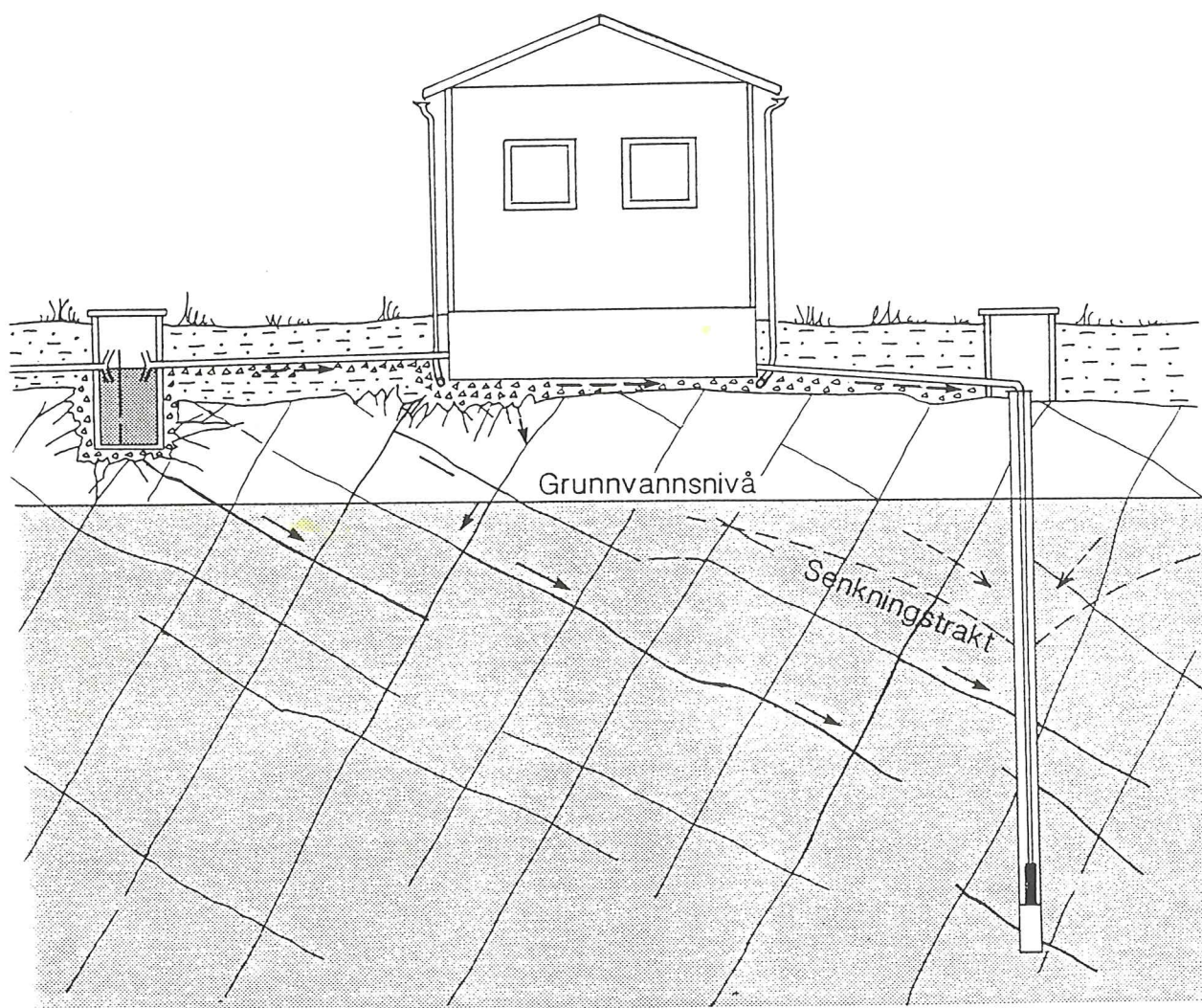
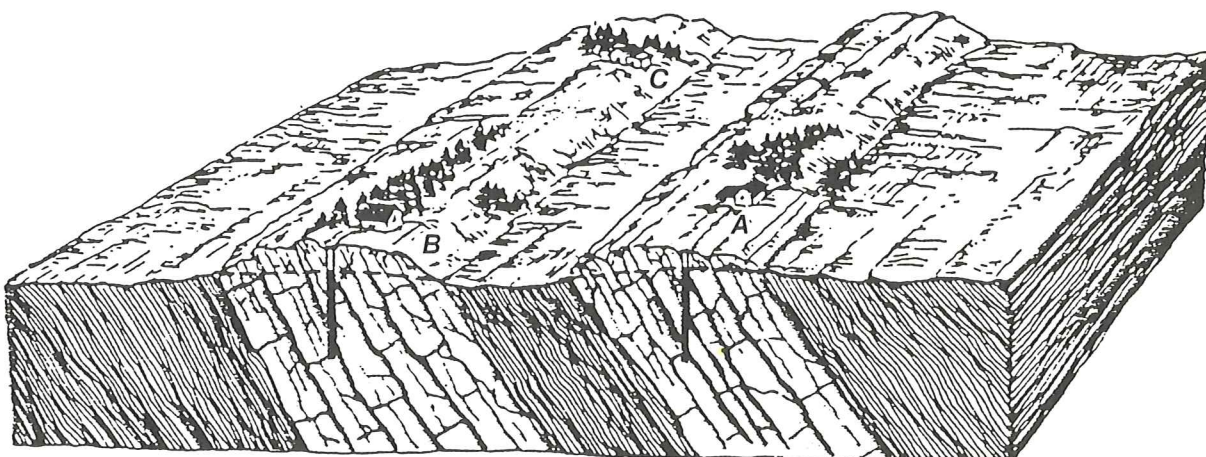


