



Undersøkelser som grunnlag for valg av avløpsløsning



Norsk Vann Rapport

Det utgis tre typer rapporter:

Rapportserie A

Dette er de opprinnelige hovedrapportene.

Dette kan være:

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

Fortløpende nummer xx-årstall

Rapportserie B

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

Fortløpende nummer Bxx-årstall

Rapportserie C

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

Fortløpende nummer Cxx-årstall



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



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

Norsk Vanns rapporter utarbeides i samspill mellom rådgiver, styringsgruppe og referansegruppe for prosjektet og er ikke behandlet i Norsk Vanns styrende organer. Norsk Vann har ikke ansvar for feil eller ufullstendigheter som måtte forekomme i rapporten og kan ikke stilles økonomisk eller på annen måte til ansvar for problemer som måtte oppstå som følge av bruk av rapporten.

Norsk Vann Rapport

Norsk Vann BA

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

Rapportens tittel

Undersøkelser som grunnlag for valg av avløpsløsning

Forfatter(e)

Torun Rise, Sintef Guro Randem Hensel, NIBIO
Lars Westlie, Hydrogeologi og Avløpsrådgivning
Jørgen Ove Myrre, BraVA Rådgivning
Trond Mæhlum, NIBIO

Rapportnummer: 262/2021

ISSN 1890-8802 (elektronisk utg.)

ISSN 1504-9884 (trykt utg.)

ISBN 978-82-414-0458-0 (elektronisk utg.)

Ekstrakt

Denne rapporten er tiltenkt å være et hjelpemiddel for gjennomføring av nødvendige undersøkelser som grunnlag for valg og anbefaling av type avløpsløsning i spredt bebyggelse. I rapporten beskrives både forberedende arbeid, innledende feltundersøkelser og detaljerte **grunnundersøkelser**. Dette som grunnlag for anbefaling og valg av enhver type avløpsløsning.

For å bestemme hvilken avløpsløsning som er best egnet for en aktuell lokalitet, er det flere forhold som må avklares. Rapporten beskriver de undersøkelser og vurderinger som må gjøres, og deler dette inn i fire faser:

- Forberedende undersøkelser (fase 1)
- Innledende feltundersøkelser (fase 2)
- Detaljerte grunnundersøkelser (fase 3)
- Konklusjoner og anbefalinger etter gjennomførte undersøkelser – som grunnlag og føringer for prosjektering (fase 4)

Rapporten vil hovedsakelig være en veileder for de som skal gjennomføre og beskrive de ulike undersøkelser og vurderinger i forbindelse med søknad om utslippstillatelse. Den vil også være et nyttig verktøy for forurensningsmyndigheten, som skal vurdere innsendt dokumentasjon i forbindelse med søknad om utslippstillatelse for ulike anleggstyper. Økt fokus på de nødvendige undersøkelser og vurderinger vil bidra til bedre dokumentasjonsgrunnlag og økt kvalitet på søknader. Det forventes også at grundigere undersøkelser og vurderinger i forkant av valg av avløpsløsning vil bidra til etablering av godt egnede avløpsløsninger på den enkelte lokalitet. Dette vil igjen medføre mindre forurensning og redusert miljøbelastning.

Emneord, norsk

Forberedende undersøkelser, feltundersøkelser, grunnundersøkelser, lokale forhold, grunnforhold, løsmasser og **bergarter**, brukerinteresser, risikovurdering, forurensning av **grunnvann** og drikkevann, **resipient**vurdering, anbefaling av avløpsløsning, **infiltrasjon** av **sanitært avløpsvann**, infiltrasjonsareal, resipientareal, søknad om utslippstillatelse.

Emneord, engelsk

On-site wastewater treatment systems, investigations and assessments, preparatory examinations, initial field surveys, detailed ground investigations, recommendation of wastewater system, groundwater, drinking water, infiltration and transportation in soil.

Forord



Denne rapporten er en revisjon av Norsk Vann rapport 178/2010, *Grunnundersøkelser for infiltrasjon – mindre avløpsanlegg*. Rapport 178/2010 var igjen en oppdatering av NORVAR-rapport nr. 49 fra 1994 om grunnundersøkelser for infiltrasjon – små avløpsanlegg. De tidligere rapportene hadde fokus på grunnundersøkelser som grunnlag for valg av *infiltrasjonsanlegg*, og har vært de viktigste veilederne for hvordan grunnundersøkelser for infiltrasjon skal gjennomføres i Norge.

I denne reviderte rapporten er det fokusert på viktigheten av alltid å gjennomføre et minimum av undersøkelser i forkant av valg av renseløsning, uavhengig av om det skal etableres en infiltrasjonsløsning eller andre løsnings typer. Rapporten har fortsatt hovedfokus på beskrivelse av de nødvendige grunnundersøkelser som må gjennomføres, men beskriver også andre undersøkelser, observasjoner, registreringer og vurderinger som må gjøres før valg av avløpsløsning for den enkelte lokalitet/eiendom.

Rapportens oppbygging er endret fra en kort hovedrapport med henvisning til mer utdypende vedlegg på ulike temaer, til en rapport som viser de ulike trinn/faser for gjennomføring av nødvendige undersøkelser. Mye av innholdet i den tidligere rapporten (178/2010) er fortsatt aktuelt, og er videreført i denne rapporten. Rapporten er imidlertid endret til en mer logisk oppbygging fra start til mål med tanke på gjennomføring av nødvendige undersøkelser og vurderinger. Videre er flere figurer og illustrasjoner oppdatert, samt at det er benyttet mange illustrasjonsbilder. Det er også utarbeidet flere vedlegg til rapporten, blant annet sjekklister, maler, beregningseksempler og informasjon, til hjelp for gjennomføring av arbeidet.

Hovedformålet med rapporten er at den skal være en veileder for de aktører som skal gjennomføre og dokumentere de nødvendige undersøkelser før valg av anleggsløsning. Tilsvarende er den et nyttig verktøy for forurensningsmyndighet i forbindelse med søknad om utslippstillatelse. Dette både i forbindelse med krav som skal settes til undersøkelser og dokumentasjon, og ved vurdering av den innsendte dokumentasjonen.

Rapporten har fokus på beskrivelse av viktige momenter ved ulike undersøkelser, som grunnlag og føringer for prosjektering av avløpsløsninger i spredt bebyggelse (<50 pe). Metodikken kan imidlertid også være relevant for større anlegg (>50 pe). Det forutsettes at nøytrale fagkyndige og prosjekterende (PRO), som skal gjennomføre de omtalte undersøkelser, er godt kjent med og forstår innholdet i rapporten.

Hovedformålet med rapporten er at den skal være en veileder for de aktører som skal gjennomføre og dokumentere de nødvendige undersøkelser før valg av anleggsløsning.

Rådgiver for dette prosjektet har vært NIBIO – Norsk institutt for bioøkonomi, med Guro Randem Hensel som prosjektleder/oppdragsleder. Samarbeidspartnere i prosjektet har vært Lars Westlie i Hydrogeologi og Avløpsrådgivning og Jørgen Ove Myrre i BraVA Rådgivning. I tillegg til disse, som alle har bidratt med utarbeidelse av

rapporten, har Trond Mæhlum i NIBIO vært delaktig i gjennomgang og kvalitetssikring av prosjektet.

Rapporten er finansiert gjennom Norsk Vanns prosjektsystem. Styringsgruppen har bestått av:

- Hans-Petter Brenni, Gjøvik kommune
- Renathe Ryberg, Hamar kommune
- Jonas Bakko Enoksen, Hemsedal kommune
- Ingvild Wangen, Birkenes/Lillesand kommune
- Bente Solem, Skaun kommune
- Ingrid Strømme, Ringerike kommune
- Gjertrud Eid, Norsk Vann (prosjektansvarlig)

Det ble gjennomført en elektronisk workshop underveis, med styrings- og referansegruppe. Referansegruppen og viktige bidragsyttere har bestått av:

- Lene Birgit Berg, Østre Toten kommune
- Marcel van der Velpen, Ringebu kommune
- Bjørn Trotland, Eget foretak
- Espen Gilje, Eget foretak
- Atle Magne Strandos, Eget foretak

Det er i rapporten benyttet mange bilder og figurer for å illustrere ulike punkter som må ivaretas og gjennomføres i forbindelse med de nødvendige undersøkelsene. En del figurer og illustrasjoner er videreført fra tidligere rapport (178/2010) og frisket opp i denne versjonen. Videre er

det benyttet mange nye bilder, figurer og illustrasjoner, som er hentet fra ulike prosjekter og personer. Dette gjelder generelt:

- Bilder fra diverse prosjekter/utredninger; Fotografer Lars Westlie, Hydrogeologi og Avløpsrådgivning og Jørgen Ove Myrre, BraVA Rådgivning
- Bilder fra diverse prosjekter/rapporter i NIBIO; Fotografer Guro Randem Hensel med flere
- Oppdatering av diverse figurer/prinsippskisser; Guro Randem Hensel, NIBIO
- Illustrasjoner/tegninger; Karl Gundersen

Norsk Vann vil takke alle deltagere for godt samarbeid og mange gode innspill.

Hamar, mars 2021

Gjertrud Eid
Norsk Vann

Sammendrag

Flere ulike renseløsninger innfrir renskravene som er gitt i sentral forurensningsforskrift og lokale forskrifter. Selv om et rensesanlegg innfrir renskrav i % renseseffekt eller mg/liter utslippskonsentrasjon, betyr det ikke at anlegget kan benyttes på enhver lokalitet. Dette må vurderes i det enkelte tilfellet. For å kunne velge riktig avløpsløsning på den enkelte lokalitet er det mange avklaringer, undersøkelser, analyser og vurderinger som må gjennomføres. Rapporten beskriver de nødvendige undersøkelser og vurderinger, fra forberedende avklaringer, til befarings med innledende feltundersøkelser og videre detaljerte **grunnundersøkelser** der det er aktuelt. Resultater av de gjennomførte undersøkelsene oppsummeres i en fagrapport, som danner grunnlag og føringer for prosjektering og søknadsbehandling av den aktuelle avløpsløsningen.

Beskrivelse av nødvendige undersøkelser og vurderinger er inndelt i fire faser:

Fase 1 – Forberedende undersøkelser

Undersøkelser og avklaringer som må gjøres i forkant av befarings til den aktuelle eiendommen/lokaliteten. Dette kan eksempelvis være gjennomgang av lokal forskrift eller retningslinje, krav i kommuneplan eller VA-plan for området, avklaring av brukerinteresser i området og gjennomgang av ulike kartgrunnlag.

Fase 2 – Innledende feltundersøkelser

Omfatter befarings til den aktuelle eiendom/lokalitet med undersøkelser og vurderinger blant annet med hensyn til brukerinteresser, lokale forhold, fare for forurensning/risikovurdering, **resipient-** og utslippsforhold, samt overordnet vurdering av lokale løsmasser som resipient og rensemedium for **sanitært avløpsvann**.

Etter gjennomføring av fase 2 skal en av følgende konklusjoner kunne trekkes:

- Stedlige jordmasser kan benyttes til **infiltrasjon** av sanitært avløpsvann
- Stedlige jordmasser kan ikke benyttes til infiltrasjon av sanitært avløpsvann

Dersom stedlige jordmasser *kan* benyttes til infiltrasjon av sanitært avløpsvann, som hovedrensetrinn, etterpøling eller utslipp av rensert vann, går man videre med detaljerte grunnundersøkelser i fase 3.

Dersom konklusjonen blir at stedlige jordmasser *ikke kan* benyttes til infiltrasjon av sanitært avløpsvann, må avløpsvannet ledes til annen resipient enn stedlige jordmasser. Mer detaljerte undersøkelser og vurderinger av utslipp til vannresipient må gjennomføres. Vurdering

av vannforekomstens tilstand og kapasitet blir da viktige momenter i videre undersøkelser. *Dette er ikke beskrevet ytterligere i denne rapporten.*

Fase 3 – Detaljerte grunnundersøkelser

Denne fasen omfatter nødvendige grunnundersøkelser som må gjennomføres når det er avklart at stedlige løsmasser *kan* benyttes til infiltrasjon av sanitært avløpsvann. Dette innebærer blant annet registrering av grunnforhold på utvalgte lokaliteter, beskrivelse og vurdering av jordmassenes vannledningsevne, hydrauliske kapasitet og **infiltrasjonskapasitet**, mektighet, utbredelse og rensesevne, samt beskrivelse av **oppholdstid** og transportvei for infiltrert avløpsvann.

Resultater fra de detaljerte grunnundersøkelsene er avgjørende for hvilken type avløpsvann som kan infiltreres (slamavskilt, kildeseparert, forbehandlet eller fullrenset) og legger grunnlag og føringer for detaljprosjektering av den aktuelle avløpsløsningen.

Fase 4 – Konklusjoner og anbefalinger

Ut fra de gjennomførte undersøkelser, registreringer, analyser og vurderinger i fase 1-3, kan konklusjoner trekkes og egnet avløpsløsning anbefales. Resultater av de gjennomførte undersøkelsene oppsummeres i en fagrapport. Fagrapporten danner grunnlag og gir føringer for utforming, dimensjonering og detaljprosjektering av den anbefalte avløpsløsningen. Det nødvendige grunnlaget for valg og beskrivelse av avløpsløsning er dermed utarbeidet, og prosjektet går over i prosjekterings- og søknadsfasen. Veiledning til søknadsbehandling er gitt i Norsk Vann rapport [257/2020, Etablering og drift av mindre avløpsanlegg](#) – *Veileder for huseier, foretak og kommune*, med tilhørende [sjekkliste](#) for vurdering av utslipp av avløpsvann, samt [mal for tillatelse til utslipp og tiltak](#).

Det henvises til aktuelle «beste-praksis-normer»/[VA/Miljø-blader](#) (på sikt Norsk Vannstandard) for detaljerte beskrivelser av oppbygging, funksjon og dimensjonering av de ulike anleggsløsningene. Fagrapporten beskriver heller ikke de detaljerte undersøkelser og vurderinger som må gjennomføres der utslipp føres til vannresipient. Eksempelvis er utdypende vurderinger av vannforekomstens tilstand og kapasitet, samt fare for forurensning og konflikt med brukerinteresser, viktige momenter i slike tilfeller.

English summary

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

Address: Vangsvegen 143, NO-2321 Hamar, Norway

Phone: + 47 62 55 30 30

E-mail: post@norskvann.no

Website: www.norskvann.no

Report no: 262 – 2021

Report title: Investigations for selection of on-site wastewater treatment systems

Author(s): Guro Randem Hensel, NIBIO,
Lars Westlie, Hydrogeologi og Avløpsrådgivning,
Jørgen Ove Myrre, BraVA Rådgivning
Trond Mæhlum, NIBIO

ISBN: 978-82-414-0434-4 (electronic edition)

ISSN 1890-9248 (electronic edition)

In order to be able to choose the right on-site wastewater system, several surveys and assessments must be carried out. This report describes the necessary investigations and assessments, from desktop preparations, to inspection with initial field investigations and detailed soil investigations. The description of the necessary investigations and assessments divides into four phases:

1. Preparatory examinations
2. Initial field surveys
3. Detailed ground investigations
4. Conclusions and recommendations

Implementation of the four phases forms the basis for giving a recommendation of a suitable wastewater system and forms the basis for design and detailed description of the facility, as well as the further application procedure.

Innhold

1. Forberedende undersøkelser (fase 1)	13	3. Detaljerte grunnundersøkelser (fase 3)	48
1.1. Dimensjoneringskriterier – vannmengde og belastning	13	3.1. Registrering av grunnforhold på utvalgte lokaliteter – metodikk og prøvetaking	50
1.1.1. Vannmengde (liter per pe og døgn)	14	3.1.1. Skovlboring	51
1.1.2. Belastning – personekvivalenter (pe)	14	3.1.2. Sjakting med gravemaskin	52
1.2. Planer for kommunal vann- og avløpshåndtering	15	3.1.3. Profilbeskrivelse	55
1.3. Lokale forskrifter eller retningslinjer	15	3.1.4. Prøvetaking	57
1.4. Søknad om utslippstillatelse	16	3.2. Beskrivelse av løsmasser – kornstørrelse, kornfordeling og infiltrasjonsdiagram	58
1.5. Bestemmelser i kommunale planer	16	3.2.1. Bestemmelse av jordarter	58
1.6. Helhetlig kartlegging og vurdering – VA-planer	16	3.2.2. Kornstørrelsesfordeling	59
1.7. Brukerinteresser	17	3.2.3. Sortering	61
1.8. Eksisterende avløpsløsninger	17	3.2.4. Infiltrasjonsdiagrammet	62
1.9. Generell informasjon om resipientforhold	18	3.3. Bestemmelse av jordmassenes vannledningsevne	63
1.10. Kartgrunnlag	18	3.3.1. Infiltrasjonstest	63
1.11. Oppsummering – konklusjon forberedende undersøkelser	22	3.3.2. Hazens formel og Gustafson's metode	65
2. Innledende feltundersøkelser (fase 2)	23	3.4. Bestemmelse av jordmassenes hydrauliske kapasitet	66
2.1. Avstand til eiendomsgrense, vassdrag og vei	24	3.5. Vurdering av jordmassenes renseevne/-kapasitet	70
2.2. Topografiske forhold og forekomst av bart fjell	24	3.5.1. Type løsmasser og renseevne	70
2.3. Drikkevannskilder, grunnvann og vannkvalitet	25	3.5.2. Generelt om renseevne	71
2.4. Eksisterende avløpsanlegg	26	3.6. Bestemmelse av grunnvannsparemetere	72
2.5. Bergarter og sprekkesystemer	27	3.6.1. Hydraulisk gradient	72
2.6. Løsmasseyper og egnethet for infiltrasjon	28	3.6.2. Strømningshastighet i jord	73
2.6.1. Inspeksjonsbor	28	3.7. Valg av infiltrasjonsareal – foreløpig dimensjonering av infiltrasjonsfilter	74
2.6.2. Løsmassenes resipient- og renseeegenskaper	29	3.7.1. Generelt vedrørende utforming av infiltrasjonsfilter	74
2.7. Vegetasjon	31	4. Konklusjoner og anbefalinger etter gjennomførte undersøkelser (fase 4)	76
2.8. Drenssystemer og overflatevann	31	5. Kompetansekrav	78
2.9. Drikkevannskilder, grunnvann og overflatevann	33	6. Litteraturliste	80
2.9.1. Grunnvann i løsmasser	34	Tidligere utgitte rapporter	105
2.9.2. Grunnvann i fjell	34		
2.9.3. Forurensning av brønner i løsmasser og fjell	36		
2.10. Utslippsforhold og resipientkapasitet	42		
2.10.1. Krav til utslipp, resipientkapasitet og -tilstand	42		
2.10.2. Utslipp til bekker og vassdrag	42		
2.11. Brukerinteresser	44		
2.12. Risikovurdering	46		
2.13. Oppsummering – konklusjon	47		

Innledning

Før riktig avløpsløsning på en gitt lokalitet kan anbefales, må det gjennomføres et minimum av undersøkelser og vurderinger. Dette gjelder for valg av *alle typer* avløpsløsninger. Som et minimum må det gjøres vurderinger av:

- lokale forhold og brukerinteresser
- grunnforhold/løsmasseforhold
- risiko for forurensning
- utslipps- og resipientforhold

Disse forhold ivaretas gjennom de ulike faser beskrevet i denne rapporten. Detaljeringsgraden og omfanget av undersøkelsene vil variere avhengig av de ulike løsninger som skal etableres. Forberedende arbeid og befarings med innledende feltundersøkelser (fase 1 og 2) vil avklare om stedlige jordmasser *kan* benyttes som rensemedium og *resipient*. Detaljerte *grunnundersøkelser* (fase 3) vil avklare i *hvilket omfang* de stedlige jordmassene kan benyttes til *infiltrasjon* av *sanitært avløpsvann*. Om det konkluderes med at stedlige jordmasser *ikke kan* benyttes til infiltrasjon av sanitært avløpsvann, må andre resipienter som eksempelvis bekk, elv, sjø, vann, landbruksdren eller overvannsledning velges. De nødvendige undersøkelser, kartlegginger og vurderinger som må gjøres ved utslipp til vannresipient er ikke beskrevet i denne rapporten.

Denne rapporten beskriver de undersøkelser som må gjøres i det enkelte tilfellet for å kunne anbefale avløpsløsning på den enkelte lokalitet/eiendom. Rapporten har spesielt fokus på grunnundersøkelser. *Grunnundersøkelser* er betegnelsen på de undersøkelser som gjøres for å få informasjon om grunnforholdene/løsmasseforholdene på en gitt lokalitet. I denne rapporten benyttes uttrykket grunnundersøkelser om undersøkelser som må gjennomføres for å få informasjon om stedlige løsmassers evne som rensemedium og resipient for sanitært avløpsvann.

Spesifikk beskrivelse av *infiltrasjonsanlegg*, som var en del av den tidligere rapporten (178/2010), er ikke videreført i denne reviderte utgaven. Dimensjonering og utforming av infiltrasjonsanlegg er gitt i VA/Miljø-blad 59, *Lukkede infiltrasjonsanlegg*. Andre typer renseløsninger er beskrevet i egne miljøblader. På sikt vil miljøbladene erstattes av den nye normen Norsk Vannstandard.

Det nødvendige arbeidet som må gjennomføres før anbefaling og etablering av *enhver* type avløpsløsning er beskrevet i fire faser:

Fase 1 - Forberedende undersøkelser

Fase 2 - Innledende feltundersøkelser

Fase 3 - Detaljerte grunnundersøkelser

Fase 4 - Konklusjoner og anbefalinger

Gjennomføring av de nødvendige undersøkelser (fase 1-4, se faseoversikt i figur 3) er første del av fremgangsmåte for valg av avløpsløsning, prosjektering av renseløsningen og søknadsarbeid, samt etablering og godkjenning av nytt *avløpsanlegg*. Figur 1 viser de ulike trinn, med henvisning til gjeldende regelverk, som må gjennomføres fra forberedende undersøkelser til ferdig bygget og godkjent avløpsanlegg. Som det fremkommer av figuren beskriver denne rapporten den innledende delen av prosessen, som danner grunnlag og føringer for detaljprosjektering og utarbeidelse av søknader for den anbefalte renseløsningen. Figur 2 gir en skjematisk oversikt over alle de ulike oppgaver som må gjennomføres i forbindelse med søknadsprosessen ved søknad om utslipps- og byggetillatelse for et avløpsanlegg.

