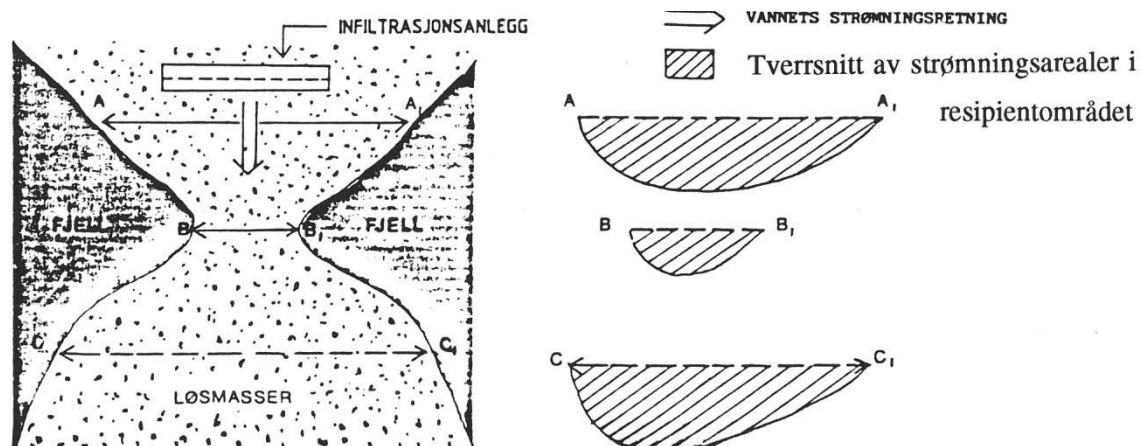
- K = 2,0 meter per døgn
- M = 0,25 meter
- B = 55 meter
- I = $h/l = 2m/50m = 0,04$
- Q = $2,0 \times 0,25 \times 55 \times 0,04 \text{ m}^3 \text{ per døgn} = 1,1 \text{ m}^3 \text{ per døgn}$

Formelen forenkler strømmingen i jordmassene. Dette kan forsvares fordi det ikke medfører undervurdering av jordmassenes kapasitet. Det er heller ikke tatt hensyn til eventuell trykkfordeling til grunnvannsmagasinet under det infiltrerte avløpsvannet. Videre er det forutsatt at grunnvannsspeilet utgjør en jevn hellende flate.

Der overflaten på grunnvannsmagasinet er konveks vil det infiltrerte avløpsvannet bli spredt over et større areal og grunnvannssoppstuvningen i resipientarealet vil bli mindre. Der overflaten på grunnvannsmagasinet har konkav form vil det infiltrerte vann samles på et mindre areal og grunnvannssoppstuvningen vil bli større (figur 9.3). Det er fare for at det kan dannes en dam eller fuktig område nedenfor grøft B. Strømningsarealet kan også bli redusert pga. fjell (figur 9.4).

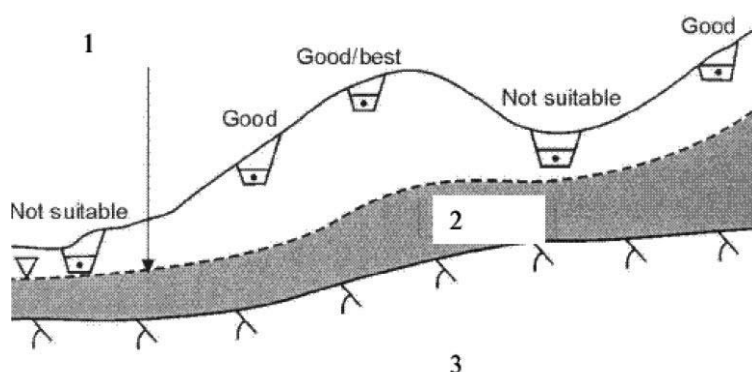


Figur 9.3. Strømningsforhold ved infiltrasjon i hellende terreng med konveks og konkav overflate på grunnvannsmagasinet. A sprer vannet over større areal og er derved bedre enn B



Figur 9.4. Innsnevring av strømningsarealet i resipientområdet pga. fjell

Figur 9.5 viser hvor plasseringen av grøfta bør ligge i forhold til topografien av avstand til grunnvannet. Den beste plasseringen får en ved å legge grøfta på forhøyninger i terrenget, hvor avstanden til grunnvannet er størst.



Figur 9.5. Plassering av infiltrasjonsanlegg i forhold til topografi og grunnvannsnivå. 1 er grunnvannsnivå, 2 er grunnvann, 3 er fjellgrunn

10. Jordmassers egenskaper som rensemedium

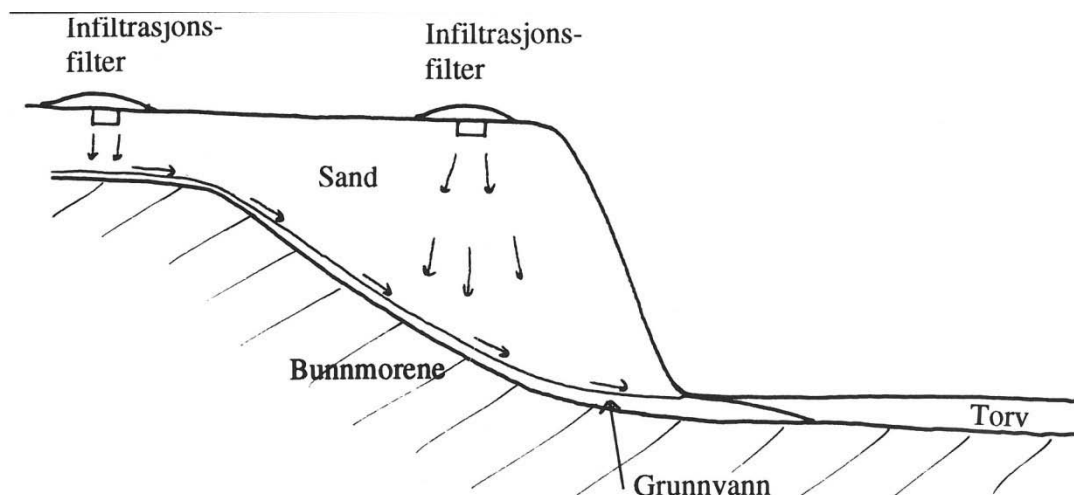
10.1. Dimensjonerende data for rensing av avløpsvann i jord

Det er stor forskjell på jords evne til å holde tilbake forurensningsstoffer. Finstoffholdige jordarter, f.eks. siltig sand og jordarter med tilsvarende vannledningsevne, gir normalt høy tilbakeholdelse av forurensningsstoffer som fosfor, organisk stoff og smittestoff. Disse stoffer vil normalt holdes effektivt tilbake etter strømming gjennom noen 10-talls meter jord med kornstørrelse og vannledningsevne som omtalt over. Der drikkevannsinteresser skal beskyttes, stilles det strengere krav til rensing. Generelt kan en regne med at avløpsvann etter en oppholdstid i jord på minst to måneder, bakteriologisk sett vil tilfredsstille kravene til drikkevann. Det er viktig å være oppmerksom på at selv tynne lag med grovere jordmasser kan gi en merkbar reduksjon i renseseffekten.

Der jordmassene har vanngjennomtrengelighet tilsvarende godt sortert grov sand, må avstanden til overflate - eller grunnvann uten drikkevannsinteresser økes til 80-100 meter.

Jord har også renssevne for nitrogen. Vanligvis vil reduksjonen ligge på 10-30 %. Der grunnforholdene er slik at nitrifikasjon fremmes, kan det under gunstige forhold oppnås en reduksjon på opp til 80 %.

Jordmassene i den umettete sonen, dvs. over grunnvannet, har under ellers like forhold bedre renseseffekt enn jordmasser som ligger i grunnvannssonen. Spesielt i jordsmonnet, den biologisk aktive delen av jordmassene, er det god renseseffekt. Filterflaten i infiltrasjonsfiltre bør derfor ligge så høyt oppe i jordprofilen som mulig. Grunninfiltrasjon gir normalt best renseseffekt. Der lokaliseringen av et infiltrasjonsanlegg nær en terrasseskråning gir stor tykkelse på den umettete sonen, bør denne lokaliseringen normalt velges frem for en lokalisering lengre fra terrasseskråningen og med filterflaten i liten avstand fra grunnvannssonen (se fig. 10.1).



Figur 10.1. Lokalisering av infiltrasjonsanlegg på terrasseflater med skiftende tykkelse på den umettete sonen

10.2. Generelt om renssevne

I jord skjer det både en mekanisk, biologisk og kjemisk rensing av stoffer i avløpsvann (se figur 10.2). Jord kan derfor sammenlignes med et høygradig rensanlegg som har både et biologisk og kjemisk trinn etter forutgående mekanisk rensing. I jorda skjer det

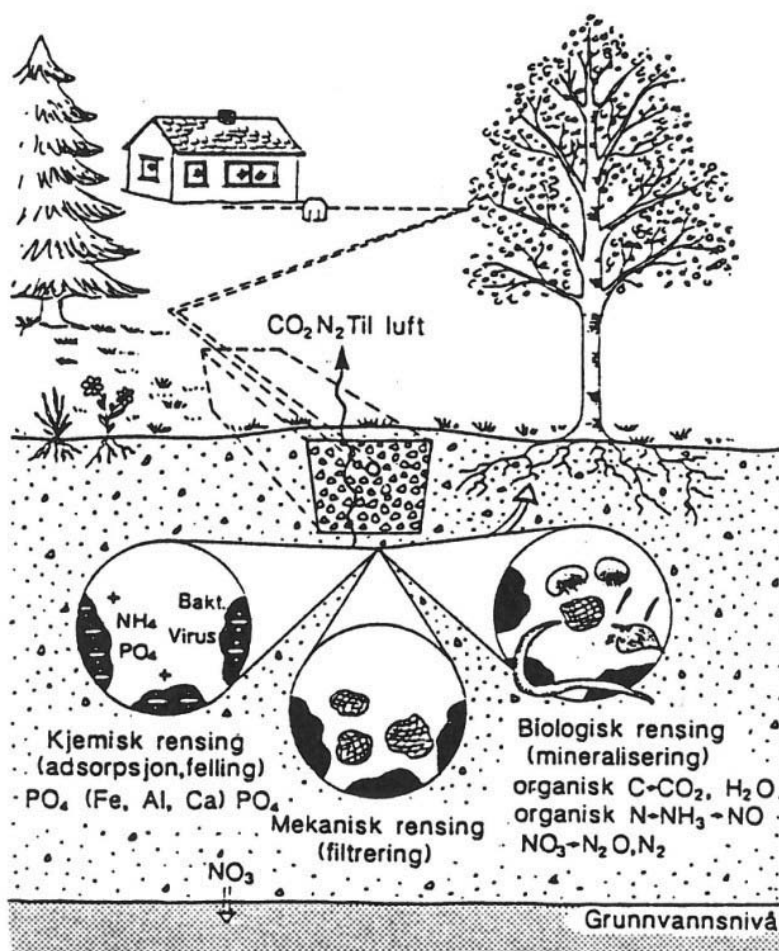
helt analoge prosesser til de som foregår i konvensjonelle renseanlegg. F.eks. felling av fosfater med Fe- og Al-forbindelser, mikrobiell nedbryting av organisk materiale samt nitrifikasjons- og denitrifikasjonsprosesser. Dersom jorda oppfyller de krav som forskriftene setter til infiltrasjonsmasser, kan utløpskonsentrasjonene sammenlignes med utløp fra høygradig konvensjonell rensing. Patogene mikroorganismer vil normalt fjernes bedre i jord enn ved konvensjonell rensing (uten desinfeksjonstrinn).

