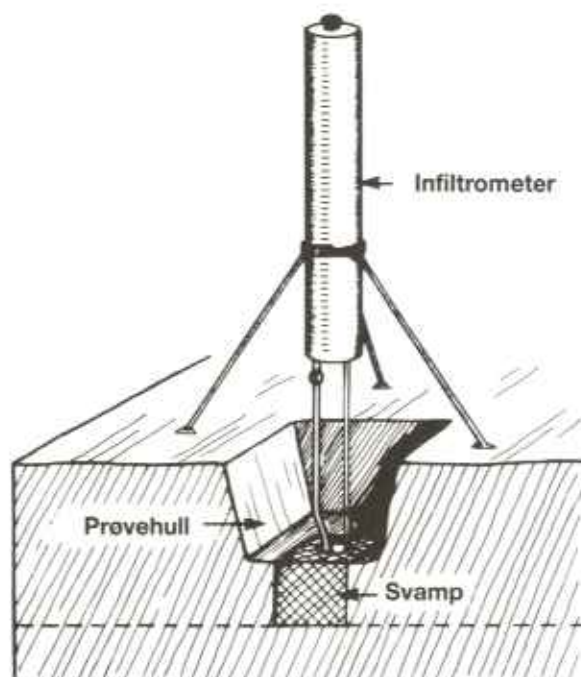


Grunnundersøkelser for infiltrasjon – små avløpsanlegg

Forundersøkelse, områdebefaring og detaljundersøkelse
ved planlegging av separate avløpsrenseanlegg



NORVAR-rapport

Norsk VA-verkforening

Postadresse: Vangsveien 143, 2300 Hamar
Besøksadresse: Vangsveien 143, Hamar
Telefon: 62 52 86 50

Rapportnummer:
49-1994

Dato:
1. desember 1994

Antall sider (inkl. bilag)
70

Tilgjengelighet:
Åpen: X
Begrenset:

Rapportens tittel:

GRUNNUNDERSØKELSER FOR INFILTRASJON - SMÅ AVLØPSANLEGG

Forundersøkelse, områdebefaring og detaljundersøkelse ved planlegging av separate avløpsrenseanlegg.

Forfatter(e):

Jens Chr. Køhler, JORDFORSK

Redigert og ferdigstilt av Øyvind Nybakken, HJELLES COWI AS

Ekstrakt:

Ved bygging av jordrenseanlegg er det nødvendig å utføre tilfredstillende grunnundersøkelser. Plan for gjennomføring av grunnundersøkelser deles opp i forundersøkelse, områdebefaring og detaljundersøkelser. Undersøkelsene skal gi svar på:

- * **Infiltrasjonskapasitet;** Mengde avløpsvann som kan infiltreres
- * **Hydraulisk kapasitet;** Mengde vann som kan strømme gjennom jord
- * **Egenskap som rensemedium;** Evne til å holde tilbake forurensning.

Den kunnskap og data som kommer fram, skal gi svar på om infiltrasjon er mulig og eventuelt hvor og hvordan anlegget skal bygges.

Denne rapporten er et tillegg - når det gjelder grunnundersøkelse - til SFTs T 616; "Forskrift om utslipp fra separate avløpsanlegg" med tilhørende retningslinjer. Selve hoveddokumentet er bygd opp som en mal med skjekklister, med fortløpende henvisninger til vedlegg. Vedleggene er mere utarbeidet som en lærebok.

Emneord, norske:
Spredt bebyggelse
Separate avløpsanlegg
Grunnundersøkelse

Emneord, engelske:

Andre utgaver:

82-414-0063-2

INNHALDSFORTEGNELSE

	SIDE
FORORD	iii
1 INNLEDNING	1
1.1 Hva er et infiltrasjonsanlegg og hvordan fungerer det?	1
1.2 Hva kreves for at et infiltrasjonsanlegg skal fungere?	1
1.3 Hva skal grunnundersøkelser klarlegge? ..	2
1.3.1 Jordmassenes infiltrasjonskapasitet for avløpsvann.	2
1.3.2 Jordmassenes hydrauliske kapasitet.	3
1.3.3 Jordmassenes egenskaper som rensemedium.	3
1.3.4 Teknisk utforming	3
2 UNDERSØKELSER AV INFILTRASJONSMULIGHETENE	4
2.1 Forundersøkelse (fase 1)	5
2.1.1 Tillatelse til utslipp fra separate avløpsanlegg	5
2.1.2 Større områder; Tilknytning til renseanlegg	5
2.1.3 Bestemmelser i arealdelen i kommuneplanen	5
2.1.4 Vannforsyningsplaner	6
2.1.5 Eksisterende drikkevannskilder og avløpsanlegg	6
2.1.6 Kartmaterieill, flybilder og geologiske rapporter	6
2.1.7 Oppsummering	6
2.2 Områdebefaring (fase 2)	7
2.2.1 Avstand til vassdrag og eiendomsgrense	7
2.2.2 Topografiske forhold og forekomst av bart fjell	7
2.2.3 Registrering av drikkevannskilder, grunnvann og vannkvalitet	7
2.2.4 Registrering av dreussystemer og overflatevann	8

2.2.5	Registrering av eksisterende avløpsanlegg	8
2.2.6	Registrering av vegetasjon	8
2.2.7	Registrering av geologiske og hydrogeologiske forhold	9
2.2.8	Oppsummering	9
2.3	Detaljundersøkelse (fase 3)	10
2.3.1	Registrering av grunnforhold på utvalgte lokaliteter - prøvetaking	11
2.3.2	Valg av infiltrasjonsareal	11
2.3.3	Bestemmelse av jordmassenes vannledningsevne	12
2.3.4	Foreløpig dimensjonering av infiltrasjonsfilteret	12
2.3.5	Bestemmelse av grunnvannsparmetre	13
2.3.6	Bestemmelse av jordmassenes hydrauliske kapasitet	13
2.3.7	Forurensning av drikkevannskilder, grunnvann og overflatevann	13
2.3.8	Oppsummering	14
3	DIMENSJONERING OG KRAV TIL UTFORMING AV ANLEGG (FASE 4)	15

VEDLEGG (se egen innholdsfortegnelse)

1	Jordas kornstørrelsesfordeling og infiltrasjonsdiagrammet
2	Løsmassenes resipientegenskaper
3	Metodikk for registrering og beskrivelse av grunnforhold
4	Grunnvann og forurensningsaspekter
5	Krav til infiltrasjonsareal og resipientareal
6	Metoder for bestemmelse av jordas vannledningsevne
7	Dimensjonerende vannmengde
8	Metodikk for bestemmelse av hydraulisk gradient og strømhastighet
9	Jordmassenes hydrauliske kapasitet
10	Jordmassers egenskaper som rensemedium
11	Eksempel på registrerings skjema for grunnundersøkelser og detaljplanlegging av infiltrasjonsanlegg
12	Litteraturliste

FORORD

Det er i 1992 gjennomført en mindre revisjon av SFT's T 616; "Forskrift om utslipp fra separate avløpsanlegg" og tilhørende retningslinjer. Avsnittet om grunnundersøkelser i retningslinjene er redusert. I stedet er denne veiledningen utarbeidet for gjennomføring av grunnundersøkelser.

Som grunnlag for undersøkelsene er det utarbeidet informasjonsmaterieil om jord, jordarter, berggrunn og undersøkelsesmetodikk (vedlegg 1-12).

Dette materiale inneholder basiskunnskap for gjennomføring av slike undersøkelser.

Denne rapporten er utarbeidet gjennom et SFT-finansiert prosjekt. Rapporten er utarbeidet av Jens Chr. Køhler, JORDFORSK. Revidering og ferdigstilling er gjort av Øyvind Nybakken, Hjøllnes COWI AS.

SFT har henvendt seg til NORVAR med ønske om å få utgi rapporten i serien NORVAR-rapporter. Dette er en naturlig følge av intensjonsavtalen mellom SFT og NORVAR, der SFT ønsker å overføre deler av den kompetanseoppbyggende virksomheten innen avløpssektoren til NORVAR.

NORVAR vil takke SFT for at vi får utgi rapporten. Videre takker vi forfatterne og andre som har bidratt til utarbeidelsen av rapporten.

Hamar, 1. desember 1994

Svein Erik Moen

1 INNLEDNING

1.1 Hva er et infiltrasjonsanlegg og hvordan fungerer det?

Et infiltrasjonsanlegg er et renseanlegg der jord benyttes som rensemedium. Anleggstypen brukes normalt til rensing av husholdningsavløpsvann og kommunalt avløpsvann. Hovedkomponentene i anlegget består bl.a. av slamavskiller som holder tilbake sedimenterbart slam og flyteslam, og et jordfilter der små svevende artikler (suspendert stoff) og løste forbindelser holdes tilbake. Jordfilteret er normalt utformet som en eller flere grøfter, der avløpsvannet ledes ut i et lag med puk. Pukken har til oppgave å fordele avløpsvannet i rensemediet. Det er i jordmassene under og nedstrøms grøften(e) at selve rensingen finner sted.

1.2 Hva kreves for at et infiltrasjonsanlegg skal fungere?

- ✓ *Hva slags avløpsvann*
- ✓ *Mengde avløpsvann*
- ✓ *Gode grunnforhold*

Infiltrasjonsanlegg kan bygges for 1 bolig eller fellesanlegg for 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.

- ✓ *Slamavskillervolum*

Det er utarbeidet kriterier for dimensjonering av infiltrasjonsanlegg. 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 jordfilteret og gi vannoppslag i f.eks. kjeller eller rundt infiltrasjonsanlegget. Også feil dimensjonert jordfilter medfører vannoppslag.

✓ *Type jordfilter*

Jordfilteret 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.

✓ *Drift*

Gode driftsforhold er en betingelse for at renseanlegget skal virke, slik at investeringen kommer til sin rett. Plasseringen av slamavskiller må ordnes slik at både kontroll og tømning skjer problemfritt.

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

1.3 Hva skal grunnundersøkelser klarlegge?

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

1.3.1 Jordmassenes infiltrasjonskapasitet for avløpsvann.

► *Mengde avløpsvann som kan infiltreres*

Infiltrasjonskapasiteten er den mengde slamavskilt avløpsvann som kan infiltreres pr m² grøftebunn eller bassengbunn i infiltrasjonsfilteret etter at biohuden på bunnflaten er utviklet. Infiltrasjonskapasiteten kan oppgis i l/m² og døgn. I retningslinjene er det benyttet dimensjoneringsklasser. Dimensjonering av infiltrasjonsfiltre er beskrevet i kapittel 5.3 i "Retningslinjer for utforming og drift av separate avløpsanlegg" til Miljøverndepartementets T-616; "Forskrift om utslipp fra separate avløpsanlegg" (8. juli 1992).

I sortert (ensgradert) sand og grus benyttes korngraderingskurven (se vedlegg 5, kap. 3) til dimensjonering av infiltrasjonsfilteret (felt 2, 3 og 4 i figur 9 i retningslinjene). I dårlig sorterte og finkornige jordarter (felt 1 i figur 9) skal infiltrasjonstest benyttes. Infiltrasjonstesten er beskrevet i vedlegg 6, samt i kapittel 3.2.2 i "Retningslinjer for utforming og drift av separate avløpsanlegg" til Miljøverndepartementets T-616; "Forskrift om utslipp fra separate avløpsanlegg" (8. juli 1992).

1.3.2 Jordmassenes hydrauliske kapasitet.

- *Jordmassenes evne til å transportere bort vann som infiltreres fra et anlegg*

Den hydrauliske kapasiteten kan uttrykkes i m³ pr. døgn for et gitt areal og skal bestemmes for jordmassene under infiltrasjonsfilteret.

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

1.3.3 Jordmassenes egenskaper som rensemedium.

- *Jordas evne til å holde tilbake forurensningsstoffer*

Avløpsvann inneholder en rekke forurensningsstoffer. I tabell 1 i retningslinjene er det gitt en oversikt over hvilke renses-effekter som kan påregnes for noen av de viktigste forurensningsparametre. Det er her forutsatt at infiltrasjonsanlegget bygges forskriftsmessig. Jords egenskaper som rensemedium er beskrevet i vedlegg 10.

1.3.4 Teknisk utforming

Punktene 1.3.1 - 1.3.3 gir grunnlag for å vurdere om infiltrasjon er mulig og eventuelt *hvordan anlegget skal bygges*.

Sentralt for klarlegging av disse punktene er jordart, samt jordas vanngjennomtrengelighet, tykkelse (mektighet) og utbredelse. Dette krever kunnskaper om jordmassene dannelsesmåte og jordartenes egenskaper. I vedlegg 12 er det vist til litteratur som omhandler disse emner.

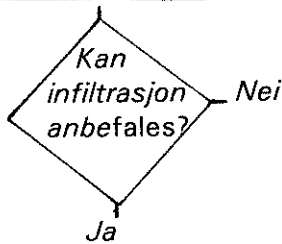
Et infiltrasjonsanlegg skal tilpasses forholdene på stedet hvor det skal bygges. Dette betyr at det iblant må benyttes separat klosettløsning fordi jordmassene ikke kan ta hånd om "fullt" utslipp på en forsvarlig måte.

Før feltarbeidet avsluttes er det viktig å få nøyaktig angitt hvor og hvordan infiltrasjonsfilteret skal bygges. Filterflaten bør legges på det dyp som gir optimal utnyttelse av grunnens vanngjennomtrengelighet og renseseffekt. Det vil ofte bety at filterflaten bør legges så høyt oppe i jordprofilet som mulig. Det bør videre bestemmes om filteret skal bygges med eller uten støtbelaster, og om filteret skal støtbelastes med selvføll eller under trykk. Også lokaliseringen av slamavskiller, fordelingskum(mer) og ledningstraseer bør fastsettes før feltarbeidet avsluttes.

2 UNDERSØKELSER AV INFILTRASJONSMULIGHETENE

Planlegging av et infiltrasjonsanlegg omfatter 4 faser;

Fase 1. Forundersøkelse

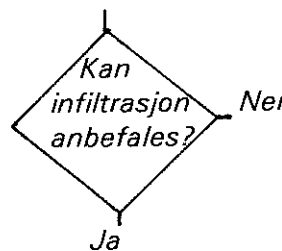


Søknad om bygging eller utslipps-
tillatelse vurderes opp mot
regelverket og lokale vedtekter.

☞ Kap. 2.1

- ✓ gjeldende bestemmelser,
planer o.a.
- ✓ eksisterende
drikkevannskilder og
avløpsanlegg i området
- ✓ studier av kart-materiell,
flyfoto m.m.

Fase 2. Områdebefaring

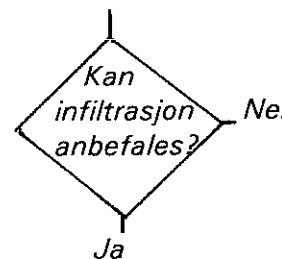


Valg av infiltrasjonsområde ut fra
en vurdering av områdets egnethet.
Alle registreringer kartfestes.

☞ Kap. 2.2

- ✓ overflatetegn som forteller
noe om infiltrasjons-
mulighetene
- ✓ registrering av
drikkevannskilder og
avløpsanlegg/utslipp
- ✓ registrering av
naturgrunlaget, med størst
vekt på jordartene i området

Fase 3. Detalj-undersøkelse



Gjennom fase 1 og fase 2 finnes
områder og arealer der avløpsvann
kan infiltreres. Fase 1 (og 2) kan
også allerede være avdekket i en
eksisterende plan.

☞ Kap. 2.3

- ✓ detaljregistrering av grunn-
forhold, med formål å finne
fram til jordsmonnets;
 - infiltrasjonskapasitet
 - hydraulisk kapasitet
 - renseegenskap
- ✓ klarlegge risiko for
forurensning

Fase 4. Teknisk utforming av anlegg, prosjektering

Sette opp krav til dimensjonering
og teknisk utforming. Søknad.

☞ Kap. 3

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 separate avløpsanlegg

Sjekkliste:

- ✓ er tillatelse til utslipp gitt?
- ✓ def. av spredt bebyggelse
- ✓ beregning av avløpsmengde

Tillatelse til utslipp fra separate avløpsanlegg kan bare gis i overensstemmelse med "Forskrift om utslipp fra separate avløpsanlegg". Det vises spesielt til paragraf 7 vedrørende definering av spredt bebyggelse.

Det vises også til paragraf 2 vedrørende utslippets størrelse. Retningslinjene gjelder for:

- Utslipp fra inntil 7 helårsboliger eller fritidshus
- Utslipp fra annen bebyggelse tilsvarende opp til 25 personekvivalenter.

Henvisning:

- ☞ Kommunale vedtak
- ☞ Vedlegg 7

Fem personekvivalenter (p.e.) tilsvarer normalt 1 boligenhet med vannklosett tilknyttet. For beregning av dimensjonerende vannmengde fra boliger og annen bebyggelse vises til vedlegg 7.

2.1.2 Større områder; Tilknytning til renseanlegg

Sjekkliste:

- ✓ hva sier eksisterende planer?
- ✓ tilknytningsplikt?

Av forurensningsloven (f-loven) fremgår det at "Forurensningsspørsmål skal om mulig søkes løst for større områder under ett" (§11). Alle utslipp - nye og gamle - må vurderes med hensyn på forurensning av miljøet. Plan og bygningsloven (PBL), bl.a. § 66 og §75, omhandler også bestemmelser på tilknytning av nye og eksisterende boliger. Unntak finnes, blant annet PBL §82.

Henvisning:

- ☞ lokal forskrift
- ☞ plan for spredt bebyggelse, hovedplan avløp o.a.

Et tiltak kan være å lede utslipp(ene) til et lokalt felles renseanlegg eller inn på kommunal avløpsnett.

2.1.3 Bestemmelser i arealdelen i kommuneplanen

Sjekkliste:

- ✓ hva betyr bestemmelsene?

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

Henvisning:

- ☞ Kommuneplanen
- ☞ Hovedplan Avløp

2.1.4 Vannforsyningsplaner

Sjekkliste:

✓ *hva sier eksist. planer?*

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

Henvisning:

☞ *Hovedplan Vann, GiN-rapport*

2.1.5 Eksisterende drikkevannskilder og avløpsanlegg

Sjekkliste:

✓ *type anlegg hos naboene?*

✓ *analyser av vannprøver fra brønner i området?*

✓ *eksist. og lokale forhold*

Kommunale arkiver inneholder ofte verdifullt materiale om eksisterende drikkevannskilder og avløpsanlegg. Dette materialet kan være av betydning for den foreliggende utslippssaken. 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 forurenset av bakterier og nitrat. Forholdene bør da utredes og eventuelt utbedres før det eventuelt gis tillatelse til nye utslipp.