Oppgave	Stikkord for aktiviteter	Frister	Henvisninger			
Oppstart prosjekt	Henvendelse fra tiltakshaver.					
Forberedende undersøkelser (fase 1)	Fastsette dimensjoneringsgrunnlag, gjennomgang av aktuelt regelverk, registrering av aktuelle brukerinteresser og resipientforhold, gjennomgang av ulikt kartverk.		Norsk Vann rapport 262/2021	Forurensningsforskriften, Lokal forskrift/retningslinje, VA/Miljø-blad 100		Norsk Vann sjekkliste for vurdering av utslipp av avløpsvann
Innledende feltundersøkelser (fase 2)	Befaring til den aktuelle eiendommen/lokaliteten: vurdere lokale forhold, brukerinteresser, fare for forurensning, utslipps- og resipientforhold. Overordnet vurdering av løsmasser. De ulike opplysninger kartfestes.					
Detaljerte grunnundersøkelser (fase 3)	Detaljert grunnundersøkelser – skovlboring eller sjaktning med gravemaskin; registrering av grunnforhold på utvalgte lokaliteter, beskrivelse av jordmassenes vannledningsevne, hydrauliske kapasitet og infiltrasjonskapasitet, vurdering av mektighet, utbredelse og renseevne til jordmassene og beskrivelse av oppholdstid og transportvei for infiltrert avløpsvann. De ulike opplysninger kartfestes.				Ulike VA/Miljø-blader	
Konklusjoner og anbefalinger (fase 4)	Oppsummering av de gjennomførte undersøkelser med anbefaling av løsning – danner grunnlag og føringer for prosjektering og søknader. Oppsummeres i en fagrapport.					
Søknad om utslippstillatelse	Søknadsskjema og nødvendig dokumentasjon for søknad om utslipp iht. forurensningsforskriften og evt. lokal forskrift/lokale retningslinjer. Eventuelle privatrettslige avtaler og samtykker skal vedlegges. Nabovarsling er en del av søknaden. Dette samkjøres med nabovarsling iht. plan- og bygningsloven	Saksbehandling < 6 uker Frist for merknad nabovarsel er 4 uker				
Søknad om tillatelse til tiltak	Søknadsskjemaer iht. plan- og bygningsloven; søknad om tiltak, erklæring om ansvarsrett (SØK, PRO, UTF, evt. Kontroll), samsvarserklæringer, gjennomføringsplan. Vedlegge nødvendig dokumentasjon. Avklare leverandører og entreprenører. Tegninger, kart og serviceavtale. Nabovarsling er en del av søknaden. Dette samkjøres med nabovarsling iht. forurensnings-forskriften	Saksbehandling byggesak er 3 uker, eller 12 uker ved dispensasjon Frist for merknad nabovarsel er 2 uker				
Bygging av avløpsanlegg	Dokumentasjon av utførelse; Foto, sjekklister, innmåling. Vurdere kontroll av utførelse og/eller tilsyn. Anleggsdokumentasjon overleveres tiltakshaver. Utarbeide samsvarserklæring UTF.			Plan- og bygningsloven (pbl)	Ulike VA/Miljø-blader	
Søknad om ferdigattest	Søknad om ferdigattest sendes til kommunen; gjennomføringsplan, samsvarserklæringer, evt. kontrollerklæringer. Innmålingsrapport/målsatt kart som viser lokalisering av anleggskomponenter. Prosjektet er avsluttet når ferdigattest er gitt. Renseanlegget går over i driftsfase. Ansvarlige aktører har ansvar i 5 år etter at ferdigattest er gitt.	Frist for å utstede ferdigattest er 3 uker				

Figur 1: Oversikt over fremgangsmåte («den røde tråden») for valg, søknad/godkjenning og etablering av avløpsløsning,

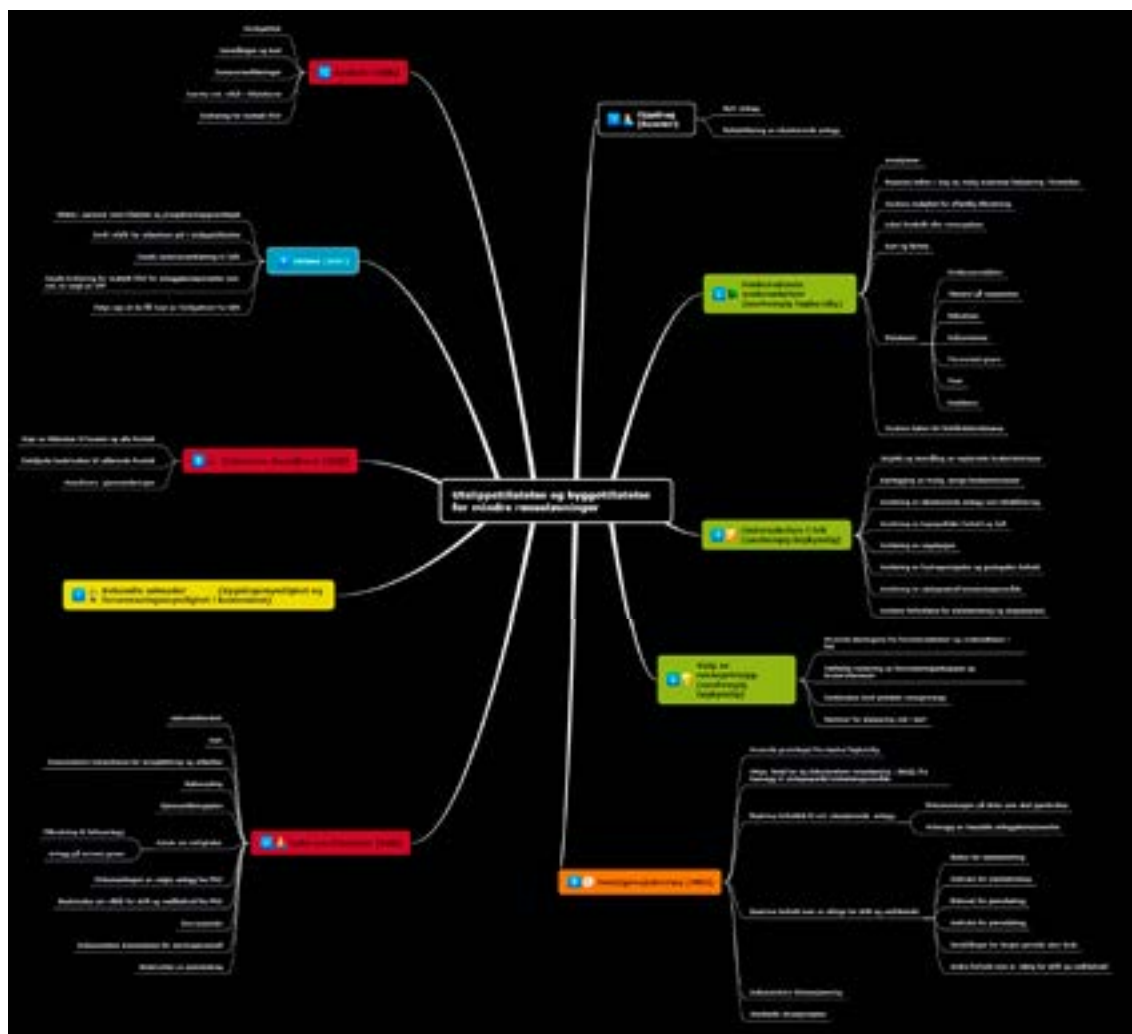
«Den røde tråden» i figur 1 viser de ulike trinn fra oppstart prosjekt til anlegg er etablert og ferdigattest er gitt. Dette for å synliggjøre alle de ulike faser prosjektet må gjennomgå fra start til mål, med henvisning til de ulike lover, forskrifter, retningslinjer og veiledninger som gjelder.

Ved reell prosjektgjennomføring vil søknadsarbeidet stort sett gjennomføres parallelt. Det vil si at søknad om utslippstillatelse i henhold til forurensningsforskriften og søknad om tillatelse til tiltak i henhold til plan- og bygningsloven generelt gjennomføres samlet. Enkelte kommuner har også utarbeidet felles søknadsskjema for de to søknadene. I tillegg er det ikke utarbeidet egne nabovarslingsskjemaer i henhold til forurensningsforskriften. Standard nabovarslingsskjemaer i henhold til plan- og bygningsloven benyttes derfor i de fleste tilfeller, og det sendes et samlet nabovarsel i forbindelse med begge søknader.

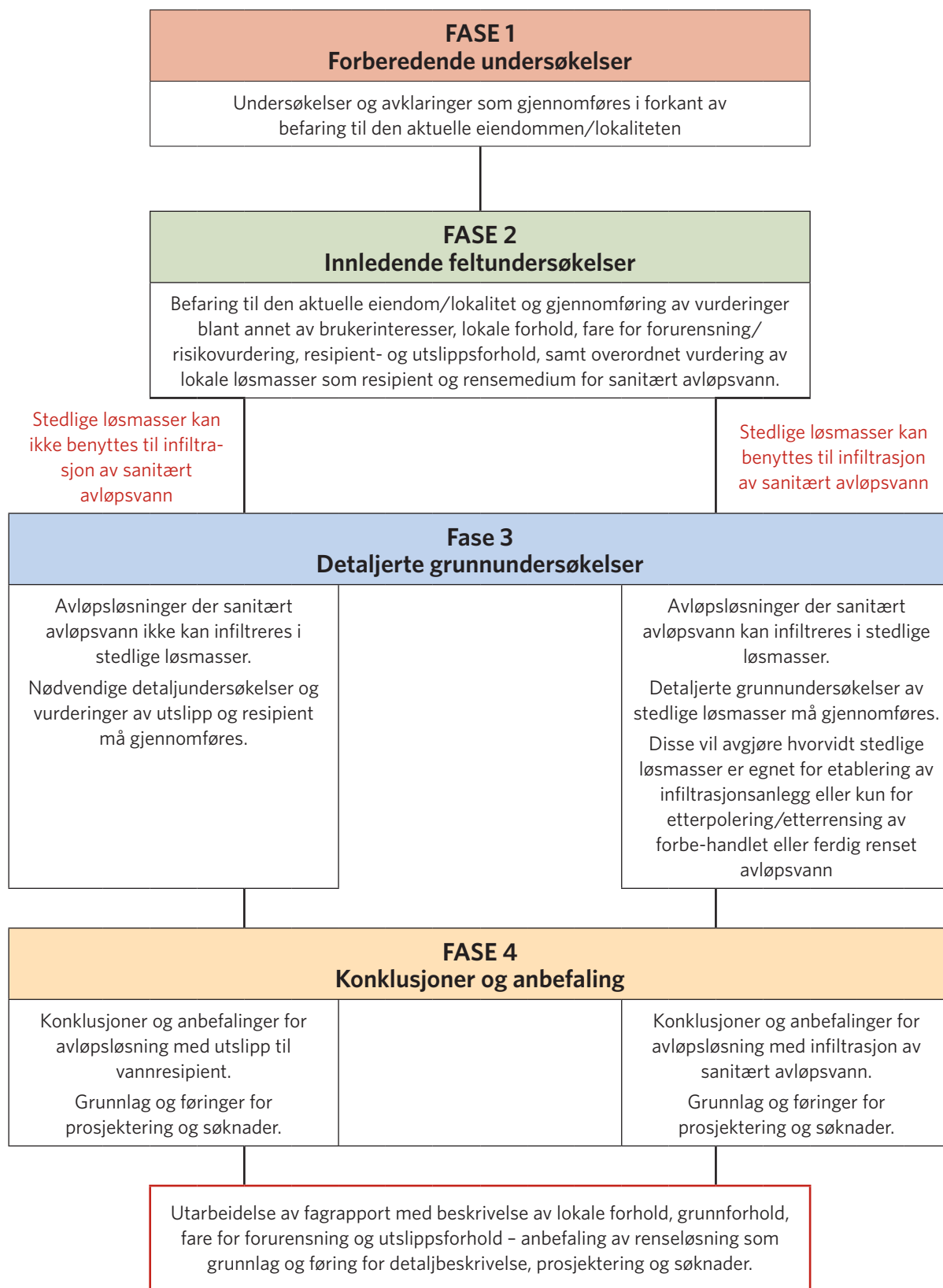
Veiledning til søknadsbehandling er gitt i Norsk Vann rapport [257/2020](#), Etablering og drift av mindre *avløpsanlegg* - Veileder for huseier, foretak og kommune, med tilhørende [sjekkliste](#) for vurdering av utslipp av avløpsvann, samt [mal for tillatelse til utslipp og tiltak](#).

Den samlede søknadsprosessen er illustrert skjematisk i figur nedenfor hentet fra rapport 257/2020.

Klikk på figuren for å få opp en bedre lesbar versjon.



Figur 2: Oversikt som viser ulike trinn i søknadsprosessen, samlet for søknad om utslippstillatelse og søknad om byggetillatelse. Punkt 2-4, merket grønt, i figuren tilsvarer fasene 1-4 beskrevet i denne rapporten.



Figur 3: Oversikt over de ulike faser som grunnlag for anbefaling og valg av avløpsløsning.

1. Forberedende undersøkelser (fase 1)

Behovet for bygging, rehabilitering eller utvidelse av et mindre **avløpsanlegg** kan initieres på flere måter. Initiativet kan komme fra kommunen, fra anleggseier/tiltakshaver eller fra utbygger. Når behovet for planlegging av et avløpsanlegg er initiert, må det klarlegges hvilke muligheter regelverket gir og hvilke muligheter og begrensninger som finnes i området med tanke på naturgitte forutsetninger, forurensning og brukerinteresser. Ytre forhold og føringer kan avgjøre eller begrense valg av avløpsløsning.

Dimensjoneringsgrunnlag og anleggseiers behov må avklares som et utgangspunkt for anleggets belastning og utforming. Det er viktig å avklare dette på et tidlig tidspunkt i prosjektet.

Forberedende undersøkelser kan bestå av:

- Fastsettelse av dimensjoneringsgrunnlag – aktuell belastning og bruksmønster
- Gjennomgang av lokal forskrift, lokale retningslinjer, kommuneplanens arealdel, reguleringsplan eller gjeldende VA-plan, for å se om disse legger føringer for prosessløsning, plassering eller krav om fellesløsninger
- Finne informasjon om brukerinteresser i området, eksempelvis drikkevannskilder, badeplasser, områder for rekreasjon/friluftsliv, næringsinteresser etc.
- Finne informasjon om eksisterende avløpsanlegg i området
- Finne generell informasjon om resipientforhold
- Gjennomgang av kartgrunnlag –eksempel topografi, eiendomsgrenser, løsmassekart, kart som viser infiltrasjonsevne, grunnvannsdatabse, naturmangfold, fredede kulturminner, forurenset grunn, kvikkleire, flom etc.

Behovet må vurderes fra prosjekt til prosjekt. Det forventes at oppdragsgiver/anleggseier gir informasjon om eventuelle pålegg knyttet til den aktuelle eiendommen. Alternativt kan kommunens forurensningsavdeling kontaktes. Kommunes arbeid med vannforskriftens miljømål og tilstandsvurdering av vannforekomstene kan også være aktuell informasjon å hente hos kommunen.

Ut fra gjennomførte forundersøkelser vil det avklares om et avløpsanlegg skal/kan etableres og hvilke forutsetninger og føringer som må legges til grunn. Gjennomgang av ulike kartgrunnlag vil gi en pekepinn på hvilke lokale forhold som må hensynstas og hvilke typer avløpsløsninger som kan være aktuelle for den gitte lokaliteten.

Dersom forberedende undersøkelser avklarer at avløp fra den aktuelle eiendommen/bebyggelsen kan føres til kommunalt anlegg, eller dette er en mulighet i løpet av nær fremtid, er det ikke aktuelt å gå videre i planlegging av et privat avløpsanlegg. *For alle andre alternativer, selv der det ut fra forberedende undersøkelser antas at stedegne løsmasser ikke kan benyttes til noen form for **infiltrasjon** av avløpsvann, skal det gjennomføres befaring til den aktuelle lokaliteten.* Et minimum av undersøkelser, registreringer og vurderinger må gjennomføres, ikke minst vil det være av stor viktighet at utslippslokalitet og utslippsforhold kartlegges og vurderes grundig.

Befaring til den aktuelle eiendommen/lokaliteten skal gjennomføres før valg av avløpsløsning!
Dette gjelder i alle tilfeller, bortsett fra der avløpsvann kan føres til kommunalt anlegg.

1.1. Dimensjoneringskriterier – vannmengde og belastning

Dimensjonerende vannmengde for et avløpsanlegg (liter/døgn) bestemmes ut fra antall personekvivalenter (pe) og spillvannsforbruket per person og døgn. Spillvann, eller **sanitært avløpsvann**, er vann til alminnelige formål i husholdningen, som matlaging, vask, oppvask, bad, klosett (WC) osv. I henhold til [forurensningsforskriften § 12-13](#) skal et renseanlegg dimensjoneres, bygges, drives og vedlikeholdes slik at det har tilstrekkelig yteevne under alle klimatiske forhold som er normale for stedet der det ligger. Ved utformingen av anlegget skal det tas hensyn til variasjoner i mengde sanitært avløpsvann i løpet av året. [TEK17 § 15-8, nr. 4](#) sier at avløpsanlegg skal prosjekteres og utføres slik at avløpsvann bortledes i takt med tilført mengde, og slik at god helse ivaretas.

1.1.1. Vannmengde (liter per pe og døgn)

Norsk Vann rapport [256/2020](#), Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg, henviser til målinger av vannforbruk gjort i områder der det er installert vannmåler. Disse målingene indikerer at vannforbruket normalt ligger i området 130 -150 liter per person i døgnet (l/p-d), og sjelden overstiger 200 l/p-d. I rapporten anbefales det at den spesifikke spillvannsmengden for husholdninger ikke settes lavere enn 150 l/p-d når man ikke har målinger som tilsier noe annet. For små avløpsanlegg (<50 pe), er dimensjonerende vannmengde per enhet beskrevet i [Norsk Vann rapport 257/2020](#), Etablering og drift av mindre avløpsanlegg og i [VA/Miljø-blad 100](#), Avløp i spredt bebyggelse – valg av løsning, hvor det anbefales å benytte en dimensjonerende vannmengde på 200 liter per døgn per pe.

I TEK 17 ([§ 15-8, nr. 4](#)) gis ikke videre veiledning om hvordan dimensjoneringen skal beregnes, utover at det må dimensjoneres for største, forventede belastning. I tillegg til dimensjonering etter antall pe basert på BOF-belastning, som fremgår av forurensningsforskriften, må anleggene dimensjoneres slik at de tåler den [maksimale hydrauliske belastningen](#). Det er maksimal døgnbelastning som avgjør den hydrauliske belastningen. Dette er viktig for at et anlegg, eller utslippsområdet til anlegget, ikke skal tilføres mer vann enn det klarer å ta unna.

For de mindre avløpsanleggene har det vært langvarig praksis å benytte en dimensjonerende vannmengde på 200 liter per person og døgn og en belastning på 5 pe per bolig, og dermed dimensjonerende vannmengde på 1000 liter per bolig per døgn. Det beregnes ikke fremmedvann for små anlegg < 50 pe. For større anlegg gjøres det vurderinger ut fra ledningsnettets tilstand, grunnvannsnivå, fare for innlekking av overflatevann, planer for rehabilitering etc.

Ut fra dette kan det oppsummeres at den spesifikke spillvannsmengden anbefales å settes til minimum 150 l/p-d, mens dimensjonerende vannmengde for små avløpsanlegg (< 50 pe) anbefales å settes til 200 liter per person og døgn. Dette for å fange opp hovedtyngden av variasjonene i vannforbruket.

1.1.2. Belastning - personekvivalenter (pe)

I henhold til forurensningsforskriften dimensjoneres et avløpsanlegg etter antall pe beregnet på grunnlag av største ukentlige BOF-belastning i løpet av året (maks uke). Bestemmelse av personekvivalenter (pe) er beskrevet i [Norsk Standard NS 9426](#), Bestemmelse av personekvivalenter (pe) i forbindelse med utslippstillatelse for avløpsvann.

For boliger som ikke er tilknyttet offentlig nett, har det vært en langvarig og godt etablert praksis å regne minimum 5 pe per bolig. Dette fremgår av både VA-miljøblader og veiledningsmateriell. I praksis har 5 pe blitt lagt til grunn for dimensjonering av en boenhet, uten nærmere vurdering av hvor mange personer som potensielt kan bo i boligen. Denne praksisen må endres i samsvar med TEK17. Kravet i [TEK 17 §15-8 nr. 4](#), bokstav a, medfører at det er forventet bruk i hele anleggets levetid som må legges til grunn. Et avløpsanlegg må følgelig dimensjoneres for så mange personer som boligen eller fritidsboligen/hytta potensielt kan beboes av. Er huset bygget for å romme åtte personer (permanent eller ved jevne mellomrom), må anlegget dimensjoneres for åtte personer, selv om det bare bor fire personer der på søknadstidspunktet. Rent praktisk betyr dette at vurderingen må gjøres av uavhengig foretak/prosjekterende foretak i hvert enkelt tilfelle. Det finnes ingen veiledning i hvordan beregningen skal gjøres, men det vil være fornuftig å ta utgangspunkt i antall sengeplasser, vurdert opp mot bygningens muligheter og begrensninger forøvrig. Dersom det er hybel eller leilighet tilknyttet boligen kommer dette i tillegg. 5 pe som standard for en helårsbolig er derfor en uheldig praksis, som bør endres.

Fritidsboliger/hytter med full sanitærstandard dimensjoneres som for boliger. For øvrige bygninger anbefales tabellen i [VA/Miljø-blad 100](#), Avløp i spredt bebyggelse – valg av løsning, som et utgangspunkt, i tillegg til [NS 9426](#), Bestemmelse av personekvivalenter (pe) i forbindelse med utslippstillatelse for avløpsvann.

For oversikt over dimensjonerende vannmengde og antall pe for ulike typer bebyggelse og aktivitet, henvises det til [Norsk Vann rapport 257/2020](#), Etablering og drift av mindre avløpsanlegg, [Norsk Standard NS 9426](#), Bestemmelse av personekvivalenter (pe) i forbindelse med utslippstillatelse for avløpsvann og [VA/Miljø-blad 100](#), Avløp i spredt bebyggelse – valg av løsning.

Det er planlagt igangsatt et Norsk Vann prosjekt om dimensjonering av mindre avløpsanlegg i løpet av 2021. Inntil videre anbefales å benytte 200 liter per person og døgn som dimensjonerende vannmengde for de mindre avløpsanleggene (< 50 pe).

1.2. Planer for kommunal vann- og avløpshåndtering

I spredt bebyggelse er det i mange tilfeller ikke noe reelt alternativ med tilknytning til offentlig vann- og avløpsnett. Om avstanden til kommunal tilknytning er overkommelig, anbefales det å undersøke kommunal tilknytning før prosjektet startes opp. Dersom forberedende undersøkelser avklarer at avløp fra den aktuelle eiendommen/bebyggelsen kan føres til kommunalt anlegg, eller dette er mulig i nær fremtid, er det ikke aktuelt å gå videre i planlegging av et privat [avløpsanlegg](#). Det kan eventuelt vurderes en midlertidig løsning. Dette bør avklares med kommunen. Det må også sjekkes ut om kommunen har vedtatt en maksimal kostnadsgrense ved pålegg om tilknytning til offentlig avløpsnett.