10.2.1. Mekanisk renseevne (filtrering)

Mekanisk renseevne avhenger av jordporenes størrelse. Grus har dårlige filtreringsegenskaper, mens sand og mer finkornig materiale har god evne til å filtrere fra partikulært materiale i avløpsvann. Den mekaniske renseevnen vil tilta ettersom biohuden på infiltrasjonsflaten utvikler seg.

10.2.2. Biologisk renseevne

Naturlig jord kan inneholde opptil 2 milliarder bakterier per gram. Mikroorganismene i jord vil raskt tilpasse seg til å omsette stoffer i avløpsvann, med en rask mineralisering som følge (figur 10.2). Når avløpsvann har passert en meter jord er det mulig å oppnå en nær fullstendig mineralisering til aerobe sluttprodukt. Dette forutsetter imidlertid at avløpsanlegget er riktig konstruert og tilpasset jordtypen, og at avstanden til grunnvann er tilstrekkelig til at anaerobe forhold (anaerob = uten luft) ikke oppstår. Hastigheten i mikrobiell omsetning avtar med avtakende temperatur. Det er rimelig å anta at den biologiske renseevnen vil være tilnærmet konstant over tid dersom utgangsbetingelsene ikke endres.



Figur 10.2. renseprosesser i jord

10.2.3. Kjemisk renseevne

Jordas evne til å inngå kjemiske reaksjoner med, eller adsorbere stoffer fra avløpsvann, avhenger av kontaktarealet mellom jord og avløpsvann, samt kjemien på partikkeloverflatene. Kontaktarealet øker med avtagende kornstørrelse. En stor andel av forvittringsprodukter (jern- og aluminiumoksider og hydroksider, kalsiumforbindelser eller leirminerale) på partikkeloverflatene gir god kjemisk renseevne.

Jordas kapasitet til å inngå kjemiske reaksjoner med stoffer i avløpsvann kan mettes. Den kjemiske renseevnen vil derfor avta over tid. Forskjellen i bindingsevne mellom ulike jordarter er imidlertid enorm.

For eksempel vil bindingsevnen for fosfor i ren kvartssand kunne mettes i løpet av noen måneder, mens jord med en gunstigere kjemisk sammensetning vil kunne binde nesten all fosfor som tilføres gjennom flere tiår.

10.2.4. Omsetning av nitrogen

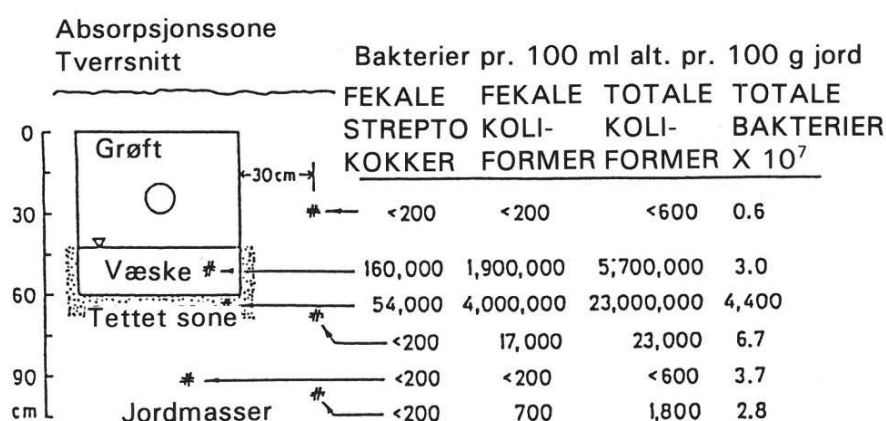
Ved infiltrasjon i jord under aerobe forhold, vil nitrogenforbindelser fra human avføring raskt omdannes til nitrat. Nitrat-ionet er negativt ladet og bindes derfor dårlig til jordpartikler som i hovedsak har en negativ overflateladning. En stor del av nitrogenet som tilføres et infiltrasjonsanlegg vil derfor vaskes ned til grunnvannet. Erfaringer viser at det likevel ofte foregår en fjerning av nitrogen i jordrenseanlegg. Det skyldes at det i deler av filteret er områder med anoksiske forhold hvor denitrifikasjon kan finne sted. Det er derfor mulig å oppnå en betydelig reduksjon av nitrat til nitrogengass hvis grunnforholdene ligger til rette for det.

Nitratkonsentrasjonen i grunnvannet nær infiltrasjonsanlegg vil også avhenge av fortynning. Vanligvis vil fjerning av nitrogen i infiltrasjonsanlegg ligge i området 30 %. Dersom grunnforholdene er slik at denitrifikasjon fremmes og anlegget er konstruert for å fjerne nitrogen, er en renseeffekt på over 80 % mulig å oppnå.

10.2.5. Hygiene, reduksjon av patogene mikroorganismer

Patogene mikroorganismer (sykdomsfremkallende parasitter, bakterier og virus) fjernes normalt effektivt ved infiltrasjon i jord. Parasitter er så store at de fjernes helt ved filtrering i sand og mer finkornige jordtyper. Når det gjelder bakterier og virus, er adsorpsjon og biologiske faktorer viktig for tilintetgjørelsen. Den største bakteriereduksjonen skjer like under infiltrasjonsgrøfta (se figur 10.3). Figuren viser at bakterieantallet er høyest i biohuden (tettet sone), for så å avta raskt til verdier langt under de som er i avløpsvannet bare 20 - 30 cm under infiltrasjonsgrøfta.

Biohuden spiller en avgjørende rolle når det gjelder reduksjon av tarmbakterier. Dette skyldes at porestørrelsen er redusert samtidig som det er en enorm mikrobiell aktivitet i denne sonen. Størsteparten av tarmbakteriene vil derfor ikke komme levende gjennom de første 5-10 cm med jord under infiltrasjonsanlegget.



Figur 10.3. Snitt gjennom en infiltrasjonsgrøft i sandig jord med bakterietellinger angitt i en del punkter (fra McCoy og Ziebell 1975)

10.2.6. Forventet renseevne og utløpskonsentrasjoner

Ved infiltrasjon i jord er grunnvannet den primære vannresipienten, men vannet strømmer normalt gjennom grunnvannssonen og ut i vassdrag. Renseevnen eller utløpskonsentrasjonene vil avhenge av hvor i dette systemet vannkvaliteten undersøkes.

Dersom målinger foretas i grunnvannssonen, er det viktig at disse korrigeres for eventuell fortynning.

Tabell 10.1 viser forventet renseevne og utslippskonsentrasjoner for infiltrasjonsanlegg. Renseeffekten i infiltrasjonsanlegg er generelt svært god. Tallene nedenfor forutsetter imidlertid at anleggene dimensjoneres og bygges riktig. Det vil være store variasjoner i renseevne avhengig av jordtype, mektighet, oppholdstid i grunnen og anleggets alder.

Konsentrasjonsverdiene er basert på 85 % tilstedeværelse i bolig og spillvannsmengde på 150 liter per person per døgn. Ved god prosjektering og gode grunnforhold, kan det oppnås svært høy rensing av fosfor, organisk materiale og smittestoff ved infiltrasjon i grunnen.

Tabell 10.1. Forventet renseevne og utløpskonsentrasjoner for infiltrasjonsanlegg

Parameter	% rensing	Utløpskonsentrasjon*
Suspendert stoff (SS)	> 95	< 5 mg/l
Biokjemisk oksygenforbruk (BOF ₅)	> 95	< 10 mg/l
Kjemisk oksygenforbruk (KOF)	> 95	< 15 mg/l
Fosfor (tot-P)	> 90	< 1 mg/l
Nitrogen (tot-N)	> 50	< 35 mg/l
NH ₄ -N	> 90 (nitrifikasjon)	
E.coli	> 99,99	< 1 per 100 ml
Parasitter	100	0

* Etter rensing i umettet sone – før det når grunnvannet. Rensingen vil også foregå i grunnvannssonen

11. Utforming av infiltrasjonsanlegg

Informasjonen i dette vedlegget er i hovedsak hentet fra tidligere retningslinjer fra Miljøverndepartementet (T-616), som ble opphevet i 2001. Det er foretatt noen endringer. Informasjon om grunnundersøkelser er ikke gjengitt da det dekkes av andre kapitler i denne rapporten. Det er lagt ved informasjon om ulike typer infiltrasjonsanlegg sist i dette vedlegget.