Henvisning:

☞ *kommunale arkiv*

☞ *kjentmann*

2.1.6 Kartmateriell, flybilder og geologiske rapporter

Sjekkliste:

✓ *tilgjengelig kartverk*

✓ *studier av flybilder*

Geologiske kart og topografiske kart av stor målestokk kan gi verdifull informasjon om jordartsfordeling og grunnvannsforhold. Videre vil studier av flybilder med stereoskop ofte være et verdifullt supplement til kartstudier. En erfaren flybildetolker kan trekke deler av "feltarbeidet" inn på kontoret og oppnå en betydelig reduksjon av tidsforbruket.

Henvisning:

☞ *geologisk, topografisk og økonomisk kartverk*

2.1.7 Oppsummering

☺ **Hva vi vil oppnå**

Ut fra kapitlene 2.1.1-2.1.5 vil det bli avklart om gjeldende regelverk og kommunale vedtak 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 allikevel 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 overflatekjenner som forteller noe om infiltrasjonsmulighetene skal registreres. Registreringene skal kartfestes.

2.2.1 Avstand til vassdrag og eiendomsgrense

Sjekkliste:

- ✓ minimumsavstand
- ✓ tillatelse fra nabo

Minimumsavstanden til vassdrag og eiendomsgrense skal være henholdsvis 10 og 4 meter (se gjeldende retningslinjer, kapittel 2).

Henvisning:

- ☞ retningslinjene T616 kap. 2

Der det er nødvendig å bygge infiltrasjonsanlegg nærmere eiendomsgrense enn 4 meter skal naboens tillatelse innhentes. Fravikelse av avstandskravene til eiendomsgrense bør tinglyses.

2.2.2 Topografiske forhold og forekomst av bart fjell

Sjekkliste:

- ✓ terrenghelning
- ✓ nødvendig infiltrasjonsareal

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. For et infiltrasjonsanlegg til 1 bolig skal jorddekket mark utgjøre minimum 15 x 30 meter. Det tilsvarende tallet for 1 hytte er 8 x 30 meter.

Det er her tatt utgangspunkt i et infiltrasjonsanlegg for gråvann, og at jordmassene faller i felt 3 i infiltrasjonsdiagrammet, dvs. at jorda skal bestå av sand. Der klosettavløp tilknyttes avløpsanlegget eller jordmassene faller i felt 1 eller 2 i infiltrasjonsdiagrammet, kreves det større areal.

Henvisning:

- ☞ Infiltrasjonsdiagram; vedlegg 5, kap. 5.3

2.2.3 Registrering av drikkevannskilder, grunnvann og vannkvalitet

Sjekkliste:

- ✓ drikkevannskilder
- ✓ grunnvannsforhold
- ✓ avst. vannuttak - infiltrasjon
- ✓ vannanalyse

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, f.eks groper med vann eller små dammer. Grunnvann er omtalt i vedlegg 4.

Avstanden mellom vannuttak og infiltrasjonsanlegg - og innbyrdes beliggenhet - skal være slik at drikkevannskilden ikke blir forurenset. Som hovedregel bør denne avstanden være minst 100 meter, men under visse forhold kan det også være behov for større avstand. Er det drikkevannsinteresser i nærheten, skal alle forhold vurderes. Kommunelege/helsesjef vil i alle tilfeller gi sin vurdering under slike forhold.

Henvisning:

☞ *Grunnvann; Vedlegg 4*

Analysen 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. Vannanalysene skal foretas av godkjente laboratorier.

2.2.4 Registrering av drenssystemer og overflatevann

Sjekkliste:

- ✓ vannveier i grunnen
- ✓ egne grøfter

Drenssystemer og vassdrag har normalt stor betydning for strømningsforholdene i grunnvannssonen. Elver og vann er enkle å registrere. Det er imidlertid ikke sikkert at 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 befaring.

Henvisning:

☞ *kjentfolk*
☞ *landbrukskontoret*

2.2.5 Registrering av eksisterende avløpsanlegg

Sjekkliste:

- ✓ eksisterende forhold

Avløpsanlegg registrert gjennom kommunale arkiver stedfestes nøyaktig på kartet (se kapittel 2.1.5). Der disse arkiver ikke er benyttet bør eventuelle anlegg registreres under befaringen og kartfestes. Anleggstype og funksjon registreres.

Henvisning:

☞ *komm. arkiv, reg. skjema*
(se eksempel vedlegg 11)

2.2.6 Registrering av vegetasjon

Sjekkliste:

- ✓ registrering og tolking av vegetasjonsdekket

Det naturlige vegetasjonsdekket kan gi sentral informasjon om jordbunns- og grunnvannsforhold;

- 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
- 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 informasjonen. Det vises til vedlegg 12, litteraturhenvisning nr 4.

Henvisning:

☞ *Litteratur, vedlegg 12*

2.2.7 Registrering av geologiske og hydrogeologiske forhold

Sjekkliste:

- ✓ *Gode og store nok infiltrasjonsmasser*

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

Henviing:

- ☞ *Bestemmelse av jordart; Vedlegg 3, kap. 3.1*
- ☞ *Jordmassenes tykkelse, utbredelse; Vedlegg 2 og 5*

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

2.2.8 Oppsummering

☺ *Hva vi vil oppnå*

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

- ☺ *Infiltrasjon mulig*
- ☞ *Detaljundersøkelse*

I. Undersøkelsene viser at infiltrasjon er mulig.
Grunnundersøkelser (detaljundersøkelse, kap. 3) må gjennomføres før dimensjonering av anlegget.

- ☹ *Ikke entydig svar*
- ☞ *Detaljundersøkelse*

II. 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.

- ☹ *Infiltrasjon frarådes*
- ☞ *Søknad avslås*

III. 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 vanngjennomtrengelighet.
- ☹ Avløpsvann kan forurense drikkevannskilder.
- ☹ Avløpsvann vil ikke bli tilfredsstillende renset før det når grunnvann, drenering eller overflatevann.

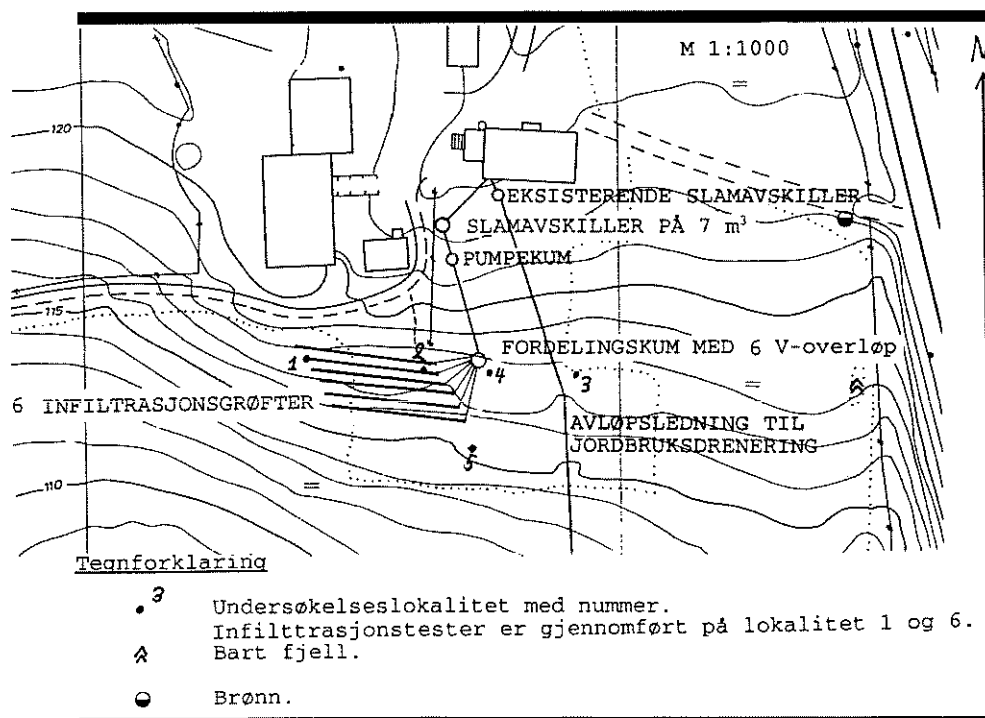
2.3 Detaljundersøkelse (fase 3)

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:

- | | | |
|--------------|---|---|
| ☞ Kap. 2.3.1 | 1 | Registrering av grunnforhold på utvalgte lokaliteter. |
| ☞ Kap. 2.3.2 | 2 | Valg av infiltrasjonsareal. |
| ☞ Kap. 2.3.3 | 3 | Bestemmelse av jordmassenes vannledningsevne. |
| ☞ Kap. 2.3.4 | 4 | Foreløpig dimensjonering av infiltrasjonsfilteret. |
| ☞ Kap. 2.3.5 | 5 | Forurensning av drikkevannskilder, grunnvann, overflate-vann. |
| ☞ Kap. 2.3.6 | 6 | Bestemmelser av grunnvannsparametre. |
| ☞ Kap. 2.3.7 | 7 | Bestemmelse av jordmassene hydrauliske kapasitet. |
| ☞ Kap. 2.3.8 | 8 | Oppsummering. |
| ☞ Kap. 2.3.9 | 9 | Dimensjoneringskrav og krav til utforming av anlegg. |

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



2.3.1 Registrering av grunnforhold på utvalgte lokaliteter - prøvetaking

Sjekkliste:

- ✓ graving av prøvehull/
skovelboring

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 margin, med det viktigste vedlegg nevnt først).

Det skal graves minimum 2 prøvehull i infiltrasjonsområdet og minimum 1 hull i resipientområdet nedstrøms infiltrasjonsområdet (*vedlegg 3*). Hullene graves normalt minimum 3 meter dype. Noen ganger er det behov for å grave dypere. Det er alltid viktig å få registrert grunnvannspeilet. Der jordmassene består av silt, tett morene eller leire, kan det iblant være nok å grave 1-2 meter dype hull.

Det tas ut 1 til 3 liter jord, avhengig av jordart. Massene blandes og merkes. Godkjent laboratorie utfører korngraderingsanalysen. Prøvene, analysen og testen skal være representative, og gjenspeile de virkelige forhold på stedet.

Profilene skal beskrives (*vedlegg 3*), og det skal gjennomføres en foreløpig vurdering om grunnen tilfredsstillende kravene som stilles til infiltrasjonsareal og resipientareal (*vedlegg 5*). I vurderingen inngår det også om grunnvann og drikkevannskilder kan bli forurenset. Det vises her til *vedlegg 4*, og spesielt til kap. 4.2 Grunnvann i fjell.

Henvising:

- ☞ *Vedlegg 3;*
"Metodikk for registrering/
beskrivelse av grunnforhold"
- ☞ *Vedlegg 4;*
"Grunnvann og
forurensningsaspekter"
- ☞ *Vedlegg 5;*
"Krav til infiltrasjonsareal
og resipientareal"

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

Sjekkliste:

- ✓ Gode infiltrasjonsmasser

Grunnlagsmateriale er gitt i flere vedlegg (se henvisning i margin, med det viktigste vedlegg nevnt først).

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

Henvisning:

- ☞ Vedlegg 5;
Krav til infiltrasjons- og resipientareal
- ☞ Vedlegg 3;
Metodikk for registrering/ beskrivelse av grunnforhold

ikke være så høy at jordas renseevne reduseres. De gunstigste massene (sand/grusig sand) hører inn under felt 2 og 3 i infiltrasjonsdiagrammet, samt i overgangen mellom felt 2 og 1. Massen i felt 4 er grove og har dårligere renseeffekt.

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

2.3.3 Bestemmelse av jordmassenes vannledningsevne**Sjekkliste:**

- ✓ Infiltrasjonstest

Grunnlagsmateriale er gitt i flere vedlegg (se henvisning i margin, med det viktigste vedlegg nevnt først).

Henvisning:

- ☞ Vedlegg 6;
Metoder for bestemmelse av jord's vannledningsevne
- ☞ Vedlegg 5;
Krav til infiltrasjonsareal og resipientareal

Der jordmassene i infiltrasjonsområdet synes å falle i felt 1 i infiltrasjonsdiagrammet (figur 3 i vedlegg 5 og tilhørende tekst) bør det gjennomføres infiltrasjonstest for å klarlegge jordmassenes vannledningsevne. Der jordmassene i resipientområdet skiller seg fra jorda i infiltrasjonsområdet bør vannledningsevnen til disse jordmasser også bestemmes. I godt sorterte jordmasser kan Hazens formel benyttes, 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**Sjekkliste:**

- ✓ Dimensjonering ut fra;
 - foreliggende materiale
 - korngraderingskurve

Grunnlagsmateriale er gitt i flere vedlegg (se henvisning i margin, med det viktigste vedlegg nevnt først).

Henvisning:

- ☞ SFT's T 616; Forskrift m/ retningslinjene
- ☞ Vedlegg 3;
Metodikk for registrering/ beskrivels av grunnforhold
- ☞ Vedlegg 5;
Krav til infiltrasjonsareal og resipientareal
- ☞ Vedlegg 6;
Metodikk for bestemmelse av jord's vannledningsevne

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 korngraderingskurvene, bør det gjennomføres en foreløpig dimensjonering basert på skjønsmessig fastsettelse av jordmassenes beliggenhet i infiltrasjonsdiagrammet. Filterflatens størrelse bestemmes ut fra hva som skal tilknyttes (helårsboliger/fritidsboliger) og dimensjoneringskriteriene i gjeldende retningslinjer (se kapittel 2.1.1).

Filteret utformes som grøft(er) eller basseng(er) tilpasset det undersøkte området. Lengde og bredde noteres og filterets beliggenhet tegnes inn på kartgrunnlaget. Filterflatens nivå under terrengoverflaten skal også noteres.

2.3.5 Bestemmelse av grunnvannsparmetre

Sjekkliste:

- ✓ *Grunnvannets gradient og strømningshastighet*

Grunnlagsmateriale er gitt i flere vedlegg (se henvisning i margin, med det viktigste vedlegg nevnt først).

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).

Henvisning:

- ☞ *Vedlegg 8;*
Metodikk for bestemmelse av hydraulisk gradient og strømningshastighet
- ☞ *Vedlegg 6;*
Metoder for bestemmelse av jordas vannlednings- evne

Der drikkevannskilder kan bli forurenset, skal både grunnvannets gradient, strømningsretning samt grunnvannets strømningshastighet bestemmes (vedlegg 6 og 8).

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

2.3.6 Bestemmelse av jordmassenes hydrauliske kapasitet

Sjekkliste:

- ✓ *Jordmassenes kapasitet*

Grunnlagsmateriale er gitt i flere vedlegg (se henvisning i margin, med det viktigste vedlegg nevnt først).

Henvisning:

- ☞ *Vedlegg 9;*
Jordmassenes hydrauliske kapasitet
- ☞ *Vedlegg 5;*
Krav til infiltrasjonsareal og resipientareal
- ☞ *Vedlegg 6;*
Metoder for bestemmelse av jordas vannlednings- evne
- ☞ *Vedlegg 7;*
Dim. vannmengde
- ☞ *Vedlegg 8;*
Metodikk for bestemmelse av hydraulisk gradient og strømningshastighet

Jordmassenes hydrauliske kapasitet skal bestemmes både for infiltrasjonsarealet og resipientarealet nedstrøms.

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

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

Ved bestemmelse av jordas hydrauliske kapasitet skal det tas hensyn til årstidsvariasjoner i grunnvannsnivået.

2.3.7 Forurensning av drikkevannskilder, grunnvann og overflatevann

Sjekkliste:

- ✓ *Kilder til forurensning?*
- ✓ *Ny vannkilde?*

Grunnlagsmateriale er gitt i flere vedlegg (se henvisning i margin, med det viktigste vedlegg nevnt først).

Ved planlegging av nye infiltrasjonsanlegg forutsettes det normalt at drikkevannskilder, grunnvann og overflatevann ikke skal forurennes.

I enkelte tilfeller kan det imidlertid være aktuelt å sanere eksisterende drikkevannskilde. Det kan f.eks gjelde der vannforsyningskilden 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.

Henvisning:

- ☞ Vedlegg 4;
Grunnvann og
forurensningsaspekter
- ☞ Vedlegg 10;
Jordmassers egenskaper
som rensemedium

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

☺ **Hva vi vil oppnå**

Gjennom detaljundersøkelsene skal følgende forhold være avklart (se kapittel 1.3):

- ☺ 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 mulig 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. Etablering av separat klosettløsning kan iblant være en løsning der infiltrasjonsmulighetene er marginale.

3 DIMENSJONERING OG KRAV TIL UTFORMING AV ANLEGG (FASE 4)

- ☒ *Teknisk retningslinje(T 616)* Når grunnundersøkelsene er gjennomført, og det er klart at infiltrasjon av avløpsvann kan anbefales, skal følgende krav til dimensjonering og teknisk utforming settes opp:
- ✓ *Slamavskiller* Slamavskillerens størrelse og antall kamre.
 - ✓ *Støtbelaster* Støtbelaster
Der avløpsvannet skal fordeles til mere enn 3 rørstrenger bør støtbelaster normalt monteres. Støtvolum er omtalt i T 616.
 - ✓ *Pumpe* Pumping
Der avløpsvannet må løftes til et høyere terrengnivå skal det benyttes pumpe. Pumpekapasitet og støtvolum er omtalt i T 616.
 - ✓ *Fordelerkum* Fordeling
Når avløpsvann må fordeles til flere grøfter skal det benyttes en fordelingsenhet. Der pumpe ikke benyttes skal det installeres fordelingskum med justerbare V-overløp. Der pumpe benyttes til støtbelastning og løfting av vannet, kan det benyttes manifoldrør eller fordelingskum med justerbare V-overløp. Hvis grøfte- eller bassengbunner ligger på samme høyde kan det velges mellom manifoldrør eller fordelingskum. Der grøfte- eller bassengbunner ligger på forskjellig nivå (i hellende terreng) benyttes fordelingskum.
 - ✓ *Infiltrasjonsgrøft/-basseng* Infiltrasjonsfilteret
Lengde og bredde på infiltrasjonsgrøft(er) eller -basseng(er), samt filterflatens dybde under terrrengoverflaten skal oppgis. Filterflaten er det samme som grøfte- eller bassengbunn. Filterets beliggenhet skal vises på et kartutsnitt.
 - ✓ *Restriksjoner* Eventuelle restriksjoner knyttet til resipientaralet.
 - ✓ *Drensgrøft* Drenering
Iblant skal det dreneres ovenfor infiltrasjonsfilteret. Dybden på drensgroften skal oppgis og dreneringens beliggenhet skal vises på et kartutsnitt.

Alle opplysninger skal følge en søknad om utslippstillatelse.