Se informasjon om tilknytningsavgift på www.va-jus.no

1.3. Lokale forskrifter eller retningslinjer

Kommunen kan fastsette andre krav enn forurensningsforskriften beskriver. Dette kan gjøres direkte i det enkelte vedtak (utslippstillatelsen). Det kan være fornuftig å fastsette retningslinjer til hjelp for den som søker og for saksbehandlingen. Dersom det for et større område skal settes andre krav enn de krav som følger av forurensningsforskriften, kan det være hensiktsmessig å regulere dette i lokal forskrift ([jf. forurl. § 12-6](#)). Dette kan kun gjøres dersom det er nødvendig ut fra forurensningsmessige forhold eller brukerinteresser. Kravene i lokal forskrift skal da erstatte standardkravene i forurensningsforskriftens § 12-7 til § 12-13. Mange kommuner har de senere årene utarbeidet lokale forskrifter, alternativt lokale retningslinjer. Norsk Vann jobber med en ny veiledning om hvordan kommunen kan stille lokale krav.

Ved oppstart av prosjektet er det viktig at de lokale forskrifter/retningslinjer gjennomgås og at kravene i disse legges til grunn i det videre arbeidet i prosjektet.

Viktige momenter i lokal forskrift/lokale retningslinjer kan bl.a. være:

- Endrede eller supplerende krav i forhold til forurensningsforskriftens §12-8 og §12-9 vedrørende krav til renseseffekt
- Endrede eller supplerende krav til utslipp av avløpsvann
- Krav til oppfølging, prøvetaking og rapportering/serviceavtaler
- Krav til renseløsninger ut fra stedlige forhold, brukerinteresser og/eller [resipient](#)
- Krav til kompetanse hos ansvarlige aktører – eksempel prosjekterende/sakkyndige, utførende og servicepersonell

Flere av punktene ovenfor er nærmere beskrevet i [Norsk Vann rapport 257/2020, Etablering og drift av mindre avløpsanlegg](#).

Lokale forskrifter skal ligge på www.lovdato.no under lokale forskrifter og den aktuelle kommunen. Dersom kommunen har utarbeidet lokale retningslinjer, finnes disse som oftest på kommunens nettsider.

1.4. Søknad om utslippstillatelse

Tillatelse til utslipp mindre enn 50 pe kan bare gis i overensstemmelse med [forurensningsforskriften § 12](#). Kommunen er forurensningsmyndighet etter dette kapitlet og fører tilsyn med at bestemmelsene og vedtak fattet i medhold av dette kapitlet følges. Forurensningsforskriften setter krav til minimumsinnhold i søknad om utslippstillatelse (jf. [§ 12-4](#)), og krav til kommunens behandling av søknader (jf. [§ 12-5](#)). Selv om forskriften setter krav til minimumsinnhold i søknader, har kommunene ulik tolkning av hva en søknad om utslippstillatelse skal inneholde.

Veiledning til søknadsbehandling er gitt i Norsk Vann rapport [257/2020](#), *Etablering og drift av mindre avløpsanlegg – Veileder for huseier, foretak og kommune*, med tilhørende [sjekkliste](#) for vurdering av utslipp av avløpsvann, samt [mal for tillatelse til utslipp og tiltak](#).

Ved oppstart av prosjektet er det viktig at bestemmelser vedrørende søknad om utslipp i den angjeldende kommune avklares, slik at det sikres at alt grunnlag og all dokumentasjon som kreves utarbeides og sendes inn med søknaden.

1.5. Bestemmelser i kommunale planer

Eventuelle bestemmelser i kommuneplan, reguleringsplan eller hovedplan avløp når det gjelder spredt bebyggelse og etablering av avløpsanlegg skal følges. Det er derfor viktig å avklare eventuelle bestemmelser eller hensyn som må følges i tidlig fase av prosjektet, slik at dette ivaretas under planleggingen. De ulike planer finnes generelt på kommunens nettsider.

1.6. Helhetlig kartlegging og vurdering – VA-planer

Når avløpsanlegg skal rehabiliteres eller det skal etableres et nytt anlegg må det innledningsvis gjennomføres en kartlegging og vurdering for å avklare hvilke muligheter og begrensninger som finnes for området. Tilstand i *resipienten*, utfordringer med forurensning forøvrig og ulike brukerinteresser må vurderes for et større område. Avrenning fra flere avløpsanlegg som går til samme resipient må vurderes samlet, for å se på den totale belastningen. Resultatet vil påvirke både plassering, valg av løsning og krav til dokumentasjon av avløpsanlegget. Det må derfor gjennomføres en helhetlig kartlegging og vurdering, dvs. utarbeides en VA-plan for et større område.

Helhetlig kartlegging og vurdering kan delvis være gjort i forbindelse med kommuneplanens arealdel og/eller helt eller delvis være utført i forbindelse med reguleringsplaner. Dersom helhetlig kartlegging og vurdering ikke fullt ut er utredet i forbindelse med en reguleringsplan, må det i forbindelse med søknadsbehandling av enkeltanlegg gjøres en vurdering av et større område, som en del av søknadsdokumentasjonen.

Norsk vann har utgitt både veiledning og brosjyre som beskriver helhetlig kartlegging og vurdering av et større område, se [Norsk Vann rapport 257/2020](#), *Etablering og drift av mindre avløpsanlegg* og brosjyren «[Til deg som skal utarbeide privat reguleringsplan, kartlegge og vurdere, eller prosjektere mindre vann- og avløpsløsninger](#)».

1.7. Brukerinteresser

De innledende opplysninger som kan fremskaffes om brukerinteresser er i første rekke opplysninger om vannforsyningen i området. Kilder til opplysning er kommunens miljøavdeling/forurensningsavdeling og den nasjonale grunnvannsdatabasen ([GRANADA](https://www.ngu.no)), på NGUs nettside: www.ngu.no. GRANADA gir oversikt over borede grunnvannsbrønner i fjell og løsmasser, energibrønner og naturlige grunnvannsoppkommer (kilder) i fjell og løsmasser. Databasen er imidlertid ikke komplett da det er flere både borede og gravde brønner, samt oppkommer/kilder som ikke er registrert. Registrering og nøyaktig lokalisering av brønner i området må derfor avklares mer nøyaktig i felt under befaringen.

Anleggseier har normalt oversikt over egen drikkevannsforsyning. Naboer kan eventuelt kontaktes for å få opplysninger om vannforsyningen i området for øvrig. Andre kilder kan være lokal velforening eller lokalt veilag, som ofte har driftsansvar for felles vannforsyning i mindre bolig- eller hyttefelt.



Figur 1.1: Eksempel på kartutsnitt fra nasjonal grunnvannsdatabasen GRANADA. Normalt finnes flere brønner enn det som er inntegnet på kartutsnitt i GRANADA. Kilde: www.ngu.no

Lokal velforening/hytteforening eller grunneiere kan også kontaktes angående andre brukerinteresser i området, eksempelvis rekreasjon, badeliv, vanningsvann til dyr eller planter etc. Andre kilder til opplysning om brukerinteresser er f.eks naturvernforeninger eller fiskeforeninger der hvor det er åpne bekker eller elver som er **resipienten**. Informasjon om enkelte brukerinteresser kan også finnes i kommuneplan, reguleringsplan eller VA-plan for området.

1.8. Eksisterende avløpsløsninger

Gjennom de forberedende undersøkelsene kan eksisterende avløpsløsning på den aktuelle eiendommen og for øvrig i området sjekkes ut med kommunen. Mange kommuner har registrert og kartfestet mindre **avløpsanlegg** ved bruk av egnet datasystem. Denne informasjonen kan hentes ut ved kontakt med kommunen. Involvering av kommunen på et tidlig tidspunkt i prosessen kan også gjøre det enklere å få til fellesløsninger i et område der dette kan være aktuelt.

1.9. Generell informasjon om resipientforhold

Informasjon finnes for de fleste vannforekomster ved å søke på [Vann-nett](#), som er nettportalen til informasjon om vann i Norge. Der kan man finne rapporter som er laget om vassdragene, spesielt resultater fra vassdragsovervåking i store elver og vann. Disse bør vurderes nærmere i forbindelse med større avløpsprosjekter og utarbeidelse av VA-planer for større områder. For de små [avløpsanleggene](#) anbefales det å søke mest mulig informasjon om lokale bekker. Enkelte kommuner har kommet langt og har kartlagt tilstanden til små vassdrag og gjerne delt kommunen inn i soner ut fra forurensningssituasjonen. Skaff en oversikt og se spesielt om sårbare arter er omtalt eller om vannforekomsten er i en negativ utvikling med hensyn til påvirkning. Dette er viktig informasjon og kan være førende for valg av avløpsløsning.

I forbindelse med befaring til den aktuelle lokaliteten må man se nærmere på nærliggende bekker eller vann for å vurdere om de er synlig påvirket eller kan være i faresonen for negativ utvikling. Hvordan utslipp av avløpsvann potensielt kan påvirke den lokale vannforekomsten er viktig å vurdere i det enkelte tilfellet.

Detaljer og beskrivelser av undersøkelser, analyser, klassifiseringer og tilstandsvurderinger, som må gjøres for å ha oversikt over vannmiljøet i resipientene, er ikke omtalt ytterligere i denne rapporten.

1.10. Kartgrunnlag

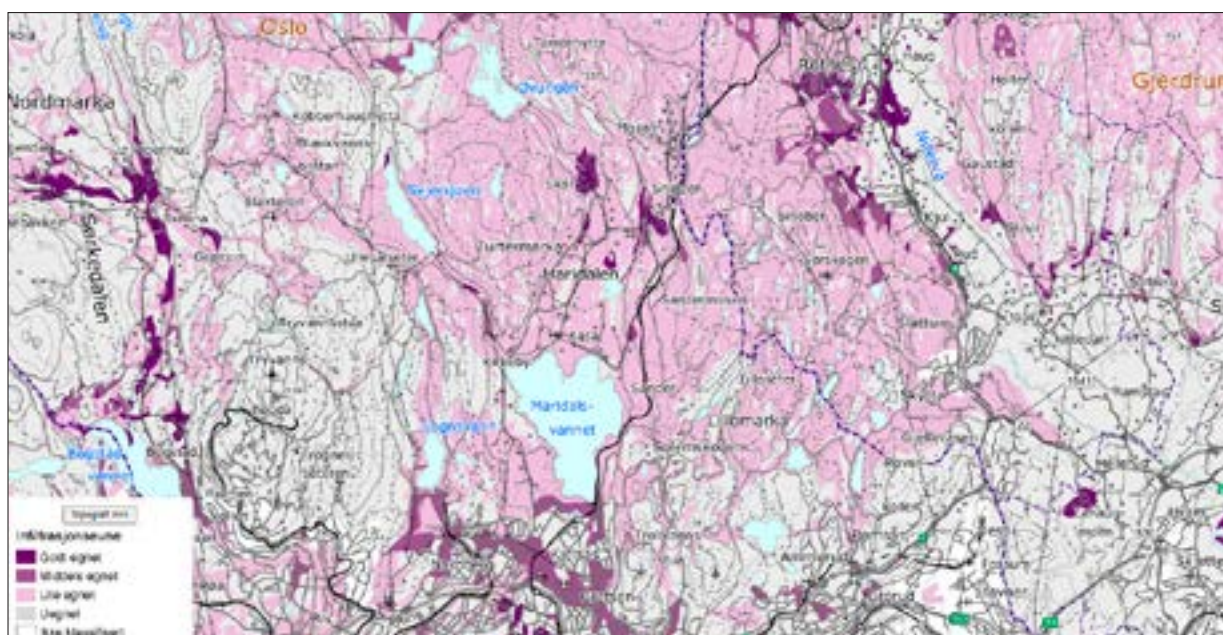
Det finnes i dag mye godt kartgrunnlag, og det anbefales å hente informasjon fra disse før befaring i felt. Nedenfor er det oppgitt et utvalg ulike karttyper og nettsider der aktuell kart kan lastes ned.

- **Topografiske kart** – gir god oversikt over topografien i det aktuelle området. Se eksempelvis [www.norgeskart.no](#) eller [www.norgebilder.no](#)
- **Løsmasser/kvartærgeologi** – viser type løsmasser i et område og gir en god indikasjon på om løsmasser i et område er egnet for [infiltrasjon](#). Befaring med gjennomføring av de nødvendige undersøkelser må imidlertid gjennomføres i hvert enkelt tilfelle. Se [www.ngu.no](#)
- **Infiltrasjonsevne** – viser infiltrasjonsevnen til løsmasser i et gitt område. Gir en god indikasjon på om løsmassene er egnet for infiltrasjon, men gir ingen opplysning om løsmassenes renseevne-/kapasitet. Befaring med vurdering av grunnforhold må uansett gjennomføres i hvert enkelt tilfelle. Se [www.ngu.no](#)
- **Berggrunn** – gir oversikt over [bergarter](#) i et gitt område, samt strøk og fall i de aktuelle bergarter. Kan gi en god indikasjon på sprekkesystemer og egnethet som vanngiver. Se [www.ngu.no](#)
- **Flyfoto** – kan gi god informasjon om området rundt den aktuelle eiendommen, spesielt i fht. vegetasjon, dyrket mark og av og til kan man også se jordedrenering på flyfoto. Det kan gi en indikasjon på tette masser, men også en mulighet for utslipp fra evt. minirensanlegg. Se gjerne på flyfoto fra flere år bakover for å se om det er endrede terrengforhold eller gamle hustufter som man må ta hensyn til ved plassering av et avløpsanlegg. Se eksempelvis [www.norgeskart.no](#) eller [www.norgebilder.no](#)
- **Situasjonskart** – er et basiskart i analogt (papir) eller digitalt format hvor offentlige rammebetingelser for plan- og byggesaksbehandlingen er inntegnet. Situasjonskart utarbeides/kjøpes fra kommunen og benyttes av tiltakshaver/søker som prosjekteringsgrunnlag for plassering av tiltak. Se <https://www.kartverket.no/Kart/>
- **Eiendomskart** – viser den aktuelle eiendommen med blant annet eiendomsgrenser, veinavn, adresse og gnr/bnr. Kart over de ulike eiendommer finnes ofte i kommunens kartportal, og er også tilgjengelig på eksempelvis [www.norgeskart.no](#) eller [www.norgebilder.no](#)
- **Fredete kulturminner** – gir oversikt over fredete kulturminner i et område. Kulturminner kan begrense muligheten for etablering av rensanlegg. Grunneier har ofte kjennskap til lokale kulturminner. Mange kulturminner i jord er også registrert og lett tilgjengelig i Riksantikvarens nettbaserte database for kulturminner, [Askeladden](#), på [www.kulturminnesok.no](#) eller i [gårdskart](#) fra NIBIO.
- **Naturmangfold** – kart som gir oversikt over naturmangfold som naturtyper, naturvernområder og ulike arter. Se eksempelvis [Miljøstatus](#) hos Miljødirektoratet, [gårdskart](#) fra NIBIO, [Artskart](#) hos Artsdatabanken.
- **Natur- og friluftslivsområder** – gir kartfestet informasjon om utvalgte områder for natur og friluftsliv, se [Natur-base](#) hos Miljødirektoratet.

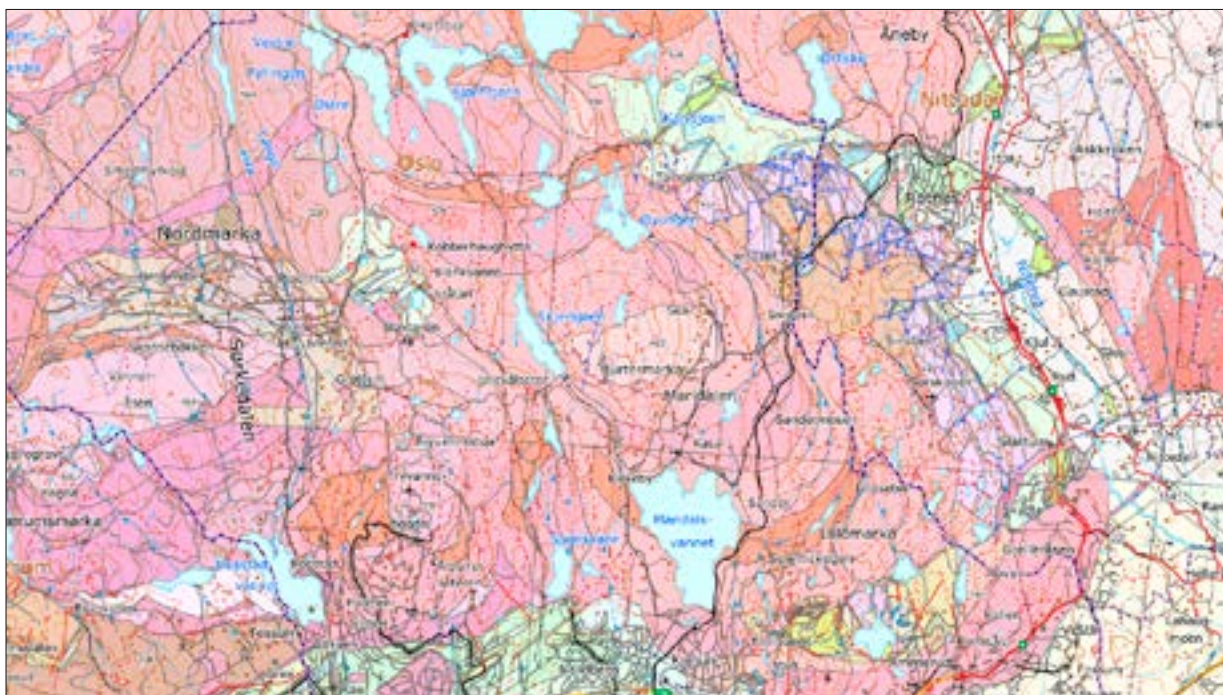
- **Arealinformasjon** - gir oversikt over eksempelvis markslag, dyrkbar jord, myr, jordsmonn og vegetasjon. Se karttjenesten [Kilden](#) fra NIBIO.
- **Landbruksdrenering** - undersøke om det er drenert/grøftet på landbruksarealer. Avhengig av løsmasser må det være en viss avstand mellom [infiltrasjonsfilter](#) og dreneringsgrøfter.
- **Kvikkleire** - kart med kvikkleiresoner som er områder som kan være utsatt for store kvikkleireskred. Sonene er klassifisert med hensyn til faregrad, konsekvens og risiko. Det kan forekomme kvikkleire også utenom de kartlagte sonene, og områder under [marin grense](#) må vurderes som aktsomhetsområder for kvikkleire. Se NVEs temakartside for [kvikkleire](#).
- **Faresonekart for flom** - viser hvilke områder som blir oversvømt ved flommer av ulike gjentakintervall. Se NVEs temakartside for [flom](#).
- **Skredkart** - skred i bratt terreng (skredtyper som snøskred, sørpeskred, flomskred, jordskred, steinsprang og steinskred). Se NVEs temakartside for [skred](#).



Figur 1.2: Eksempel på kartutsnitt som viser løsmasser i et område. Kilde: www.ngu.no



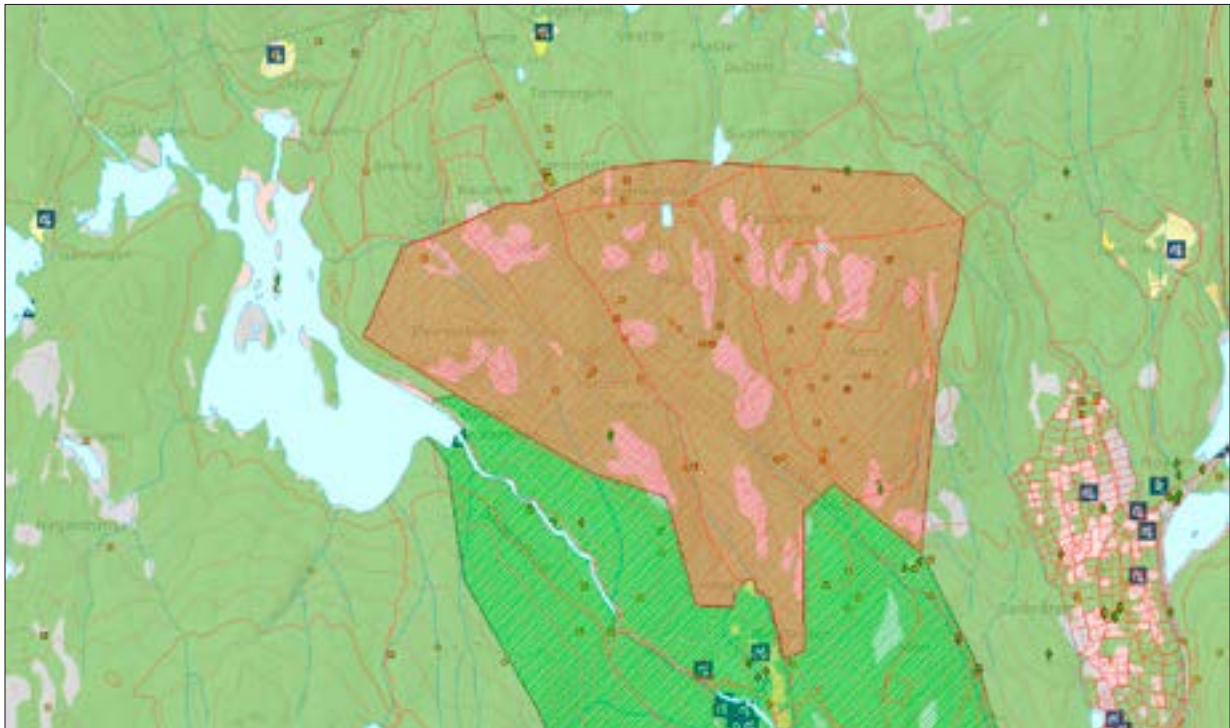
Figur 1.3: Eksempel på kartutsnitt som viser løsmassenes infiltrasjonsevne i et område. Kilde: www.ngu.no



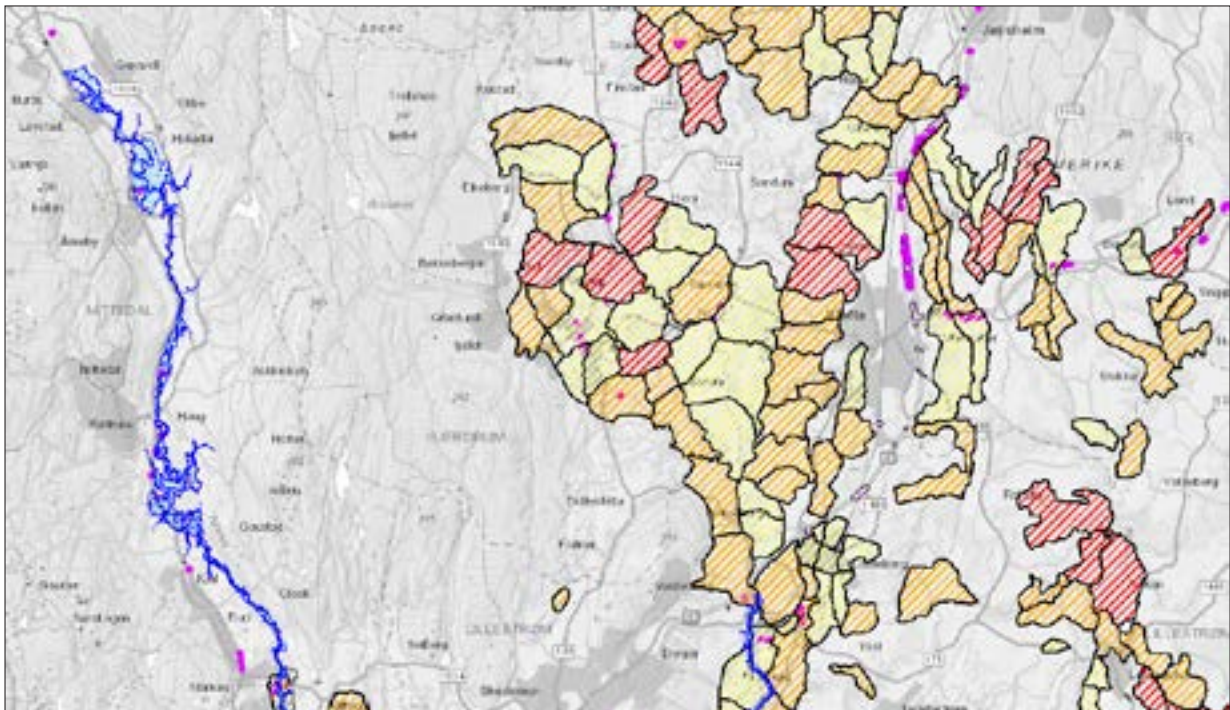
Figur 1.4: Eksempel på kartutsnitt som viser bergarter i et område. Kilde: www.ngu.no



Figur 1.5: Eksempel på flyfoto over et område. Kilde: www.norgeskart.no



Figur 1.6: Eksempel på gårdskart som blant annet gir arealinformasjon og informasjon om naturmangfold og fredete kulturminner. Kilde: [Gårdskart](#) fra NIBIO.