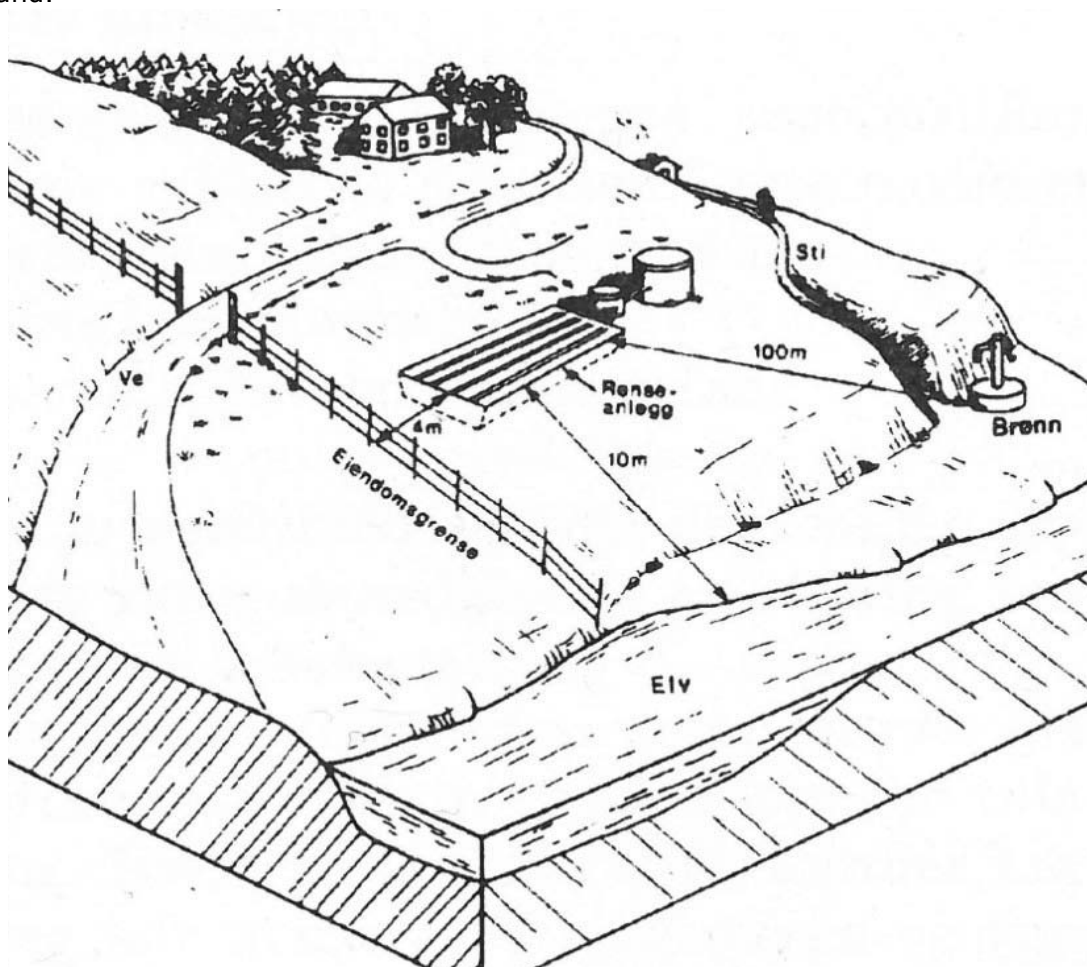
11.1. Plassering av avløpsanlegg

11.1.1. Generelt

Ved plassering av avløpsanlegg eller utslippssted må det tas hensyn til mulighetene for forurensning av drikkevannskilde (f.eks. brønn, elv, vann), andre forekomster av overflatevann og grunnvannsressurser samt til mulige ulemper et slikt anlegg kan medføre for naboer og alminnelig ferdsel. Det må påses at anlegget legges slik i terrenget at det ikke utsettes for flom eller overvann i snøsmelting og regnrrike perioder.

11.1.2. Veiledende minsteavstander til eiendomsgrense og vannforekomst uten drikkevannsinteresser

For alle typer anlegg gjelder bestemte krav til plassering i forhold til eiendomsgrense og vannforekomster uten drikkevannsinteresser. Avstanden mellom anlegget og eiendomsgrense skal være minst 4 m med mindre spesielle forhold tilsier kortere avstand.



Figur 11.1. Minsteavstander ved plassering av infiltrasjonsanlegg

Kommunen avgjør i hvert tilfelle om forholdene er spesielle. Forøvrig gjelder de grenser som er gitt i plan- og bygningsloven.

Avstanden mellom avløpsanlegget og bekk, elv eller vann uten drikkevannsinteresser må vurderes ut fra løsmasser, resipientens sårbarhet, brukerinteresser etc. og er vanligvis større enn 10 meter.

11.1.3. Veiledende minsteavstand til drikkevannskilde

Avstanden mellom vannuttak og infiltrasjonsanlegg skal være minst 100 meter hvis grunnvannsspeilet ved renseanlegget ligger høyere enn ved vannkilden. Dette kravet kan fravikes hvis kommunens helsemyndighet på bakgrunn av utførte undersøkelser aksepterer kortere avstand. Løsmassenes sammensetning, markfuktighet, topografi og utslippets størrelse vil være avgjørende for eventuell forurensningspåvirkning. Ved lokalisering av ny drikkevannskilde må en påse at det samme kravet til minsteavstand er oppfylt. Ved infiltrasjon av gråvann eller forbehandlet avløpsvann er innholdet av sykdomsfremkallende organsimer betydelig redusert og kravet til minsteavstand kan reduseres.

For anleggstypene minirensesanlegg og sandfiltrering er det vanskelig å sette opp generelle minsteavstander mellom utslippssted og drikkevannsuttak i samme vassdrag eller innsjø. Det må foretas spesielle vurderinger i hvert enkelt tilfelle i samråd med miljørettet helsevern i kommunen. Ved plassering av sandfilteranlegg må det i tillegg tas hensyn til at vannet delvis kan infiltreres avhengig av løsmassenes sammensetning.

En vil være godt sikret mot forurensninger av drikkevann fra infiltrasjonsanlegg hvis grunnvannsspeilet ligger permanent lavere enn ved vannuttak. En må imidlertid være oppmerksom på at ved grunnvannsforsyning vil grunnvannstanden synke i et område rundt vannuttaket. Det er derfor grunnvannsforholdene ved største pumpebelastning av grunnvannsbrønnen som er avgjørende i denne sammenheng.

Fjell i dagen kan være en effektiv barriere for grunnvannsstrømmen mellom infiltrasjonsanlegg og brønn. Kortslutningsstrømmer kan imidlertid oppstå når fjellet er oppsprukket. For større grunnvannsuttak vil det gjelde spesielle beskyttelsessoner. Generelt kan en regne med at avløpsvann etter en oppholdstid i grunnen på minst 2 måneder bakteriologisk sett vil tilfredsstille kravene til drikkevann.

Som rettleiding for plassering av infiltrasjonsanlegget i forhold til drikkevannsuttak kan nevnes at hvis grunnvannsspeilets helning er 1:100 er vanlig hastighet i grus 1 - 10 m/døgn, sand 1 - 200 cm/døgn, i godt sorterte siltjordarter 0,02 - 2 cm/døgn og i leire av størrelsesorden 0,0001 til 0,001 cm/døgn.

Strømningshastigheten er proporsjonal med helningen, dvs. ovenstående hastigheter fordobles hvis grunnvannsspeilets helning er 1:50.

11.2. Spesielle krav til plassering

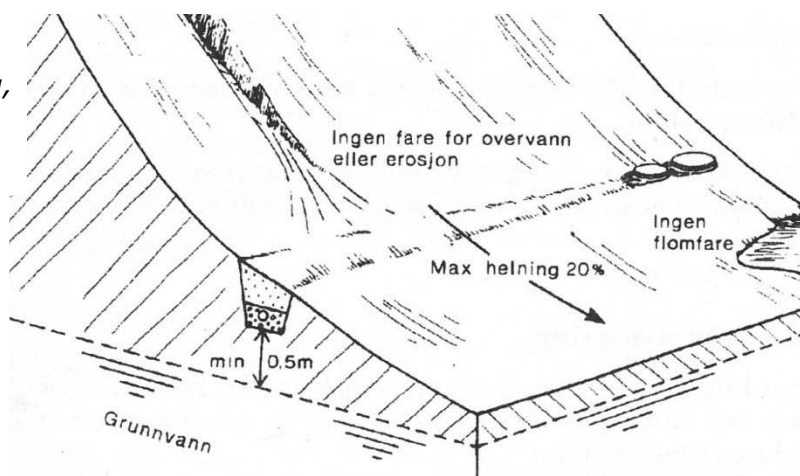
11.2.1. Terrenghelning

Anlegg basert på jord som rensemedium må ikke bygges i terreng med større terrenghelning enn 1:5. Anlegget legges på tvers av terrengets fallretning (figur 11.2).

11.2.2. Drenering

Drensgrøfter anlegges der det er fare for innsig av overflatevann til anlegget. Grøftene må ikke legges slik at de drenerer avløpsvann fra anlegget.

Figur 11.2.
Infiltrasjonsanlegg har spesielle krav mht helling, drenering og avstand til grunnvann



11.3. Plassering av infiltrasjonsgrøft i jordprofilet

Som en hovedregel legges infiltrasjonsgrøften grunt slik at avstanden til grunnvann eller tette lag økes. På den måten bedres renseeffekten og driftssikkerheten. Kravet er at infiltrasjonsrørene ligger under eksisterende terrengnivå.

11.4. Bygging av infiltrasjonsgrøft

Det etterfølgende viser hvordan en infiltrasjonsgrøft bygges og hvilke lag som inngår i en komplett grønft (se figur 11.3).

Fordelingslaget under **infiltrasjonsrøret** skal bestå av et minst 25 cm tykt lag av vasket (støvfri) pukk, eller lettklinker med kornstørrelse 12 - 22 mm. Fordelingslaget utlegges på infiltrasjonsflaten (bunn av grønft).

Fordelingslaget har som funksjon å fordele avløpsvannet jevnest mulig over infiltrasjonsflaten og fungere som et utjevningssvolum ved kortvarig høy belastning.

Infiltrasjonsrøret legges på toppen av fordelingslaget. Som infiltrasjonsrør benyttes stive, innvendig glatte rør. I selvføllsrør skal det være en hullrad langs bunnen og toppen av røret. Trykkrør skal kun ha hull langs bunnen av røret. Rørene skal ha tett endestykke. Om hullavstand og hulldiameter se tabell 11.1 og VA/Miljøblad 59.

Infiltrasjonsrøret overdekkes med minst 5 cm pukk/singel tilsvarende fordelingslaget.

En masseseparasjonssperre legges over pukk-/singellaget for å hindre at finere masser vaskes gjennom fordelingslaget og tetter infiltrasjonsflaten. Sperren kan sløyfes når fristisolering bygges inn i anlegget. Som sperre benyttes fiberduk/geotekstil/VA-matte.

Eventuell **frostisolering**. Det vises til Vedlegg 11.10.

Overdekning utgjøres vanligvis av stedlige masser. Stein bør sorteres fra for å unngå punktbelastning på infiltrasjonsrøret. Minste overdekkingstykkelse er 0,4 m. Overdekningen kan også legges som en forhøyning av eksisterende jordoverflate.