VEDLEGG

- 1 Jordas kornstørrelsesfordeling og infiltrasjonsdiagrammet
- 2 Løsmassenes resipientegenskaper
- 3 Metodikk for registrering og beskrivelse av grunnforhold
- 4 Grunnvann og forurensningsaspekter
- 5 Krav til infiltrasjonsareal og resipientareal
- 6 Metoder for bestemmelse av jordas vannledningsevne
- 7 Dimensjonerende vannmengde
- 8 Metodikk for bestemmelse av hydraulisk gradient og strømingshastighet
- 9 Jordmassenes hydrauliske kapasitet
- 10 Jordmassers egenskaper som rensemedium
- 11 Eksempel på registreringsskjema for grunnundersøkelser og detaljplanlegging av infiltrasjonsanlegg
- 12 Litteraturliste

VEDLEGG

INNHOLDSFORTEGNELSE		SIDE
1	JORDAS KORNSTØRRELSSEFORDELING OG INFILTRASJONSDIAGRAMMET	1
1.1	Jord og bergarter	1
1.2	Kornstørrelsesfordeling	1
1.3	Beskrivelse av jordarter	3
1.4	Infiltrasjonsdiagrammet	5
2	LØSMASSENES RESIPIENTEGENSKAPER	6
2.1	Morenemateriale	6
2.1.1	Bunnmorene	6
2.1.2	Avsmeltingsmorene	7
2.1.3	Randmorene	7
2.2	Breelavsetninger	7
2.3	Elveavsetninger	8
2.4	Strandavsetninger	8
2.5	Marine israndavsetninger	8
2.6	Forvittringsjord	9
2.7	Sammenstilling	9
3	METODIKK FOR REGISTRERING OG BESKRIVELSE AV GRUNNFORHOLD	10
3.1	Undersøkellesmetoder	10
3.1.1	Registrering med inspeksjonsbor	10
3.1.2	Sjaktning	10
3.1.3	Skovelboring	11
3.2	Profilbeskrivelse og prøvetaking	11
3.2.1	Profilbeskrivelse	11
3.2.2	Prøvetaking	13
3.2.3	Eksempler på profilbeskrivelser	13
4	GRUNNVANN OG FORURENSNINGASPEKTER	15
4.1	Grunnvann i jord	15
4.1.1	Generelt	15
4.1.2	Magasintyper	15
4.1.3	Fluktuasjoner	16
4.2	Grunnvann i fjell	17
4.3	Forurensningsaspekter	18
4.4	Eksempler	18
4.4.1	Eksempel 1: Brønn i løsmasser oppstrøms forurensningskilde	18
4.4.2	Brønn i løsmasser nedstrøms forurensningskilde	19
4.4.3	Borebrønn nedstrøms forurensningskilde	19

	4.4.4	Det lille kretsløpet	19
	4.4.5	Forurensning av felles brønn	20
	4.4.6	Kloakk og borebrønner	21
	4.4.7	Tett bebyggelse på landsbygda	22
	4.4.8	Lokale forurensningskilder	23
	4.4.9	Forurensning av grunnvannsmagasin	24
	4.4.10	Spredning av forurensningsstoffer	24
5		KRAV TIL INFILTRASJONSAREAL OG RESIPIENTAREAL	26
	5.1	Terrenghelning	26
	5.2	Jordmassenes tykkelse	27
	5.3	Jordmassenes kornstørrelsesfordeling og krav til undersøkelser	28
	5.4	Arealbehov	29
	5.4.1	Arealbehov knyttet til infiltrasjonskapasitet for avløpsvann	30
	5.4.2	Arealbehov knyttet til jordas evne til å transportere vann	30
	5.4.3	Arealbehov knyttet til renseeffekt	30
6		METODER FOR BESTEMMELSE AV JORDAS VANNLEDNINGSEVNE	32
	6.1	Infiltrasjonstest	32
	6.2	Hazens formel	33
7		DIMENSJONERENDE VANNMENGDE	34
8		METODIKK FOR BESTEMMELSE AV HYDRAULISK GRADIENT OG STRØMINGSHASTIGHET	35
	8.1	Hydraulisk gradient	35
	8.1.1	Utførelse	35
	8.2	Strømningshastighet i jord	36
9		JORDMASSENE'S HYDRAULISKE KAPASITET	38
10		JORDMASSERS EGENSKAPER SOM RENSEMEDIUM	41
	10.1	Dim. data for rensing av avløpsvann i jord	41
	10.2	Generelt om renseevne	42
	10.2.1	Mekanisk renseevne (filtrering)	42
	10.2.2	Biologisk renseevne	42
	10.2.3	Kjemisk renseevne	43
	10.2.4	Omsetning av nitrogen	43
	10.2.5	Hygiene, reduksjon av patogene mikroorganismer.	43
	10.2.6	Utløpskonsentrasjoner	44
11		EKSEMPEL PÅ REGISTRERINGSSKJEMA FOR GRUNNUNDERSØKELSER OG DETALJPLANLEGGING AV INFILTRASJONSANLEGG	46
12		LITTERATURLISTE	49

1 JORDAS KORNSTØRRELSSESFORDELING 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

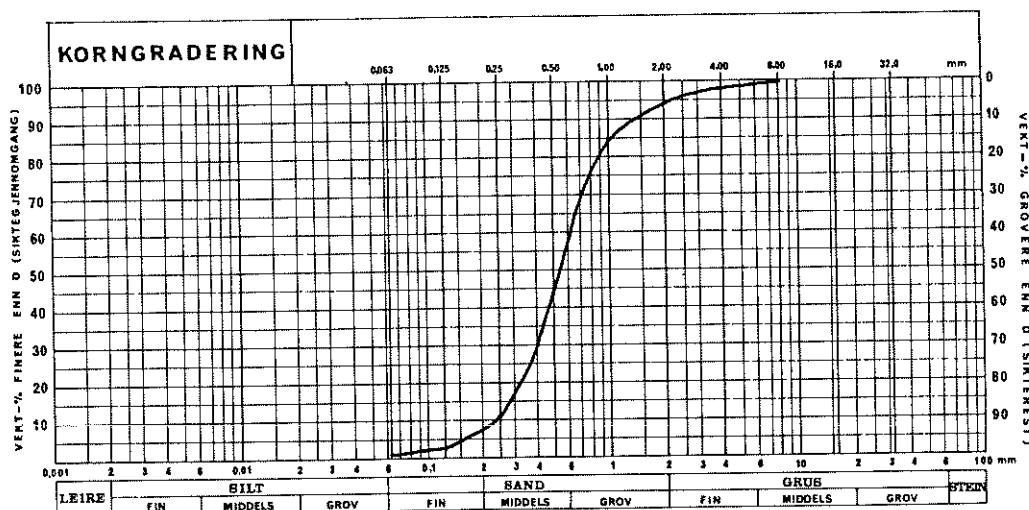
Kornstørrelse og kornfordeling (partikkelstørrelse og partikkelfordeling) er en av de viktigste parametrene i forbindelse med vurderingen av jordas egnethet som rensemedium for avløpsvann. For å beskrive jordas kornstørrelsesfordeling benyttes normalt kornfordelingskurver. For å kunne sette opp en kornfordelingskurve må det gjennomføres en kornfordelingsanalyse, dvs. at den mengdemessige fordelingen av fraksjonene i jordprøven bestemmes. En kornfordelingsanalyse viser f.eks at en jordart har følgende kornstørrelsesfordeling (tabell 1):

FRAKSJONER	KORNSTØRRELSE i mm	NETTOVEKT Summasjons- veiling i gram	SUM PROSENT 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 leir	Total	362,0	100,0

Tabell 1.1 Fordeling av ulike fraksjoner i en jordprøve.

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.

Figuren 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

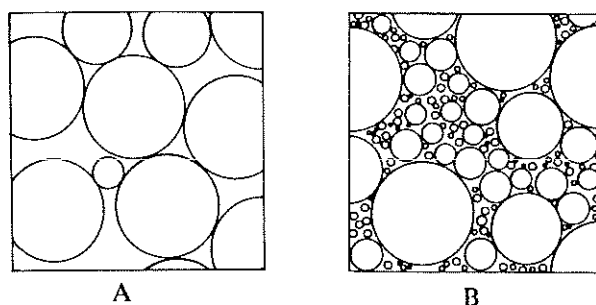
Jord kan bestå av ren sand eller av partikler med forskjellig størrelse, f.eks. sand og grus. Jord deles derfor inn i forskjellige jordarter. For jordarter blandet sammen av flere kornstørrelser eller partikkelstørrelser brukes følgende regel; Den kvantitativt største fraksjon (partikkelgruppe, f.eks 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) 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 moren		>	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:

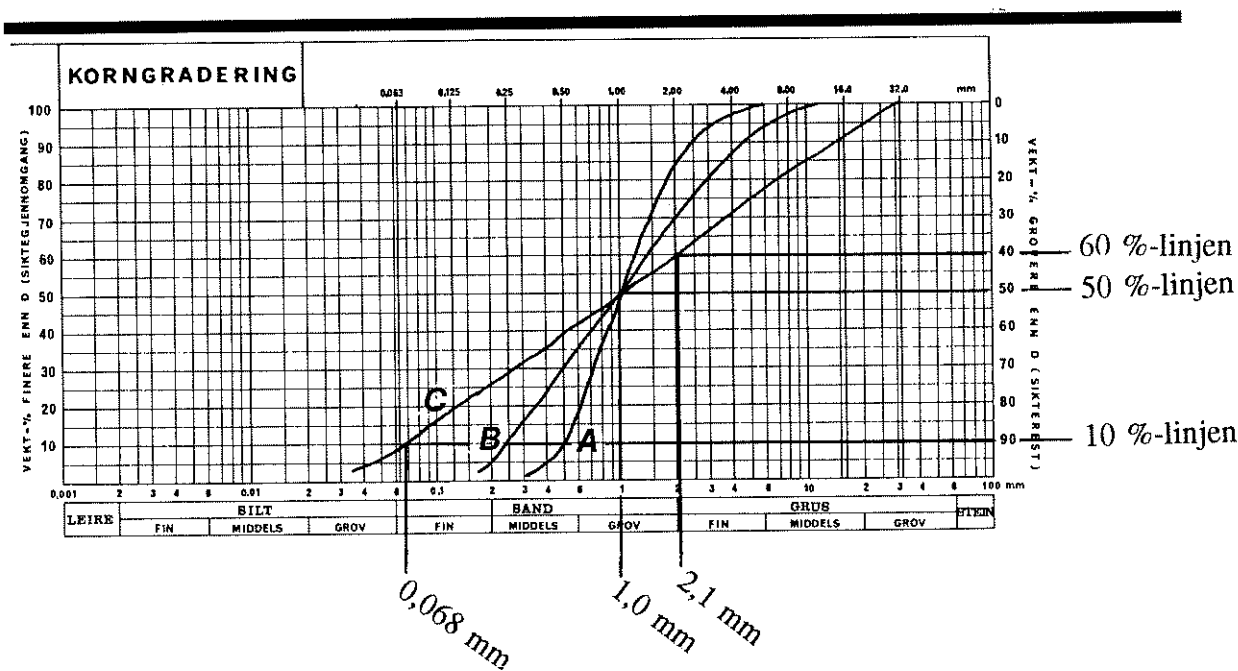
d_{10} = Kornstørrelsen for skjæringspunktet mellom 10 %-linjen og kornfordelingskurven.

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.



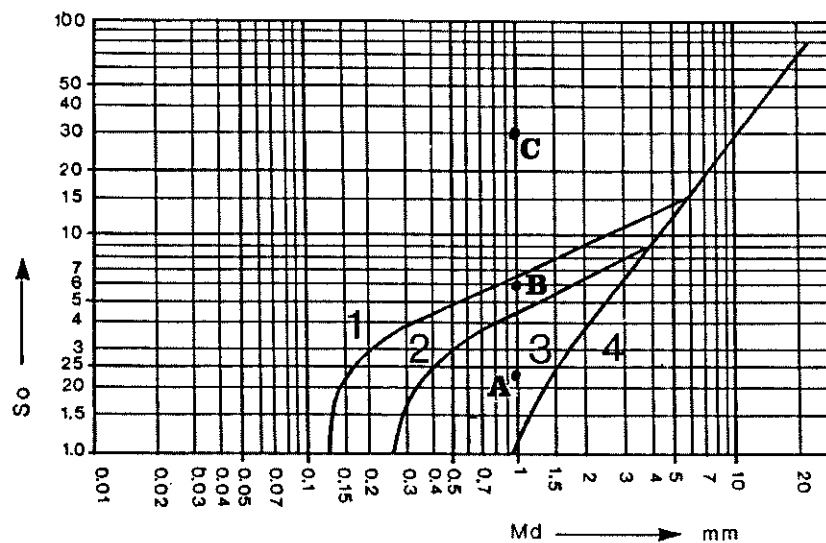
Eksempel, kurve C: $d_{10} = 0,068 \text{ mm}$
 $d_{50} = M_d = 1,0 \text{ mm}$
 $d_{60} = 2,1 \text{ mm}$

$$S_o = d_{60}/d_{10} = 2,1/0,068 = 30,9$$

Figur 1.3 Jordarter med samme gjennomsnittlig kornstørrelse (middelkornstørrelse = M_d), men med forskjellig sortering. A: $S_o = 2,4$. B: $S_o = 6,0$. C: $S_o = 30,9$.

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.

Bruken av diagrammet er beskrevet i T 616; "Forskrift om utslipp fra separate avløpsanlegg", med tilhørende "Retningslinjer for utforming og drift av separate avløpsanlegg", fastsatt av Miljøverndepartementet 8. juli 1992.

2 LØSMASSENE RESIPIENTEGENSKAPER

Kjennskapen til de ulike løsmassenes generelle resipientegenskaper er ofte en forutsetning for å kunne velge ut et område som resipient (mottaker) for avløpsvann. I dette avsnittet vil en derfor presentere løsavsetningenes egenskaper med referanse både til hydrauliske og rensemessige egenskaper.

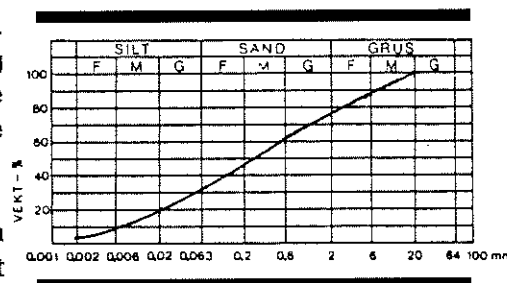
Det er jordresipientens evne til å rense avløpsvannet for forurensede stoffer som er det overordnede siktemål ved prioritering av resipientområder. Renseeffekten er nær korrelert med vannets oppholdstid i jorda. Dette vil i praksis innebære at en søker områder som har hydraulisk kapasitet til å motta det infiltrerte avløpsvannet, og la det forbli i resipienten så lenge som mulig før det renner ut i overflatevann.

2.1 Morenemateriale

2.1.1 Bunnmorene

Morene er avsatt i nær kontakt med isbreene. Materialet består av lite vannbehandlede løsmasser. Vannaktiviteten har vanligvis vært liten, og materialet har derfor svært varierende kornstørrelse og kornform. Mengdeforholdet mellom de ulike kornstørrelser avhenger av opphavsmaterialet.

Høyt innhold av f.eks. bergartsfragmenter fra kambro-silur (skifre og kalksteiner) gir høyt finstoffinnhold. Grunnfjellsbergarter (gneiser og granitter) gir grovere materialer.



Figur 2.1 Kornfordelingskurve for bunnmorene(eks.)

Linser av sortert sand og silt kan forekomme inne i massene. Dette skyldes trolig vannaktivitet i avsetningsfasen.

Trykkforholdene (stor mektighet på overliggende ismasser) og stor spredning i kornstørrelse har ført til at bunnmorenen er hardt pakket (stor lagringsfasthet).

Arealmessig er bunnmorenen den viktigste og mest utbredte jordart vi har over marin grense. Den er gjerne avsatt i store, sammenhengende flater. Den er mektigst i forsenkninger og virker således noe utjevne i landskapet.

Det effektive porevolumet og den hydrauliske ledningsevnen er liten. Det korteste transporterte materialet finnes underst i morenen og er hardest pakket. I de øverste 0.5 - 1.0 meter kan den hydrauliske ledningsevnen (bl.a. som følge av jordsmonndannende prosesser) være så høy at avløpsvann kan infiltreres. På grunn av finstoffinnholdet og lav hydraulisk ledningsevne er den mekaniske og kjemiske renseevne i morene god.

Resipientegenskapene er som regel dårlige og det er nødvendig med detaljerte grunnundersøkelser før renseanlegg bygges.

2.1.2 Avsmeltingsmorene

Avsmeltingsmorene, eller ablasjonsmorene, er løst lagret og består av forholdsvis grove masser.

Den hydrauliske ledningsevnen er oftest større enn i bunnmorene. Renseevnen er imidlertid normalt dårligere på grunn av grovere masser og åpnere struktur. Resipientkapasiteten kan være lav på grunn av avsetningens ofte begrensede volum.

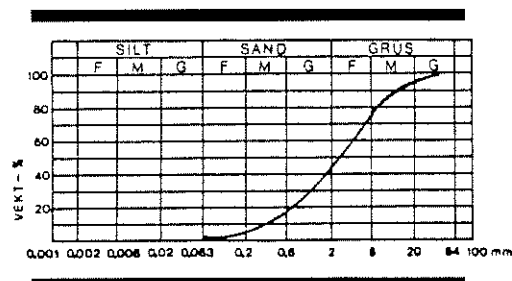
2.1.3 Randmorene

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 sedimenter er tettere pakket. Innholdet av finstoff (silt og leir) er vanligvis lite. Lagdeling er typisk.



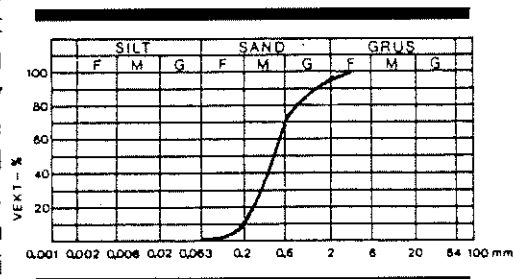
Figur 2.2 Kornfordelingskurve for breelvavsetning

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 forvitringsgrad. 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.