Figur 1.7: Eksempel på kartutsnitt som viser flomsoner og faregrad for kvikkleire. Kilde: www.nve.no/karttjenester

1.11. Oppsummering – konklusjon forberedende undersøkelser

Ut fra de forberedende undersøkelsene vil de nødvendige krav, pålegg, planer og føringer som gjelder den aktuelle eiendommen avklares. Dette må hensynstas i den videre gjennomføringen av prosjektet. Grundige forberedende undersøkelser tilsier at man har et godt grunnlag når det gjelder hvilke krav som stilles og hvilke muligheter som er aktuelle på den spesifikke eiendommen. Dette gjør at man er godt forberedt på neste fase i prosjektet som er befaring til den aktuelle eiendommen/lokaliteten med gjennomføring av innledende feltundersøkelser, registreringer og vurderinger.

Forberedende undersøkelser skal avklare:

- Dimensjonerende vannmengde – belastning på renseanlegget
- Om det finnes planer for kommunal vann- og avløpshåndtering
- Om det foreligger krav eller føringer i lokal forskrift eller retningslinje som må hensynstas spesielt
- Hvilken praksis kommunen har vedrørende søknad om utslippstillatelse
- Om det er bestemmelser i kommunale arealplaner som må hensynstas
- Om det foreligger planer for vann og avløp for et større område
- Overordnet oversikt over drikkevannskilder og avløpsanlegg i området
- Hvilke brukerinteresser som kan være aktuelle i området
- Generell informasjon om resipientforholdene i området
- Hvilken informasjon som kan hentes ut fra ulike typer kartgrunnlag

2. Innledende feltundersøkelser (fase 2)

Før avløpsløsning kan anbefales, må det gjennomføres befaring til den aktuelle lokaliteten. Innledende feltundersøkelser, registreringer av lokale forhold, risikovurderinger og vurdering av utslipps- og resipientforhold må gjennomføres. *Feltbefaring skal ikke gjennomføres når det er mye snø eller tele i bakken.*

Innledende feltundersøkelser skal i første omgang gi svar på om de stedlige løsmassene kan benyttes til **infiltrasjon** av **sanitært avløpsvann**. Som et minimum må følgende vurderes ved befaringen:

- Avstand til eiendomsgrenser, vassdrag og vei
- Topografiske forhold og forekomst av bart fjell
- Drikkevannskilder, **grunnvann** og drikkevannskvalitet
- Eksisterende **avløpsanlegg**
- **Bergarter** og sprekkesystemer
- Type løsmasser og egnethet for infiltrasjon av sanitært avløpsvann
- Vegetasjon
- Drenssystemer og overflatevann
- Fare for forurensning av drikkevannskilder
- Fare for konflikt med lokale brukerinteresser, eksempelvis; grunnvann og overflatevann, badevann, vanningsvann, rekreasjon
- **Resipient** og utslippsforhold
- Andre forhold som kan påvirke forurensningssituasjonen

Befaring på den aktuelle lokaliteten skal gjennomføres i forkant av anbefaling og valg av *enhver* type avløpsløsning. Feltbefaring gjennomføres når det er snø- og telefritt.

Norsk Vanns [sjekkliste](#) for vurdering av utslipp av avløpsvann kan benyttes sammen med informasjon i dette kapittelet.

I tillegg til notater anbefales det å benytte utstrakt bruk av bilder som dokumentasjon på de ulike observasjoner som gjøres ved innledende feltundersøkelser.

Tiltakshavers ønsker om anleggslokalisering bør innhentes. Valg av **infiltrasjonsområde** skal imidlertid *alltid* gjøres ut fra en vurdering av områdets egnethet. Alle overflatekjennetegn og andre observasjoner eller undersøkelser som forteller noe om infiltrasjonsmulighetene skal registreres. Alle registreringene skal kartfestes.

Ut fra innledende feltundersøkelser skal en av følgende konklusjoner kunne trekkes:

- *Undersøkelsene viser at stedlige jordmasser kan benyttes til infiltrasjon av sanitært avløpsvann* – mer detaljerte **grunnundersøkelser** må gjennomføres for å avklare hvordan stedlige jordmasser kan benyttes til rensing av avløpsvann. Enten infiltrasjon av slamavskilt avløpsvann, dvs. etablering av tradisjonelt **infiltrasjonsanlegg**, alternativt infiltrasjon av forbehandlet eller fullrenset avløpsvann (eksempel renset vann fra biofilteranlegg eller minirensesanlegg).
- *Undersøkelsene viser at stedlige jordmasser ikke kan benyttes til infiltrasjon av sanitært avløpsvann* – andre renseløsninger enn infiltrasjonsløsninger må anbefales. Utslipp av renset vann må skje til annen resipient enn stedlige jordmasser. Det kan være ulike årsaker til dette, eksempelvis;
 - løsmassene i området vurderes som uegnet for infiltrasjon
 - innledende undersøkelser viser at løsmasser i området ikke har tilstrekkelig utbredelse, mektighet eller renssevne
 - geologiske eller hydrogeologiske forhold er ikke tilfredsstillende
 - det er fare for forurensning av drikkevann og/eller forurensningskonflikt med andre brukerinteresser.
 - avstandskrav kan ikke innfris

Gjennomføring av fase 1 og 2 danner grunnlag for å avgjøre hvorvidt stedlige løsmasser kan benyttes til infiltrasjon av sanitært avløpsvann eller ikke.

2.1. Avstand til eiendomsgrense, vassdrag og vei

I henhold til plan- og bygningsloven, [pbl § 29-4](#), skal byggverk ha en avstand til nabogrense på minimum 4 meter. Kommunen kan godkjenne at byggverk plasseres nærmere nabogrense eller i nabogrense:

- når eier (fester) av naboeiendommen har gitt skriftlig samtykke, eller
- ved oppføring av frittliggende garasje, uthus og lignende mindre tiltak

På nettsiden www.va-jus.no, under temaet [Forvaltningen og Sivilombudsmannen](#), finnes flere tolkningsuttalelser fra departementet til pbl § 29-4, blant annet til plassering av septiktank og avstandskrav og hensyn til ledninger.

Minimumsgrense til vassdrag må vurderes ut fra lokale grunnforhold, [oppholdstid](#), brukerinteresser og resipientens sårbarhet. Det kan forekomme lokale føringer på dette, eksempelvis i lokal forskrift, reguleringsplaner eller arealdel til kommuneplan. I henhold til [pbl § 1-8](#) skal det i 100-metersbeltet langs sjøen og langs vassdrag tas særlig hensyn til natur- og kulturmiljø, friluftsliv, landskap og andre allmenne interesser. Generelt er det en byggeforbudssone som forbyr å sette i verk tiltak nærmere sjøen enn 100 meter fra strandlinjen.

Kommunen skal også påse at veglovens bestemmelser om byggegrense og frisikt blir fulgt. I henhold til [vegloven § 29](#) skal det langs offentlig vei være byggegrenser fastsatt med hjemmel i veglova, dersom ikke annet følger av arealdel av kommuneplan eller reguleringsplan etter plan- og bygningsloven. Byggegrensene skal gå i en avstand på 50 meter fra riksvei og fylkesvei og 15 meter fra kommunal vei. For gang- og sykkelveg er avstanden uansett 15 meter.

Om [avløpsanlegg](#) skal ligge innenfor byggegrensen iht. vegloven, må det søkes dispensasjon. Det er viktig å merke seg at dispensasjon fra byggegrense etter vegloven ikke automatisk gir tillatelse for tiltak iht. plan- og bygningsloven.

2.2. Topografiske forhold og forekomst av bart fjell

Tidligere krav og retningslinjer ([TA 611](#) side 17 og [T-616](#) side 28) stiller krav til de topografiske forholdene, der [infiltrasjonsfilter](#) ikke anbefales etablert i terreng med større helning enn 1:5 (20 %). Dette er ikke et absolutt krav, men vil i mange tilfeller være en riktig anbefaling. I enkelte tilfeller med gode dybdeforhold av egnede løsmasser og stor avstand til [grunnvann](#), kan det allikevel være mulig å prosjektere en god teknisk infiltrasjonsløsning i relativt hellende terreng. Dette krever imidlertid grundige og nøyaktige [grunnundersøkelser](#) med detaljerte prosjekterings-tegninger. Forurensningsmyndigheten må da avgjøre om undersøkelser og prosjektering dokumenterer dette.

Bart fjell, samt fjellsprekker og fallretning på disse skal registreres under de innledende feltundersøkelsene. Det er også viktig å lokalisere stigende fjellpartier utover nærområdet (0,2 – 3 km) for å få en formening om strømningsretning og retning på grunnvannstrykk i fjellets grunnvann. Dette er mer utførlig beskrevet i senere kapitler.

2.3. Drikkevannskilder, grunnvann og vannkvalitet

Følgende registreres om drikkevann:

- Eksisterende og planlagte drikkevannskilder rundt og nedstrøms det planlagte infiltrasjons- eller utslippsområdet
- Type brønner; borebrønner i løsmasser eller fjell, gravde brønner eller sprengte brønner
- Sikring av brønner
- Vannivået i brønnene (om mulig)
- Oppkommer/kilder og annen informasjon om grunnvann registreres. Dette gjelder eksempelvis kildeutspring, groper med vann eller små dammer, som kan si noe om høy grunnvannstand.

Fare for forurensning av drikkevann, grunnvann og overflatevann er ytterligere omtalt i punkt 2.9.

Avstanden mellom vannuttak og infiltrasjonsfilter, samt innbyrdes beliggenhet, skal være slik at drikkevannskilden ikke blir forurenset. I T-616, [Forskrift om utslipp fra separate avløpsanlegg](#) (1992), er hovedregelen at avstanden mellom vannuttak og infiltrasjonsfilter skal være minimum 100 meter hvis grunnvannsspeilet ved infiltrasjonsfilteret ligger høyere enn vannkilden, dvs. oppstrøms vannkilden. *Samtidig opplyses det at dette kan fravikes dersom undersøkelser viser at kortere avstand kan aksepteres.* Det kan også være tilfeller hvor 100 meter er for kort, hvilket også må dokumenteres med grundige grunnundersøkelser.

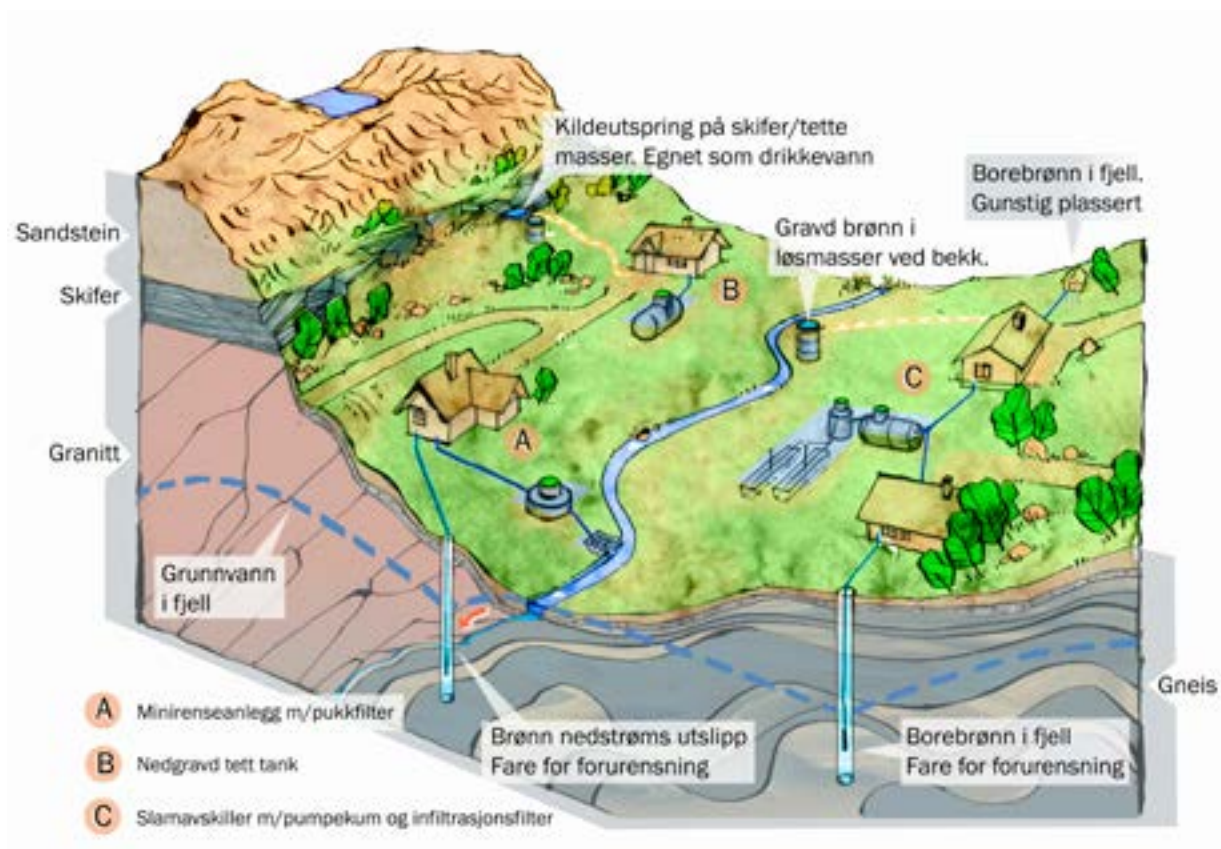
Tidligere krav/anbefaling om en 100 meters grense mellom infiltrasjonsfilter og drikkevannskilde kan slå feil ut i begge retninger og anbefales fjernet som en generell anbefaling/ «tommelfingerregel».

I gjeldende forskrift er det ikke satt spesifikke krav til minste avstand mellom vannuttak og infiltrasjonsfilter. Hva som er sikker avstand må vurderes i hvert tilfelle av personer med kompetanse innen geologi og hydrogeologi, renseprosesser i jord og smitterisiko. Riktige og tilstrekkelige grunnundersøkelser i det enkelte tilfellet skal sikre riktig beliggenhet av infiltrasjonsfiltre i forhold til lokale drikkevannskilder. De vurderinger som gjøres skal dokumenteres ved søknad om utslipp.

Figur 2.1 viser hvordan utslipp fra infiltrasjonsfiltre kan påvirke brønner gjennom sprekkesystemer i grunnen. Dette dersom rensingen ikke er tilfredsstillende, eller lokalisering av utslippet er feil ut fra geologien eller hydrogeologien i området. Det er viktig at anlegg lokaliseres riktig, samt dimensjoneres og bygges i henhold til gjeldende veiledninger. I riktig dimensjonerte og utformede infiltrasjonsfiltre vil avløpsvannet renses i de øvre jordlagene, infiltrert vann vil ha riktig strømningsretning og tilstrekkelig oppholdstid. Avstand til potensielle brukerinteresser vil dermed være ivaretatt. Renseanleggene vil da generelt ikke utgjøre noen stor risiko for grunnvannets kvalitet.

Analyser av vannprøver fra drikkevannskilder kan gi verdifull informasjon om forurensning og potensiell forureningsrisiko. Vannanalyser bør derfor tas der det synes å være risiko for at forureningsstoffer kan nå drikkevannet. Drikkevannskilder kan være forurenset før et tiltak om etablering av avløp iverksettes. Det er derfor god praksis å ta ut vannprøve(er) fra aktuelle brønner før etablering av avløp. Vannprøver tatt ut før tiltak iverksettes kan også være nyttig dokumentasjon dersom det oppstår forureningskonflikt i ettertid. Vannanalyser skal foretas av godkjente/akkrediterte laboratorier.

Løsmassenes sammensetning og mektighet, topografi, sprekkesystemer i berggrunnen, grunnvann og strømningsretning, samt markfuktighet og utslippets størrelse vil være avgjørende for eventuelle forureningspåvirkninger.



Figur 2.1: Utslipp via infiltrasjonsfiltre kan påvirke både borebrønner og gravde brønner, gjennom sprekesystemer i fjell, lokalisering i og ved vassdrag eller nedstrøms infiltrasjonsområdet

2.4. Eksisterende avløpsanlegg

I hytteområder er det ofte ønske om økt sanitærstandard og innlagt vann som initierer prosjekt for etablering av et privat **avløpsanlegg**. I de færreste tilfeller finnes det et eksisterende rensanlegg for hytta/fritidsboligen. For boliger i spredt bebyggelse er det imidlertid som regel et pålegg fra kommunen om oppgradering av eksisterende avløpsanlegg som ligger til grunn. Om informasjon om eksisterende avløpsanlegg ikke er registrert eller hentet ut fra kommunen, bør eksisterende avløpsanlegg på den aktuelle eiendommen registreres og kartfestes ved befaring. Som et minimum bør anleggstype, antatt alder, dimensjon/størrelse, tilstand og funksjon registreres.

Generelt anses eldre infiltrasjonsanlegg som er bygget før 1986, samt sandfilteranlegg for totalt mengder avløpsvann ikke å tilfredsstille dagens retningslinjer og anbefalinger. Dette både med hensyn til krav til grunnundersøkelser, dimensjonering og utforming, ref. [Norsk Vann rapport 245/2018](#), Veiledning for tilstandsvurdering av infiltrasjonssystemer.

Eksisterende avløpsanlegg bør i alle tilfeller tilstandsvurderes for å vurdere om noen komponenter kan inngå i den nye renseløsningen. Dette kan eksempelvis gjelde eldre slamavskillere som kan benyttes som del av en etterpolering, eventuelt sammen med eksisterende utslipp. I slike tilfeller må enkeltkomponenter kontrolleres for generell funksjon, dimensjon og egnethet.

Mange eksisterende rensanlegg i spredt bebyggelse er flere tiår gamle. Ved oppgradering av avløpsløsning, må bruk av eldre anleggskomponenter vurderes nøye i det enkelte tilfellet med tanke på bruksområde, tilstand og egnethet.

2.5. Bergarter og sprekkesystemer

Registrering av **bergarter** er viktig for å kunne si noe om sprekkesystemer og graden av oppsprekking. Som eksempel vil gneis og granitt som oftest være harde bergarter med mindre sprekkesystemer enn basalt og sandstein som ofte har mye sprekker i fall, og ikke minst store tverrgående sprekker som lett fører vann. Bergartsstrukturer som strøk og fall, samt tverrgående sprekkesystemer må registreres for å vurdere om sprekkesystemene kan lede avløpsvann mot vannforsyninger i området.

Dersom dette er tilfellet vil det som oftest være lite hensiktsmessig å undersøke løsmassene i dette utstrømningsområdet, grunnet faren for forurensning av drikkevann. Denne delen av undersøkelsen er derfor viktig for å kunne peke ut et område for etablering av **infiltrasjonsfilter**, som ikke faller innenfor de sprekkesoner som kan lede avløpsvann til vannforsyninger.

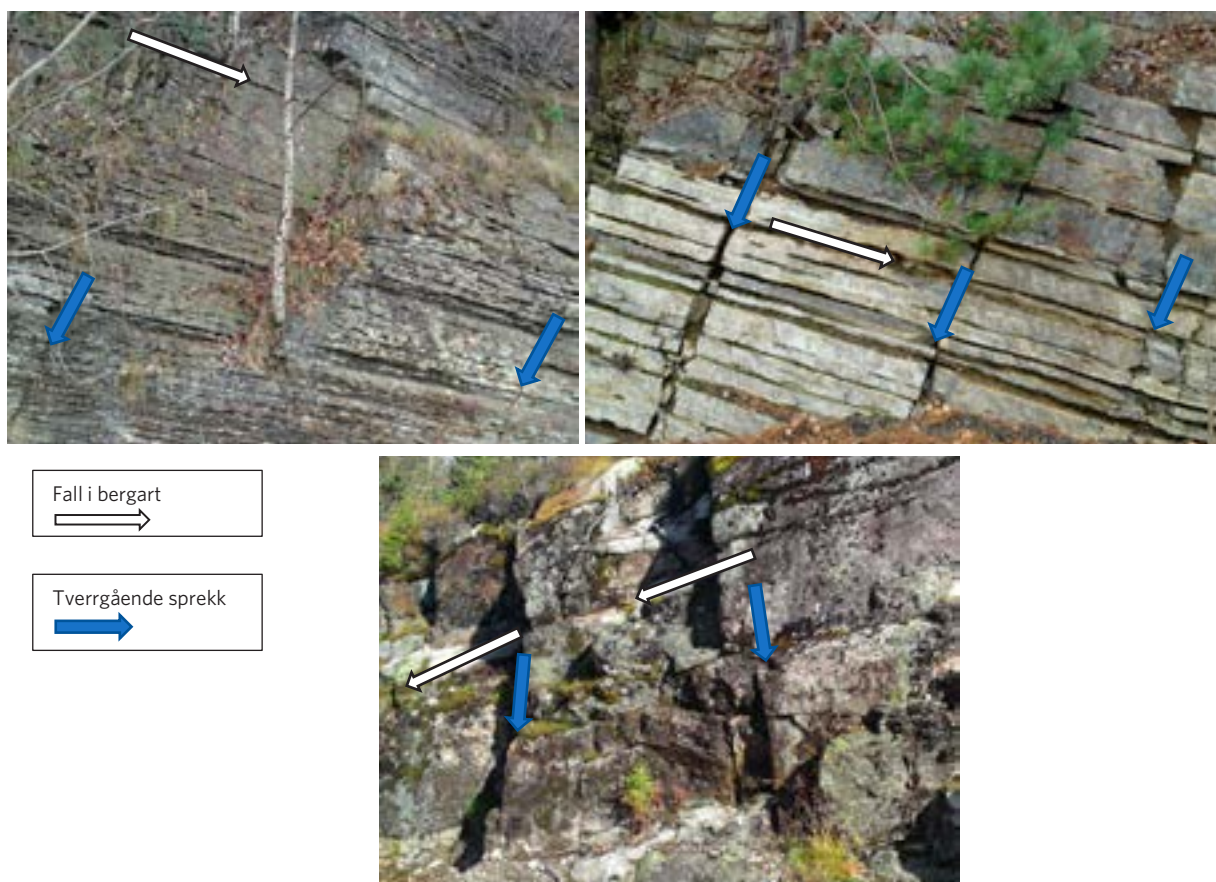
Eksempler på fall i bergart og tverrgående sprekker er vist på bilder i figur 2.2. Her er ikke strøkretning tegnet inn, men den vil ofte ligge 90 grader på fallretningen, og sees ofte som en strek/sprekke i overflaten. Figur 2.3 viser kartutsnitt der strøk- og fallretning er inntegnet med symboler på kartet, og fallvinkelen er satt inn.