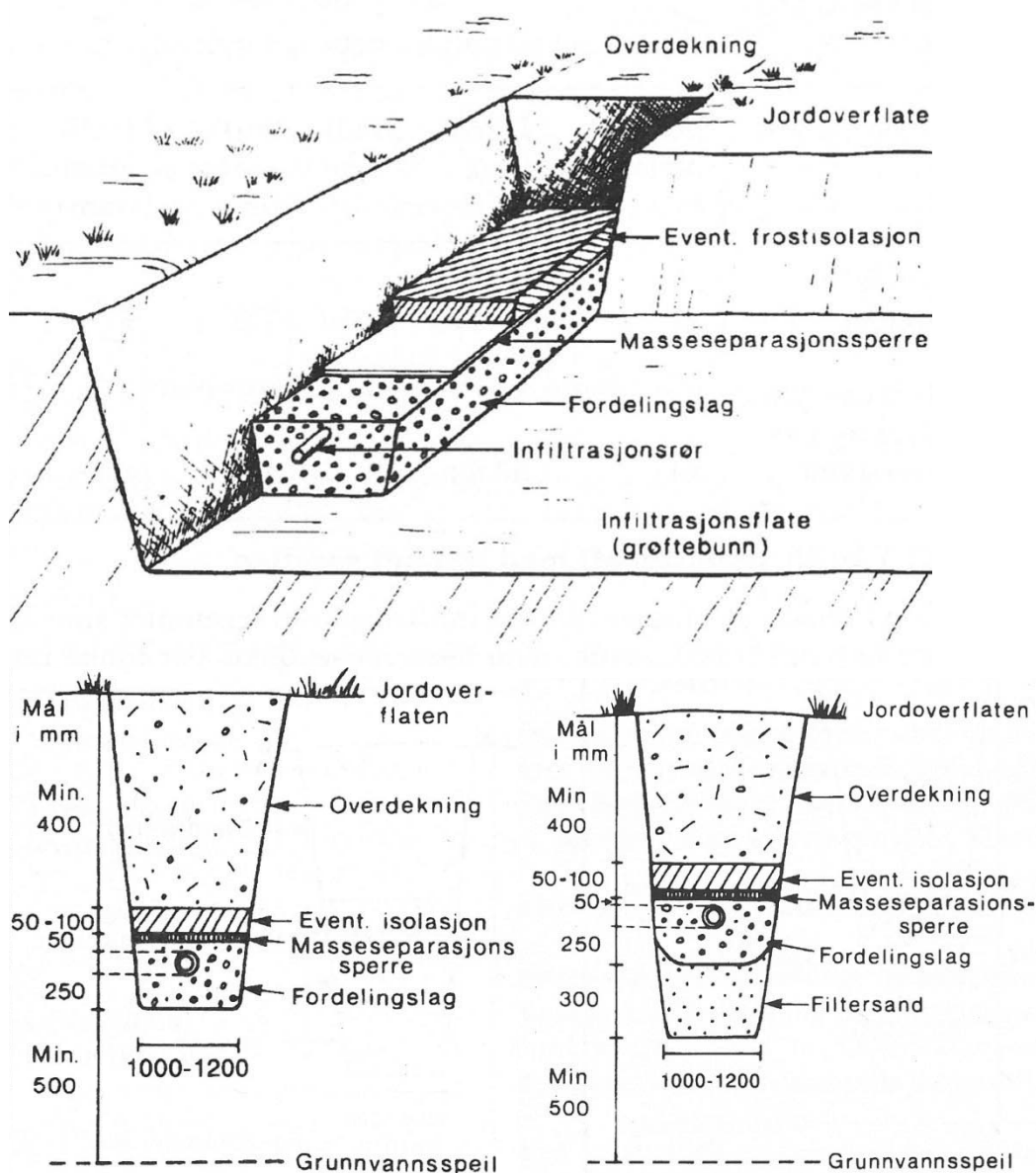
Toppdekke utgjøres av stedlige masser som kan tilsås med gress eller beplantes med planter med grunt rotsystem. Større røtter kan tette igjen infiltrasjonsrørene.

Forsterket infiltrasjon. Grovkornete løsmasser (klasse 4 i infiltrasjonsdiagrammet) har høy infiltrasjonsevne, men redusert renseeffekt på grunn av lite overfalteareal og rask gjennomstrømning i forhold til finkornede løsmasser. For å øke renseeffekten skal det

legges et sandlag med minste tykkelse 30 cm mellom fordelingslaget og infiltrasjonsflaten (figur 11.3). Krav til filtersand er omtalt i Vedlegg 1.4. Det må kun brukes sand som oppfyller kravene til filteregenskaper.

Tabell 11.1. Diameter, fall, hullavstand og hulldiameter på infiltrasjonsrør

Systemtype	Største rørlengde (m)	Dim.Ø (mm)	Fall (‰)	Hull- avstand (m)	Hull diam. (mm)
Selvfallssystem	25	75-110	5-10	1,0	8
Trykksystem: Pumpe, 1 m overtrykk	25	32	0	1,0	5 - 8



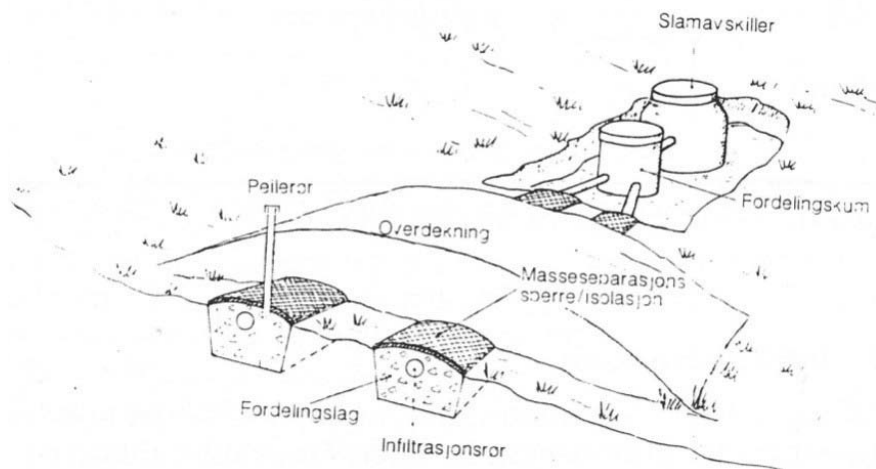
Figur 11.3. Prinsippskisse av infiltrasjonsgrøft uten og med filtersand i bunnen

11.4.1. Lengde og bredde av grøft

Hver enkelt grøftelengde i et infiltrasjonsanlegg skal ligge innenfor 25 m. Den største bunnbredde en infiltrasjonsgrøft kan ha er 1,2 m.

11.4.2. Parallelle grøfter

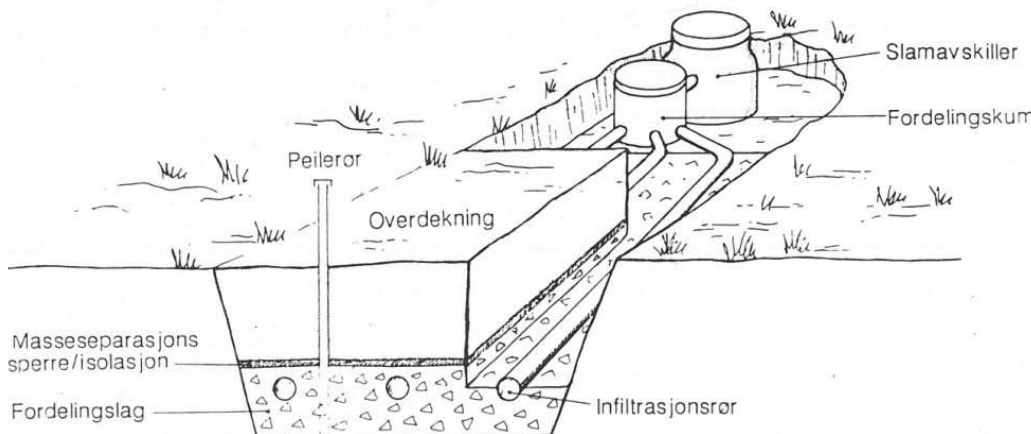
Hvis anleggets totale grøftelengde er så stor at det må brukes flere grøfter (figur 11.4), må avstanden mellom grøftene være minst 1 m fra grøftekant til grøftekant. Grøftebunnen skal være plan og helningen i lengderetning bør være minst mulig og ikke overstige 5 - 10 ‰.



Figur 11.4. Prinsippskisse av grunn infiltrasjon i parallelle grøfter

11.4.3. Infiltrasjonsbasseng

I stedet for parallelle grøfter kan det brukes basseng (figur 11.5). Med basseng menes en plan, sammenhengende infiltrasjonsflate med parallelle rør i lik avstand. Bassengets størrelse beregnes som for grøfter. I hellende terreng bør bassengene være så lange og smale som mulig (lengderetning langs kotene). Infiltrasjonsrørene legges i avstand 0,8 - 1,2 m. Krav til plassering i jordprofilet er som for grøfter.



Figur 11.5. Prinsippskisse av dyp infiltrasjon i basseng

11.5. Lufting/inspeksjonsrør

Tilstrømming av luft fra omkringliggende jordmasser og innløpsrør regnes som tilstrekkelig til å dekke anleggets luftbehov. Bruk av lufterør er derfor normalt ikke nødvendig. Det skal monteres inspeksjonsrør (for eksempel Ø 110 mm rør med perforering nederst) på infiltrasjonsflaten slik at man kan holde oppsyn med oppstuvning av avløpsvann.

11.6. Dimensjonering av infiltrasjonsgrøft

For dimensjonering av infiltrasjonsgrøft vises til informasjon i Vedlegg 1.

11.7. Nærmere beskrivelse av anleggskomponenter

For anlegg basert på jord som rensemiddel vil funksjonen avhenge bl.a. av forbehandling og hydraulisk kontroll. Dette kapittelet omhandler aktuelle anleggskomponenters funksjon og oppbygging.

11.7.1. Tilløpsledning

Tilløpsledningen fra huset til anlegget skal være tett, ha min. Ø 110 mm dimensjon (innvendig diameter min. 100 mm) og min. 10‰ fall. Det er ikke tillatt å tilknytte takvann, dreisvann eller overvann til tilløpsledningen.

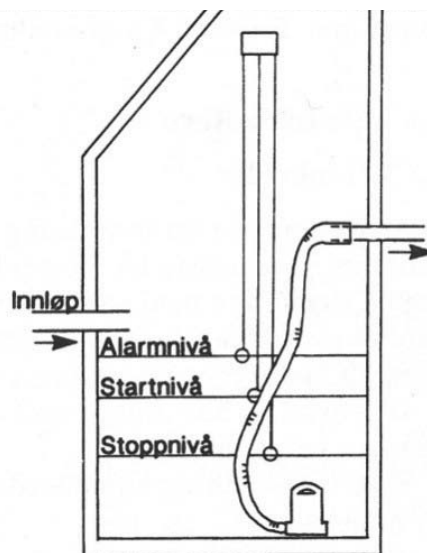
11.7.2. Forbehandling (slamavskillere)

Slamavskiller skal alltid inngå som en forbeholdingsenhet i et anlegg basert på jord som rensemiddel. For mer informasjon om slamavskillere, se VA/Miljø-blad nr 48.