2.3 Elveavsetninger

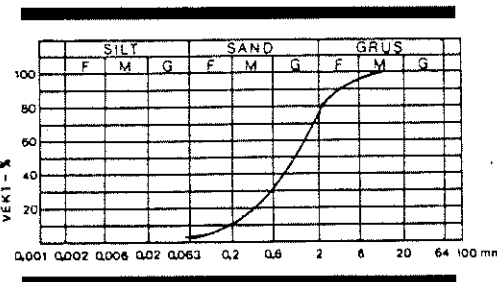
Elveavsetningene er avsatt i tilknytning til elver og bekker fra siste istid og fram til idag. Materialet består av godt til meget godt sortert silt, sand og grus (figur 2.3). Lagringen er løs. Som følge av varierende vannføring blir massene mer eller mindre lagdelte. Elveavsetningene er nær beslektet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



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 høyestliggende delene i avsetningen, og sedimentert lavere nede i terrenget. Lagringen er løs. Avsetningene har ofte varierende kornfordeling etter lokalisering i terrenget og opphavsmateriale (grus - silt).

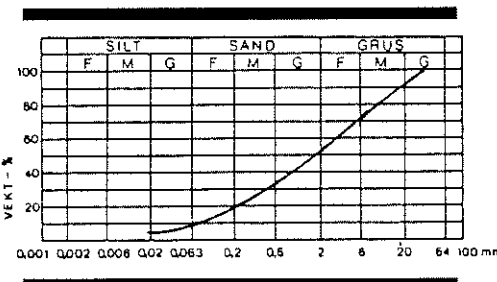


Figur 2.4 Kornfordelingskurve for strandavsetning

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 brefremstøt mens israndavsetningen var under oppbygging, kan det forekomme morenelag i avsetningen.



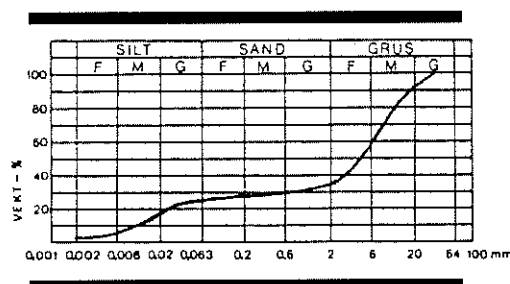
Figur 2.5 Kornfordelingskurve marin israndavsetning

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.

2.6 Forvittringsjord

Avsetningene kjennetegnes gjerne med gradvis overgang mellom fast fjell og forvitrede masser. Kornene er skarpkantete med ru overflate (figur 2.5).

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 2.5 Kornfordelingskurve for forvittringsjord

2.7 Sammenstilling

Løsavsetningenes resipientegenskaper er sammenstilt i følgende tabell 2.1.

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

Tabell 2.1 Sammenstilling av løsmassenes generelle resipientegenskaper

3 METODIKK FOR REGISTRERING OG BESKRIVELSE AV GRUNNFORHOLD

3.1 Undersøkelsesmetoder

3.1.1 Registrering med inspeksjonsbor

Inspeksjonsboret består av en stålstang med håndtak (figur 3.1). I stålstangen er det freset 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.

Ned-drivningsdybden 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.

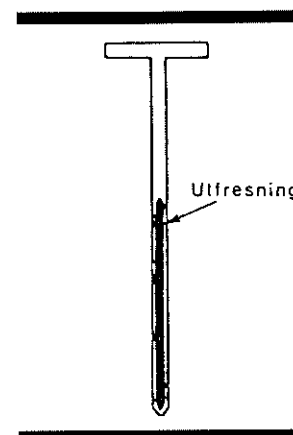


Fig 3.1 Inspeksjonsbor

3.1.2 Sjaktning

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. Graving under grunnvannsnivå er vanskelig, og registreringen av løsmassefordelingen blir ofte usikker.

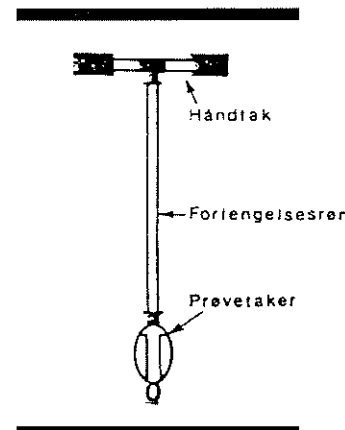
3.1.3 Skovelboring

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 borchullet. Samtidig har en gode muligheter for uttak av representative prøver.

Prøvetaking med skovelbor er normalt begrenset til løsmasser over grunnvannsnivået.



Figur 3.2 Skovelbor

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 gleidannelser.
- 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.

Det er imidlertid grenser for hvor tynne lag som kan skilles ut. Der det er variasjoner over svært korte avstander samles slike jordmasser i lagpakker som da beskrives samlet. Det er da viktig å få notert variasjonen i slike lagpakker. Også her bør lag med spesiell lav eller høy vannledningsevne noteres.

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 lagringfasthet. 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 feltinventøren 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 aurhelle. Aurhelle kan være ugjennomtrengelig for vann. Jernutfellinger (rustjord og aurhelle) finnes normalt i den nedre delen av jord med podsolprofil. 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.

Jordsmonntype

Jordmasser i utmark kan også deles inn etter jordsmonntype. 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.

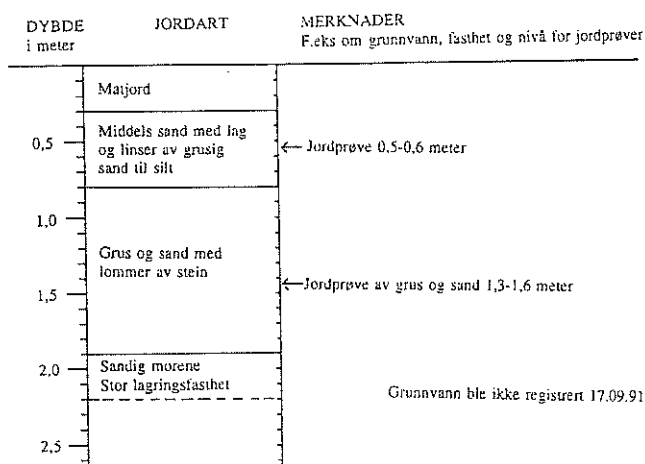
For å få en representativ jordprøve er det nødvendig å ta ut mer jord enn det laboratoriet trenger til korngraderingsanalysen. Partikler større enn 32 mm sorteres fra, og andelen av det samlede jordvolumet noteres (f.eks. 30% > 32 mm). For godt sortert silt og sand bør det graves ut minimum 1 liter jord. 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.

3.2.3 Eksempler på profilbeskrivelser

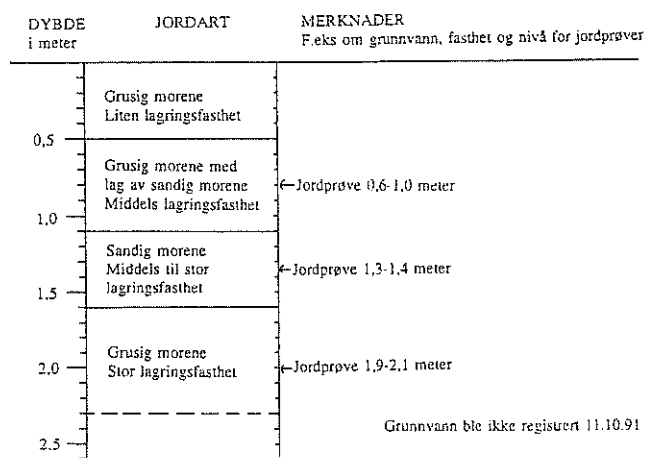
Eksempel 1. Profil fra elveavsetning

DYBDE i meter	JORDART	MERKNADER F.eks om 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	
	Silt	← Grunnvannsnivå 30.06.90
2,5	Finsand	

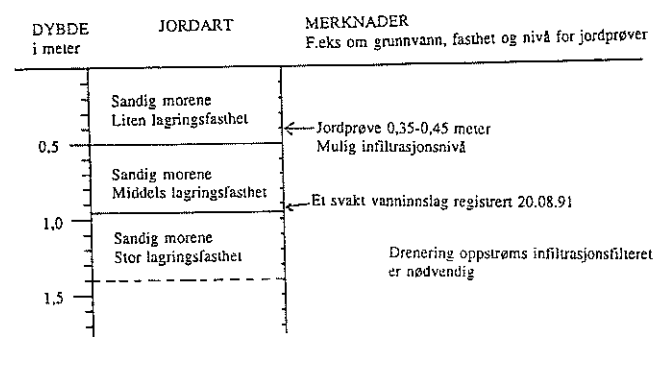
Eksempel 2. Profil fra breelvavsetning



Eksempel 3. Profil fra avsmeltningsmorene



Eksempel 4. Profil fra bunnmorene



4 GRUNNVANN OG FORURENSNINGASPEKTER

4.1 Grunnvann i jord

4.1.1 Generelt

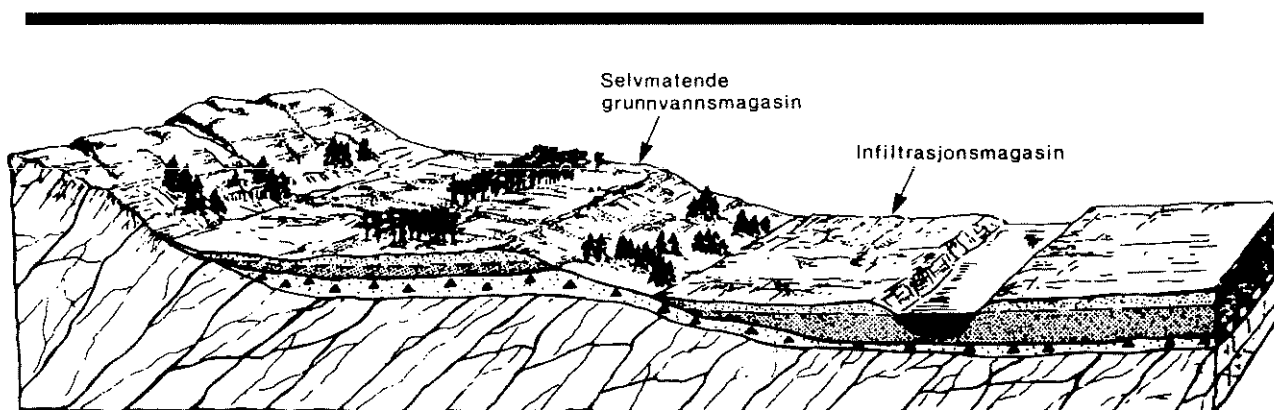
Infiltrasjon av avløpsvann i naturlige løsmasser kan påvirke grunnvannskvaliteten. Grunnvannet er samtidig en del av jordsresipienten og bidrar til nedbrytning, fortynning og tilbakeholdelse av forurensningsstoffer i det infiltrerte avløpsvannet.

I retningslinjene (T 616) er det satt bestemte krav til avstand mellom infiltrasjonsflate og høyeste grunnvannstand. Dette kravet er satt for å oppnå best mulig renseseffekt 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:

- *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 fluktusjoner, avhengig av de stedlige nedbørs- og avsmeltingsforhold.

4.1.3 Fluktusjoner

I retningslinjene 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 fluktusjoner. Størrelsen på fluktusjonene 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 fluktusjonene.

Vi skiller mellom korttids- og langtidsfluktusjoner. Korttidsfluktusjonene 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. Under gruppen langtids-fluktusjoner hører årstidsvariasjoner og variasjoner mellom årene. Det er vanskelig å trekke opp generelle mønstre for årstidsvariasjonene i de ulike regioner og avsetningstyper. Fig 4.2 viser noen karakteristiske variasjoner.

I Østlandsområdet (unntatt høyfjellsområdene) kan en observere to maksima og minimum gjennom året. Det ene minimum opptrer på ettervinteren 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.

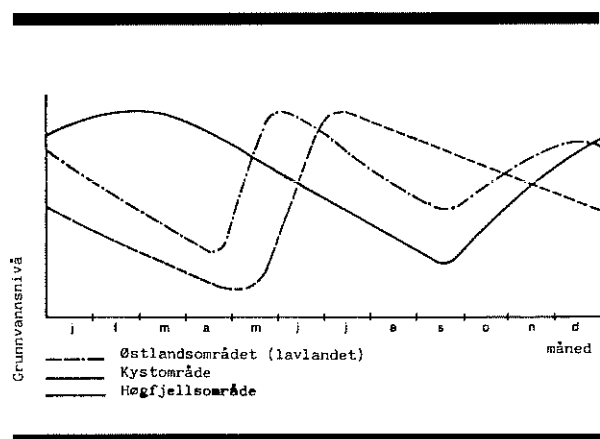


Fig 4.2 Karakteristiske vannstandsendringer over året for en del grunnvanns-regioner (Kirkhusmo, in prep)

I høyfjellsområdene 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/tele-forhold.

I kystområdene (Lindesnes - Vestlandet - Mørkekysten), vil mye av vinternedbøren 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 omlag 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 grunnvannsstandsendringer. 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 sprekken 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 relativt bløte. Sprekkesystemene i disse bergarter er lite gjennomtrengelige for vann.

I bergarter med åpne og godt utviklede 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. Følgende situasjoner kan være aktuelle:

Alternativ 1 Grunnvannsstanden i uttaksområdet er ved maksimalt vannuttak alltid høyere enn terrengoverflaten ved infiltrasjonsanlegget. Minimumavstanden mellom vannuttak og infiltrasjonsanlegget (slamavskiller, pumpekum, fordelingskum og infiltrasjonsfilter) bør imidlertid ikke være mindre enn 15 meter.

Alternativ 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 pr 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.

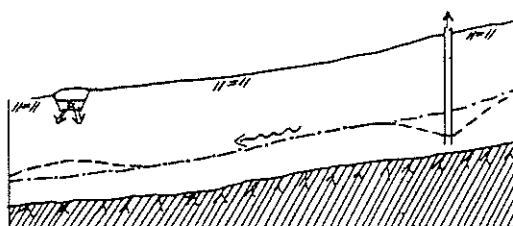
Hvis det derimot er vanngjennomtrengelige jordmasser mellom drikkevannskilden og infiltrasjonsanlegget, må strømningsretning og gradientforhold klarlegges i tillegg til jordart og jordartsfordeling (se vedlegg 1, 3 og 8). Det må her stilles store krav om tilbakeholdelse av forurensningsstoffer (se vedlegg 10).

Alternativ 3 Høydeforskjellen mellom brønnen og avløpsanlegget tilsier at infiltrert avløpsvann kan nå frem til drikkevannskilden og forurense denne. Forholdsregler og prosedyrer som beskrevet for alternativ 2 bør følges.

4.4 Eksempler

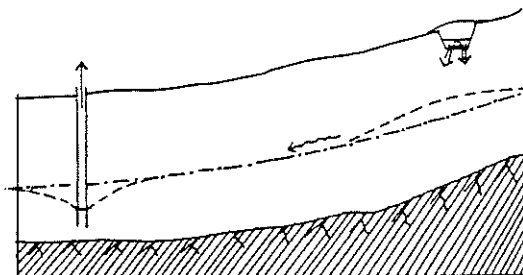
4.4.1 Eksempel 1: Brønn i løsmasser oppstrøms forurensningskilde

Dette er den ideelle situasjonen. Brønnen blir ikke forurenset forutsatt at senkningstrakten rundt brønnen ikke snur grunnvannets strømningsretning.



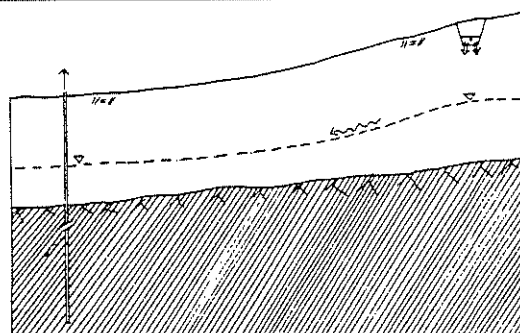
4.4.2 Brønn i løsmasser nedstrøms forurensningskilde

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



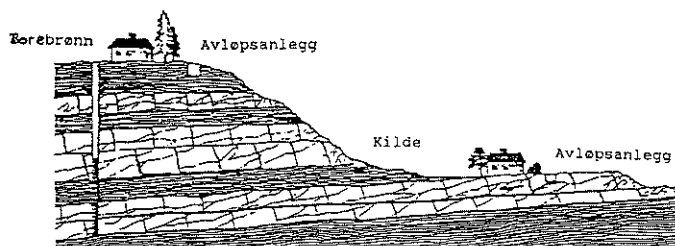
4.4.3 Borebrønn nedstrøms forurensningskilde

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

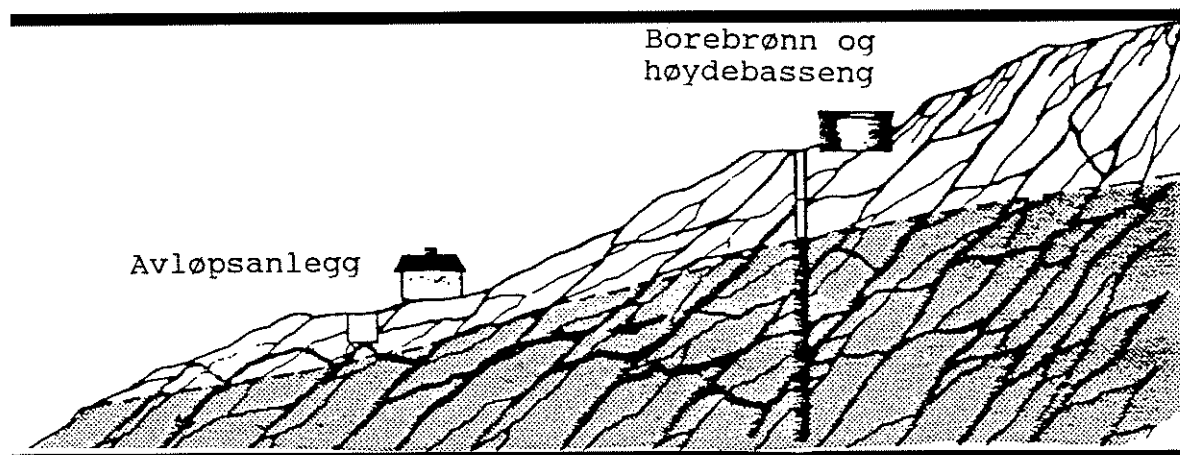


4.4.4 Det lille kretsløpet

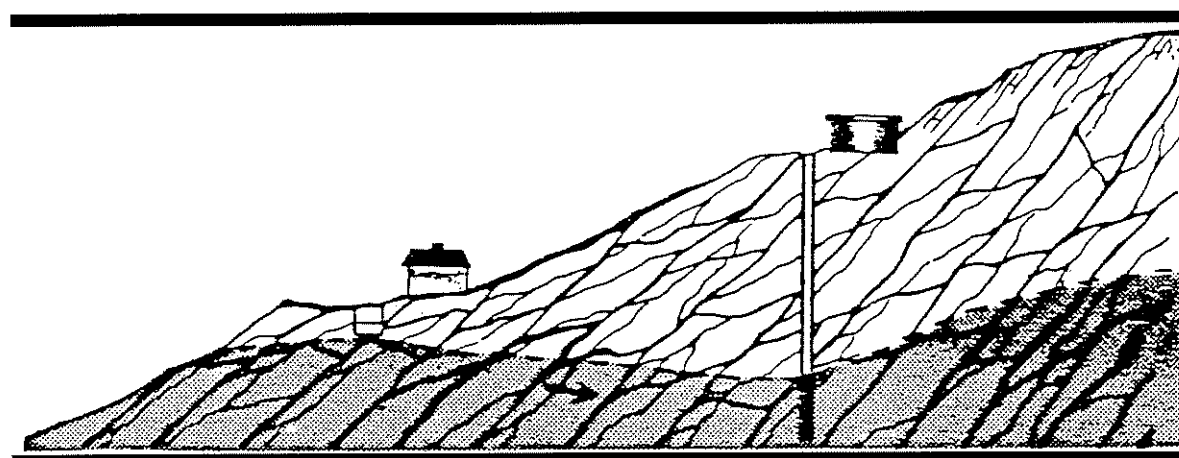
Området består av lagdelte oppsprukne bergarter i vekslning med tette bergarter. Nedre eiendom får vann fra utbygget kilde ovenfor huset. Kilden kommer frem på grensen mellom oppsprukne og tette bergarter. Kloakken blir ført ned i oppsprukne lag. Øvre eiendom tar vann fra borebrønn. Etter en tid trekker borebrønnen til seg kloakk fra naboens anlegg gjennom sprekker i det nedre oppsprukne og vannførende laget. Det øvre kloakkanlegget vil ikke føre til forurensning på grunn av tette lag. Det er her forutsatt at anlegget er bygget riktig.