Strøk og fall i bergarter

Strøk er orienteringen av en horisontal linje i en flate, eksempelvis i en sedimentær lagflate, forkastningsflate eller bergartsgrense.

Fall er uttrykk for helningen av en naturlig flate i en bergart.

Retningen på fallet (fallretningen) er vinkelrett på strøkretningen.



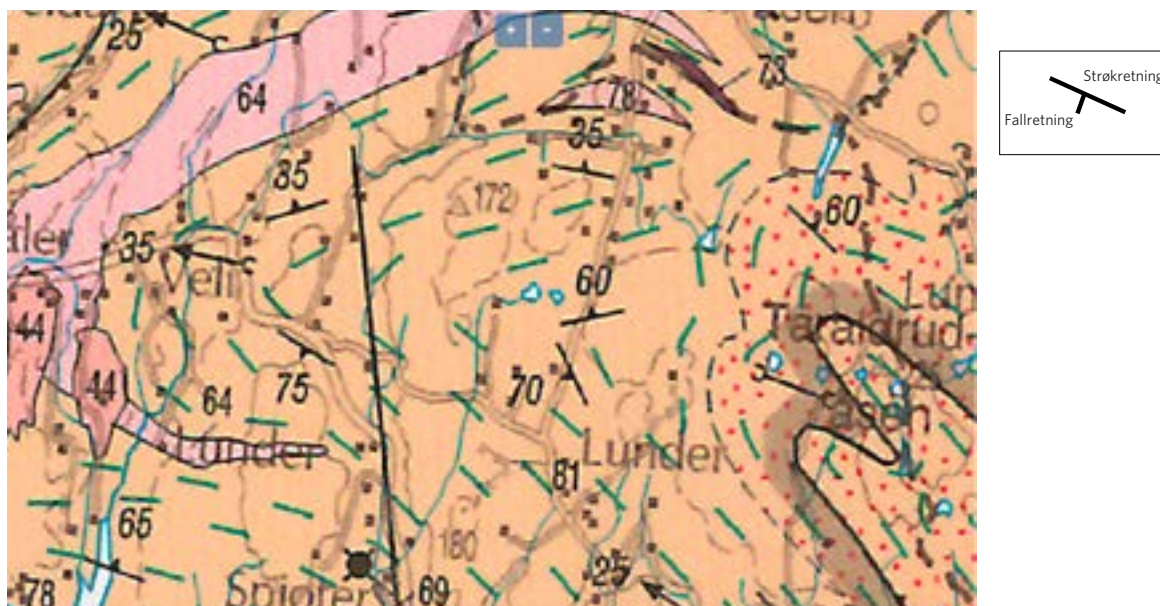
Fall i bergart



Tverrgående sprekk



Figur 2.2: Bildene viser bergartens hovedfallretning med hvite piler. Blå piler viser tverrgående sprekker i bergarten som ofte går på tvers av fallretningen. Mange ulike varianter av dette kan forekomme.



Figur 2.3: Eksempel på kartutsnitt av berggrunn der strøk- og fallretning er vist med symbol. Tallene på kartet angir fallvinkelen målt i forhold til horisontalplanet

2.6. Løsmasstyper og egnethet for infiltrasjon

Kvartærgeologiske, hydrogeologiske og topografiske forhold skal klarlegge om egnete infiltrasjonsmasser dekker et stort nok areal og volum til å gå videre med mer detaljerte grunnundersøkelser (fase 3). Innledende feltundersøkelser (fase 2) gjennomføres som overflateregistreringer ved studier av veiskjæringer, grustak, byggetomter eller spadestikk på sentrale steder.

Hjelpemidler for vurdering av løsmasser ved befarig og innledende feltundersøkelser bør som et minimum være inspeksjonsbor og spade. I tillegg kan eventuelt skovlbor benyttes. Krav til jordmassenes tykkelse og utbredelse, samt en beskrivelse av jordartenes egenskaper som infiltrasjonsmedium, er gitt mer utførlig i kapittel 3 (fase 3). Bruk av inspeksjonsbor er beskrevet nedenfor.

2.6.1. Inspeksjonsbor

Inspeksjonsboret består av en stålstang med håndtak (figur 2.4). I stålstangen er det frest ut et spor der jord kan feste seg. Lengden på boret er generelt 1,0 meter. Inspeksjonsbor er et nyttig redskap ved innledende feltundersøkelser. Neddrivningsdybden og lyden som oppstår under neddrivningen, gir informasjon om jordarten på stedet. Om det høres en «knasende» lyd indikerer dette ofte sand- og grusholdige masser, mens ingen lyd ofte indikerer mer finstoffholdige masser som silt og leir. Ved å dreie inspeksjonsboret vil det feste seg en jordprøve i utfresingen. Boret dras opp samtidig med at det dreies forsiktig rundt, slik at jordprøven i utfresingen ikke sklir ut.

For å få fullt utbytte av den informasjonen en kan få ved bruk av inspeksjonsbor kreves erfaring, samt kunnskap om de ulike avsetningstypene (se vedlegg 1).



Figur 2.4: Inspeksjonsbor

Bruk av inspeksjonsbor

- Nyttig redskap for overordnet vurdering av grunnforhold
- Egnet for løsmasser med marginalt toppdekke over fastere masser, ofte morenemasser
- Også egnet for å avdekke korte avstander til fjell/stor stein
- Tynt, spisst bor med håndtak og «renne/utfresing» for uttak av jord til vurdering på stedet
- Kun til grov vurdering av det øvre jordlaget, samt avstand til fjell og/eller tettere masser
- Inspeksjon begrenses til de øvre 50-100 cm av jordprofilen
- Ikke muligheter for å ta ut større mengder jordprøve
- Vanskelig å benytte i svært faste masser eller masser med mye grov grus og stein
- Krever erfaring for å få fullt utbytte av informasjonen som kan hentes ut

2.6.2. Løsmassenes resipient- og renseegenskaper

Kjennskap til de ulike løsmassenes generelle **resipient-** og **renseegenskaper** er en forutsetning for å kunne velge ut et egnet område som resipient (mottaker) for avløpsvann. I dette avsnittet, samt vedlegg 1 som viser ulike løsmasse typer, presenteres løsavsetningenes egenskaper med referanse til både hydrauliske og rensemessige egenskaper. Det er jordresipientens evne til å rense avløpsvannet for forurensende stoffer som er det overordnede ved valg og prioritering av infiltrasjonsområder. Renseeffekten er nær knyttet til vannets **oppholdstid** i jorda. En søker derfor å finne områder med løsmasser som har tilstrekkelig **hydraulisk kapasitet** til å motta det infiltrerte avløpsvannet, og la det forbli i jordresipienten så lenge som mulig før det renner ut i overflatevann. Det vil si lengst mulig transportvei og lengst mulig oppholdstid i løsmassene.

I figur 2.5 vises et dalføre rett etter at isen har trukket seg tilbake for ca. 10 000 år siden. På figuren er det avmerket hvilke masser som har blitt dannet under og etter at isen trakk seg tilbake. Det vises til vedlegg 1 for utvidet beskrivelse av ulike løsmassetyper.



Figur 2.5: Ulike avsetninger under og etter at isen trakk seg tilbake. Figuren viser ikke randmorene, strandavsetning, marine israndavsetninger eller hav- og fjordavsetninger. Det henvises her til vedlegg 1.

Løsmasser i Norge er avsatt etter siste istid og har ulike egenskaper. Isen som trakk seg tilbake la igjen ulike typer løsmasser på ulike måter.

Vanntransport av løsmasser dannet runde korn og ble lagt igjen som *breeelvavsetninger*, og etter hvert *elveavsetninger* og *strandavsetninger*. Finpartikler er med tiden vasket ut og gjenværende materiale har ofte en relativt lik kornstørrelse. Slike masser er normalt godt egnet til *infiltrasjon*.

Morenemasser av ulike typer er generelt lite transportert i vann. Slike masser er derfor lite avrundet og som regel kantet. Det gir generelt slike masser dårligere infiltrasjonsevne, men variasjonene kan være store.

Forvittringsjord består av kantet materiale som kan ha gode infiltrerende egenskaper. Slike masser ligger som oftest i fotenden av et fjellparti, som over tid har forvitret fra overliggende fjell og blitt transportert enten med vann, snøskred eller gravitasjon.

Marine israndavsetninger vil i mange tilfeller inneholde en del grovt materiale avsatt i front av breen, og vil ofte kunne ha gode infiltrerende egenskaper.

Hav- og fjordavsetninger (marine avsetninger) vil som regel inneholde mye *silt* og *leir* under *marin grense*. Slike masser vil ofte være lite egnet for infiltrasjon grunnet begrenset vannledningsevne og hydraulisk kapasitet.

Omtalte løsmasseavsetninger har ulike resipientegenskaper. Dette er avgjørende for både renseevne, infiltrerbarhet og hydraulisk kapasitet. I tabell 2.1 fremkommer hvilke egenskaper løsmassene har og hvilke masser som har best effekt samlet. Disse massene er merket med grønt.

Tabell 2.1: Sammenstilling av løsmassenes generelle resipientegenskaper

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

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

Torv og myr benyttes ikke som løsmasser i infiltrasjonssammenheng, men kan ofte være en del av resipientarealet som utgjør utstrømningsområdet nedstrøms et **infiltrasjonsfilter**. På denne måten kan myr- og torvområder bidra til god **oppholdstid** før infiltrert vann når bekk, elv eller vann (hovedvannresipient).

2.7. Vegetasjon

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

- Brennesle og bringebærkratt viser bl.a. at det er god tilgang på nitrogen, som finnes spesielt i urinfraksjonen i **sanitært avløpsvann**
- Fuktighetselskende vegetasjon, som f.eks. siv- og starrarter, viser at det normalt er liten avstand til **grunnvann** store deler av året
- Planter som tyttebær og krekling indikerer derimot normalt at det er stor avstand til grunnvannet/tørre forhold. Dette gjelder også trær som furu på karakteristiske furumoer.

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

2.8. Drenssystemer og overflatevann

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

Infiltrasjonsfiltre i stedlige løsmasser må ikke legges i kort avstand fra landbruksdrenering, da dette vil gi kortslutningsstrøm, kort oppholdstid i løsmassene og dårlig rensing av infiltrert avløpsvann. Normale avstander, avhengig av stedlige løsmassers beskaffenhet, vil være minimum 25-30 meter. Det må gjøres vurderinger av både oppholdstid med tanke på fare for forurensning av brønn, og renseeffekt i det enkelte tilfellet. Her vil lokale forhold være avgjørende.



Figur 2.6: Flyfoto som viser drenssystem på et jorde

Dersom andre muligheter ikke finnes, kan landbruksdreneringer i enkelte tilfeller benyttes som transportsystem for rensset avløpsvann til bekk, vann eller sjø. Dette anbefales ikke benyttet som løsning for nyetablering av utslipp, men være en siste utvei for oppgradering av eksisterende anlegg. Slike løsninger vil fravike kravet til utslipp i forurensningsforskriften og følgende må ivaretas:

- Sikre at det ikke oppstår praktiske ulemper i drenssystemet, grunnet utslipp av dårlig rensset avløpsvann. Eksempelvis bruk av slamavskiller etter minirensanlegg for å forhindre eventuelle problemer grunnet slamflukt fra minirensanlegg med driftsproblemer.
- Sikre at drenssystemet har tilstrekkelig **hydraulisk kapasitet** til å ta imot den aktuelle avløpsvannmengden.
- Sikre at utslippet ikke utgjør noen fare for forurensning eller konflikt med eventuelle brukerinteresser i drenerings- eller utslippsområdet.

Dersom slike systemer er tilknyttet en vanningsdam i jordbruket må denne brukerinteressen ivaretas ved å sikre at utslippet tilfredsstillende hygieniske krav til vanningsvann for det aktuelle formålet.

2.9. Drikkevannskilder, grunnvann og overflatevann

Ved innledende feltundersøkelser må faren for forurensning vurderes. Utslipp av avløpsvann må ikke komme i konflikt med drikkevann eller andre brukerinteresser. Utslipp av avløpsvann skal heller ikke forringe miljøtilstanden i overflatevann eller påvirke **grunnvann** negativt. Med tanke på helse er det spesielt sykdomsfremkallende organismer fra toalettavløp (virus, bakterier, parasitter) som kan utgjøre en helserisiko. Slike organismer renses generelt godt i jord, men kan også fraktes over store avstander med grunnvann i fjell og løsmasser.

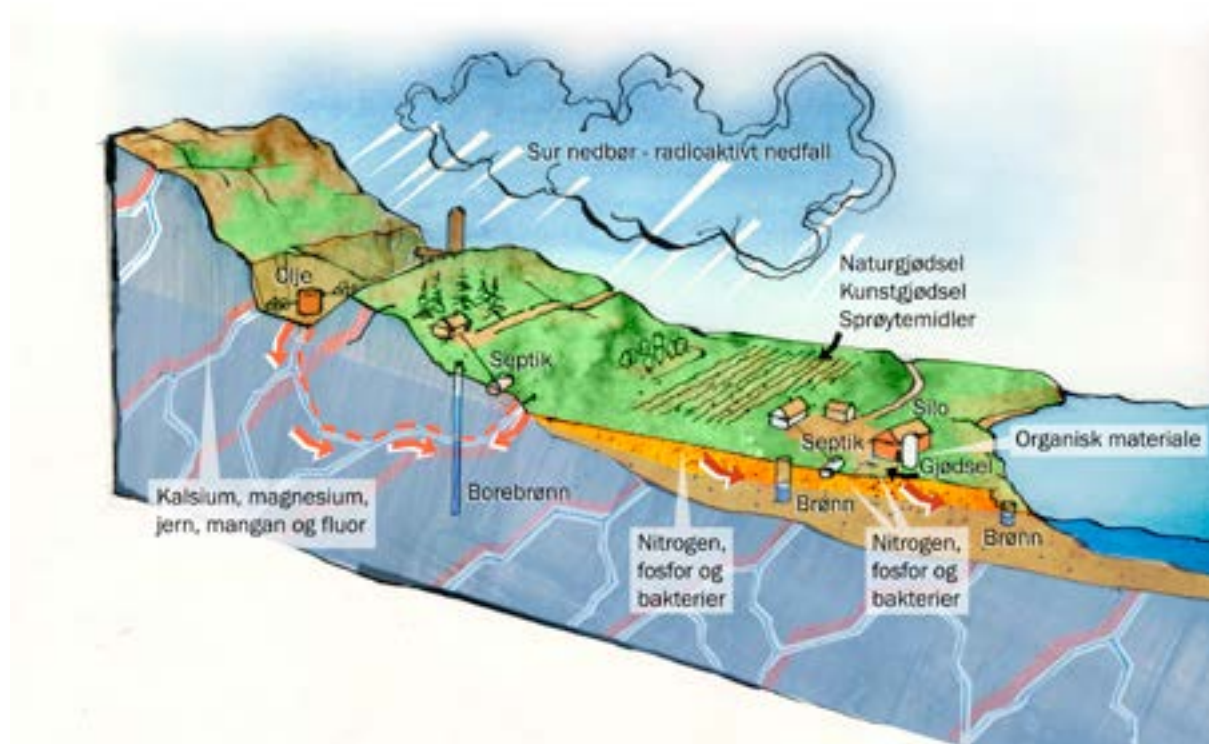
Ved planlegging av alle typer avløpsrenseanlegg forutsettes det at drikkevannskilder, grunnvann og overflatevann ikke skal forurenses.

Dette fremgår av både forurensings-forskriften og drikkevannsforskriftens § 4 som sier at det er *forbudt å forurense drikkevann*.

Vurdering av forurensningsrisiko må foretas på et tidlig tidspunkt for å sikre at videre undersøkelser fokuserer på områder med minimal fare for forurensning.

I enkelte tilfeller kan det være aktuelt å avvikle eller flytte eksisterende drikkevannskilder for å unngå forurensning av drikkevann. Det kan for eksempel gjelde der vannkilden har dårlig vannkvalitet, eller at en drikkevannskilde hindrer etablering av et større **infiltrasjonsfilter** for flere boliger. I slike tilfeller er det viktig at ny drikkevannskilde kan etableres og at alle parter er informert og enige i de endringer som må gjennomføres.

Videre er det viktig å være oppmerksom på andre forurensningskilder som kan påvirke drikkevannskilder, grunnvann eller overflatevann. Årstidsvariasjoner i nedbør kan eksempelvis ha stor betydning for forurensningssituasjonen i et **grunnvannsmagasin**. Figur 2.7 viser eksempel på ulike forurensningskilder som kan påvirke i et område.



Figur. 2.7: Ulike forurensningskilder som kan påvirke vannforsyning både i løsmasser og i fjell.

Grunnvann er vann i **mettet sone** under jordoverflaten. Det vil si den delen av grunnen hvor alle sprekker og porerom er helt fylt med vann. Grunnvannet finnes både i løsmasser og i fast fjell. Det er viktig å skille på grunnvann i løsmasser og grunnvann i fjell, da vannets strømnings- og generelle fysiske mønster vil være forskjellig. Dette må det tas hensyn til i planleggingen av infiltrasjonsfiltre for avløpsvann.

2.9.1. Grunnvann i løsmasser

Mesteparten av grunnvannsressursene i Norge finnes i løsmasser. **Infiltrasjon** av avløpsvann i naturlige løsmasser kan påvirke grunnvannskvaliteten. Grunnvannet er samtidig en del av jordresipienten og bidrar til nedbrytning, fortykning og tilbakeholdelse av forurensningsstoffer. Grunnvannet fyller porer og sprekker i løsmassene. **Grunnvannsspeilet** er avgrensning mot den umettede sonen over (sigevannssonen). I **grunnvannsmagasinet** kan strømningsretning og vannets **oppholdstid** variere.

Permeabilitet er et mål på en masses evne til å transportere en væske/gass. Permeabiliteten, og dermed **grunnvannsstrømning** i løsmasser, er avhengig av løsmasstype, sorteringsgrad og hvor hardt løsmassene er pakket sammen. Løst pakket, godt sortert **grus** og **sand** har relativt stor kornstørrelse med mange store og sammenhengende hulrom og dermed god permeabilitet. **Silt** og **leire** har derimot liten kornstørrelse og kornene er gjerne pakket tett sammen, noe som gir dårlig permeabilitet. Usortert materiale vil også gi dårlig permeabilitet fordi de små jordpartiklene fyller ut hulrommene mellom de større kornene.

Grunnvannstanden i et område variere som regel. Variasjoner i grunnvannstand forekommer på ulike tidsskalaer. Endringer på time/døgn basis kan skyldes pumping av brønn eller enkelte nedbørsepisoder. Årstidsfluktuasjoner er i første rekke bestemt av vekslinger i nedbør og hvor stor del av denne som når grunnvannet. Andelen av nedbøren som når grunnvannet avhenger blant annet av vegetasjonstype og om jorden er fuktig eller tørr. Endringer over lengre tid (flere år/10-år) kan eksempelvis forårsakes av endringer i klima.

Hengende grunnvann kan dannes der det forekommer et lag med lav vanngjennomtrengelig over det egentlige grunnvannsspeilet. Eksempler på slike tette lag er **aurhelle** og lag med **leir** og/eller silt.

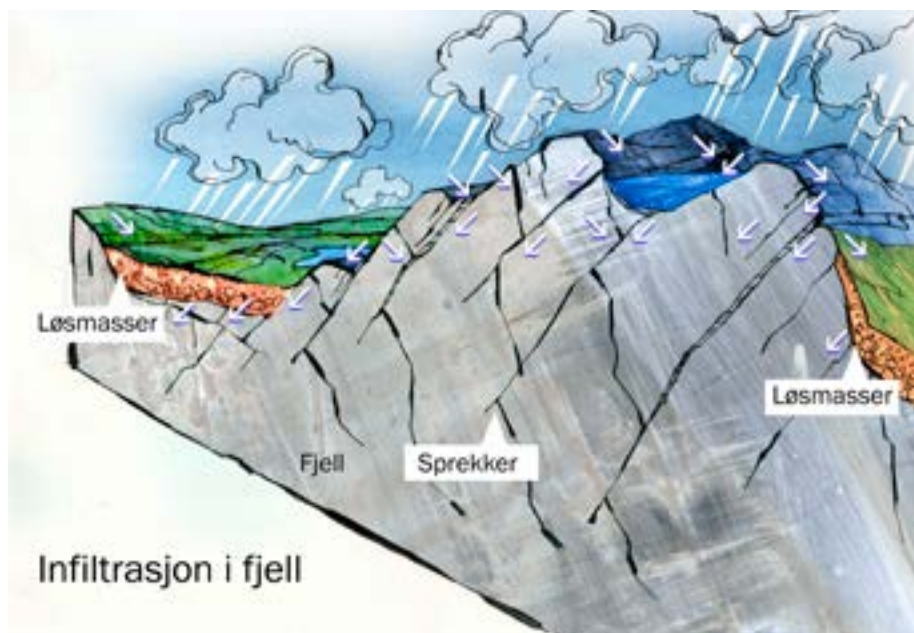
Ved planlegging av infiltrasjonsfiltre er det viktig å vurdere grunnvannsnivået i infiltrasjonsområdet. I [VA/Miljø-blad 59](#), Lukkede **infiltrasjonsanlegg**, er det satt krav til minste avstand mellom infiltrasjonsflaten og høyeste grunnvannstand i løsmassene. Avstand skal minimum være 50 cm for mindre **avløpsanlegg** dimensjonert for <25 pe og minimum 100 cm for anlegg dimensjonert for 26-50 pe. Kravet er satt for å oppnå best mulig renseeffekt og for å unngå at infiltrasjonsfiltre oversvømmes eller vann stuves opp i filterne. Kjennskap til de lokale grunnvannsendringene, og i hvilke perioder av året grunnvannsnivået er høyest, er derfor viktig.