4.4.8 Lokale forurensningskilder



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 drensvann kan følge de samme kanaler. Der det er fjell helt i dagen kan det bli betydelig mer sprenging og risikoen for nedtrenging av takvann, drensvann 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 forurenses 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 sprekkeson i fjellet. Denne sprekkesonen tilføres vann fra fjellgrunnen omkring.

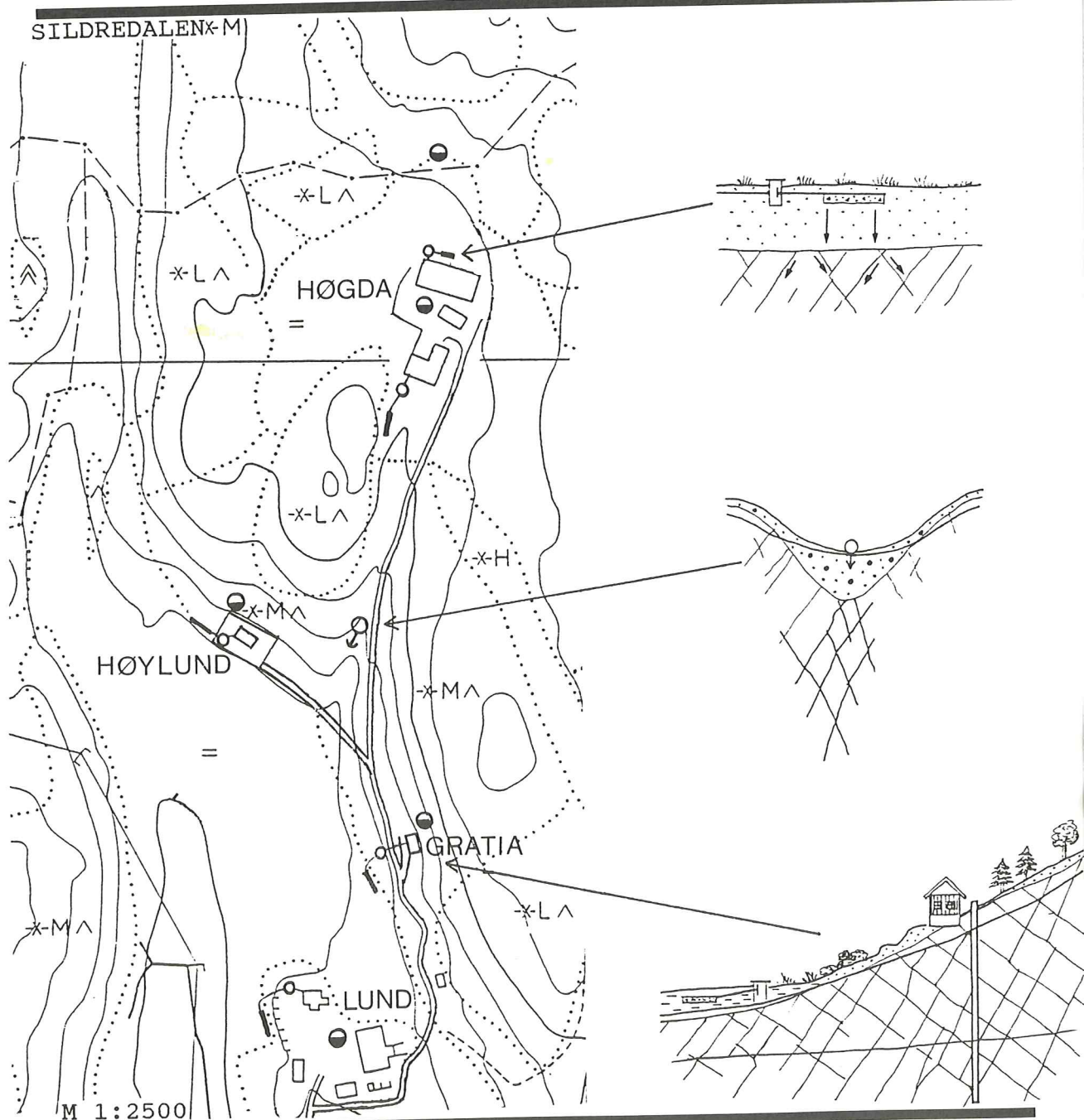
Lund tok tidligere vann fra kilden øst for Høylund. Høgda forurenset kilden ved utslipp til sprekkesonen, og Lund boret etter vann på gårdsplassen. Forurensningsstoffer følger sprekkesonen i fjellet og ved stort vannuttak er det også påvist forurensningsstoffer