4.4.5 Forurensning av felles brønn

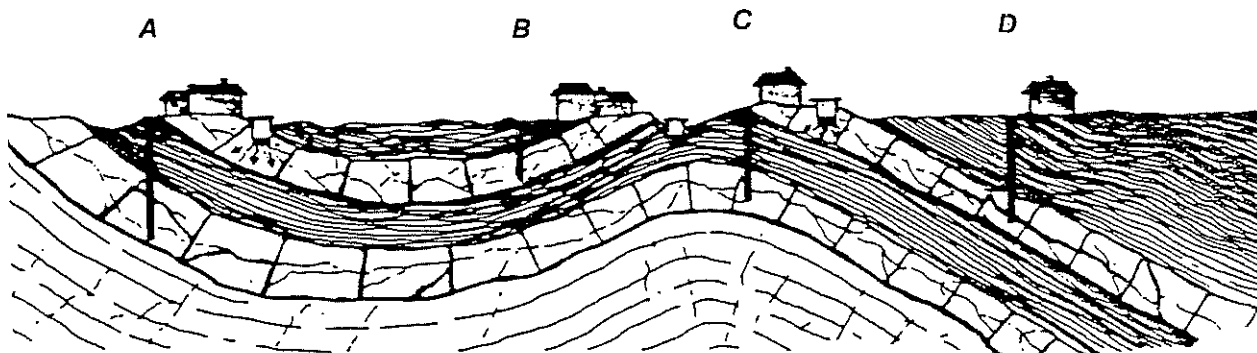


Borebrønnen får vann fra et forgreinet sprekkesystem. Vannstanden står høyt i brønnen (øverst til høyre). Grunnvannstrømmen går fra høydepartiet ut mot flaten.

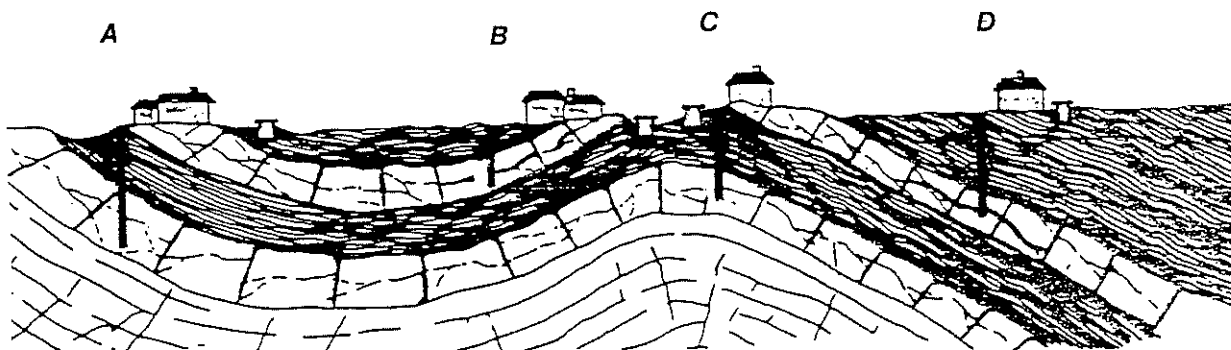


Ved stort vannuttak og pumping f.eks. til høydebasseng senkes grunnvannet. Grunnvannsstrømmen endres og kloakk fra huset nedenfor siger til borebrønnen.

4.4.6 Kloakk og borebrønner

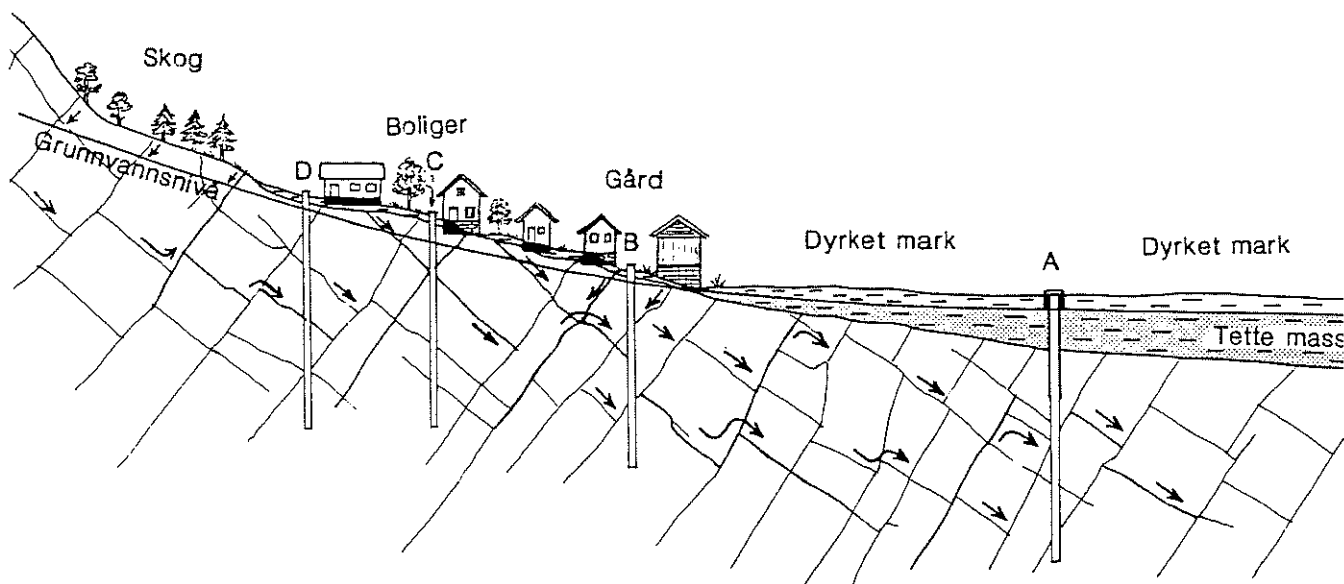


Borebrønnene A - D får vann fra kalksteiner som er beskyttet ved tette skiferformasjoner. Borebrønn B og D er forurenset av naboens klokker (øvre figur).



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

4.4.7 Tett bebyggelse på landsbygda

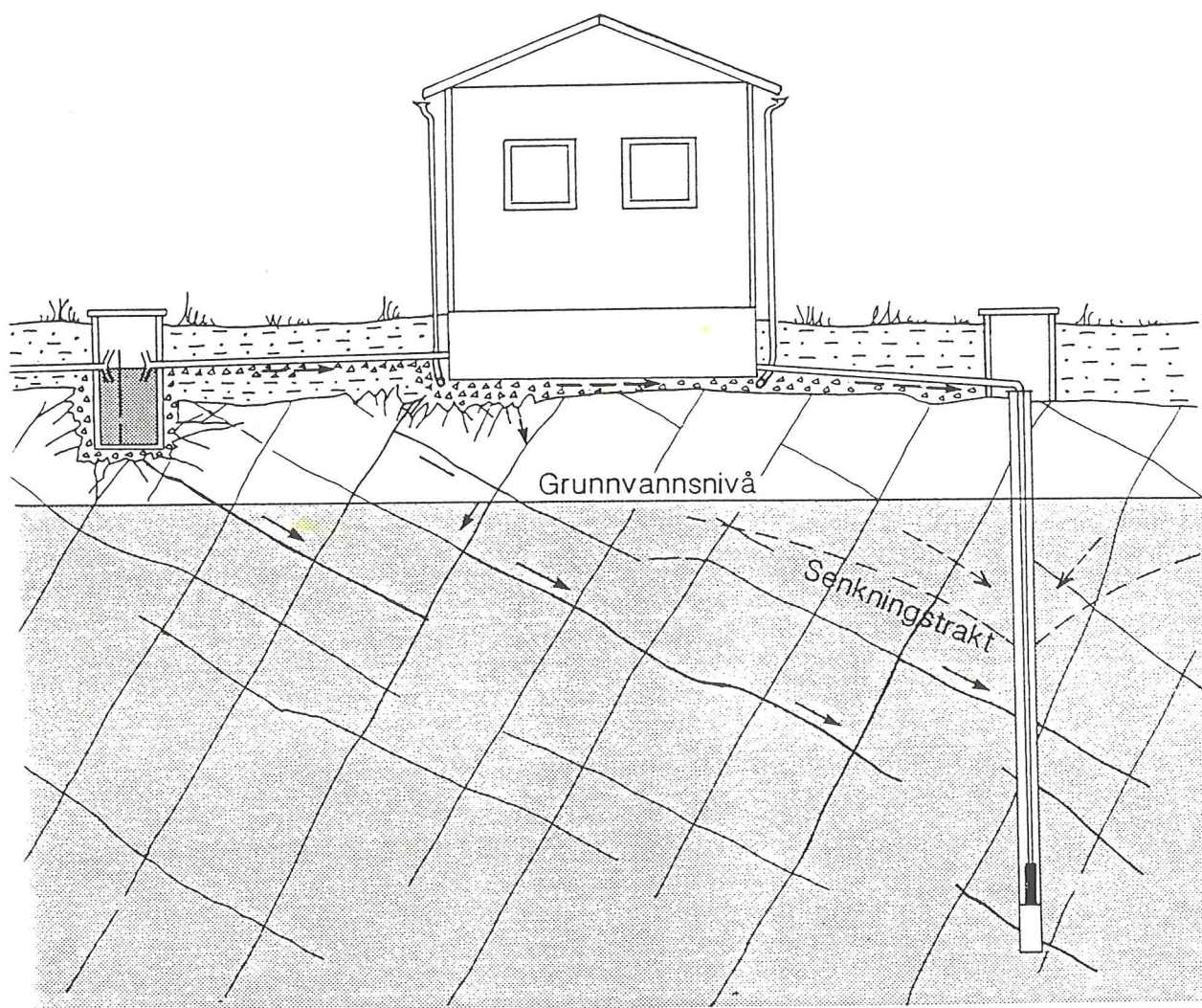


Figuren viser vanlig arealdisponering på landsbygda. Områder med sammenhengende jorddekke er oppdyrket og bebyggelsen er lagt til områder med tynne og usammenhengende løsmassedekke. Der dyrket mark består av tette masser (f.eks. morene) er det god beskyttelse av grunnvann. Brønn A behøver derfor ikke bli forurenset. Sandjord derimot slipper igjennom forureningsstoffer. 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.

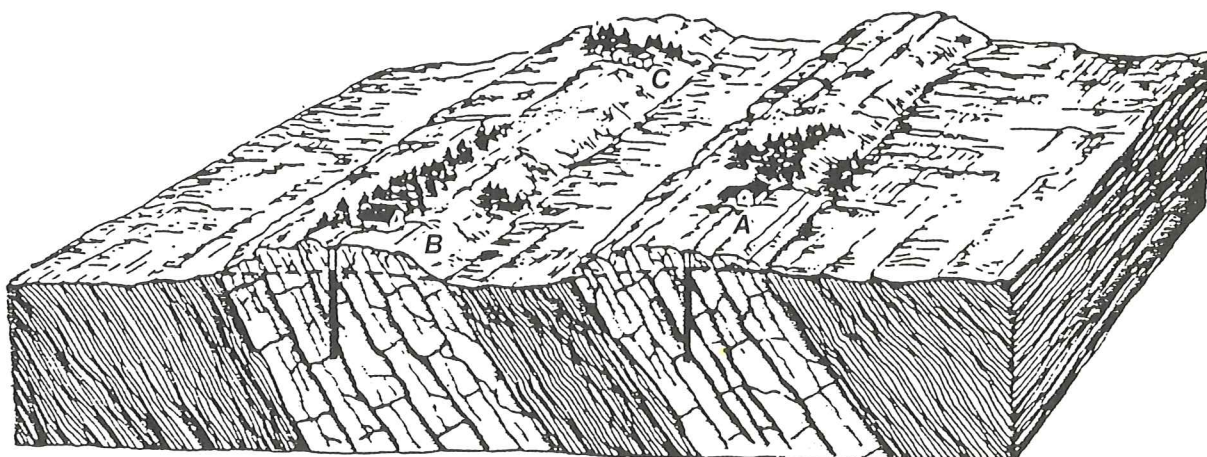
Grunnvannsmagasinet mates med grunnvann fra høyereliggende områder og tilføres ikke vann fra bebygde områder. Vannet i brønn D forurenses derfor vanligvis ikke av drensvann og avløpsvann.

4.4.8 Lokale forurensningskilder



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. 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



Området består av massive oppsprukne bergarter i vekslning med lagdelte tette bergarter. 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 egen kloakk.

4.4.10 Spredning av forurensningsstoffer

I Sildredalen er det to gårdsbruk, en kårbolig og en enebolig (se figur neste side). 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 sprekkesone i fjellet. Denne sprekkesonen tilføres vann fra fjellgrunnen omkring.

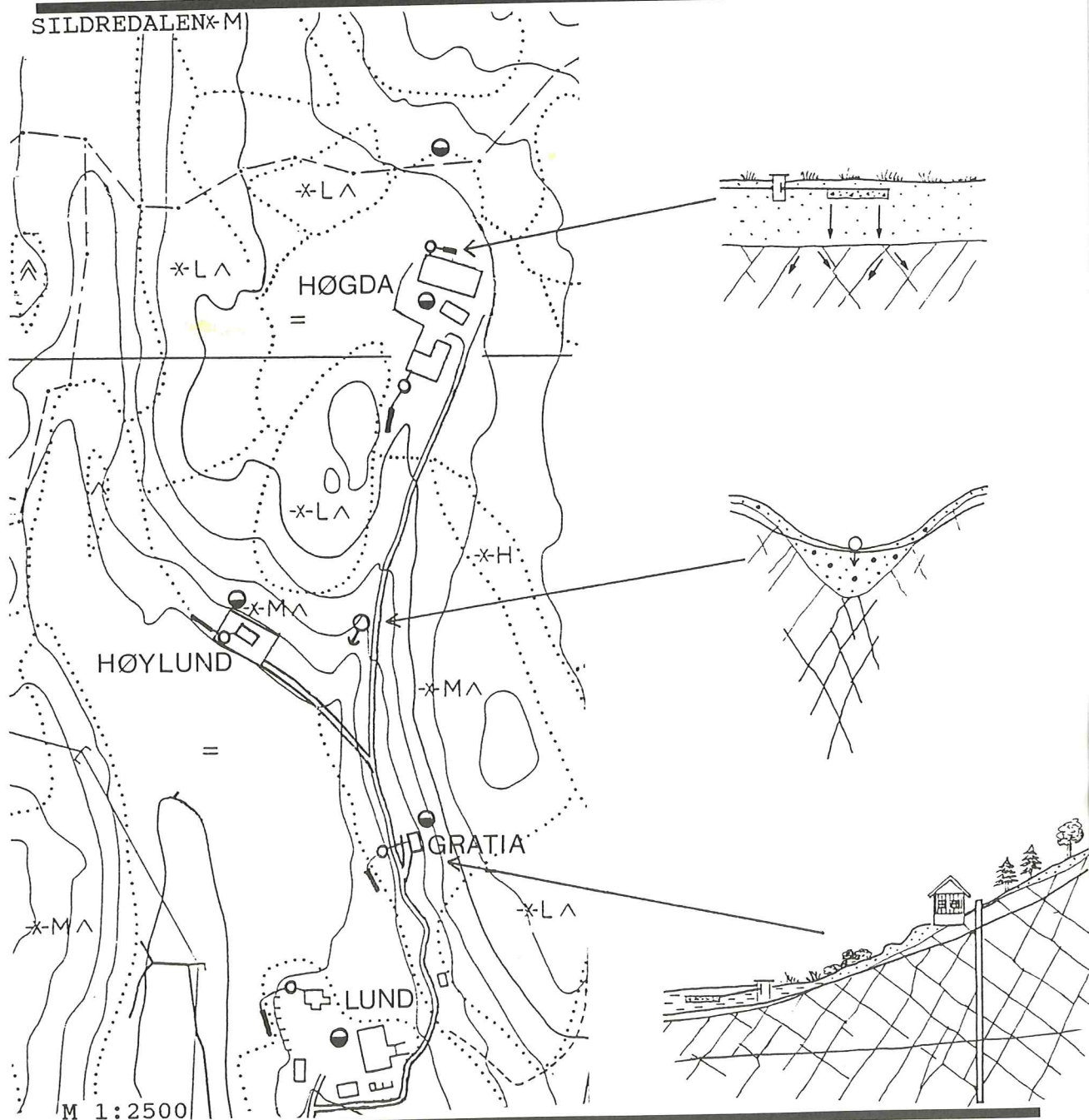
Lund tok tidligere vann fra kilden øst for Høylund. Høgda forurenset kilden ved utslipp til sprekkesonen, og Lund boret etter vann på gårdsplassen. Forurensningsstoffer følger sprekkesonen i fjellet og ved stort vannuttak er det også påvist forurensningsstoffer i denne brønnen. Infiltrasjonsanlegget 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 én borebrønn trolig kunne forsyne hele grenda med vann.