2.9.2. Grunnvann i fjell

Norske **bergarter** er med få unntak nærmest ugjennomtrengelig for vann. Grunnvannet opptre i forgrenete sprekkesystem i fjellmassivene og beveger seg gjennom sprekke-ene 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, og sprekkesystemer i disse bergartene er lite gjennomtrengelige for vann.

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

I et stigende fjellparti vil grunnvannet i fjellet ha en generell strømningsretning som ofte sammenfaller med fallretningen på fjellsiden. Siden grunnvann i fjell ikke er et sammenhengende vannspeil, men vannfylte porer og sprekker, vil gradienten ikke være lik fjellsidegradienten. Den generelle gradienten i grunnvannet vil skape et vanntrykk på grunn av høydeforskjeller, og grunnvannet vil presses mot lavereliggende områder. Ofte kan dette sees som kildeutspring og vannoppkommer i fotenden av fjellpartiet eller sporadisk nedover fjellsiden. Dette er viktige observasjoner som sier noe om i hvilken retning grunnvannet presses.



Figur 2.8: Nydannelse av grunnvann i fjellsprekker. Den største infiltrasjonen vil være der hvor fjellet er dekket med drenerende løsmasser eller der fjellet er godt oppsprukket.

I et stigende fjellparti vil grunnvannet i fjellet ha en generell strømningsretning som ofte sammenfaller med fallretningen på fjellsiden. Siden grunnvann i fjell ikke er et sammenhengende vannspeil, men vannfylte porer og sprekker, vil gradienten ikke være lik fjellsidegradienten. Den generelle gradienten i grunnvannet vil skape et vanntrykk på grunn av høydeforskjeller, og grunnvannet vil presses mot lavereliggende områder. Ofte kan dette sees som kildeutspring og vannoppkommer i fotenden av fjellpartiet eller sporadisk nedover fjellsiden. Dette er viktige observasjoner som sier noe om i hvilken retning grunnvannet presses.

Avløpsvann, som når grunnvannet, kan i slike situasjoner presses mot nedenforliggende brønner. Det er viktig å lokalisere både fallet i fjellets sprekkssystemer og i hvilken retning grunnvannet presses. Dette for å sikre at infiltrert avløpsvann ikke kan forurense drikkevann. Bildene i figur 2.9 viser grunnvann som presses ut av fjellet på grunn av et grunnvannstrykk. I slike situasjoner kan grunnvann presses ut av fjellet selv om fallretningen på fjellsprekker har motsatt gradient.



Figur 2.9: Vann som presses ut av bergsprekker på grunn av gradient og/eller trykk i grunnvannet.

For ytterligere detaljer om grunnvannsmagasiner, fluktuasjoner i grunnvannsnivå, gradient og strømningsretning, se vedlegg 2.

2.9.3. Forurensning av brønner i løsmasser og fjell

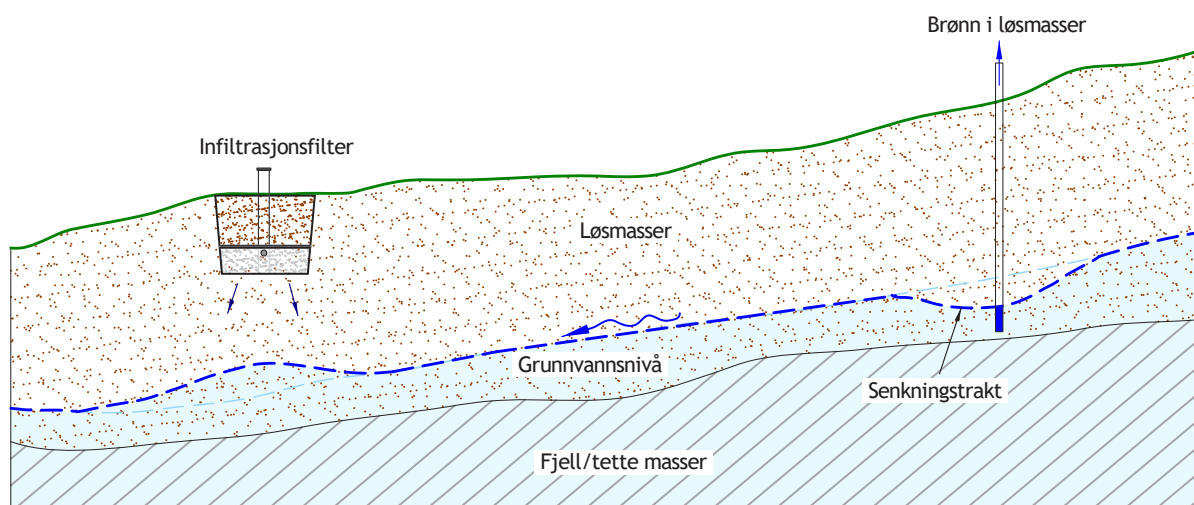
Infiltrasjon av avløpsvann utgjør en potensiell fare for forurensning av grunnvann både i løsmasser og fjell. Ved lokalisering av infiltrasjonsfilter for avløpsvann skal det derfor tas hensyn til eventuell utnyttelse av grunnvann til drikkevannsformål i området. Utslipp av avløpsvann skal ikke komme i konflikt med drikkevann eller andre brukerinteresser. For å unngå forurensning av drikkevannsbrønner er det viktig at infiltrasjon og utslipp av avløpsvann er tilpasset de lokale forholdene.

Senkningstrakt er et begrep som gjelder både brønner i løsmasser og i fjell. Ved vannuttak med pumpe vil vannstanden i brønnrør eller kum synke. Senkningstraktens diameter, med senter i brønnpunktet, utvides. Utvidelsen vil normalt øke jo dypere grunnvannstanden senkes. Det vil da dannes en grunnvannsgradient mot grunnvannstanden i brønnen. Dette fremkommer som en trakt. Ved stor vannsenkning kan denne trakten bre seg langt utover i vanntilsgsområdet. Forurensning innenfor denne sirkelen kan påvirke grunnvannet og vannuttaket. Senkningstrakten, sammen med generell informasjon om grunnvannstand, gradienter, tykkelse på løsmasser og bergartsstrukturer, er viktig for å få et inntrykk av forurensningsfaren.

Prinsippskissene nedenfor viser ulike situasjoner der det kan være fare for forurensning av drikkevannsbrønn i løsmasser eller i fjell.

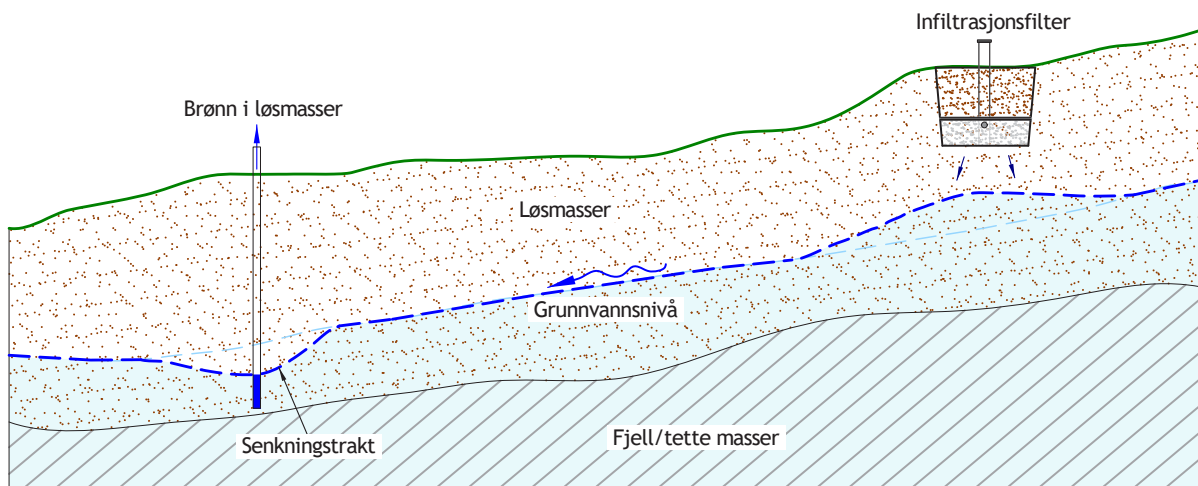
Prinsippskisse 1: Brønn i løsmasser oppstrøms forurensningskilde:

Dette er den ideelle situasjonen. Infiltrasjon av avløpsvann er nedstrøms drikkevannskilden. Brønnen blir ikke forurenset forutsatt at senkningstrakten rundt brønnen ikke snur grunnvannets strømningsretning.



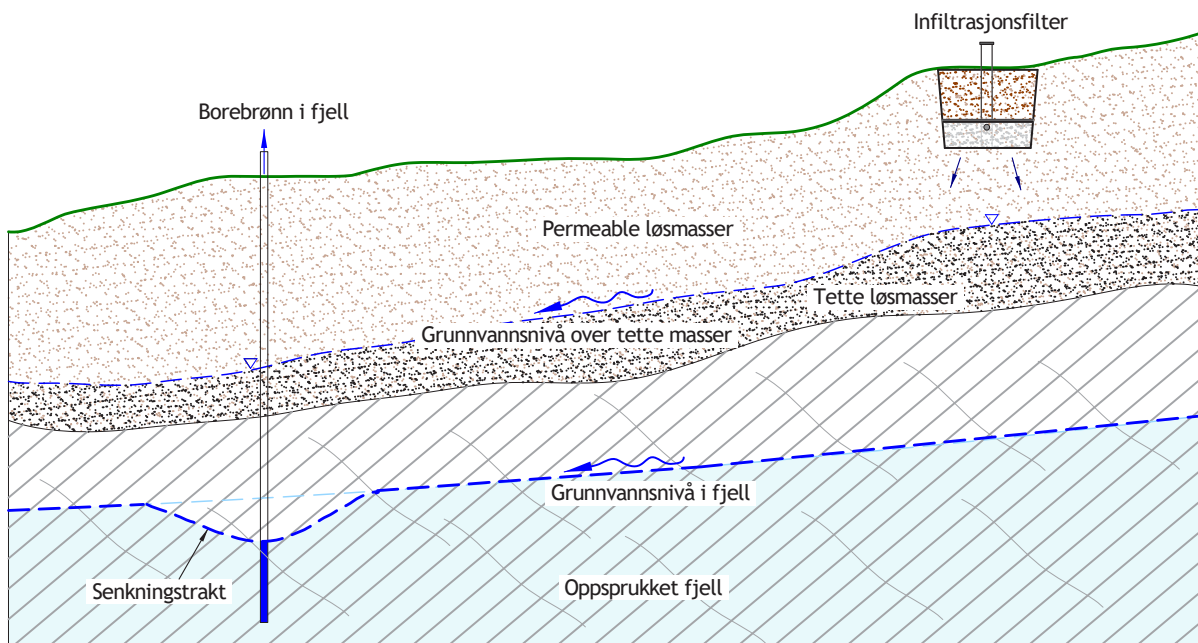
Prinsippskisse 2: Brønn i løsmasser nedstrøms forurensningskilde:

Det må her stilles krav til beskyttelsesavstand mellom brønn og **infiltrasjonsfilter** for avløpsvann avhengig av stedlige løsmasser. Situasjonen krever grundige vurderinger for å være sikker på at drikkevannsforsyning ikke vil bli påvirket.



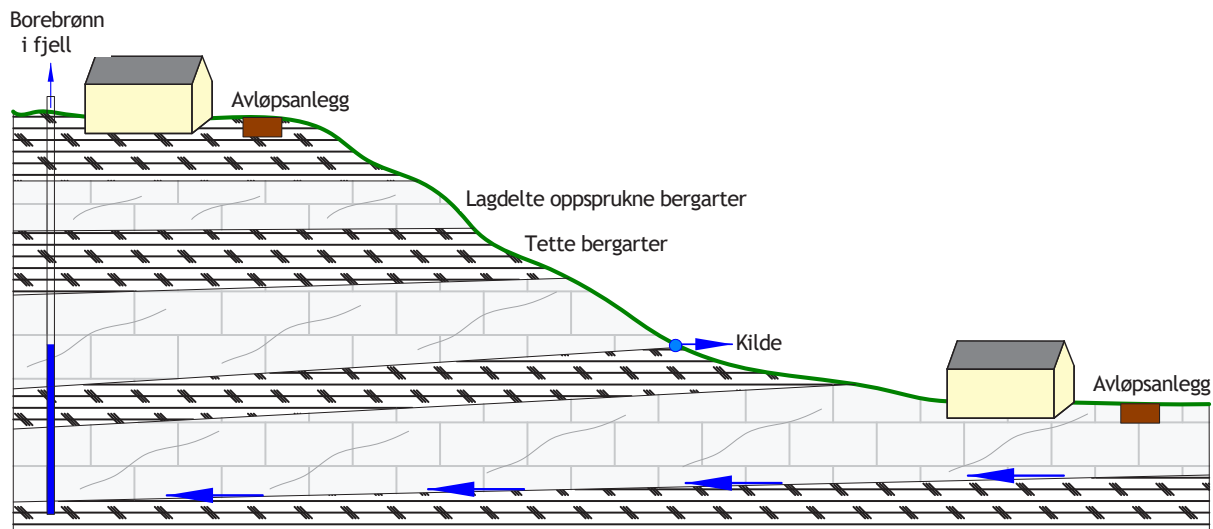
Prinsippskisse 3: Borebrønn i fjell nedstrøms forurensningskilde:

Berggrunnen mellom brønnen og infiltrasjonsfilteret er dekket med tette jordmasser. Det er minimal risiko for at brønnen forurenses forutsatt rett utforming av brønnen. Tette masser og tykkelse på disse må dokumenteres.



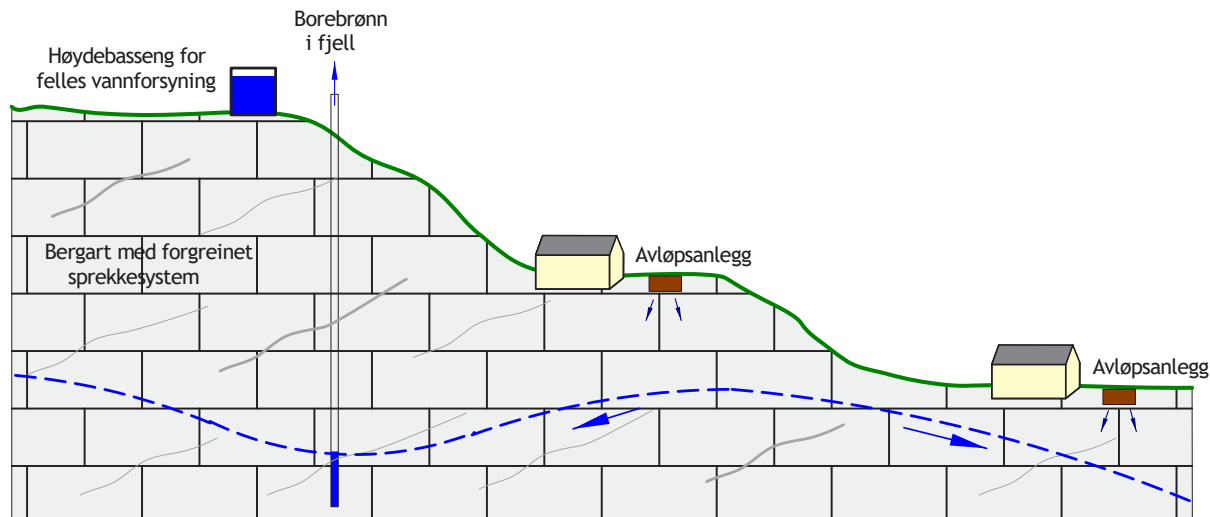
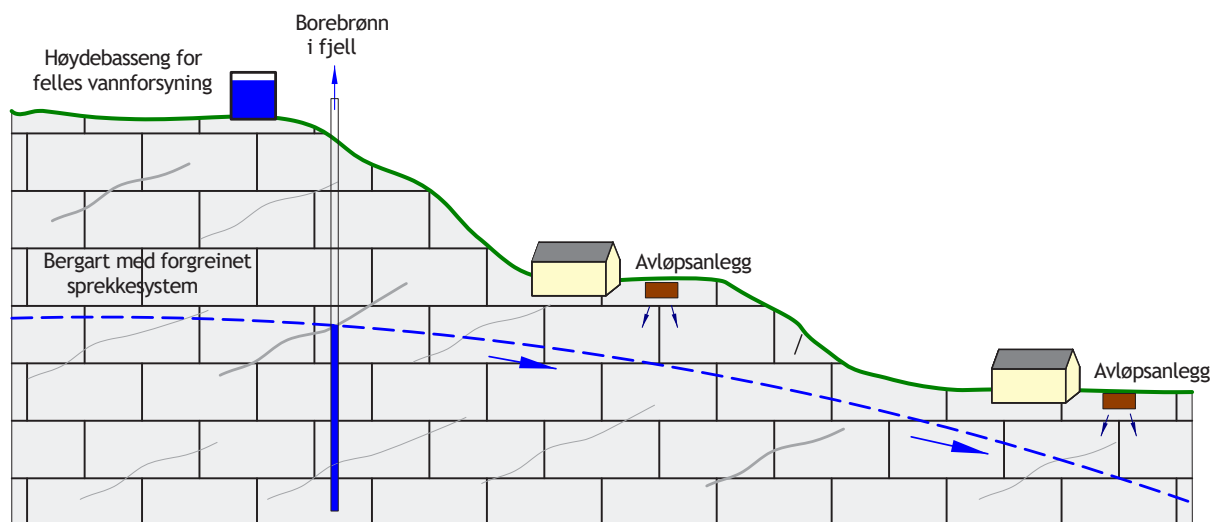
Prinsippskisse 4: Det lille kretsløpet:

Området består av lagdelte oppsprukne bergarter i veksling med tette bergarter. Nedre eiendom får vann fra kilde ovenfor huset. Kilden kommer frem på grensen mellom oppsprukne og tette bergarter. Avløpet fra nedre bolig føres ned i oppsprukne lag. Øvre bolig tar vann fra borebrønn i fjell. Etter en tid trekker borebrønnen til seg infiltrert avløpsvann fra naboens anlegg gjennom sprekker i det nedre oppsprukne og vannførende laget. Renseanlegget for den øvre boligen er etablert i tette bergarter og vil normalt ikke utgjøre noen stor forurensningsfare, forutsatt riktig dimensjonert og bygget renseanlegg.



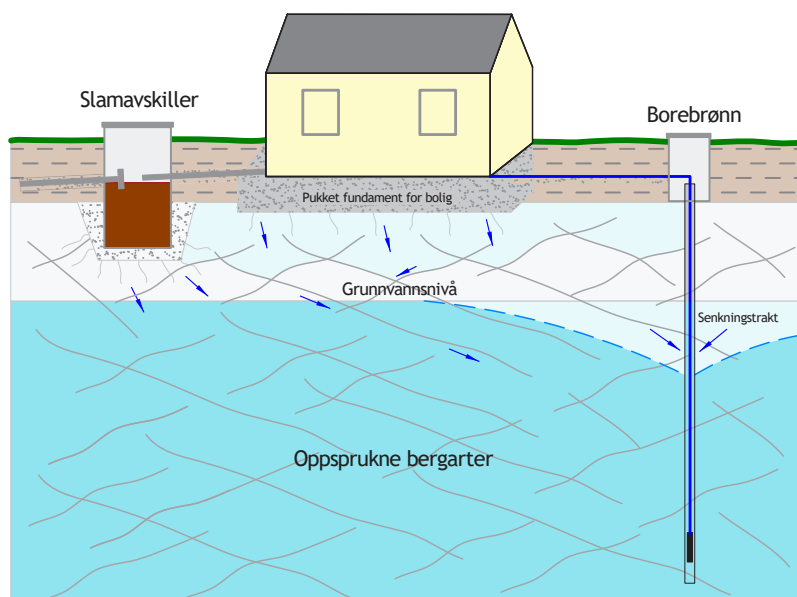
Prinsippskisse 5: Forurensning av brønn i oppsprukket fjell ved pumping i brønn:

Felles borebrønn får vann fra et forgreinet sprekkesystem. Vannstanden står høyt i brønnen, og **grunnvannsstrømmen** går fra det høyereliggende området ut mot flaten (øvre figur). Ved stort vannuttak og pumping f.eks. til høydebassenget eller at flere boliger knyttes til vannforsyningen, senkes grunnvannet, og en senkningstrakt oppstår rundt brønnen. Grunnvannsstrømmen endres og avløpsvann fra bolig nedenfor brønnen siger mot brønnhullet (nedre figur).



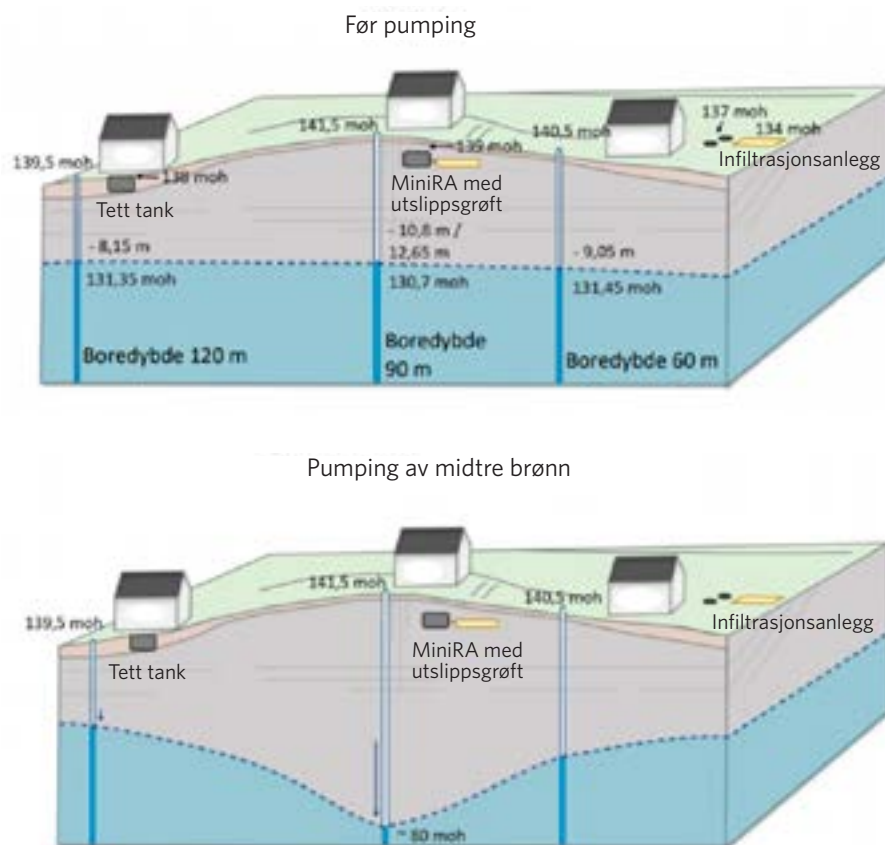
Prinsippskisse 6: Forurensning av brønn grunnet sprengning:

Sprengningsarbeid på en tomt kan medføre at oppsprekking av **bergarten** øker og at nye sprekkestrukturer dannes. Dette kan medføre at vannets strømningsretning i berggrunnen endres og at drikkevannsbrønner forurenses av eget eller naboers **avløpsanlegg**. Illustrert i figuren nedenfor kan eventuell lekkasje fra slamavskiller, etter sprengning for fundament til bolig, følge nye sprekkesystemer frem til brønnen. Ved lekkasje kan vann også følge pukklaget rundt avløpsledningen tilbake til boligen. 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 begrenset med løsmasser og fjell i dagen, kan det være behov for betydelig sprengning for etablering av bolig eller anleggskomponenter. Risikoen for nedtrengning av takvann, drensvann og avløpsvann øker dermed tilsvarende.