11.7.3. Støtbelastere

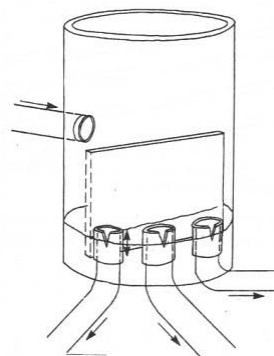
Støtbelastere er en innretning som fordeler vannet fra slamavskilleren porsjonsvis til filterdelen (infiltrasjons- eller sandfiltergrøft). Hensikten med støtbelastere er å sikre jevn fordeling av vannet over hele filterflaten. Anlegg med støtbelastere fungerer bedre rensemessig enn anlegg uten. Der hvor en har anlegg med flere parallelle grøfter benyttes støtbelastere. Støtvis belastning anordnes vanligvis med pumpe.

Pumpekum er en støtbelastere med en neddykket pumpe som startes og stoppes av vannhøyden i kummen eller ved hjelp av elektronisk styring (figur 11.6). Pumpekum er velegnet for små og store anlegg og er den løsning som en har best erfaring med. Ved riktig valg av pumpe er det en driftssikker løsning med muligheter for regulering av støtvolumet og tilpasning til ulike anleggstyper. Strømforbruket er svært lavt da pumpen vil ha kort driftstid.



Figur 11.6. Pumpe som støtbelastere

Støtbelastere dimensjoneres etter infiltrasjonsarealet. Støtvolumet skal være 6 liter per m infiltrasjonsrør, dvs. ca. 6 liter per m² infiltrasjonsareal. Pumpekapasiteten må være ca. 4 liter per m per minutt. Det gir en pumpetid på ca. 90 sekunder, hvorav ca. 10-11 sekunder går med til å fylle rørene. For at dette skal fungere, må det brukes 32 mm infiltrasjonsrør som ledes fra en manifold. Hullene har størrelse fra 8 til 5 mm. Nærmere bestemmelse av hullstørrelse og manifold er oppgitt i VA/Miljøblad 59.



Figur 11.7. Fordelingskum med V-overløp til utløpskammere

11.7.4. Fordelingssystem

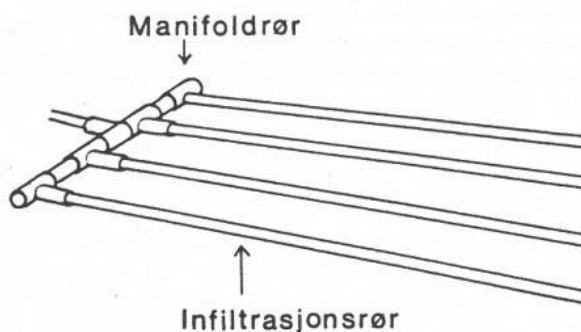
Ved anlegg av parallelle infiltrasjonsrør installeres fordelingssystem som skal sørge for at vannet fra slamavskiller eller støtbelaster fordeles likt til alle rørene. Fordelingssystemet er forskjellig utformet for selvfallsanlegg og trykkanlegg. Ved selvfall skal det benyttes fordelingskum (figur 11.7). Det bør benyttes kum med justerbare V-overløp.

Der pumpe brukes som støtbelaster fordeles vann over infiltrasjonsflaten under trykk. Systemet er egnet for små og store anlegg, jfr. kapittel 11.7.3. Pumpen dimensjoneres for et overtrykk på ca. 1 m vannstand i infiltrasjonsrørene. Pumpeledningen føres inn på et manifoldrør (figur 11.8) foran infiltrasjonsrørene med diameter 75-110 mm.

11.7.5. Infiltrasjonskammer og infiltrasjonsmatter

Infiltrasjonskammer og infiltrasjonsmatter kan erstatte den tradisjonelle infiltrasjonsgrøfta som består av pukk, infiltrasjonsrør og masseseparasjonssperre. Infiltrasjonsmatter er spesiallagde matter som fordeles vannet fra infiltrasjonsrør jevnt over flaten samtidig som det foregår en biologisk forbehandling i mattene. Infiltrasjonskamre består av polyetylenmoduler som skjøtes sammen som en velving over infiltrasjonsflaten. I forhold til tradisjonelt anlegg kan bruk av kammer og matter redusere grøftelengden. Inntil det foreligger en norsk bransjestandard foreslår vi at en reduksjon på inntil 25 % kan benyttes. Det benyttes kun stedlig masse i grøften.

Installasjonen av kamrene foregår raskere i forhold til å benytte pukk, rør og masseseparasjonssperre. Infiltrasjonskammeret har en spesialkonstruert sidevegg som gir et infiltrasjonsareal for sideveggene under innløpsnivået som er mer enn dobbelt så stort som en tradisjonell infiltrasjonsgrøft med samme lengde. Infiltrasjonskammer har åpen bunn, noe som gir et stort spredeareal i forhold til en infiltrasjonsgrøft hvor pukk begrenser avløpsvannets strømning ned i jorda. Metoden er svært utbredt i USA. Det finnes også gode erfaringer med metoden i Norge. Det er flere leverandører av infiltrasjonskamre og infiltrasjonsmatter.



Figur 11.8. Prinsippskisse forfordeling av avløpsvannet under trykk ved hjelp av manifold. Manifolden lages slik at den fylles av vann før infiltrasjonsrørene ved hjelp av 90 graders bend fra toppen (dette er ikke vist på tegningen)

11.8. Frostisolering

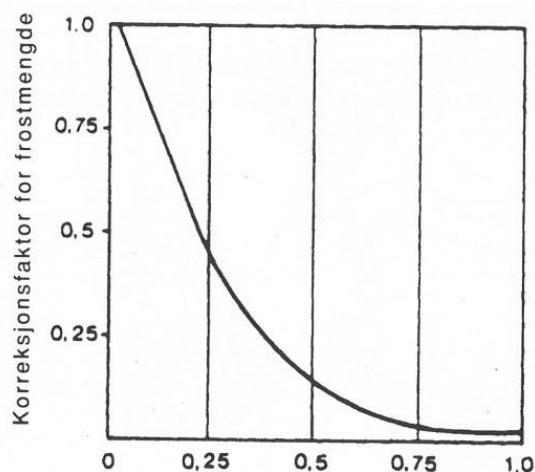
Ved bygging av grunne anlegg må frostisolering vurderes. Isoleringsbehovet avhenger av stedets frostmengde, snøforhold og belastningssituasjon.

11.8.1. Frostmengde

Frostmengden registreres i timegrader per år ($h^{\circ}C$). For hele landet er det utarbeidet frostmengdekart som gjør det enkelt å bestemme frostmengden for den aktuelle lokalitet (se figur 11.10).

11.8.2. Snøforhold

Stabile snøforhold reduserer frostmengden i bakken vesentlig. Ferdsel over anlegget og bortrydding av snø bør således unngås vinterstid. Reduksjon av frostmengden på grunn av snø kan tas direkte ut av diagrammet i figur 11.9.



Figur 11.9. Korreksjonsfaktor for frostmengde på snødekket mark (horisontal akse viser snødybde i m)

11.8.3. Belastningssituasjonen

Avløpsvann har relativt høy temperatur. I helårshus er det nesten kontinuerlig tilførsel av avløpsvann til anlegget slik at isolasjonsbehovet er lite. I fritidshus derimot, brukes anlegget sjeldent og frosten kan uhindret trenge ned.

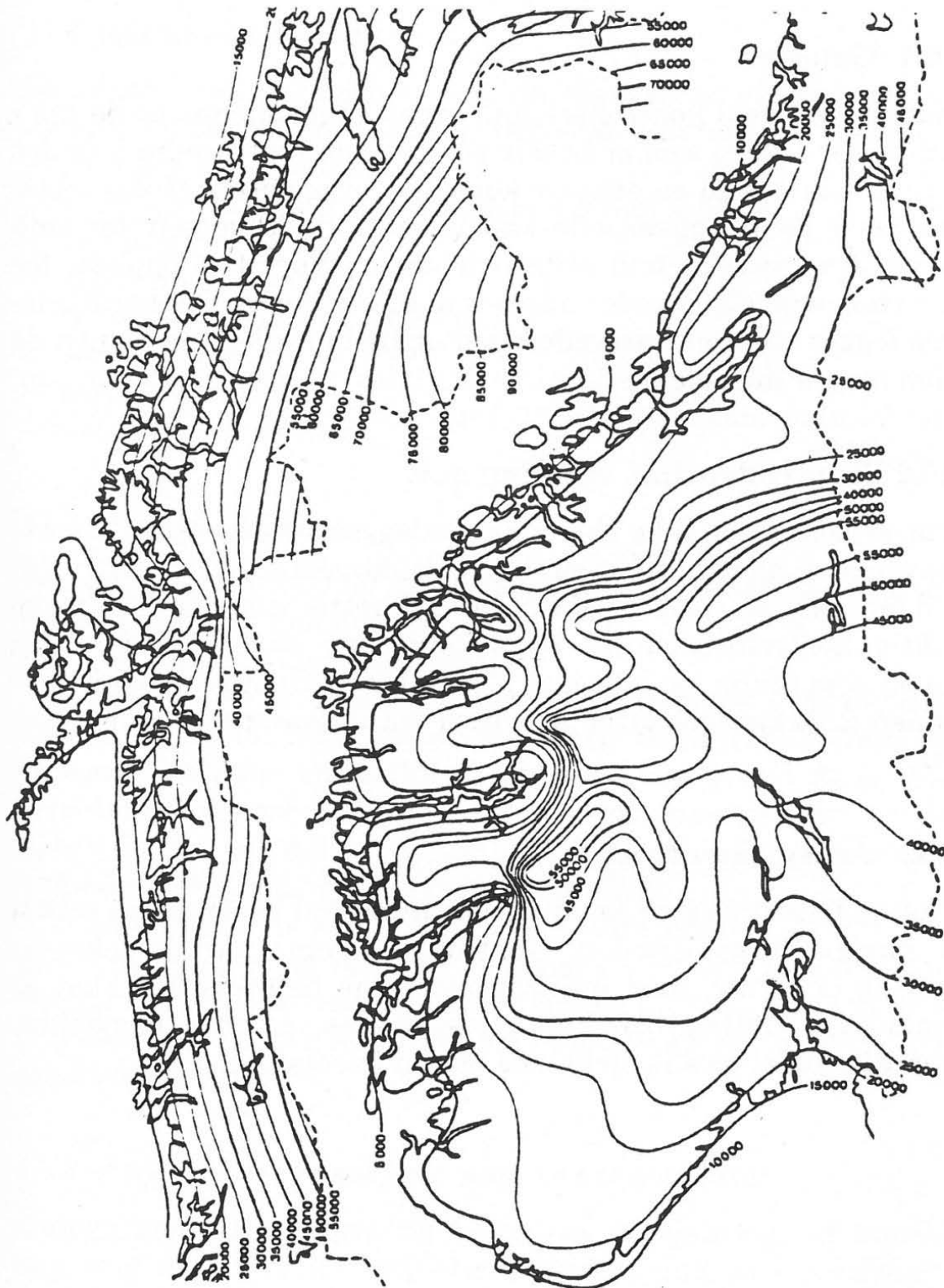
11.8.4. Isolasjonsbehov

Det bør benyttes 50 eller 100 mm markplater i 1,2 m bredde til 1 m grøftebredde. Tabell 11.2 angir nødvendig isolasjonsbehov. Frostmengdene i tabellen er frostmengder som tas ut av frostmengdekartet (figur 11.10) multiplisert med korreksjonsfaktoren fra figur 11.9. Det forutsettes en overdekningsmasse på minst 0,4 m.