i denne brønnen. Infiltrasjonsanlegget til Lund er bygget i masser med lav vannledningsevne og forurenses 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 forurenses 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 drens vann, 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

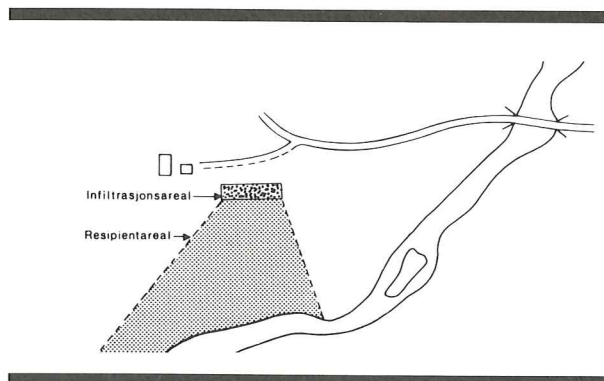
Jordmassene ved og nedstrøms infiltrasjonsfiltre skal tilfredsstille følgende krav:

- 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 renseeffekt at det blir tilstrekkelig renses 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 infiltrasjonsfiltreret skal bygges samt området nedenfor infiltrasjonsfilteret.

Infiltrasjonsarealet utgjør bare det området der filteret skal bygges.