Tegnforklaring

- Brønn
- Slamavskiller
- Infiltrasjonsgrøft

5 KRAV TIL INFILTRASJONSAREAL OG RESIPIENTAREAL

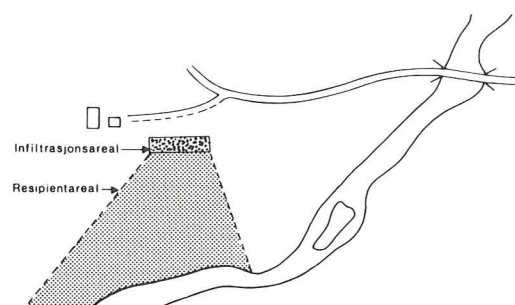
Jordmassene ved og nedstrøms infiltrasjonsfiltere skal tilfredsstille følgende krav:

- Terrenghelningen der infiltrasjonsfilter planlegges bør ikke overstige 20 %.
- Der infiltrasjonsfilteret planlegges skal tykkelsen på vanngjennomtrengelige jordmasser over grunnvannsnivået være minimum 0,9 meter.
- Avstanden fra filterflaten i infiltrasjonsfilteret til grunnvann, tette jordmasser eller fjell skal være minimum 0,5 meter.
- Jordmassene der infiltrasjonsfilter planlegges skal:
 - A) falle i felt 2, 3 eller 4 i infiltrasjonsdiagrammet eller
 - B) ha vannledningsevne på mer enn 2 meter pr 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 renseseffekt at det blir tilstrekkelig rensed 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.



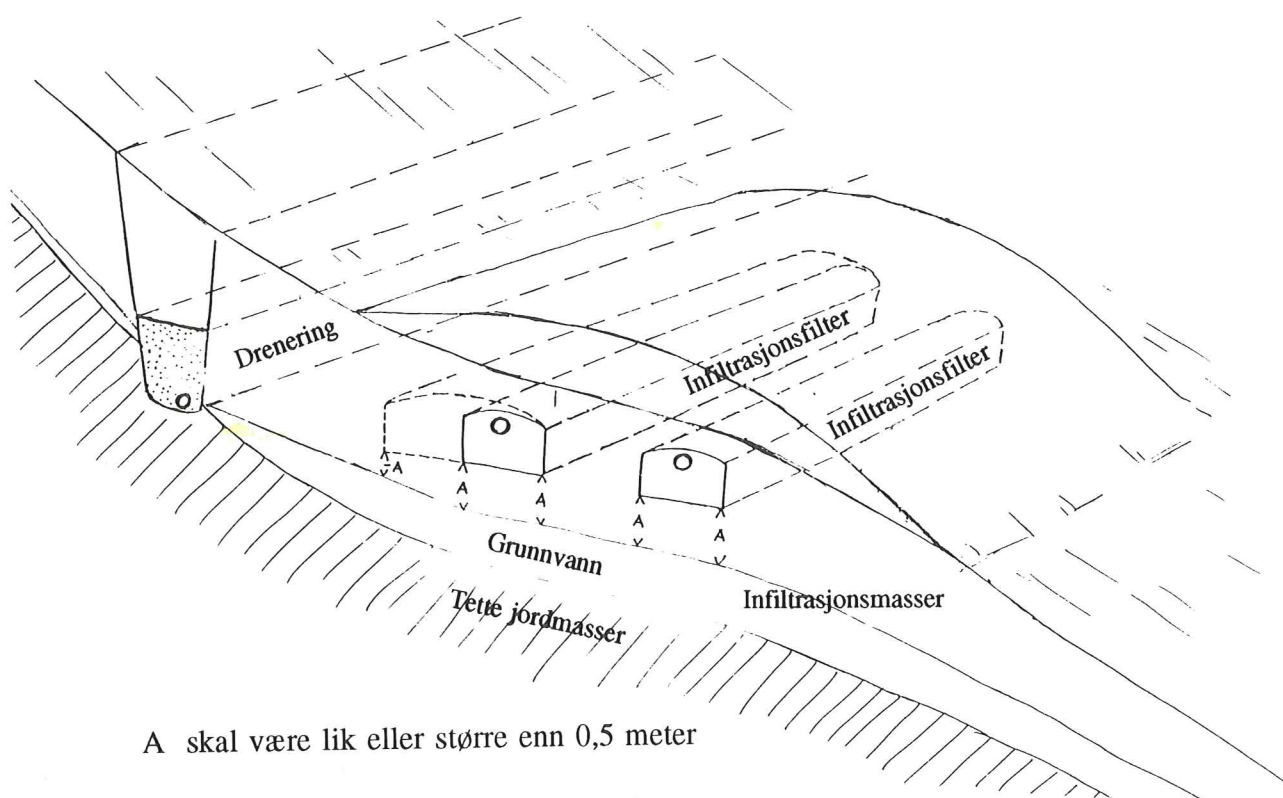
Figur 5.1 Infiltrasjonsareal og resipientareal.

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

Tykkelsen på vanngjennomtrengelige jordmasser over grunnvannet skal være minimum 0,9 meter (grunn infiltrasjon), og 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.



A skal være lik eller større enn 0,5 meter

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 minimumavstand 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.

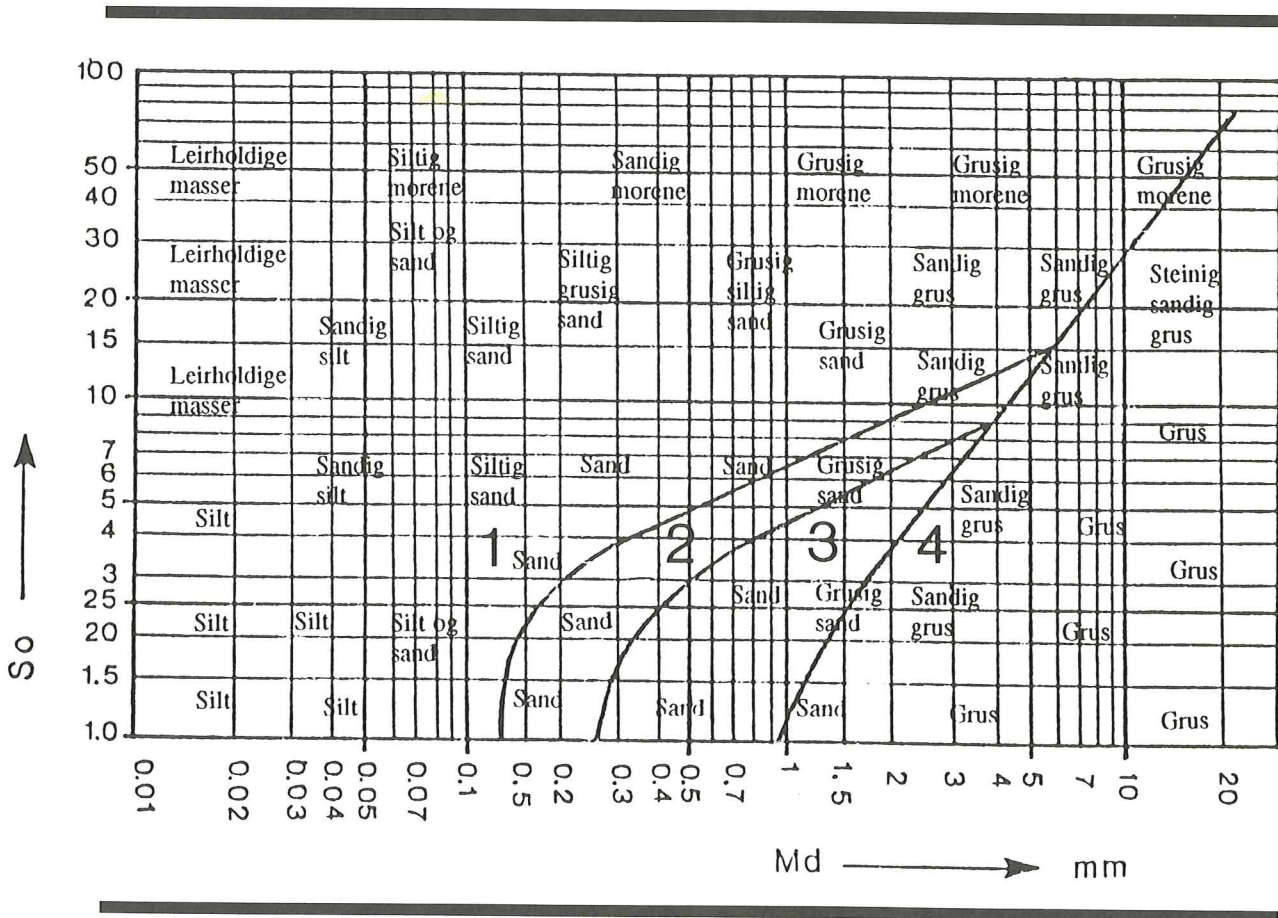
Bestemmelse av maksimal grunnvannsnivå kan ofte ikke gjøres på annen måte enn ved å sette ned peilerør og måle grunnvannsnivået under og etter den periode av året hvor nydannelse av grunnvann er størst. I områder der det i perioder av året er problemer med høyt grunnvannsnivå kan grunnvannet ofte senkes ved å etablere en avskjærende

drenngrøft ovenfor infiltrasjonsgrøfterne (se figur 5.2). Avskjærende drenngrøfter skal legges slik at avløpsvann ikke kan slå tilbake til drenssystemet. Bunnen av drenngrøftene 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 egnede 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 pr m² og døgn, tilsvarende 25 meter infiltrasjonsgrøft med bredde 1 meter for en enebolig med vannklosett tilknyttet avløpsanlegget (felt 3 i figur 5.3). De tilsvarende tallene for en grusig morene kan være 13,3 liter og 75 meter grøft (felt 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 feltene i infiltrasjonsdiagrammet.



Figur 5.3 Beskrivelse av jordartene i infiltrasjonsdiagrammet.

Figuren viser at sand dominerer i feltene 2 og 3 i infiltrasjonsdiagrammet. I felt 4 er grus dominerende jordart. I den øvre delen av felt 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 (felt 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 feltene 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.

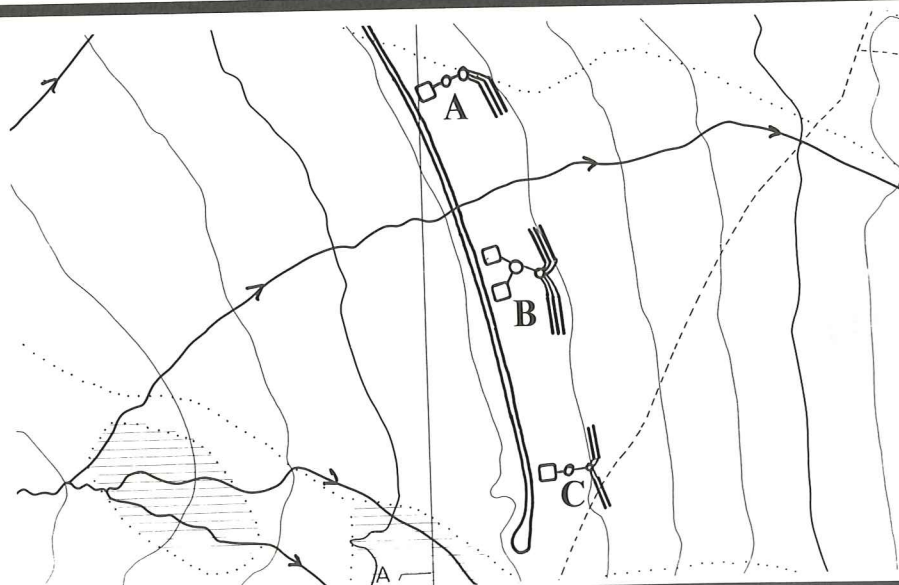
Der jordmassene faller i feltene 2, 3 og 4 i infiltrasjonsdiagrammet skal infiltrasjonsfilteret dimensjoneres ut fra korngraderingskurvene. En god profilbeskrivelse og korrekt uttak av jordprøver er derfor viktig. Profilbeskrivelse og uttak av jordprøver er beskrevet i vedlegg 3. Der jordmassene faller i felt 1 skal infiltrasjonsfilteret dimensjoneres ut fra jordas vannledningsevne. Infiltrasjonstest er omtalt i vedlegg 6.

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 infiltrasjonsfiltet er da 1 x 25 meter. Der jordmassene faller i felt 1 og infiltrasjonskapasiteten er 2-5 meter pr døgn, skal filterflaten være på 75 m² for samme bolig, f.eks. 3 grøfter med lengde 25 meter og bredde 1 meter. Legges grøftene som vist på figur 5.4 anlegg A, vil infiltrasjonsfilteret og fordelingskum kreve et areal på ca 5 x 30 meter. Det er her benyttet minimumavstanden mellom grøftene som er 1 meter (se gjeldende retningslinjer).

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 terrengkotene (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). Bredden på infiltrasjonsfiltrene A, B og C i figur 5.4 inklusiv fordelingskum, vil få en minimumsbredde på henholdsvis 23, 55 og 45 meter.

For beregning av jordmassenes hydrauliske kapasitet vises til vedlegg 7 og 8. Kravene til infiltrasjonsarealet er beskrevet i avsnittet om "Jordmassenes tykkelse". I resipientarealet stilles det ikke så store krav til tykkelse på vanngjennomtrengelige jordmasser og hydrauliske kapasiteten 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 jordmassenes 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 strømmer 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 dremsledninger 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.

Der er i vedlegg 10 oppgitt veiledende avstander vedrørende rensing av avløpsvann i jord.

Jordmassene ved anlegg A, B og C i figur 5.4 består av morenejord med god renseeffekt. Smittestoff, organisk stoff og fosfor vil trolig være redusert til et meget lavt nivå etter å ha strømmet gjennom 30 meter jord. Arealbehovet for f.eks. anlegg A vil da bli 3 x 30 meter til infiltrasjonsarealet, og 30 x 30 meter til resipientarealet.

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 (se vedlegg 8).

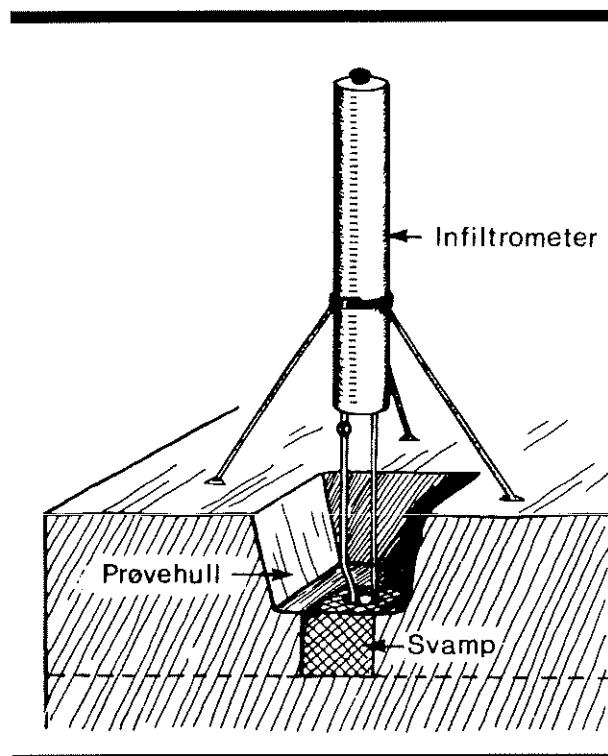
Hvis kornfordelingskurver gir verdier som faller i felt 1 i infiltrasjonsdiagrammet skal det utføres infiltrasjonstest for dimensjonering av infiltrasjonsfilteret.

I en infiltrasjonstest måles jordas vannledningsevne med rent vann. Vannledningsevnen måles ved å registrere vannets synkehastighet i en prøvegropp. 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 pr. tidsenhet som infiltrerer i en grop med gitt bunn- og sideveggareal. Målingene omregnes til vannledningsevne med benevnelse meter pr 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 prøvegropp med horisontal bunn og vertikale vegger. Bunnarealet skal være 25 x 25 cm.



Figur 6.1 Eksempel på infiltrometer for måling av vannledningsevne i jord

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.

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 prøvegropp.

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. Formlen 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. Formlen 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 pr døgn.

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

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

Beregning av sortering er beskrevet i vedlegg 1.

7 DIMENSJONERENDE VANNMENGDE

I gjeldende retningslinjer er kriteriene for dimensjonering av avløpsanlegg antall boliger eller hytter. Grunnlaget for dimensjoneringskriteriene er 5 personer pr bolig eller hytte, og 200 liter pr person. Gjennomsnittlig vannforbruk pr person og døgn er målt til 130 liter (se vedlegg 12, litteraturhenvisning nr 6). Dimensjonerende vannmengde er satt slik at den fanger opp hovedtyngden av de variasjoner i vannforbruk som er registrert.

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 vannforbruk og dimensjonerende vannmengde for disse hovedgruppene.

Hovedgruppe	Gjennomsnittlig vannmengde	Dimensjonerende vannmengde(Q_{dim})
Helårshus:		
- m/ vannklosett tilkn.	130	200
- u/ vannklosett tilkn.	100	150
Fritidsbolig:		
- m/ vannklosett tilkn.	120	150
- u/ vannklosett tilkn.	90	115

Tabell 7.1 Midlere og dimensjonerende vannmengde i liter pr person og døgn for helårsbolig og fritidshus.

8 METODIKK FOR BESTEMMELSE AV HYDRAULISK GRADIENT OG STRØMINGSHASTIGHET

8.1 Hydraulisk gradient

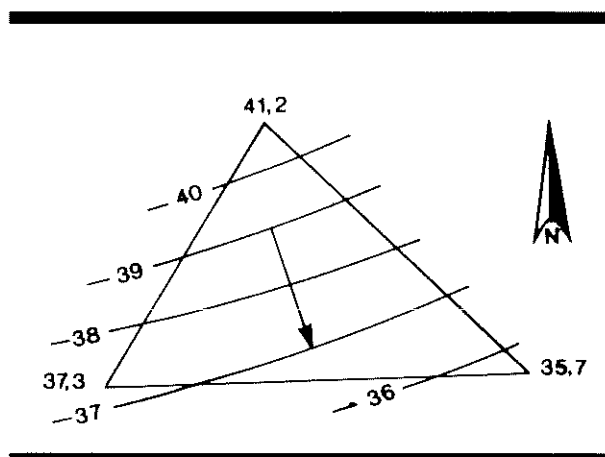
Grunnvannsspeilets helning i et resipientområde gjenspeiler de bevegelser som til enhver tid skjer i grunnvannsmagasinet. I praksis vil grunnvannets hydrauliske gradient være lik helningen på grunnvannsspeilet. Gradienten og strømningsretningen kan bestemmes ved å måle avstanden til grunnvannsspeilet på minimum tre steder innen resipientområdet. På grunnlag av disse dataene kan grunnvannsoverflatens form konstrueres etter det 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. Verdiene kan da måles med stigningsmåler eller leses direkte fra kart.