Prinsippskisse 7: Infiltrasjon av avløpsvann og pumping av borebrønn – eksempel fra hyttefelt:

I et område med tre hytter er det etablert borebrønn og privat **avløpsanlegg** på hver eiendom. Figurene viser **grunnvannstand** før og under pumping av den midtre brønnen. Alle brønnene ble peilet under pumpingen, og det viste seg at det var kommunikasjon mellom brønnene via sprekkssystemene i berggrunnen. Ved pumping av den midtre brønnen er senkningstrakten så stor at alle avløpsanleggene ligger innenfor senkningstrakten. Spesielt kan dette være kritisk der **infiltrasjonsfilter** er etablert. Det er i dette tilfellet stor fare for forurensning av brønnene. Dersom alle brønnene bruker vann samtidig vil senkningstrakten bli sterkt utvidet og få en enda større omkrets enn ved pumping av bare en brønn.



I spredt bebyggelse er det ikke bare avløpsanlegg som kan utgjøre potensiell forurensningsfare for drikkevannsbrønner. Ofte er det dyrket mark med gjødsling, dyrehold og annen landbruksaktivitet i kombinasjon med utslipp av avløpsvann og drikkevannsforsyning.

Fare for forurensning av en drikkevannsbrønn vil være avhengig av de lokale forholdene, som eksempelvis:

- Lokale grunnforhold/løsmasser
- Type forurensningskilde
- Avstand fra potensiell forurensningskilde til drikkevannsbrønn
- Utforing og sikring av brønnen

Det er viktig å kartlegge alle forhold som potensielt kan påvirke vannkvaliteten i en drikkevannsbrønn.

2.10. Utslippsforhold og resipientkapasitet

2.10.1. Krav til utslipp, resipientkapasitet og -tilstand

Forurensningsforskriftens § 12-11 setter krav til utslippssted for avløpsvann fra mindre renseanlegg. Utslipp skal lokaliseres slik at:

- utslipp til sjø og ferskvann lokaliseres minst 2 meter under laveste vannstand
- utslipp til elv kun forekommer til elv med helårsavrenning
- utslipp til grunnen kun forekommer til stedegne løsmasser

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

For eksisterende bebyggelse kan det i noen tilfeller være vanskelig å finne utslippssted som tilfredsstiller kravene i forskriften. Det kan derfor være at forskriftens krav må fravikes. I slike tilfeller må det gjøres grundige vurderinger for å sikre at utslippet er forurensningsmessig forsvarlig.

Miljøtilstanden i vannresipientene er avgjørende for hva som kan slippes ut/tilføres. Kommunen har i stor grad informasjon om vannforekomstenes miljøtilstand i henhold til vannforskriften.

Vannforskriften setter krav til at vannforekomstene minimum skal ha god tilstand, og det er ikke tillatt å forringe miljøtilstanden til en **vannforekomst**.

Vannforskriften

§ 4 (miljømål for overflatevann): tilstanden i overflatevann skal beskyttes mot forringelse, forbedres og gjenopprettes med sikte på at vannforekomstene skal ha minst god økologisk og god kjemisk tilstand.

§ 6 (miljømål for grunnvann): tilstanden i grunnvann skal beskyttes mot forringelse, forbedres og gjenopprettes og balansen mellom uttak og nydannelse sikres med sikte på at vannforekomstene minst skal ha god kjemisk og kvantitativ tilstand.

Vannforekomstenes tilstand vil derfor være avgjørende både for valg av renseløsning og hvorvidt det skal tillates nye utslipp i et område der miljømålene i vannforskriften ikke er innfridd. Dette gjelder også der det er fare for forringelse av tilstanden i vannforekomsten.

Utslipp av avløpsvann fra mindre **avløpsanlegg** skal tilfredsstille utslippskravene i henhold til forurensningsforskriften (ref. § 12-8 og § 12-9). Kommunen som forurensningsmyndighet har mulighet til å sette andre krav til utslipp for å tilfredsstille vannforskriftens miljømål.

2.10.2. Utslipp til bekker og vassdrag

Forurensningsforskriften setter krav til at utslipp kun kan føres til bekk/elv/vassdrag med årssikker vannføring (ref. § 12-11).

Det er generelt vanskelig å finne data på årssikker vannføring i praksis, særlig for små bekker og vassdrag. Her må det også tas hensyn til om resipienten kan fryse om vinteren. Det er fornuftig å innhente kunnskap om forholdene ved å spørre lokalkjente. Normalt skal ikke vannresipienter som kan bli tørre om sommeren og fryse om vinteren benyttes til utslipp av avløpsvann.

Årssikker vannføring

Vannføring som ved middeltemperatur over frysepunktet ikke tørker ut av naturlige årsaker oftere enn hvert tiende år i gjennomsnitt.

Vannressursloven, § 3

For oppgradering av eksisterende avløpsløsninger i spredt bebyggelse, kan det i enkelte tilfeller imidlertid være eneste mulighet for utslipp av rensset avløpsvann. Konkrete krav til renseeffekt og utforming av utslipp må da settes. Det må sikres at utslippet ikke medfører praktiske, estetiske eller forurensningsmessige ulemper.

Utslipp til bekker, eller **infiltrasjon** nær inntil bekker og vassdrag, krever ofte at bekkebunnen undersøkes. Bekker kan renne på løsmasser med høy **grunnvannstand**, tett **leire** eller **bunnmorene**, alternativt direkte på fjell. Det anbefales å benytte skovlbor for å undersøke løsmassene direkte i bekkebunnen eller i kanten av bekken. Løsmasser som sitter igjen i boret tas ut og det undersøkes om det er tørre masser i kjernen av prøven. Er det tørre masser i kjernen av prøven, er løsmassene under bekken relativt tette. Dette betyr at forurenset vann i liten grad kan trenge ned i massene og videre ned i fjellsprekker. Denne observasjonen er spesielt viktig i områder med drikkevannsbrønner i nærheten.

Der bekker renner på fjell er det viktig å kartlegge fjellets sprekker og fall i sprekkssystemet. Spesielt der hvor brønner er plassert nær inntil bekken. Avløpsvann tilført bekker som renner på fjell med utviklet sprekkssystem kan forurense brønner.

Bildene i figur 2.10 viser bekker som renner i ulike områder; på fjell med klar sprekkdannelse, på tett bunnmorene, på tette myrmasser og utslipp av rensset avløpsvann med begroing tett opp til en liten bekk.



Figur 2.10: Bekk på fjellbunn (1), bekk på tett bunnmorene (2), bekk på tette myrmasser (3) og lokalt utslipp av avløpsvann med begroing (4)

2.11. Brukerinteresser

Fare for forurensning av drikkevann er omtalt i kapittel 2.9. Andre brukerinteresser i nærområdet må også kartlegges og vurderes. I tillegg til drikkevannsinteresser kan følgende være aktuelle brukerinteresser i et område:

- Badeplass
- Fiskeplass
- Vannsport
- Friluftsliv, rekreasjon, barns lek
- Vanningsvann i landbruket

Punktlisten er ikke uttømmende! Enhver brukerinteresse må ivaretas i det enkelte tilfellet.

De ulike brukerinteresser i et område må hensynstas ved planlegging av avløpsrenseanlegg og utslipp. Det er derfor viktig å registrere de ulike brukerinteressene ved feltbefaring. I tillegg skal naboer og berørte parter kunne uttales seg gjennom nabovarsling.

Badeplasser

Offentlige badeplasser kontrolleres ofte av helsemyndigheten i kommunen med tanke på hygiene og smitterisiko. I vassdrag, sjø eller ferskvann, som benyttes som **resipient** for avløpsvann og har badeplasser, skal det være høyt fokus på å begrense utslipp av sykdomsfremkallende organismer fra avløpsrenseanlegg. Høyt utslipp av slike organismer vil forringe badevannskvaliteten og medføre fare for sykdomsutbrudd. Renseløsninger med lave utslipp av smittestoff må tilstrebes i slike områder.



Figur 2.11: Flyfoto av badeplass i område med spredt bebyggelse og private **avløpsanlegg**.

Kilde: www.gulesider.no

Fiskeplasser, vannsport og friluftsliv

Bruk av vann og vassdrag kan variere mye. Fiske er aktuelt i mange områder og forvaltes ofte av lokale foreninger. Interessen for bruk av vassdrag i friluftssammenheng øker. Barnehager, skoleklasser og private utflukter i og ved vassdrag vil i framtiden få større oppmerksomhet. Disse brukerinteressene må registreres og hensynstas i resipient-sammenheng på samme måte som andre brukerinteresser.

Vanningsvann i jordbruket

Gårdsdammer og vanningsdammer i jordbruket er ofte benyttet i vekstsesongen. Der hvor det dyrkes grønnsaker som kan spises rå, stilles det hygieniske krav til vannet. Det er derfor viktig at lokale bekker, overvanns- og landbruksdren, som ledes til vanningskilder, ikke mottar rensset avløpsvann uten nøye vurderinger. I slike tilfeller må det gjennomføres hygieniske tiltak som sikrer at grønnsaker ikke blir overvannet med vann som inneholder sykdomsfremkallende bakterier og virus.

Flyfoto i figur 2.12 viser en gårdsdam som tilføres vann fra små bekker og **sigevann** i et område med spredt avløp.



Figur 2.12: Flyfoto av gårdsdam i spredt bebyggelse med mindre *avløpsanlegg*.

Kilde: www.gulesider.no

2.12. Risikovurdering

Når de innledende feltundersøkelsene er gjort, brukerinteressene er registrert og man har oversikt over det aktuelle området, må det gjøres en risikovurdering av forurensningsfaren. Stikkord med tanke på risikovurdering og forurensningsfare er *brukerinteresser, type forurensning og risikosone*:

- Hvilke brukerinteresser i området kan være i fare for forurensning?
- Hvilke undersøkelser starter vi med for å vurdere risiko?
- Hvilke typer forurensning kan være aktuelle?
- Hvordan avgrense influensområdet slik at nødvendige brukerinteresser blir registrert?

$$\text{RISIKO} = \text{sannsynlighet} * \text{konsekvens}$$

Avgrensning av influensområdet er et stadig tilbakevendende spørsmål, og kan i mange tilfeller være vanskelig å konkretisere. Dette er omhandlet i rapporten med fokus på registreringer og avgrensninger som: fjellbarrierer, type *bergart*, tette masser, generell topografi, nedbørsfelt, utstrømningsområder, strømningshastighet i vassdrag mm. Nedenfor er det satt opp en oversikt over undersøkelser som skal være med i risikovurderingen, og rekkefølgen på disse:

1. *Registrering og undersøkelser av eksisterende *avløpsanlegg*, samt *vannforsyning* og andre brukerinteresser innenfor influensområdet/risikosonen.* Det er viktig at denne oversikten er på plass før man går videre med andre undersøkelser da dette vil styre undersøkelsen mot lavest mulig risiko.
2. *Registrering av bergart* for å kunne si noe om sprekkesystemer og graden av oppsprekking. Som eksempel vil gneis og granitt som oftest være harde bergarter med mindre sprekkesystemer enn eksempelvis basalt. Basalt har ofte mye sprekker i fall og ikke minst store tverrgående sprekker, som lett fører vann. Bergartsstrukturer, som strøk og fall og tverrgående sprekkesystemer, må registreres for å finne ut om sprekkesystemene kan lede avløpsvann mot vannforsyninger. Dersom dette er tilfellet, vil det som oftest være liten hensikt å undersøke løsmassene i dette utstrømningsområdet. Denne delen av undersøkelsen er derfor viktig for å kunne peke ut et område for *infiltrasjon*/utslipp som ikke faller innenfor sprekkesoner som kan lede avløpsvann til vannforsyninger.
3. *Grunnvannstrykk og strømningsretning på grunnvannet i fjell* må undersøkes så langt det er mulig. Grunnvannet vil i hovedsak ha gradient i samme retning som overflate-/topografisk gradient. I de fleste tilfeller vil imidlertid grunnvannsgradienten være noe mindre enn overflategradienten. Dersom et undersøkelsesområde ligger i en li, ned mot en dal/fjord, vil grunnvannets gradient med stor sannsynlighet være mot dalen/fjorden. Dette kan ofte sees med flere vannutslag/oppkommer fra fjellsprekker i nedre del av lia. Slike observasjoner sier noe om hvilken retning en eventuell forurensning kan bevege seg. En nedenforliggende brønn kan bli forurenset. Dersom fallet i bergarten eller tverrgående sprekker er sammenfallende med grunnvannets gradient vil faren for nedenforliggende brønner være stor.
4. Grunnet fare for forurensning, *vil undersøkelser av løsmasser (fase 3)*, som ligger innenfor faresoner avdekket i punkt 2 og 3, i de fleste tilfeller være unødvendig. Derfor må det fokuseres på løsmasseforhold utenfor disse sonene. Vanlige prosedyrer beskrevet i denne rapporten må da gjennomføres. Løsmassenes sammensetning er viktig dokumentasjon på massenes egnethet for å holde tilbake smittestoff. Generelt har finstoffholdige løsmasser bedre egenskaper for tilbakeholdelse av smittestoff enn grove masser.
5. Detaljerte *grunnundersøkelser* for vurdering av lokale løsmasser er beskrevet i kap. 3 (fase 3). Dersom det gjennom grunnundersøkelser fremkommer at det er tette underliggende masser, som *leire* og siltholdig leire, er dette registreringer som må komme tydelig fram i en risikovurdering. Dersom utbredelsen av slike masser er sammenhengende, vil massene ligge som en tett barriere over fjell. På den måten bidrar slike masser til å hindre/begrense infiltrert avløpsvann å trenge ned i fjellsprekker.

Valg av avløpsløsning må gjøres med fokus på å minimere faren for forurensning. Risikovurdering må gjennomføres i det enkelte tilfellet som beskrevet ovenfor. Egnet renseløsning vil variere med lokale brukerinteresser, faren for forurensning og områdets sårbarhet.

Grunnlaget for risikovurdering legges i de undersøkelser som må gjennomføres.
Det må fokuseres på risikovurdering fra prosjektets oppstart!

2.13. Oppsummering - konklusjon

Ut fra befaring med innledende feltundersøkelser og vurderinger skal en av følgende konklusjoner kunne trekkes:

1. *Undersøkelsene viser at stedlige jordmasser kan benyttes til **infiltrasjon** av **sanitært avløpsvann** – mer detaljerte **grunnundersøkelser** må gjennomføres for å avklare hvordan stedlige jordmasser kan benyttes til rensing av avløpsvann, dvs. om tradisjonelt **infiltrasjonsanlegg** kan etableres, eller om stedlige jordmasser kan benyttes til infiltrasjon av forbehandlet eller fullrenset avløpsvann.*
Undersøkelser av vannforsyninger, **bergart**, grunnvannsgradient og potensielle konflikter med eventuelle brukerinteresser i området er vurdert og endelig område for gjennomføring av detaljundersøkelser er ut fra dette lokalisert.
2. *Undersøkelsene viser at stedlige jordmasser ikke kan benyttes til **infiltrasjon** av **sanitært avløpsvann** – andre renseløsninger enn infiltrasjonsløsninger må anbefales, og utslipp av rensset vann må skje til annen **resipient** enn stedlige jordmasser. Det kan være ulike årsaker til det. Eksempelvis kan avstandskrav ikke innfris, det er fare for forurensning av drikkevann eller forurensningskonflikt med andre brukerinteresser. I tillegg kan det være at innledende undersøkelser vist at stedlige løsmasser ikke har tilstrekkelig utbredelse, mektighet, eller renssevne, samt at geologiske eller hydrogeologiske forhold vurderes å ikke være tilfredsstillende.*
De innledende feltundersøkelsene (fase 2) har avklart at stedlige løsmasser er uegnet til infiltrasjon av avløpsvann. Mer detaljerte undersøkelser og vurderinger for utslipp av avløpsvann til vannresipient må gjennomføres. Vurdering av vannforekomstens tilstand og kapasitet er viktige momenter i de videre undersøkelsene. Dette er ikke beskrevet ytterligere i denne rapporten.

Ut fra dette skal befaring med innledende feltundersøkelser og vurderinger danne grunnlag for anbefaling og valg av enhver type avløpsløsning.

Fase 2 – befaring med innledende feltundersøkelser

En av følgende konklusjoner skal kunne trekkes:

1. Stedlige jordmasser kan benyttes til infiltrasjon av sanitært avløpsvann
2. Stedlige jordmasser kan ikke benyttes til infiltrasjon av sanitært avløpsvann

3. Detaljerte grunnundersøkelser (fase 3)

Der befaring med innledende feltundersøkelser konkluderer med at stedlige jordmasser kan benyttes til **infiltrasjon** av **sanitært avløpsvann**, må det gjennomføres mer detaljerte **grunnundersøkelser**. Detaljerte grunnundersøkelser innebærer å:

- registrere grunnforhold på utvalgte lokaliteter – metodikk og prøvetaking, profilbeskrivelse, kornfordeling og lagringsfasthet
- beskrive de stedlige jordmassenes vannledningsvene, hydrauliske kapasitet og **infiltrasjonskapasitet**
- beskrive de stedlige jordmassenes mektighet, utbredelse og renseevne
- beskrive infiltrert vanns **oppholdstid** og transportvei i stedlige løsmasser
- avgjøre hvorvidt tradisjonelt **infiltrasjonsanlegg** kan etableres for totale mengder avløpsvann, alternativt kun for **gråvann**
- avgjøre hvorvidt avløpsvannet må forbehandles (utover slamavskilling) før infiltrasjon i stedlige jordmasser
- avgjøre hvorvidt avløpsvannet må gjennomgå fullverdig rensing i renseanlegg (eksempel minirensanlegg) før infiltrasjon av rensset avløpsvann i stedlige jordmasser

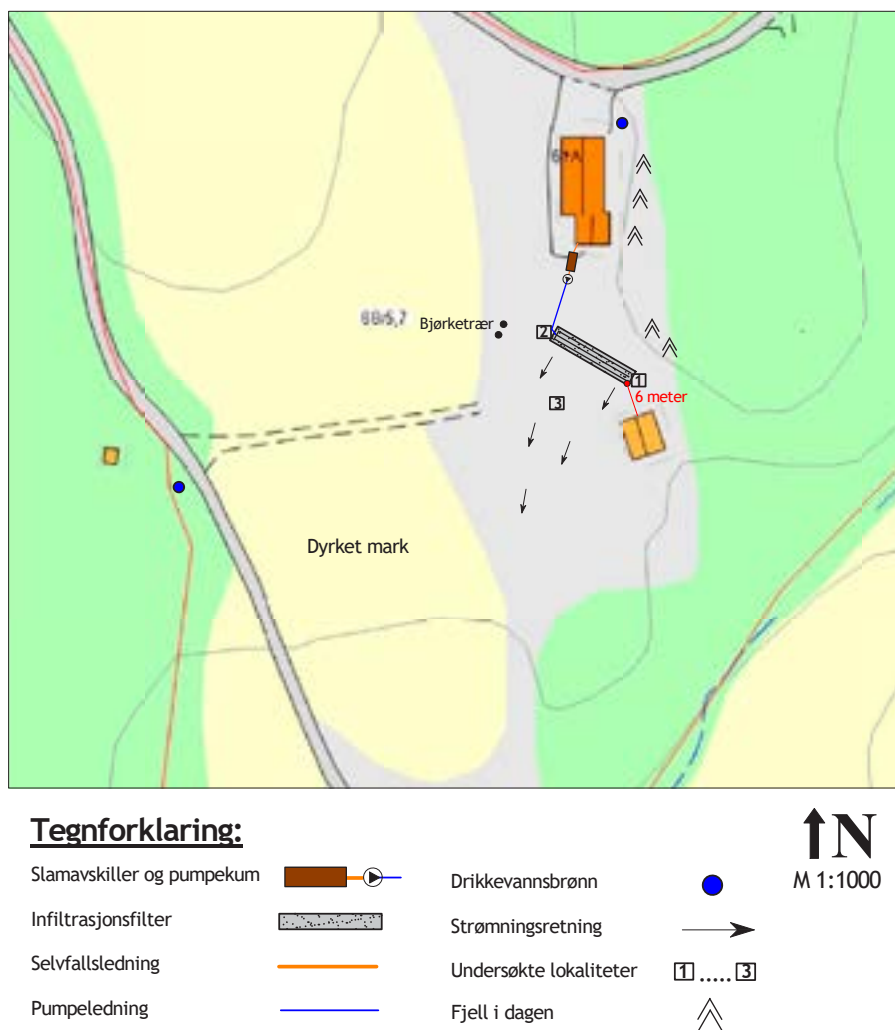
Norsk Vanns [sjekklister](#) for vurdering av utslipp av avløpsvann kan benyttes sammen med informasjon i dette kapitlet. Vedlegg 3 gir oversikt over nødvendig utstyr som anbefales å ha med ved gjennomføring av grunnundersøkelser.

Alle registreringer skal kartfestes og dokumenteres med foto. Eksempel på kartutsnitt med registreringer og anleggs-komponenter inntegnet er vist i 3.1. Det anbefales i tillegg utstrakt bruk av bilder/foto for å dokumentere de ulike observasjoner og undersøkelser.

Detaljerte grunnundersøkelser skal avklare:

- *Hvor* **infiltrasjonsfilter** kan etableres
- *Hvilket* dyp i jordprofilet infiltrasjonsflaten kan etableres på
- *Hvordan* infiltrasjonsfilteret skal utformes (lengde/bredde)
- *Hvilken* type avløpsvann det kan etableres infiltrasjonsfilter for – slamavskilt totalavløp, slamavskilt gråvann, forbehandlet avløpsvann, fullrenset avløpsvann
- *Hvilken* renseløsning som skal anbefales ut fra samlet renseeffekt og hensyn til drikkevann og andre bruker-interesser

Alle observasjoner, registreringer og undersøkelser som gjøres skal kartfestes og dokumenteres med bilder/foto.



Figur 3.1: Eksempel på kartutsnitt med registreringer fra detaljerte grunnundersøkelser og inntegning av anleggskomponenter

Sentrale egenskaper som må undersøkes i jordmassene er:

Jordmassenes vannledningsevne (m/døgn)

Et uttrykk for vannets strømmingsevne i jordmassene. Løsmassenes kornfordeling og lagringsfasthet er viktige faktorer for vannledningsevnen. Dette kan måles i felt ved infiltrasjonstest, avregnes fra kornfordelingskurve i godt sorterte jordarter eller i noen tilfeller stipuleres.