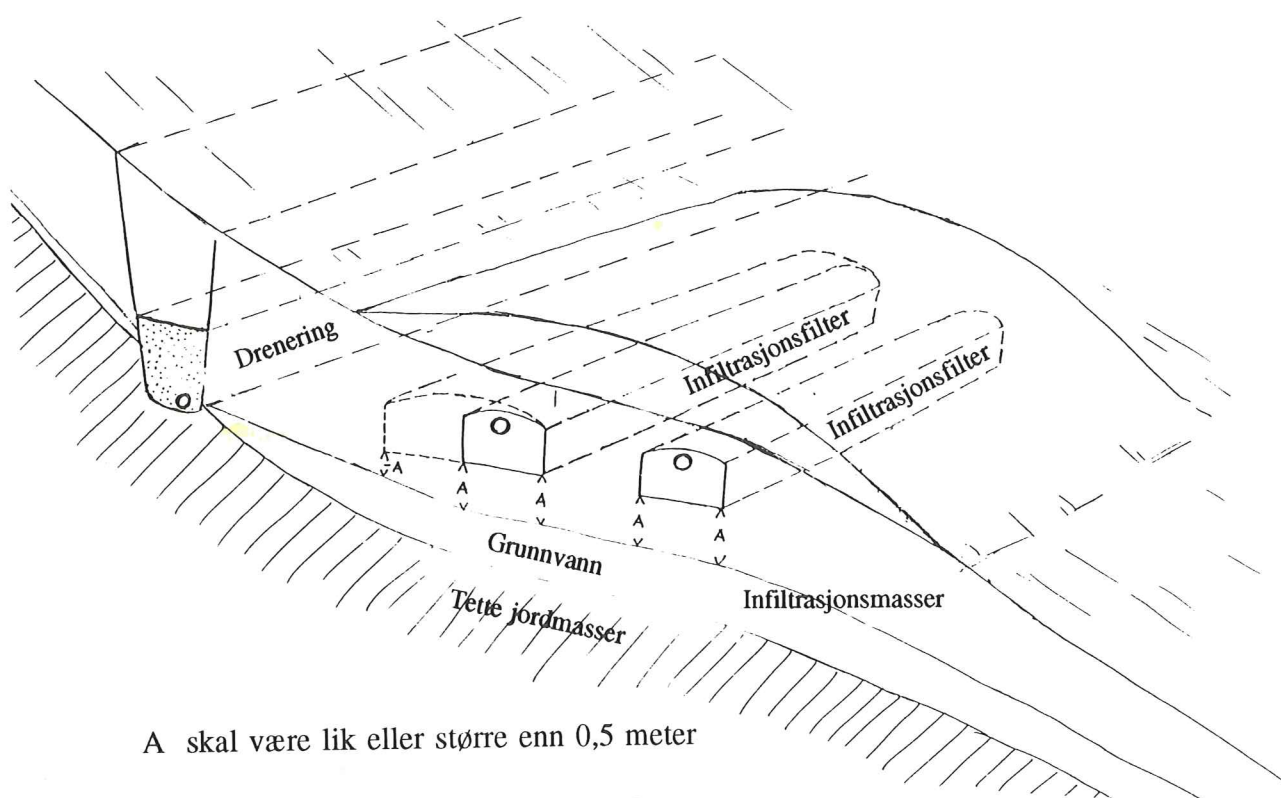
Figur 5.1 Infiltrasjonsareal og resipientareal.

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.