8.1.1 Utførelse

1. Bestemmelse til 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 (se figur 8.1). Observasjonene kan gjøres f.eks. i prøvehull og brønner. Avstanden mellom punktene (dvs. lengden av trekantens sider) bør ikke overstige 50 meter. Grunnvannsspeilet nivelleres utfra 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

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.

3. Bestemmelse av grunnvannsstrømmens retning.

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

4. Bestemmelse av grunnvannets hydrauliske gradient.

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

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

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

Eksempel:

- h = 40 meter
- h'' = 37 meter
- L = 33 meter

$$I = \frac{40 - 37}{33}$$

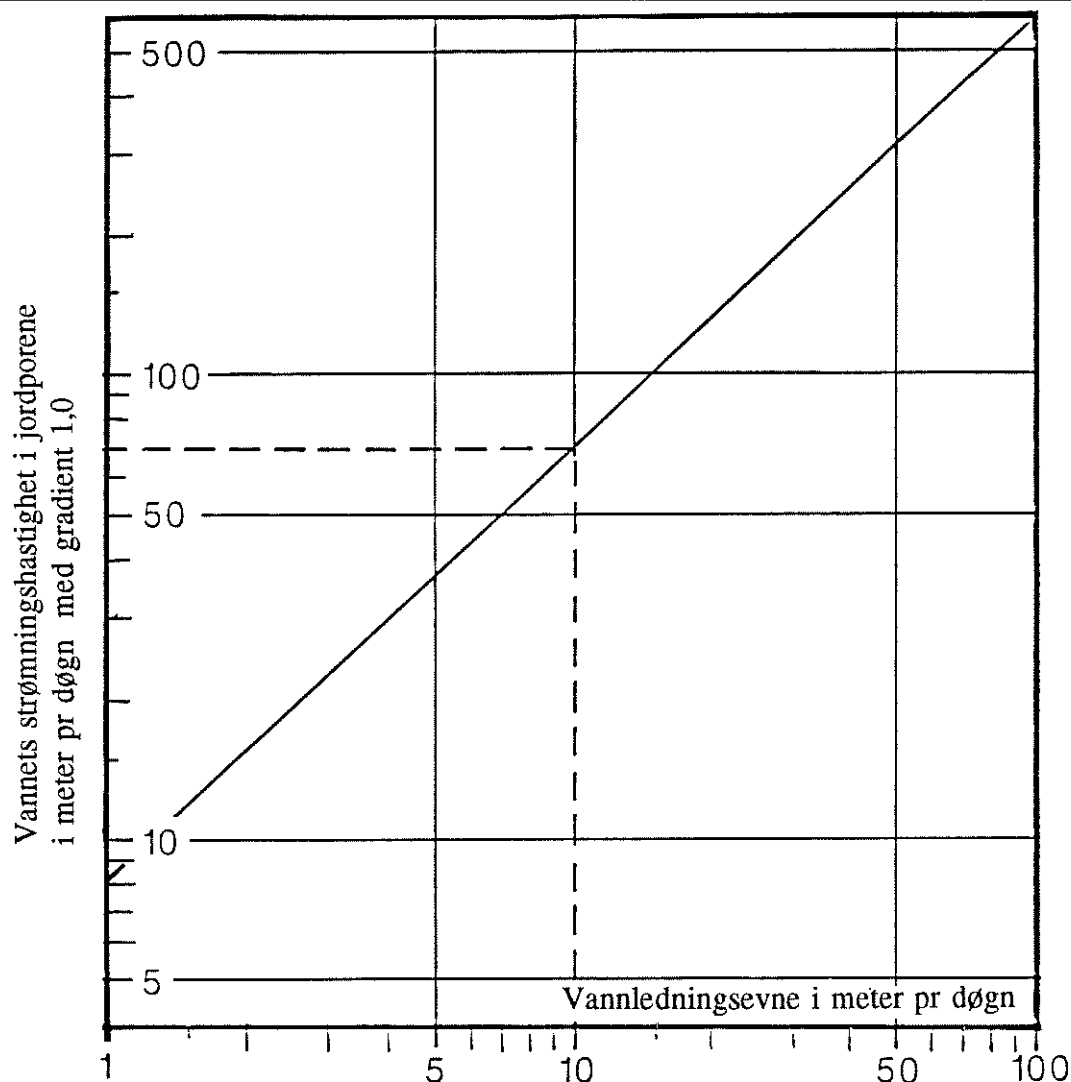
Den hydrauliske gradienten blir $I = 0,09$

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 effektiv porevolum krever imidlertid spesialundersøkelser i laboratorie. Det er derfor utarbeidet et diagram for bestemmelse av vannets hastighet i jordporene (se figur 8.2).



Figur 8.2 Diagram for bestemmelse av vannets strømningshastighet i jordporene.

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.

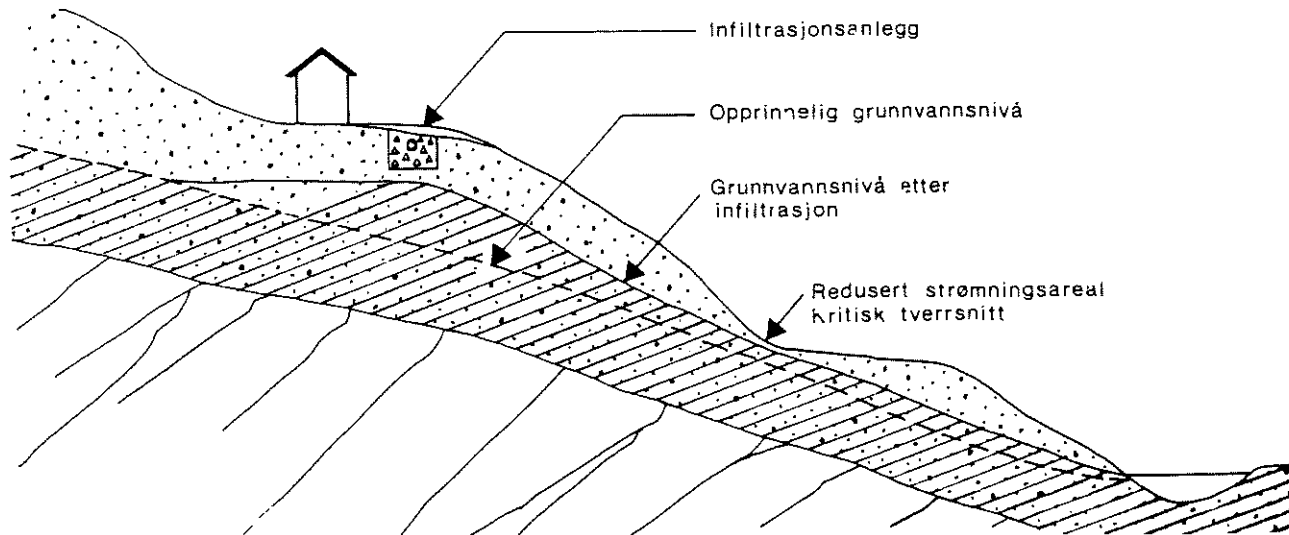
For beregning av strømningshastighet i jordporene benyttes følgende fremgangsmåte. Jordmassenes vannledningsevne bestemmes vha. infiltrasjonstest eller Hazens formel. Vannets strømningshastighet i jordporene med gradienten 1,0 bestemmes vha. figur 8.2. Denne verdien multipliseres deretter med grunnvannets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

Eks.: Vannledningsevnen er med infiltrasjonstest målt til 10 meter pr døgn. Diagrammet i figur 8.2 viser at strømningshastigheten i jordporene med gradient 1,0 da er 70 meter pr 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 pr døgn.

9 JORDMASSENE'S 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 vanttillskudd 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.

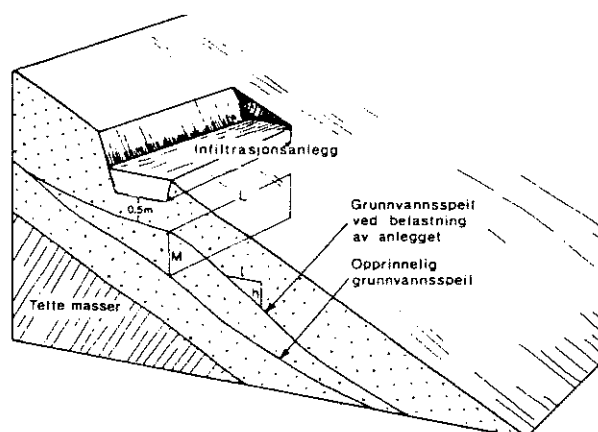
Jordas vannledningsevne vil i stor grad bestemme hvor mye grunnvannsnivået rett under infiltrasjonsanlegget vil stige. I jord med lav vannledningsevne, f.eks. morene- og siltjordarter, kan grunnvannsnivået rett under infiltrasjonsfilteret stige 2-3 meter bare

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 pr 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:

- a Jordmassenes vannledningsevne i meter pr døgn.
Vannledningsevnen bestemmes med infiltrasjons-tester eller vha. Hazens formel (se vedlegg 6).
- b 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.
- c Bredden (i meter) på det området som benyttes til infiltrasjon av avløpsvann (se vedlegg 3, kapittelet om arealbehov).
- d Helningen på grunnvannets overflate (grunnvannets gradient).

For definering av de 3 sistnevnte parametrene vises til figur 9.2.



Figur 9.2 Grunnlag for beregning av jordmassenes hydrauliske kapasitet.

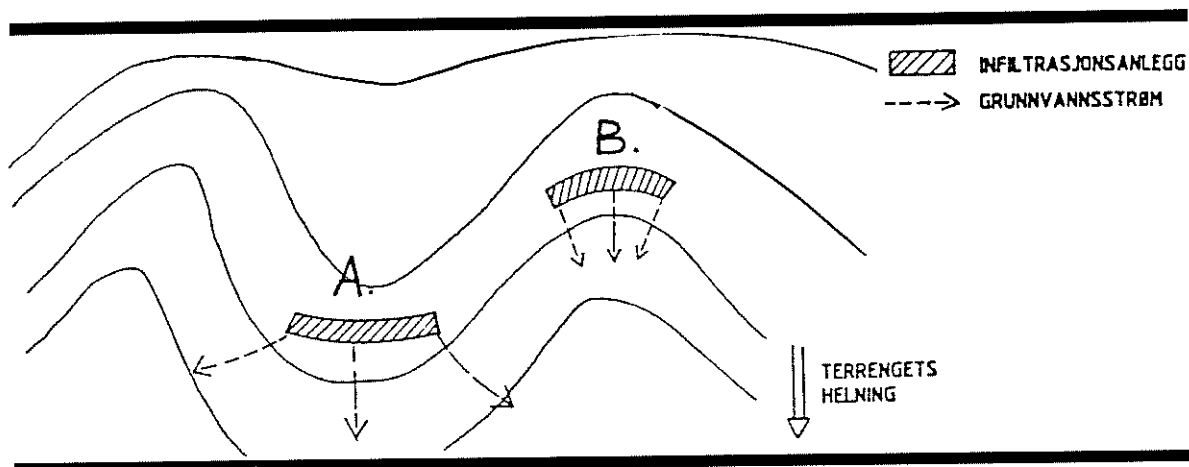
For beregning kan følgende formel benyttes: $Q = K \times M \times B \times I$, hvor

- | | | |
|---|---|---|
| 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. |

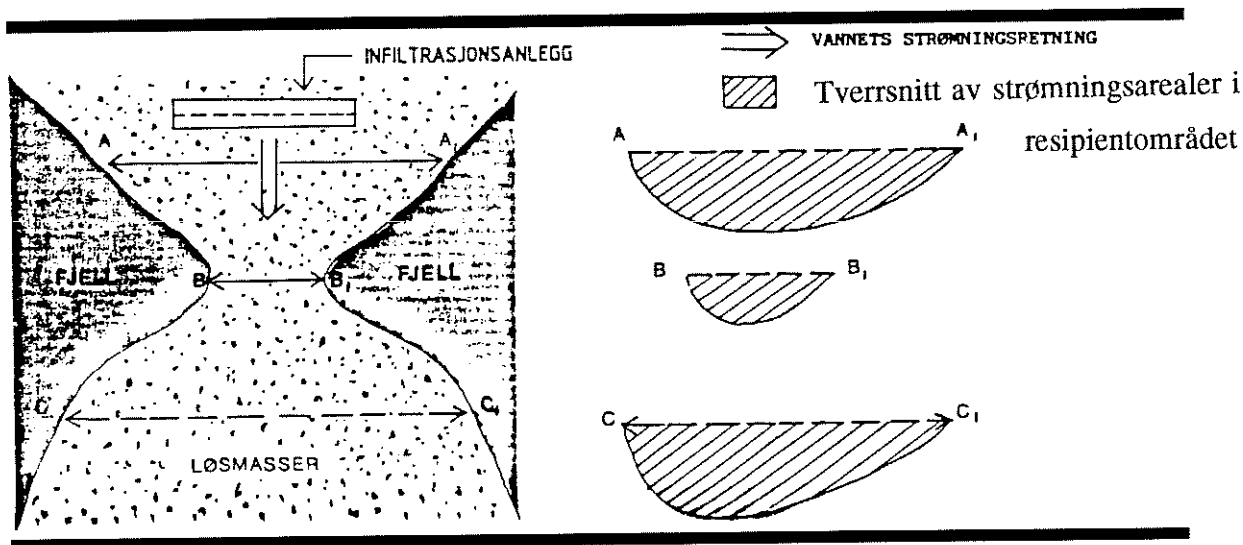
Jordmassenes hydrauliske kapasitet (Q) skal alltid være større enn dimensjonerende vannmengde (Q_{dim} , se vedl. 7).

Eksempel: $K = 2,0$ meter pr døgn. $M = 0,25$ meter.
 $B = 55$ meter. $l = h/l = 2\text{m}/50\text{m} = 0,04$.
 $Q = 2,0 \times 0,25 \times 55 \times 0,04 \text{ m}^3 \text{ pr døgn.} = 1,1 \text{ m}^3 \text{ pr døgn.}$

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 grunnvannspeilet utgjør en jevn hellende flate. Der overflaten på grunnvannsmagasinet er konveks vil det infiltrerte avløpsvannet bli spredt over et større areal og grunnvannsoppstuvningen i resipientarealet vil bli mindre. Der overflaten på grunnvannsmagasinet har konkav form vil det infiltrerte vann samles på et mindre areal og grunnvannsoppstuvningen vil bli større (figur 9.3). 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.



Figur 9.4 Innsnevring av strømningsarealet i resipientområdet pga. fjell.

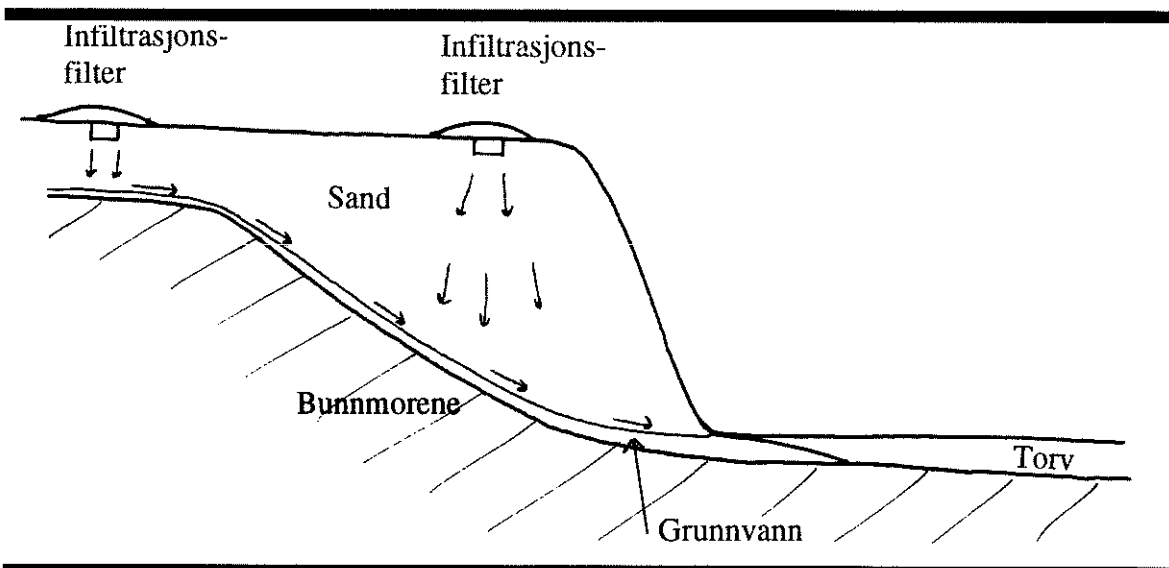
10 JORDMASSERS EGENSKAPER SOM RENSEMEDIUM

10.1 Dim. 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 30 meter jord med kornstørrelse og vannledningsevne som omtalt over. Der vannet strømmer til jordbruksdrenering kan tallet reduseres til 25 meter. Det er her forutsatt at vannet strømmer til overflatevann eller grunnvann som ikke er planlagt utnyttet til vannforsyning. 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 tilfredsstillende kravene til drikkevann. Det er viktig å være oppmerksom på at selv tynne lag med grovere jordmasser kan gi en merkbar reduksjon i renseeffekten.

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

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



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

Jordmassene i den umettete sonen, dvs. over grunnvannet, har under ellers like forhold bedre renseeffekt enn jordmasser som ligger i grunnvannssonen. Spesielt i jordsmonnet, den biologisk aktive delen av jordmassene, er det god renseeffekt. Filterflaten i infiltrasjonsfiltre bør derfor ligge så høyt oppe i jordprofilen som mulig. Grunninfiltrasjon gir normalt best renseeffekt. Der lokaliseringen av et infiltrasjonsanlegg nær en terrasse-skråning 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).