Tabell 11.2. Nødvendige isolasjonsbehov i grunne anlegg ved bruk av markplater

Bolighus			Fritidshus	
Mindre enn 15.000 h°C	15.000 - 25.000 h°C	Over 25.000 h°C	Mindre enn 15.000 h°C	Over 15.000 h°C
Ingen	50 mm	100 mm	Ingen	100 mm

For at ikke varmetapet skal bli for stort underveis til jordrensetrinnet, kan isolering av tilløpsledningen være aktuelt der avstanden er lang.



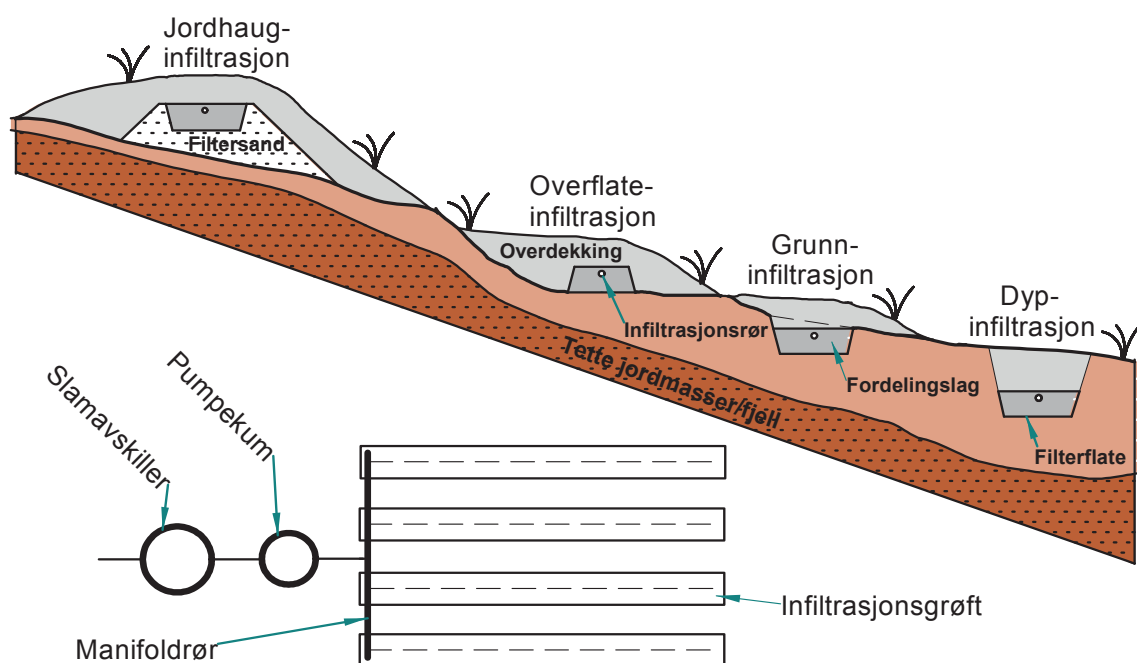
Figur 11.10. Frostmengdekart som viser timegrader per år (h°C)

11.9. Hovedtyper av infiltrasjonsanlegg

Et infiltrasjonsanlegg for én helårsbolig består normalt av *slamavskiller*, *pumpekum* eller *fordelingskum* og et *infiltrasjonsfilter*. Infiltrasjonsfilteret kan utformes som grøfter eller basseng. Infiltrasjonsfiltre kan legges dypt eller grunt, oppå bakken eller bygges som "jordhaug" der det legges et sandlag mellom fordelingslaget og stedlige jordmasser (figur 11.11).

Fire hovedtyper av infiltrasjonsanlegg er beskrevet nedenfor. Avløpsvannet ledes med selvfall til slamavskiller. Vannet ledes med selvfall videre til pumpekum. Fra pumpekummen pumpes vannet til *infiltrasjonsrør* i et *infiltrasjonsfilter*. Vannet fordeles der over hele filterflaten via hull i infiltrasjonsrørene og et *fordelingslag* bestående av pukk eller grove lettklinker (leca). Fra fordelingslaget trenger avløpsvannet ned i de stedegne løsmassene under anlegget.

Infiltrasjonsanlegg bør ha *peilerør* for registrering av eventuell vannoppstuvning i fordelingslaget. En masseseparasjonssperre og eventuelt et isolasjonslag legges over fordelingslaget før stedlige og/eller tilførte masser fylles over filteret.



Figur 11.11. Infiltrasjonsarealets beliggenhet i jordprofilet bestemmes av avstand til grunnvann, tette masser eller fjell

11.9.1. Dyp infiltrasjon

Dyp infiltrasjon benyttes der selvdrenerende jordmasser har stor tykkelse og gode egenskaper til å holde tilbake forurensningsstoffer. Det vil oppnås god renseeffekt i jordmassene før infiltrert vann når tettere masser eller grunnvann. Stedlige masser fylles tilbake over filteret, og et infiltrasjonsfilter basert på dyp infiltrasjon legger normalt ikke begrensninger på bruken av arealet over filteret.

11.9.2. Grunn infiltrasjon

Grunn infiltrasjon benyttes der de stedegne massene har for lav vannledningsevne i dypere lag til at infiltrasjonsanlegg kan etableres dypt. Et infiltrasjonsfilter basert på grunn infiltrasjon legges i det øverste jordlaget (10-50 cm dyp). Avløpsvann trenger ned

i jordmassene under fordelingslaget. Hovedrensingen skjer i disse jordmassene før vannet trenger ned i underliggende, tettere masser. Der de underliggende massene består av leire, vil bare en liten del av vannet trenge videre nedover i jordprofilen. Filteret må tildekkes med stedlige og tilførte jordmasser. Terrenget vil heves noe over eksisterende terreng og bruken av arealet over filteret begrenses noe.

11.9.3. Overflateinfiltrasjon

Overflateinfiltrasjon kan benyttes der de stedegne massene har for lav vannledningsevne til at infiltrasjonsanlegg kan etableres som beskrevet ovenfor. Et infiltrasjonsfilter basert på overflateinfiltrasjon legges oppå terrengoverflaten etter at vegetasjonen er fjernet. Avløpsvannet trenger ned i de øvre jordlagene der det renses, før vannet trenger ned i underliggende og tettere masser.

Der de underliggende massene består av leire vil bare en liten del av vannet trenge ned i disse massene, og det kan dannes et hengende vannspeil oppå leira. En masseseparasjonssperre og et isolasjonslag legges over fordelingslaget. Filteret må tildekkes med tilførte jordmasser. Bruksmulighetene av arealet over filteret vil være begrenset.

11.9.4. Jordhauginfiltrasjon

Denne typen infiltrasjon kan benyttes der de stedegne massene har liten tykkelse og/eller for lav vanngjennomtrengelighet til at andre typer infiltrasjonsfiltre kan etableres. Løsningen krever tilførsel sand og masser til overdekking. Et jordhauginfiltrasjonsfilter bygges oppå eksisterende terrengoverflate, på underlag der vegetasjonsdekket er fjernet og overflaten frest og rillet. Sandfilterlaget legges direkte på terrengoverflate og det må stilles strenge krav til kvaliteten på filtersanden. Filtersanden må falle inn i felt 1 i sandfilterdiagrammet, jfr. VA/Miljø-blad nr. 59 og figur 1,3 i Vedlegg 1.4. Prosjektering av jordhauginfiltrasjonsanlegg stiller særskilte krav til de som skal planlegge og bygge anlegget.

Riktig utformet er jordhauginfiltrasjon en god renseløsning som bør benyttes i større grad enn praksis frem til nå.

12. Registreringsskjema for grunnundersøkelser og detaljplanlegging av infiltrasjonsanlegg - sjekkliste

Ved grunnundersøkelser bør flest mulig relevante forhold noteres på stedet (f. eks. en feltbok). Sjekklisten nedenfor viser relevante forhold som bør registreres, noteres og om mulig avmerkes på et kart i relevant målestokk. Kart over aktuell eiendom skal alltid være med på undersøkelsen.

Lokalitet og kontaktinfo:	Eiers navn og adresse, Gnr/bnr , Telefon, E-post
Deltagelse	Hvem deltar i befaringen? Hvem gjør grunnundersøkelsen?
Omfang/data til dimensjonering	Antall bygninger, boenheter, eiendommer som skal tilknyttes? Hytter: antall soverom (for hytter) og sanitær standard? Toalettløsninger: antall, type (med/uten vann)? Gråvann/blandet avløp? Antall personer som skal tilknyttes anlegget? Fremtidig bruk/endinger som kan gi økt belastning?
Dagens anlegg	Type eksisterende avløpsanlegg, tilstand og beliggenhet?
Adkomstforhold	Til eiendommen og til planlagt avløpsanlegg?
Avstander	Fra planlagt anlegg til: veg, eiendomsgrenser, vann, sjø, elv, bekk, vannførende grøft, dreneringssystem?
Drikkevannskilder	Avstand, type og beliggenhet i terrenget i forhold til planlagt tiltak (avmerking på kart). Foreligger vannanalyser?
Forurensningskilder	Avløpsanlegg, landbruk, industri, andre? Er det synlige tegn i terrenget?
Terrenghelling	Terrengets helling (%) og hellingsretning?
Geologi - berggrunn	Bergarter, permeabilitet pga forvitring og oppsprekking lokalt og i området? Forekomst av fjell i dagen?
Kvartærgeologi/løsmasser	Jordtyper, tekstur, farge, porøsitet, permeabilitet, mektighet, lagdeling. Prøvetaking (hvor tas prøver til kornfordeling og infiltrasjonstester, se eget skjema neste side). Er det tidligere virksomhet i området som påvirker jorda? Stemmer egne undersøkelser med medbrakt kart?
Hydrogeologi	Grunnvannsnivå, grunnvannsfluktuasjoner, antatt grunnvannsgradient og strømningsretning fra anlegget?
Vegetasjon	Vegetasjonstype? Indikerer vegetasjonen gode/dårlige dreneringsforhold?
Arealtilgang	Hvor stort areal er tilgjengelig for renseanlegget og antatt resipientareal?
Foreløpig anbefaling –til bruk i videre planlegging	Hva trengs av supplerende informasjon om lokaliteten? Hvilke renseløsninger antas å være mest aktuelle før data fra tester og kornfordelingsanalyser foreligger? Hvilken infiltrasjonsløsning vil være best egnet? Hvor bør anleggets komponenter plasseres? innmåling i terreng/avmerking på kart/GPS.