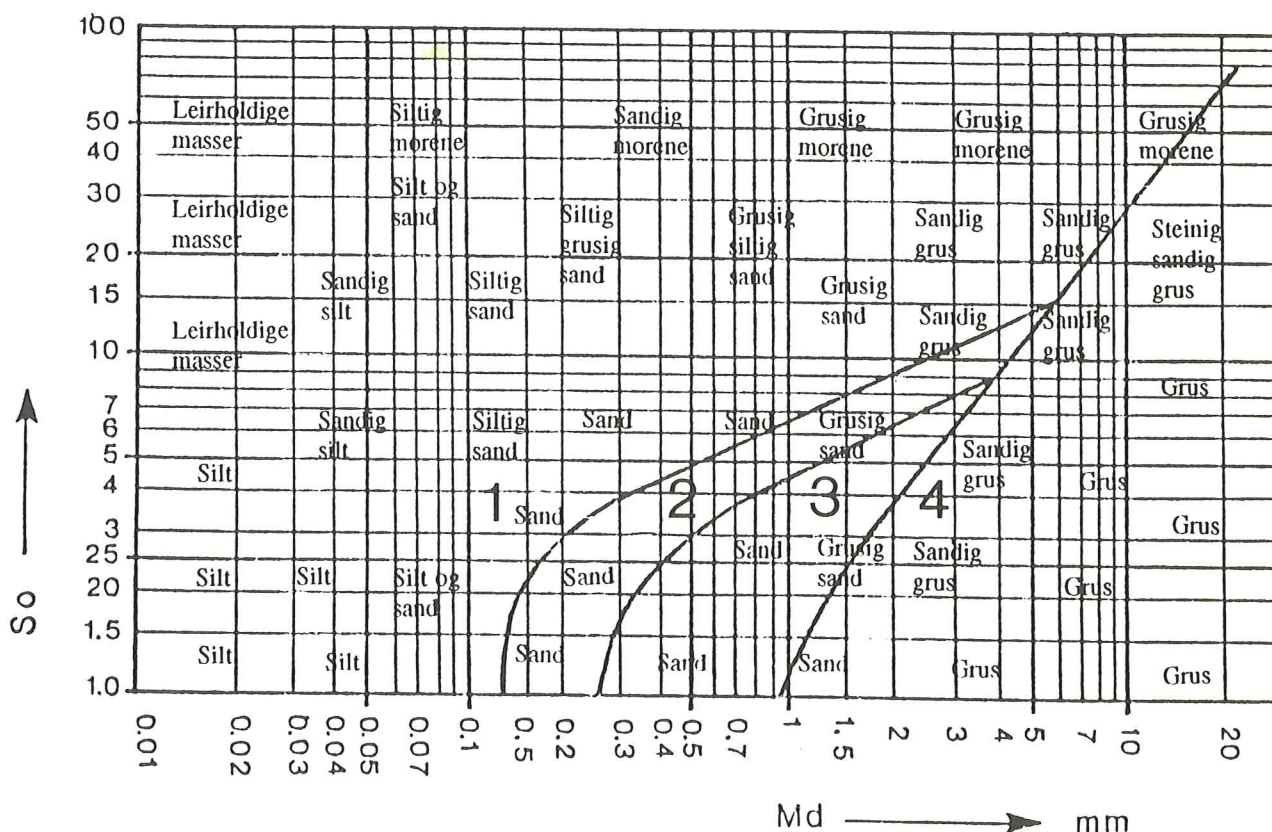
Bestemmelse av maksimal grunnvannsnivå kan ofte ikke gjøres på annen måte enn ved å sette ned peilerør og måle grunnvannsnivået under og etter den periode av året hvor nydannelse av grunnvann er størst. I områder der det i perioder av året er problemer med høyt grunnvannsnivå kan grunnvannet ofte senkes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

drensrøft ovenfor infiltrasjonsgrøfterne (se figur 5.2). Avskjærende drensrøfter skal legges slik at avløpsvann ikke kan slå tilbake til drenssystemet. Bunnen av drensrøftene skal alltid være over høyeste grunnvannsstand under infiltrasjonsgrøfterne.

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 m^2 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.