10.2 Generelt om renseevne

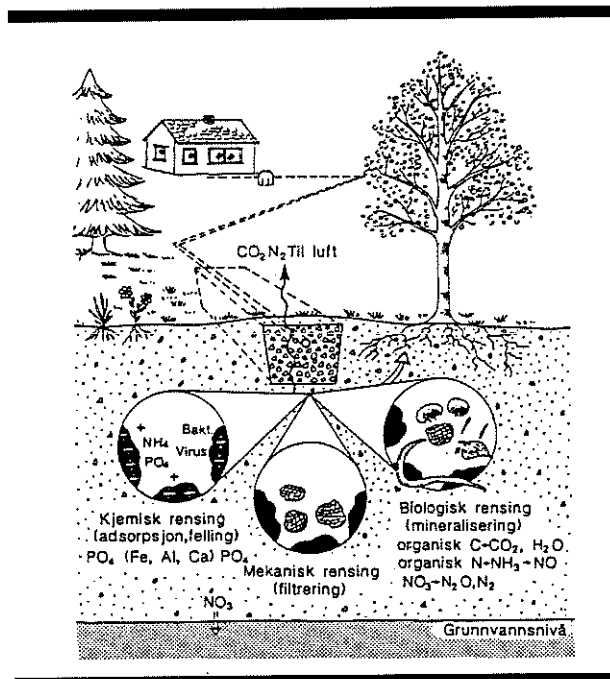
I jord skjer det både en mekanisk, biologisk og kjemisk rensing av stoffer i avløpsvann (se figur 10.1). Jord kan derfor sammenlignes med et høygradig renseanlegg som har både et biologisk og kjemisk trinn etter forutgående mekanisk rensing. I jorda skjer det helt analoge prosesser til de som foregår 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 infiltrasjonsflata utvikler seg.

10.2.2 Biologisk renseevne

Naturlig jord kan inneholde opptil 2 milliarder bakterier pr. 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. I hvilken grad dette har betydning for utforming av infiltrasjonsanlegg som bygges i områder med ekstreme temperaturforhold (enkelte fjellstrøk og deler av Nord-Norge), er ikke helt klarlagt.



Foreløpige resultater fra Setermoen renseanlegg (infiltrasjonsanlegg for 5000 pe i Bardu kommune i Troms) tyder på at det er mulig å oppnå svært god rensing i kaldt klima.

Det er rimelig å anta at den biologiske renseevnen vil være tilnærmet konstant over tid dersom utgangsbetingelsene ikke endres.

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 aluminiumoksyder og hydroksyder, 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.

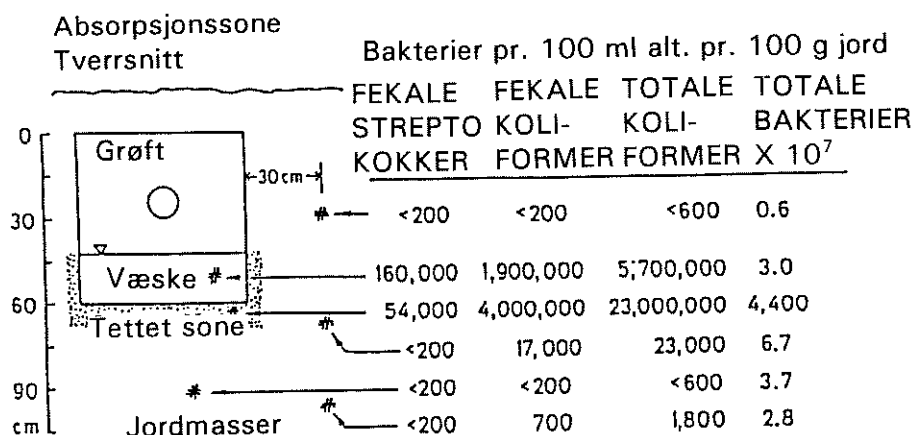
10.2.4 Omsetning av nitrogen

Ved infiltrasjon i jord under aerobe forhold, vil nitrogenforbindelser fra human avføring raskt omdannes til nitrat. Nitrationet er negativt ladet og bindes derfor dårlig til jordpartikler som i hovedsak har en negativ overflateladning. Det er vanlig å anta at det meste av det nitrogenet som tilføres et infiltrasjonsanlegg, vil vaskes ned til grunnvannet. Nitratkonsentrasjonen i grunnvannet nær infiltrasjonsanlegg vil da avhenge av fortykning. Det er imidlertid fullt mulig å oppnå en betydelig reduksjon av nitrat til nitrogengass (denitrifikasjon) hvis grunnforholdene ligger til rette for det.

Vanligvis vil fjerning av nitrogen i infiltrasjonsanlegg ligge mellom 10 og 30%. Dersom grunnforholdene er slik at denitrifikasjon fremmes, vil betydelig høyere fjerning kunne oppnås. I infiltrasjonsanlegg som er konstruert for å fjerne nitrogen er en renseseffekt 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).



Figur 10.3 Snitt gjennom en infiltrasjonsgrøft i sandig jord med bakterietellinger angitt i endel punkter.

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.

10.2.6 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 hvor i dette systemet vannkvaliteten undersøkes. Dersom målinger foretas i grunnvannssonen er det viktig at disse korrigeres for eventuell fortynning. I tabell 10.1 er utløpskonsentrasjoner fra infiltrasjons- og sandfilteranlegg vist.

Parameter	Fin til middels sand ¹⁾	Hurtig infiltrasjon ²⁾	
		Gjennomsnitt	Øvre grense
BOF	5 - 10	5	< 10
Suspendert stoff	< 5	2	< 5
Fosfor	1 - 10	1	< 5
Nitrogen	30 - 45	10	< 20
Fekale koliforme (pr. 100 ml)	0 - 10 ²⁾	10	< 200

1) Belastning < 5 cm/døgn

2) Data fra (12). Infiltrasjon gjennom 4 - 5 meter umettet sone.
Belastning 5 - 50 cm/d

Tabell 10.1 Utløpskonsentrasjoner for sandfilter- og hurtiginfiltrasjonsanlegg.

Resultatene for sandfilter viser renseevnen i 60 -90 cm jord. Renseevnen for fosfor vil variere avhengig av mineralsammensetning og forvitningsgrad hos sanden. Forsøk i søyler (3) belastet med slamavskilt avløpsvann (2,4 cm/d), har vist at tilnærmet alle termotabile koliforme bakterier kan holdes tilbake ved filtrering gjennom 0,75 m sand og ved en jordtemperatur på 7°C (tilsvarer sør-Norge). Foreskrevet belastning for sandfilter i denne sandtypen er 2,0 cm/d.

Ved infiltrasjon i naturlige løsavsetninger er det renseaktive jordvolum mye større enn i et sandfilter. Renseevnen er derfor bedre. I tabell 10.1 er utløpskonsentrasjoner for hurtiginfiltrasjonsanlegg vist. Konsentrasjonene er målt etter 4 - 5 meter vertikal strømning i den såkalte umetta sonen (umetta sone er sonen fra markoverflata og ned til grunnvannsnivået). I hurtiginfiltrasjonsanlegg skjer infiltrasjonen i åpne dammer og med belastninger på 5 - 50 cm/d. De fleste norske infiltrasjonsanlegg er bygget som lukkede grøfter med en belastning på < 5 cm/d. I slike anlegg kan en bedre rensing forventes.

11 EKSEMPEL PÅ REGISTRERINGSSKJEMA FOR GRUNNUNDERSØKELSER OG DETALJPLANLEGGING AV INFILTRASJONSANLEGG

REGISTRERINGSSKJEMA FOR GRUNNUNDERSØKELSER OG DETALJPLANLEGGING AV INFILTRASJONSANLEGG

Eier: _____ Adresse: _____

Eiendom: _____ G.nr: _____ B.nr: _____ Sak nr: _____

Bygninger på eiendommen (helårsbolig, hytter, støl, annen): _____

_____ Antall boenheter/personer: _____

Privet: ___ Vannklosett ___ Gråvann(m/ lukket system for avløp) ___ Biologisk

 Annen løsning: _____

Avstand til veg: _____ m Avstand til eiendomsgrense: _____ m Adkomstforhold: _____

Avstand til vann/sjø/elv/bekk/vannførende grøft: _____ m

Terrenghelning: _____ % Er området drenert? ___ ja ___ nei

Hvor står del av området er dekket av fjell: _____

Avstand til drikkevannskilde(r): _____ m

Beskrivelse av drikkevannskilder (f.eks. forurensningsfare, vannkvalitet og prøvetaking):

Beskrivelse av forurensningskilder (f.eks. avløpsanlegg): _____

Geologiske og hydrogeologiske forhold (bla forekomst av fjell, jordart(er), grunnvannsnivå og grunnvannsfluktasjoner):

Grunnvannets strømningsretning: _____

Grunnvannets gradient: _____ og strømningshastighet: _____ m/døgn

Jordmassenes hydrauliske kapasitet: _____ m³/døgn

Infiltrasjon av avløpsvann kan anbefales: ___ja, ___nei

ANLEGGsutforming

Slamavskiller Antall kamre: _____ Samlet våtvolum: _____ m³

Støtbelaster ___ja, ___nei. Type _____ Støtvolum _____ m³

Pumpekum ___ja, ___nei. Pumpekapasitet: _____ liter/sekund

Fordelingskum ___ja, ___nei. Antall v-overløp: _____ stk.

Infiltrasjonsfilter Størrelse: _____ m², fordelt på _____ enheter
med lengde på _____ m og bredde på _____ m. Infiltrasjonsdyp: _____ m.

Infiltrasjonstest med infiltrometer: ___ja, ___nei

Infiltrasjonstest nr 1: _____ meter pr. døgn

Infiltrasjonstest nr 2: _____ meter pr. døgn

Infiltrasjonstest nr 3: _____ meter pr. døgn

Kornfordelingsanalyser er gjennomført: ___ja, ___nei Antall analyser: _____ stk.

Prøve- hull nr.	Dybde i m	d ₁₀ i mm	d ₅₀ i mm	d ₆₀ i mm	Sorte- ring	Prøvens beliggenhet i infiltrasjons- diagrammet
						Felt
						Felt
						Felt
						Felt

SKJEMA FOR BESKRIVELSE AV PRØVEHULL

Prøvehull nr.: _____ Terreng høyde: _____ m.o.h

Områdets bruksmåte: _____

Avsetningstype: _____

Dybde i meter	Jordart	Merknader (F.eks. om grunnvann, fasthet og nivå for prøve)
-		
-		
-		
-		
0.5 --		
-		
-		
-		
-		
1.0 --		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
2.0 --		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		

12 LITTERATURLISTE

1. Anvisninger for bygging av separate avløpsanlegg. 1992. Statens forurensningstilsyn.
2. Augedal,H.O. og K.S.Olsen. 1982. Kvartærgeologi og arealbruk. Prosjekt temakart, Telemark.
3. Forskrift om utslipp fra separate avløpsanlegg. 1992. Miljøverndepartementet.
4. Fremstad,E. og R.Elven (Red). 1987. Enheter for vegetasjonskartlegging i Norge. Økoforsk utredning 1987:1.
5. Holmsen, Per., 1979. Grunnlag i kvartærgeologi. NGU-rapport nr 347.
6. Johansen,S.S. og K.Wedum. 1981. Analyse av vannbehov. VA-rapport 13/81. NIVA.
7. Låg,J., 1979. Berggrunn, jord og jordsmonn. Landbruksforlaget, Oslo.
8. Skjeseth,S. m.fl. 1974. Norge blir til. Norges geologiske historie. Chr.Schibsteds forlag, Oslo.
9. Vik,E.A. og P.Kraft. 1989. Vannforsyning i spredt bebyggelse. NTNFs utvalg for drikkevannsforsyning.
10. Østeraas,T. (Red). 1986. SGK-Saksbehandling, grunnundersøkelser og kontroll av avløpsanlegg i spredt bebyggelse. GEFO.
11. Naturvårdsverket / Nordiska Ministerrådet; Avloppsvatten - infiltrasjon: Förutsättningar, funktion, miljökonsekvenser. 1985.

NORVAR-rapporter

- Rapport nr. 1: Aktuelle metoder for myk start/stopp av store motorer.
- Rapport nr. 2: Betongnedbrytning i kloakkbassenger.
- Rapport nr. 3: Register over industribedrifter tilknyttet offentlig avløpsnett. Forprosjekt for PC-basert registrerings- og rapporteringssystem.
- Rapport nr. 4: Bruk av PC i avløpsanlegg. Eksempel på system for registrering og bearbeidelse av driftsdata.
- Rapport nr. 5: Arbeidsmiljø i kloakkanlegg. Arbeid utført ved HIAS 1982–87.
- Rapport nr. 6: Organisasjons- og bemanningsplan for VAR-anlegg. Eksempel fra VAR-selskapet HIAS.
- Rapport nr. 7: Datasentral og EDB på avløpsrenseanlegg. Forprosjekt.
- Rapport nr. 8: EDB i VA-sektoren. Samordnet innsats.
- Rapport nr. 9: NORVAR's årsberetning 1988.
- Rapport nr. 10: NORVAR's årsberetning 1989.
- Rapport nr. 11: Forfellingens innflydelse på veksten i et biofilmanlegg. Forsøk i laboratorieskala ved VEAS.
- Rapport nr. 12: NORVAR's årsberetning 1990.
- Rapport nr. 13: Prosess-styresystemer for VAR-anlegg. Forslag til kravspesifikasjon ut fra VAR-bransjens behov.
- Rapport nr. 13A: Prosess-styresystemer for VAR-anlegg. Funksjonsblokker for avløpsanlegg.
- Rapport nr. 14: Drift av anlegg i VAR-sektoren. Behov for kompetanse og opplæring. Anbefaling fra anleggseiere.
- Rapport nr. 15: Driftsovervåking av aktivert-karbonfilter
- Rapport nr. 16: EDB i VAR-teknikken. FDV – kravspesifikasjoner.
- Rapport nr. 17: EDB i VAR-teknikken. Driftskontrollanlegg for VA-transportssystemer. Innsamling og bearbeidning av data.
- Rapport nr. 18: EDB i VAR-teknikken. Sensorer og måleutstyr. Forprosjekt.
- Rapport nr. 19: EDB i VAR-teknikken. Økonomistyring i VAR-sektoren.
- Rapport nr. 20: Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Hovedrapport.
- Rapport nr. 20A: Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Aerob og anaerob behandling.
- Rapport nr. 20B: Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Kalking. Kompostering.
- Rapport nr. 20C: Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Slamavvanning.
- Rapport nr. 20D: Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Termisk behandling av kloakkslam.
- Rapport nr. 21: NORVAR's årsberetning 1991.
- Rapport nr. 22: EDB i VAR-teknikken. Fase 1 – kravspesifikasjoner m.m. Statusbeskrivelse og forslag til videre arbeid.
- Rapport nr. 23A: Internkontroll for VA-anlegg. Mal for internkontrollhåndbok for VA-anlegg.
- Rapport nr. 23B: Internkontroll for VA-anlegg. Internkontrollhåndbok for avløpsanlegg. Eksempel fra Fredrikstad og Omegn Avløpsanlegg.
- Rapport nr. 23C: Internkontroll for VA-anlegg. Internkontrollhåndbok for vannverk. Eksempel fra Vansjø vannverk.
- Rapport nr. 23D: Internkontroll for VA-anlegg. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg.
- Rapport nr. 23E: Internkontroll for VA-anlegg. Helse, miljø og sikkerhet ved vannbehandlingsanlegg.
- Rapport nr. 23F: Internkontroll for VA-anlegg. Helse, miljø og sikkerhet ved avløpsrenseanlegg.
- Rapport nr. 24: NRV-prosjekt. Korrosjonskontroll ved vannbehandling med mikronisert marmor.
- Rapport nr. 25: NORVAR's Slamgruppe. Mal for prosessoppfølging av anlegg for stabilisering og hygienisering av slam.
- Rapport nr. 26: NORVAR's Slamgruppe. Installering av gassmotor for strømproduksjon ved avløpsrenseanlegg.
- Rapport nr. 27: NORVAR's Slamgruppe. Mottak og behandling av avvannet råslam ved renseanlegg som hygieniserer og stabiliserer slam i væskeform.
- Rapport nr. 28: NORVAR's Slamgruppe. Slam på grøntarealer. Erfaringer fra et demonstrasjonsprosjekt.
- Rapport nr. 29: Rapport fra SFT-prosjekt. Regnvannsoverløp.
- Rapport nr. 30: Utvikling og uttesting av datasystem for informasjonsflyt i VA-sektoren. Erfaringer fra et pilotprosjekt.
- Rapport nr. 31: PRO-VA, Brukerklubb for prosess-styresystemer, drift- og fjernkontroll for VA-anlegg. Oversikt pr. 1993. Leverandører – produkter – konsulenter. Referanseanlegg, litteratur, terminologi.
- Rapport nr. 32: Bruk av statistiske metoder (kjemometri) til å finne sammenhenger i analyseresultater for avløpsvann.
- Rapport nr. 33: Rapport fra SFT-prosjekt. Evaluering av enkle rensemetoder. Slamavskillere.
- Rapport nr. 34: Rapport fra SFT-prosjekt. Evaluering av enkle rensemetoder. Siler/finrister.
- Rapport nr. 35: Kravspesifikasjon og kontrollprogram for VA-kjemikalier.
- Rapport nr. 36: NORVAR's faggruppe for vannforsyning. Filter som hygienisk barriere.
- Rapport nr. 37: NORVAR's faggruppe for vannforsyning. EU/EØS, konsekvenser for Norges vannforsyning.
- Rapport nr. 38: NORVAR-prosjekter 1992/93.
- Rapport nr. 39: Implementering av EDB-basert vedlikeholdssystem. Erfaringer fra et referanseprosjekt knyttet til pilot-prosjekt ved Bekkelaget Renseanlegg. Sjekk-/momentliste for bruk ved implementering av EDB-basert vedlikehold.
- Rapport nr. 40: Driftsassistanter for avløp. Utredning om rolle og funksjon fremover.
- Rapport nr. 41: PRO-VA, Brukerklubb for prosess-styresystemer, drift- og fjernkontroll for VA-anlegg. METRI-TEL. Kommunikasjonsmedium for VA-installasjoner. Erfaringer fra prøveprosjekt i Sandefjord kommune.
- Rapport nr. 42: Industriavløp til kommunalt nett. Evaluering av utførte industrikartleggingsprosjekter.
- Rapport nr. 43: NORVAR's faggruppe for vannforsyning. Korrosjonskontroll ved Hamar vannverk. Resultat fra fullskalaforsøk.
- Rapport nr. 44: Slam på grøntarealer. Erfaringer fra et demonstrasjonsprosjekt. Vekstsesongen 1994.
- Rapport nr. 45: Forsøk med forfelling og felling i 2 trinn med polyaluminiumklorid høsten 1993. Kartlegging av slam- og slamvannsstrømmer med og uten forfelling 1993–94.
- Rapport nr. 46: Renovering av avløpsledninger. Retningslinjer for dokumentasjon og kvalitetskontroll.
- Rapport nr. 47: Oslo kommune, Vann- og avløpsverket: Strategidokument for industrikontrollen.
- Rapport nr. 48: NORVAR og miljøteknologi. Forprosjekt.
- Rapport nr. 49: Grunnundersøkelser for infiltrasjon – små avløpsanlegg. Forundersøkelse, områdebefaring og detaljundersøkelse ved planlegging av separate avløpsrenseanlegg.