Skjema for profilbeskrivelse i prøvehull

Eiendom: _____ (navn, gnr/bnr)

Dato: _____

Prøvelokalitet: _____ (ref. til feltkart/GPS)

Dybde i cm	Beskrivelse av jordmasser	Beskrivelse av lagringsfasthet
50 cm		
100 cm		
150 cm		
200 cm		
250 cm		
300 cm		

13. Litteraturliste

Arbeidstilsynet (1985). Forskrift om graving og avstiving av grøfter. Bestillingsnr. 151. Gyldendal Akademisk (Bestilling: www.gyldendal.no/arbeidsliv eller www.arbeidstilsynet.no)

Bioforsk 2010. Informasjonssider om mindre avløpsrenseanlegg: www.avlop.no

CEN/TR 12566-2. Small wastewater treatment systems for up to 50 PT – Part 2: Soil infiltration systems. CEN Technical Report, European Committee for Standardization, Brussel. Tilgjengelig hos Standard Norge (Denne rapporten er rådgivende og setter ikke spesifikke krav)

Fremstad, E., 1997. Vegetasjonstyper i Norge. NINA Temahefte. NINA, Trondheim, 279 pp.

Gaut, A. og R. Aspmo (1998). Naturbasert renseteknologi 1994 -1997 – sammendrag av programmets prosjekter. Jordforsk.

Jenssen, P.D., S.A. Jonasson og A. Heistad. 2006. Naturbasert rensing av avløpsvann – en kunnskapssammenstilling med hovedvekt på norske erfaringer. VA-Forsk rapport nr. 2006-20. Svenskt Vatten

Køhler, 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

Køhler, J.C., P.D. Jenssen og Ø. Nybakken (red). (1994). Grunnundersøkelser for infiltrasjon – små avløpsanlegg. NORVAR-rapport 49-1994.

McCoy, E. og Z.A. Ziebell (1975). Effects of effluents on ground water, bacteriological aspects. 2nd Conf. on individual on-site wastewater systems. National Sanitation Foundation, Ann Arbor, Michigan, 67–76.

Miljøverndepartementet (1992). Forskrift om utslipp fra separate avløpsanlegg av 8. juli 1992 med retningslinjer for utforming og drift av separate avløpsanlegg. Miljøverndepartementet, T-616, Oslo

Naturvårdsverket. (udatert). Infiltrationsanläggningar. Faktablad 4. Naturvårdsverket, Sverige

Naturvårdsverket. (udatert). Jordprovtagning, grundvattenundersökning och beräkning av infiltrationsyta. Faktablad 2. Naturvårdsverket, Sverige

Norsk Vann (2009). Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg. Rapport 168/2009

NS 9426, Bestemmelse av personekvivalenter, pe, til bruk i utslippstillatelse for avløpsvann. Standard Norge

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

VA/Miljø-blad nr 48. Slamavskiller. Stiftelsen NKF og Norsk Vanns VA/Miljø-blad. Norsk Rørsenter. Bladet kan bestilles mot et vederlag

Østeraas, T. (red). 1986. SGK-Saksbehandling. Grunnundersøkelser og kontroll av avløpsanlegg i spredt bebyggelse. GEFO. Ås

Utgitte Norsk Vann Rapporter

(Tidligere kalt NORVAR-rapporter)

20. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Sluttrapport
- 20a. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Aerob og anaerob behandling
- 20b. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Kalking. Kompostering
- 20c. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Slamavvanning
- 20d. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Termisk behandling av kloakkslam
21. NORVAR's årsberetning 1991
22. EDB i VAR-teknikken. Fase 1 - kravspesifikasjoner m.m. Status-beskrivelse og forslag til videre arbeid (*Utgått*)
- 23a. Internkontroll for VA-anlegg. Mal for internkontroll-håndbok for VA-anlegg.
- 23b. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontrollhåndbok for avløpsanlegg. Eksempel fra Fredrikstad og omegn avløpsanlegg
- 23c. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontrollhåndbok for vannverk. Eksempel fra Vansjø vannverk
- 23d. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. Informasjon, avvik og tiltak, verne- og sikkerhetsarbeid, opplæring
- 23e. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. HMS ved vannbehandlingsanlegg
- 23f. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. HMS ved avløpsrenseanlegg
- 23g. Interkontroll for VA-anlegg. Eksempel på driftsinstruks Oltedalens kloakkrenseanlegg
- 23h. Internkontroll for VA-anlegg. Eksempel på driftsinstruks Smøla vannverk
- 23i. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontroll for VA-transportsystemet. Eksempel fra Nedre Eiker kommune
24. NRV-prosjekt. Korrosjonskontroll ved vannbehandling med mikronisert marmor
25. Mal for prosessoppfølging av anlegg for stabilisering og hygienisering av slam
26. Installering av gassmotor for strømproduksjon ved rensanlegg
27. Mottak og behandling av avvannet råslam ved rensanlegg som hygieniserer og stabiliserer slam i væskeform
28. Slam på grøntarealer. Erfaringer fra et demonstrasjonsprosjekt
29. Regnvannsoverløp
30. Utvikling og uttesting av datasystem for informasjonsflyt i VA-sektoren (*Utgått*)
31. PRO-VA, Brukerklubb for prosess-styresystemer, drift- og fjernkontroll for VA-anlegg. Oversikt pr.1993. Leverandører, produkter, konsulenter (*Utgått*)
32. Bruk av statiske metoder (kjemometri) for å finne sammenhenger i analyseresultater for avløpsvann
33. Evaluering av enkle rensemetoder. Slamavskillere
34. Evaluering av enkle rensemetoder. Siler/finnister
35. Kravspesifikasjon og kontrollprogram for VA-kjemikalier (*Utgått*)
36. Filter som hygienisk barriere
37. EU/EØS, konsekvenser for Norges vannforsyning
38. NORVAR-prosjekter 1992/93 (*Utgått*)
39. Implementering av EDB-basert vedlikeholdssystem. Erfaringer fra referanseprosjekt knyttet til pilot-prosjekt ved Bekkelaget rensanlegg (*Utgått*)
40. Driftsassistanter for avløp. Utredning om rolle og funksjon fremover
41. Metri-tel. Kommunikasjonsmedium for VA-installasjoner. Erfaringer fra prøveprosjekt i Sandefjord kommune (*Utgått*)
42. Industriavløp til kommunalt nett. Evaluering av utførte industrikartleggingsprosjekt.
43. Korrosjonskontroll ved Hamar vannverk
44. Slam på grøntarealer. Erfaringer fra et demonstrasjonsprosjekt. Vekstsesongen 1994
45. Forsøk med forfelling og felling i 2 trinn med polyaluminium-klorid høsten 1993 Kartlegging av slam- slamvannsstrømmer med og uten forfelling 1993-94
46. Renovering av avløpsledninger. Retningslinjer for dokumentasjon og kvalitetskontroll
47. Strategidokument for industrikontroll
48. NORVAR og miljøteknologi. Forprosjekt
49. Grunnundersøkelser for infiltrasjon - små avløpsanlegg. Forundersøkelse, områdebefaring og detaljundersøkelse ved planlegging og separate avløpsanlegg
50. Rørinspeksjon i avløpsledninger. Rapporteringshåndbok (*Erstattet av 145/05*)
51. Slambehandling
52. Bruk av slam i jordbruket
53. Bruk av slam på grøntarealer
54. Rørinspeksjon av avløpsledninger. Veileder (*Erstattet av 145/05*)
55. Vannbehandling og innvendig korrosjonskontroll i vannledninger
56. Vannforsyning til næringsmiddelindustrien. Krav til kvalitet. Vannverkenes erstatningsansvar ved svikt i vannleveransen
57. Trykkreduksjon. Håndbok og veileder
58. Karbonatisering på alkaliske filter
59. Veileder ved utarbeidelse av prosessgarantier
60. Avløp fra bilvaskeanlegg til kommunalt rensanlegg
61. Veileder i planlegging av fornyelse av vannledningsnett
62. Veileder i planlegging av spyling og pluggkjøring av vannledningsnett
63. Mal for godkjenning av vannverk
64. Driftserfaringer fra anlegg for stabilisering og hygienisering av slam i Norge
65. Forslag til veileder for fettavskillere til kommunalt avløpsnett
66. EØS-regelverket brukt på anskaffelser i VA-sektoren
67. Filter som hygienisk barriere - fase 3
68. Korrosjonskontroll ved Stange vannverk
69. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 2. Siler/finnister
70. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 2. Store slamavskillere samt underlag for veileder
71. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 3. Veileder for valg av rensemetode ved utslipp til gode sjøresipienter
72. Utviklingstrekk og utfordringer innen VA-teknikken. Sammenstilling av resultatet fra arbeidet i NORVARs gruppe for langtidsplanlegging i VA-sektoren
73. Etablering av NORVARs VA-infotorg. Bruk av internett som kommunikasjonsverktøy (*Utgått*)
74. Informasjon fra NORVARs faggruppe for EDB og IT. Spesialrapport - 5. Utgave Beskrivelse av 34 EDB-programmer/Moduler for bruk i VA-teknikken (*Erstattet av 133/03*)
75. NORVARs faggruppe for EDB og IT. IT-strategi i VA-sektoren. (*Erstattet av 133/03*)
76. Dataflyt-klassifisering av avløpsledninger. (*Erstattet av 150/07*)
77. Alternative områder for bruk av slam utenom jordbruket. Forprosjekt
78. Alternative behandlingsmetoder for fettslam fra fettavskillere
79. Informasjonssystem fordrikkevann, forprosjekt
80. Sjekkliste/veiledninger for prosjektering og utførelse av VA-hoved og stikkledninger - sanitærinstallasjoner
81. Veileder. Kontrahering av VA-tekniske prosessanlegg i totalentreprise
82. Veileder for prøvetaking av avløpsvann
83. Rørinspeksjon med videokamera. Veiledning/rapportering (*Erstattet av 145/05*)
84. Forfall og fornyelse av ledningsnett
85. Effektiv partikkelseparasjon innen avløpsteknikken
86. Behandling og disponering av vannverksslam. Forprosjekt
87. Kalsiumkarbonatfilter for korrosjonskontroll. Utprøving av forskjellige marmormasser
88. Vannglass som korrosjonsinhibitor. Resultater fra pilotforsøk i Orkdal kommune
89. VA-ledningsanlegg etter revidert plan- og bygningslov
90. Actiflo-prosjektet ved Flesland ra
91. Vurdering av "slamfabrikk" for Østfold
92. Informasjon om VA-sektoren - forprosjekt
93. Videreutvikling av NORVAR. Resultatet av strategisk prosess 1997/98
94. Nettverksamarbeid mellom NORVAR, driftsassistanter og kommuner
95. Veileder for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken