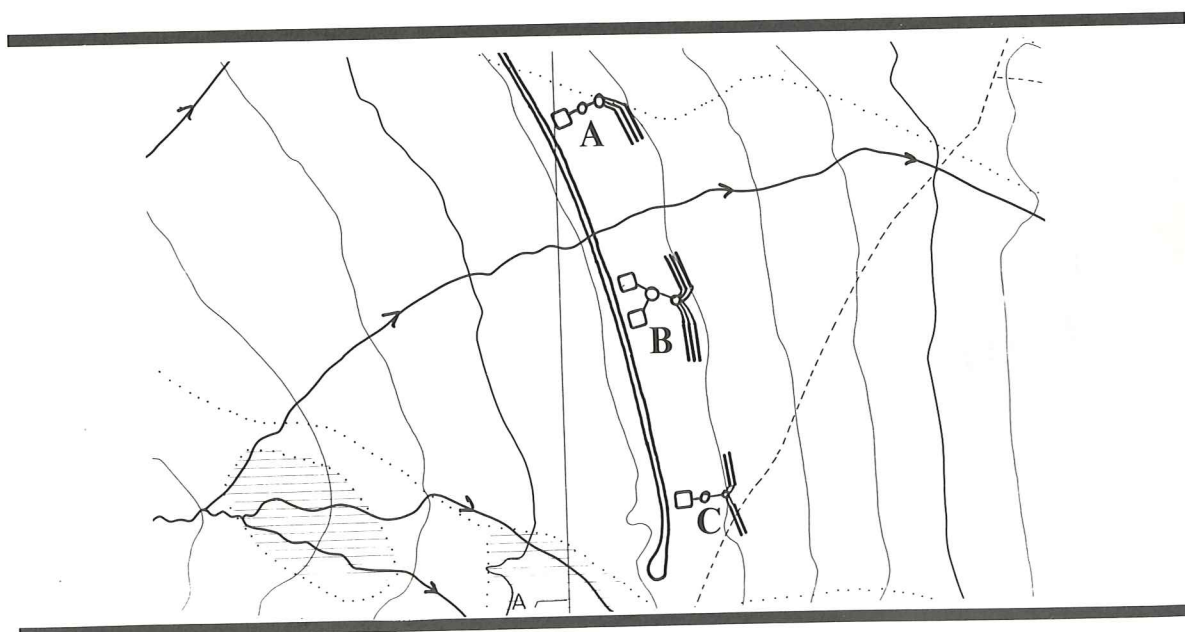
Der jordmassene faller i feltene 2, 3 og 4 i infiltrasjonsdiagrammet skal infiltrasjonfilteret dimensjoneres ut fra korngraderingskurvene. En god profilbeskrivelse og korrekt uttak av jordprøver er derfor viktig. Profilbeskrivelse og uttak av jordprøver er beskrevet i vedlegg 3. Der jordmassene faller i felt 1 skal infiltrasjonfilteret 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 resipient-arealet 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 jordmassene egenskaper som rensemedium (vedlegg 10).

Der avstanden til grunnvann er mindre enn 0.5 meter må det legges restriksjoner på bruken av resipientområdet (se figur 5.1). Restriksjonene er knyttet til kjøring og graving. Restriksjoner knyttet til vannforsyning er omtalt i vedlegg 4.

Der grunnvannet og det infiltrerte avløpsvannet 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 drensledninger og gi utslag av forurenset vann.

Der grunnvannet og det infiltrerte avløpsvannet strømmer i dypere jordlag, dvs. 1-2,5 meter under terrengoverflaten, er det ikke nødvendig med så strenge begrensninger i bruken av resipientområdet. Graving i grunnvannssonen bør imidlertid ikke tillates.

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 infiltrasjonsaralet, 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).

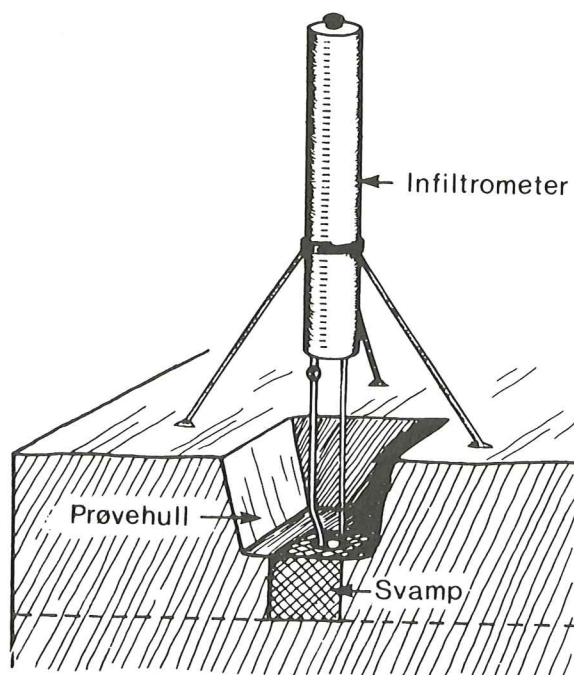
Hvis kornfordelingskurver gir verdier som faller i felt 1 i infiltrasjonsdiagrammet skal det utføres infiltrasjonstest for dimensjonering av infiltrasjonsfilteret.

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

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

Infiltrasjonstesten måler den vannmengden 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 prøvegrop 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 cm^2 . 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 prøvegrop.

Infiltrometre leveres med komplett bruksanvisning.

6.2 Hazens formel

Det finnes flere formler for beregning av jords vannledningsevne ut fra korngraderingsdata. En av de mest anvendte og enkleste formler er Hazens formel. 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.