96. Rist- og silgods - karakterisering, behandlings- og disponeringsløsninger
 97. Slamforbrenning (VA-forsk 1999-11). (Samarbeidsprosjekt med VAV)
 98. Kvalitetssystemer for VA-ledninger. Mal for prosessen for å komme fram til kvalitetssystem som tilfredsstiller kravene i revidert plan- og bygningslov
 99. Veiledning i dokumentasjon av utslipp
 100. Kvalitet, service og pris på kommunale vann- og avløpstjenester
 101. Status og strategi for VA-opplæringen
 102. Oppsummering av resultater og erfaringer fra forsøk og drift av nitrogenfjerning ved norske avløpsrenseanlegg
 103. Returstrømmer i renseanlegg. Karakterisering og håndtering
 104. Nordisk konferanse om nitrogenfjerning og biologisk fosforfjerning 1999
 105. Sjekkliste plan- og byggeprosess for silanlegg
 106. Effektiv bruk av driftsinformasjon på renseanlegg/mal for rapportering
 107. Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Teknisk veiledning. Foreløpig utgave
 108. Data for dokumentasjon av VA-sektorens infrastruktur og resultater
 109. Resultatindikatorer som styringsverktøy for VA-ledelsen
 110. Veileder i konkurranseutsetting. Avtaler for drift og vedlikehold av VA-anlegg
 111. Eksempel på driftsinstruks for silanlegg. Cap Clara i Molde kommune
 112. Erfaringer med nye renseløsninger for mindre utslipp
 113. Nødvendig kompetanse for drift av avløpsrenseanlegg. Læreplan for driftsoperatør avløp
 114. Nødvendig kompetanse for drift av vannbehandlingsanlegg. Læreplan for driftsoperatør vann
 115. Pumping av avløpsslam. Pumpetyper, erfaringer og tikk
 116. Scenarier for VA-sektoren år 2010
 117. VA-juss. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel (*Erstattet av 134/03*)
 118. Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR- teknikk (*Erstattet av 138/04*)
 119. Omstruktureringer i VA-sektoren i Norge En kartlegging og sammenstilling
 120. Strategi for norske vann- og avløpsverk. Rapport fra strategiprosess 2000/2001
 121. Kjøkkenavfallskverner for håndtering av matavfall. Erfaringer og vurderinger
 122. Prosessen ved utarbeidelse av miljømål for vannforekomster. Erfaringer og råd fra noen kommuner
 123. Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Veiledning for utarbeidelse av lokale forskrifter
 124. Nødvendig kompetanse for legging av VA-ledninger. Læreplan for ADK 1
 125. Mal for forenklet VA-norm
 126. Organisering og effektivisering av VA-sektoren. En mulighetsstudie
 127. Vassdragsforbund for Mjøsa og tilløpselvene - en samarbeidsmodell
 128. Bruk av resultatindikatorer og benchmarking i effektivitetsmåling av kommunale VA-virksomheter. Erfaringer og anbefalinger fra et prøveprosjekt
 129. Rørinspeksjon med videokamera. Veiledning/rapportering hovedledninger
 130. Gjenanskaffelseskostnadene for norske VA-anlegg
 131. Effektivisering av avløpssektoren
 132. Forslag til nytt system for prosjekteringsvirksomheten i NORVAR
 133. IT-strategi for VA-sektoren. Veiledning
 134. VA-JUS. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel (*Oppdateres årlig på www.norskvann.no*)
 135. Vannledningsrør i Norge. Historisk utvikling. 26 dimensjonstabeller
 136. Hygienisk barrierer og kritiske punkter i vannforsyningen: Hva har gått galt?
 137. Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng
 138. Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR-teknikk. Revidert utgave
 139. Erfaringer med kloring og UV-stråling av drikkevann
 140. NORVARs videre arbeid med slam. Strategisk plan for prosjekteringsvirksomhet, informasjon og kommunikasjon. Forprosjekt
 141. Trenger Norge en VA-lov? Drøfting av behovet for en egen sektorlov for vann og avløp
 142. NORVARs benchmarkingsprosjekt 2004 Presentasjon av målesystem og resultater for 2003 ed analyse av datamaterialet
 143. Kartlegging av mulig helserisiko for abonnenter berørt av trykkløs vannledning ved arbeid på ledningsnett
 144. Veiledning i overvannshåndtering (*Erstattet av 162/08*)
 145. Inspeksjonsmanual for avløpssystemer. Del 1 – Ledninger
 146. Bærekraftig vedlikehold. Betrakninger av utvalgte problemstillinger knyttet til langsiktig forvaltning av vannledningsnett
 147. Optimal desinfeksjonspraksis for drikkevann
 148. Veiledning i utarbeidelse av prøvetakingsprogrammer for drikkevann
 149. Tilførsel av industrielt avløpsvann til kommunalt nett. Veiledning
 150. Dataflyt – Klassifisering av avløpsledninger
 151. Veiledning for vedlikeholdssystemer (FDV)
 152. Veiledning for anskaffelse av driftskontrollsystemer i VA-sektoren
 153. Norm for symboler i driftskontrollsystemer for VA-sektoren
 154. Norm for tagkoding i VA-anlegg
 155. Norm for merking og FDV-dokumentasjon i VA-sektoren
 156. Veiledning for oljeutskilleranlegg
 157. Organiske miljøgifter i norsk avløpsslam. Resultater fra undersøkelsen i 2006/07
 158. Termoplastrør i Norge – før og nå
 159. Håndbok i kildeprosjekt i avløpssystemet
 160. Driftserfaringer med membranfiltrering
 161. Helsemessig sikkert vannledningsnett
 162. Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering
 163. Veiledning for innhenting og evaluering av tilbud på analyseoppdrag
 164. Veiledning for UV-desinfeksjon av drikkevann
 165. Innsamlingsverktøy for vedlikeholdsdata
 166. Tiltak for å bedre fosforfjerningen på kjemiske renseanlegg
 167. Veiledning for kjøp av VA-kjemikalier
 168. Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg
 169. Optimal desinfeksjonspraksis fase 2
 170. Veileder til god desinfeksjonspraksis
 171. Erfaringer med lekkasjekontroll
 172. Trykktap i avløpsnett
 173. Veiledning for bruk av støpejernsrør
 174. Hygienisering av avløpsslam. Langtidslagring og enkel rankekompostering. Resultater fra 3 års valideringstesting
 175. Vann og avløp for nye i bransjen – læreplan E-læring og samlinger
 176. Statlige gebyrer og avgifter på de kommunale VAR-tjenestene
 177. Drikkevannskvalitet og kommende utfordringer – problemoversikt og status
 178. Grunnundersøkelser for infiltrasjon – mindre avløpsanlegg
- Rapportserie B:
- B1: Effektive VA-organisasjoner og tilfredse brukere. Forprosjekt
 - B2: PressurePuls for deteksjon av lekkasje på vannledninger.
 - B3: Kvalitetshveving av nye VA-ledningsanlegg. Kartlegging og tiltaksforslag
 - B4: Vannkvalitet i ledningsnett – Problemoversikt og status. Forprosjekt.
 - B5: Utslipp fra bilvaskehaller
 - B6: Kommunikasjonsstrategi for NORVAR og norske vann og avløpsverk
 - B7: Sandnesmodellen. Eksempel på system for kommunikasjon og virksomhetsstyring
 - B8: Forprosjekt energinettverk i VA-sektoren
 - B9: Utvikling av et system for spørreundersøkelser blant VA-kundene
 - B10: Vannkilden som hygienisk barriere
 - B11: Økonomiske forhold i interkommunalt VA-samarbeid – praksis og kjøreregler
 - B12: Drikkevann i media
 - B13: Silslam – mengder, behandlingsløsninger og bruksområder. Forprosjekt.
 - B14: Klimatilpasningstiltak i VA-sektoren - forprosjekt
- Rapportserie C:
- C1: Sårbarhet i vannforsyningen
 - C2: Stoff for stoff – kilde for kilde. Kvikksølv i avløpsnett
 - C3: Samarbeid om økt bruk av avløpsslam på grøntarealer
 - C4: Effekter av bruk av matavfallskverner på ledningsnett, renseanlegg og avfallsbehandling
 - C5: Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen - veiledning

De mest aktuelle rapportene ligger som PDF-filer på www.norskvann.no



- Norsk Vann er en ikke-kommersiell interesseorganisasjon for vann- og avløpssektoren (VA-sektoren). Organisasjonen skal bidra til å oppfylle visjonen om rent vann ved å sikre VA-sektoren funksjonelle rammevilkår og legge til rette for kunnskapsutvikling og kunnskapsdeling.
- Norsk Vann eies av norske kommuner, kommunalt eide VA-selskaper, kommunenes driftsassistanser for VA og noen private andelsvannverk. Norsk Vann representerer ca 340 kommuner med over 90 % av landets innbyggere. Virksomheten finansieres i hovedsak gjennom kontingenter fra medlemmene.
- Norsk Vann styres av eierne gjennom årsmøtet og av et styre sammensatt av representanter fra eierne.

- I Norsk Vanns prosjektsystem gjennomføres hvert år prosjekter for ca. 6 mill. kroner
- Det er praktiske og aktuelle spørsmål innenfor vann- og avløp som utredes
- Deltakerne foreslår prosjekter, styrer gjennomføringen og får full tilgang til alle resultater