Hydraulisk kapasitet (m³/døgn)

Mengden vann som kan strømme gjennom en gitt jordart over en tidsperiode. **Hydraulisk kapasitet** beregnes ut fra jordas vannledningsevne, mektighet på vannførende lag, grunnvannets/terrengets helning og bredde på utstrømningsareal/lengde på **infiltrasjonsfilter**-grøft. Dersom den hydrauliske kapasiteten overskrides, vil grunnvannsstanden stige som en følge av at jordmassene ikke greier å lede vekk tilførte vannmengder. Dette vil føre til reduksjon av **umettet sone** under filterflaten, dårligere rensing av avløpsvannet og i verste fall vannutslag til terreng.

Infiltrasjonskapasitet for slamavskilt avløpsvann (liter/m² og døgn)

Jordas kapasitet til å motta slamavskilt avløpsvann. Bestemmes ut fra jordmassenes kornfordeling og **permeabilitet** (vanngjennomtrengelighet). Infiltrasjonskapasiteten er den mengde slamavskilt avløpsvann som kan infiltreres per m² filterflate etter at biohuden er utviklet. Dette er et dimensjoneringskriterium for mengden avløpsvann som kan infiltreres i en gitt jordart (ref. [VA/Miljø-Blad 59](#), Lukkede **infiltrasjonsanlegg**). Infiltrasjonskapasiteten oppgis i liter per m² og døgn.

Mektighet og utbredelse av gode rensemasser (m/m²)

Mektigheten og utbredelsen av jordmasser egnet som rensemedium og **resipient** for **sanitært avløpsvann** er viktig. Egnede løsmasser må ha stor nok mektighet til at avstand fra infiltrasjonsflaten til høyeste **grunnvannstand**, tette masser eller fjell er tilstrekkelig, samt at tilfredsstillende renseeffekt i løsmassene oppnås. I tillegg må utbredelsen (arealet) av de egnede løsmassene være tilstrekkelig til at **infiltrasjonsfilter** kan etableres med god **hydraulisk kapasitet** og tilfredsstillende **oppholdstid** i løsmassene. Faktorene er avgjørende for hvordan anlegget dimensjoneres og utformes (resultat av grunnundersøkelse).

Lagringsfasthet, L (liten) – M (middels) – S (stor)

Jordmassenes lagringsfasthet har stor betydning for permeabiliteten (vanngjennomtrengeligheten) i den aktuelle jordarten. Stor lagringsfasthet gir lav vanngjennomtrengelighet.

Egenskaper som rensemedium

Jordmassenes evne til å binde **fosfor** er viktig for å vurdere løsmassenes egnethet for **infiltrasjon** av totale mengder avløpsvann. Mineralsk kvartssand er lite egnet, mens jern-, aluminium- eller kalsiumholdige løsmasser er godt egnet for fosforrensing. Et infiltrasjonsfilter som er plassert høyt i jordprofilen vil ha god oksygentilgang og dermed generelt gi bedre nedbrytning av **organisk stoff** enn et filter som ligger dypt i jordprofilen.

Oppholdstid i jordmassene

Lang oppholdstid for infiltrert vann, i både umettet og **mettet sone**, gir god tilbakeholdelse av ulike forurensningskomponenter.

3.1. Registrering av grunnforhold på utvalgte lokaliteter – metodikk og prøvetaking

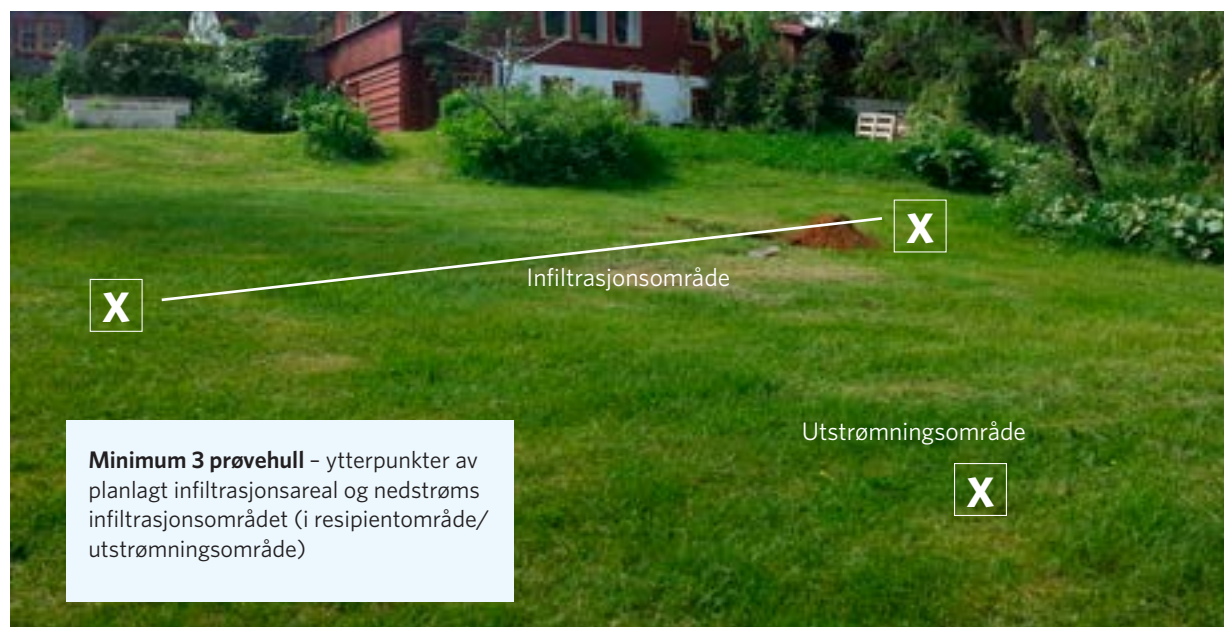
Første del av de detaljerte grunnundersøkelsene omfatter sjakting med gravemaskin eller bruk av skovlbor i egnet område for infiltrasjon. Jordmassenes sammensetning, kornfordeling og pakningsgrad, samt eventuelt **sigevann** eller **grunnvann**, registreres.

Det skal graves minimum to prøvehull i infiltrasjonsområdet og minimum et hull i resipientområdet/utstrømningsområdet. Hullene graves ned til grunnvann, tettere masser eller fjell. Det er alltid nyttig å få registrert **grunnvannspeilet**. Dette bør derfor etterstrebes der det er mulig. Der jordmassene består av **silt**, tett morene eller **leire**, kan det iblant være nok å grave 1-2 meter dype hull.

I alle tilfeller må det som et minimum graves prøvehull som er minst 50 cm under planlagt filterflate for anlegg <25 pe og minst 100 cm under planlagt filterflate for anlegg 26-50 pe.

Jordprofilen i hvert prøvepunkt skal beskrives, og det skal gjennomføres en foreløpig vurdering om løsmassene tilfredsstillende kravene som stilles til infiltrasjonsareal og resipientareal. Det forutsettes at det er gjort vurderinger av om grunnvann, drikkevannskilder eller andre brukerinteresser kan bli forurenset – risikovurdering (fase 2).

Der det er skiftende grunnforhold, må det graves flere prøvehull. Under spesielle forhold kan det være nødvendig å grave relativt mange hull for å få oversikt over grunnforholdene. Alle prøvепункter skal kartfestes og profilbeskrivelse skal utarbeides. For profilbeskrivelse, se punkt 3.1.3 og eksempler på skjema og tabeller for profilbeskrivelse i vedlegg 4.



Figur 3.2: Minimum 3 lokaliteter skal undersøkes

3.1.1. Skovlboring

I løsmasser med lavt innhold av **stein** og **grus** kan skovlbor benyttes. Boret består av en prøvetaker (skovl), forlengelsesrør og håndtak (figur 3.3). Boret dreies samtidig som det presses ned med kroppstygden. Når skovlen er full tas den opp og tømmes. Den øverste delen av prøven i skovlboret vil oftest bestå av nedrast materiale og må fjernes.

Prøvene legges i en «streng» på bakken og ut fra denne kan en danne seg et bilde av grunnens sammensetning i borehullet. En profilbeskrivelse kan utarbeides. Samtidig er det gode muligheter for uttak av representative jordprøver. Boringen kan gi en indikasjon på avstand til fjell og/eller større steiner. Prøvetaking med skovlbor er normalt begrenset til løsmasser over grunnvannsnivået. Dette fordi løsmassene er fuktige og dermed vanskelig å ta opp til overflaten.

Bruk av skovlbor

- Egnet for løsmasser med lavt innhold av stein og grus, samt masser som ikke har alt for stor lagringsfasthet
- Bor med prøvetaker (skovl), forlengelsesrør og håndtak
- Undersøkelse ned til 120 cm (ca. 200 cm med forlenger)
- Boret dreies samtidig som det presses ned med kroppstygden
- Prøver tas opp på forskjellige dyp og legges ut som en streng på bakken – ta bilde av strengen
- Løsmassenes sammensetning, lagringsfasthet og eventuell fuktighet på forskjellige dybder noteres – profilbeskrivelse utarbeides
- Løsmassenes sammensetningen i borehullet kan karakteriseres
- Representativ prøve til kornfordelingsanalyse kan tas ut
- Normalt begrenses prøvetaking med skovlbor til løsmasser over grunnvannsnivået
- Skovlbor er best egnet på små arealer (mindre tomter) med liten mektighet på løsmassene



Figur 3.3: Skovlbor



Figur 3.4: Uttak av jordprøve med skovlbor – visualisering av jordprofil

3.1.2. Sjakting med gravemaskin

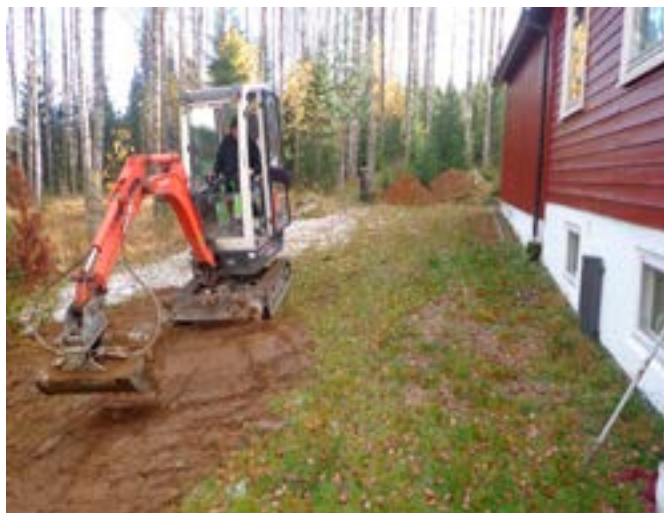
Sjakting med gravemaskin gir de sikreste opplysninger om løsmassenes egenskaper. Der mektigheten er stor eller lokale løsmasser har høyt innhold av **stein**, må gravemaskin benyttes da skovlbor ikke er egnet. Maksimalt gravedyp vil normalt variere fra 1 til 3 meter avhengig av grunnforhold og gravemaskinens størrelse og kapasitet. Det bør normalt benyttes en gravemaskin som kan grave til minimum 3 meter dyp i hard/fast morene. Avhengig av grunnforhold vil det imidlertid ikke være behov for å grave 3 meter dype prøvehull på alle lokaliteter. Dette må vurderes i det enkelte tilfellet.

Sjaking gir mulighet for direkte registrering av løsmassenes **lagdeling**, lagringsfasthet, kornfordeling og i mange tilfeller også mektighet og grunnvannsnivå. Dessuten er muligheten for uttak av representative jordprøver meget gode. I tillegg til notater og kartfesting, brukes foto som dokumentasjon. Graving under grunnvannsnivå medfører generelt at registrering av løsmassefordelingen blir usikker.

Utgravde grøfter/sjakter kan utgjøre en sikkerhetsrisiko. Dersom det er fare for utrasing (spesielt grøfter mer enn 2 meter dybde) omfattes arbeidene av [Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav](#) (forskrift om utførelse av arbeid), og generelt av [Arbeidsmiljøloven](#). Forskriften beskriver hvordan slike arbeider skal utføres for å ivareta sikkerheten og den gir nyttig informasjon om jordegenskaper og **grunnundersøkelser**. Se forskriftens [kap. 21](#) om gravearbeid.

Sjaking med gravemaskin

- Egnet i alle typer løsmasser, men mest aktuelt der det antas å være løsmasser med gode renseegenskaper og stor mektighet
- Bruk av gravemaskin for å grave opp større inspeksjonshull for vurdering av løsmassene: sammensetning, lagdeling, lagringsfasthet, fuktighet, mektighet, avstand til grunnvann, fjell eller tettere masser
- Gravedybde: ned til fjell, tettere masser eller grunnvann. Normalt 1-3 meter dybde.
For anlegg <25 pe skal det minimum graves ned til 50 cm under aktuell infiltrasjonsflate
- Sjaking gir god mulighet for uttak av representativ jordprøve
- Gir mulighet for god undersøkelse og kartlegging av jordmassene på den aktuelle lokaliteten – utarbeidelse av profilbeskrivelse
- Behovet for sjaking er størst ved etablering av infiltrasjonsanlegg, spesielt når filterflaten skal legges dypt i jordprofilen



Figur 3.5: Sjaking med gravemaskin for vurdering av løsmasseforhold.



Figur 3.6: Sjakting med gravemaskin – lagdeling over tette masser



Figur 3.7: Sjakting med gravemaskin – eksempler på lagdeling i løsmasser. Øvre løsmasser har mindre lagringsfasthet enn de underliggende, fastere massene, og er dermed bedre egnet for etablering av infiltrasjonsfilter. Rustbrune løsmasser har generelt god fosforbindingskapasitet.

3.1.3. Profilbeskrivelse

Et jordprofil beskriver de ulike lag av løsmasser, fra terreng og nedover i jordprofilet. En detaljert profilbeskrivelse og riktig prøvetaking er av stor betydning for et godt resultat. Eksempler på tabell og skjema for profilbeskrivelse er vist i vedlegg 4. Profilbeskrivelsen skal inneholde informasjon om følgende:

- Kornstørrelse – type jordart
- Lagringsfasthet
- Fuktighetsforhold og grunnvannsnivå, nedbørs-/værdato
- Løsmassenes mektighet og utbredelse
- Mulig infiltrasjonsdyp
- Hvor jordprøver er tatt ut og infiltrasjonstest evt. er gjennomført – lokalitet og dybde i jordprofilet
- Podsoljord, jernutfellinger og gleidannelser

Kornstørrelse – type jordart

Jordmassenes **kornstørrelsesfordeling** definerer type jordart. Dette 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.

Se kap. 3.2.1 for bestemmelse av jordart og kornfordeling.

Under feltarbeidet bør det alltid gjøres notater om lagenes utbredelse. Det anbefales også å ta bilder av prøvegropp og ulike lag. 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 kornfordeling. 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 er en svært viktig parameter og bør registreres i alle jordarter. Spesielt i usorterte jordarter har lagringsfastheten stor betydning for jordmassenes **permeabilitet** (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. Løsmassenes lagringsfasthet kan deles inn etter følgende skala:

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

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

Stor lagringsfasthet: Jorda er meget vanskelig å grave med spade.

Denne skalaen gir i liten grad faste kriterier for inndeling i fasthetsklasser. Med litt trening vil en imidlertid få sine egne kriterier som kan være til god hjelp når løsmassenes vannledningsevne skal vurderes.

Fuktighetsforhold og grunnvannsnivå

Fuktighetsforholdene forteller mye om jordmassenes evne til å binde vann kapillært. Jord som binder vann kapillært har generelt lav vannledningsevne og lav hydraulisk kapasitet. Vannutslag over grunnvannsnivået viser at jordmassene har tette lag som hindrer nedtrenging av **sigevann**. **Grunnvann** skal alltid registreres der dette er mulig. Fuktighetsforhold vil avhenge av været, både med tanke på nedbørsperioder og perioder med tørrvær. Lokal værdato kan derfor være viktig.

Løsmassenes mektighet og utbredelse

I tillegg til at løsmassene må ha egnede renseegenskaper og tilfredsstillende vannledningsevne og hydraulisk kapasitet, må løsmassene også ha tilstrekkelig mektighet og utbredelse for at **infiltrasjonsfilter** skal kunne etableres. Det må derfor undersøkes at:

- løsmassene har tilstrekkelig mektighet. Kravet er at det, når anlegget er i drift, skal være minimum 50 cm fra filterflate til grunnvann, tette masser eller fjell for anlegg <25 pe og minimum 100 cm for anlegg 26-50 pe.

- løsmassene har tilstrekkelig utbredelse. Egnede løsmasser må dekke et så stort område at **infiltrasjonsfilter** med tilstrekkelig **hydraulisk kapasitet** kan etableres. Det er også viktig at infiltrert vann oppnår tilstrekkelig **oppholdstid** og transportvei i egnede jordmasser.

Infiltrasjonsdyp

Prøvehull graves både der infiltrasjonsfilter skal bygges og i resipientarealet/utstrømningsområdet. Profilbeskrivelser knyttet til infiltrasjonsområdet skal inneholde opplysninger om hvor i jordprofilet filterflaten skal ligge. Det anbefales generelt å etablere filterflaten så høyt opp i jordprofilet som praktisk mulig, slik at stedlige løsmasser utnyttes optimalt. Under ellers like vilkår, oppnås best rensing om filterflaten ligger høyt i jordprofilet pga. mer oksygen og større jordvolum.

Hvor jordprøver er tatt ut og infiltrasjonstester er gjennomført

For hver lokalitet skal det merkes av i profilbeskrivelsen hvor jordprøver er tatt ut og hvor infiltrasjonstest er gjennomført. Dette merkes også av på kart.

Podsolfjord, jernutfellinger og gleidannelser

Podsolfjord oppstår som følge av at syrer fra strønedfall (hovedsakelig fra barskog) vasker ut lettoppløselige mineraler øverst i jorda, noe som gir et nesten hvitt jordlag under torva. Lenger nede nøytraliseres syrene. Mineralene (blant annet jern) felles ut og gir et rustrødt lag. 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 podsolfjordprofil. Jernutfellinger kan imidlertid også finnes på større dyp.

Gleidannelse oppstår i grunnvannspåvirket jord og gir en karakteristisk grønn-blå-grå farge på jorda under reduserte forhold og gul-oransje-brun farge som følge av oksygentilgang. Gleiflekker dannes under høyeste grunnvannsnivå. Flekkene viser derfor hvor høyt grunnvannet kan stå i jordmassene.



Figur 3.8: Podsolprofil med utvaskingssjikt (lys grått) og utfellingslag (rustrødt)

Foto: NIBIO/O. Janne Kjønnes



Figur 3.9: Eksempler på aurhelle

3.1.4. Prøvetaking

Det bør tas ut jordprøver fra alle prøvehull, og fra de ulike lagdelinger i hvert hull. Videre skal det tas prøver av lag der filterflaten i infiltrasjonsfilteret planlegges etablert. Uttak av jordprøve til kornfordelingsanalyse må være representativ for et enkelt lag eller jordartstype.

Det er viktig at jordprøver tas ut og infiltrasjonstest gjennomføres i jordmasser som er *representative* for der avløpsvannet skal infiltreres!

Det anbefales å ta ut 0,5–1,5 liter prøve fra hver prøvelokalitet, avhengig av om dette tas ut i sjakter eller med skovlbor. I sjakter anbefales det å ta ut prøver med liten hagespade. Partikler større enn 32 mm sorteres fra før kornfordelingsanalyse, og andelen av det samlede jordvolumet noteres (f.eks. 30 % > 32 mm). Dette gjøres normalt på laboratoriet, som skal gjennomføre kornfordelingsanalysen.

NB! Jordprøver fra ulike lag må ikke blandes!



Husk å merke prøveposer fortløpende når jordprøver tas ut, slik at merkingen blir riktig for de ulike lokaliteter – endre i fht. til for de ulike lokaliteter.

Det anbefales å benytte doble poser – både som sikkerhet og slik at merkelapp kan legges mellom posene for å unngå at denne blir fuktig.

Husk: Det er bedre å ta ut en jordprøve for mye enn en for lite!

Figur 3.10: Eksempel på prøvepose med uttatt jordprøve

3.2. Beskrivelse av løsmasser – kornstørrelse, kornfordeling og infiltrasjonsdiagram

3.2.1. Bestemmelse av jordarter

Jord er alt løsmateriale som finnes over fast fjell. Både uorganisk løsmateriale, som sand og grus, og organisk materiale, som eksempel humus, regnes som jord. Løsmaterialet kan inndeles i jordsmonn og jordarter.

Jordsmonn

Jordsmonnet er det øverste laget av alt løst materiale over fast fjell (løsmasser) som er påvirket av klima og levende organismer. Disse prosessene gjør at jordsmonnet skiller seg ut fra undergrunnsjorda.

I infiltrasjonssammenheng er det jordartene som er av størst betydning, da det er disse løsmassene som generelt er egnet for etablering av infiltrasjonsfilter. Mekanisk beskrives en jordart etter sammensetningen av partikler og diameter av disse i grupper. De grøveste partiklene er blokk og stein. De finere partiklene, som grus, sand og silt, deles igjen opp i undergrupper. De aller fineste partiklene er leir. For beskrivelse av partikler med forskjellig størrelse (fraksjoner) benyttes følgende skala:

Blokk	>256 mm
Stein	64 – 256 mm
Grus Grov Middels Fin	2 – 64 mm 20 – 64 mm 6 – 20 mm 2 – 6 mm
Sand Grov Middels Fin	0,063 – 2 mm 0,6 – 2 mm 0,2 – 0,6 mm 0,063 – 0,2 mm
Silt Grov Middels Fin	0,002 – 0,063 mm 0,02 – 0,063 mm 0,006 – 0,02 mm 0,002 – 0,006 mm
Leir	<0,002 mm

Jordart

Jordart er jord som bestemmes ut fra mekanisk eller kjemisk sammensetning, geologisk dannelsesmåte og geologisk opphavsmateriale.

Mineralske jordarter grupperes etter den andelen kornstørrelser som dominerer. Eksempelvis kan en jordart bestå av ren sand eller av partikler med forskjellig størrelse, f.eks. sand og grus. 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 avtagende prosentandel i den utstrekning de er av betydning for karakteriseringen av jordarten.

Eksempel: Ved betegnelsen *grusig sand*, er hovedfraksjonen sand, men jorda inneholder også en del grus. Betegnelsen *sandig, siltig grus* tilsier at hovedfraksjonen er grus, men jorda inneholder også noe sand og silt, og da noe mer sand enn silt.

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

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

Bedømmelse av jordart er viktig for å vurdere jordmassenes egnethet for **infiltrasjon**. De ulike jordartene kan skilles fra hverandre ved fysisk å kjenne på partikkelstørrelsen i en jordprøve (se vedlegg 1, figur 7).

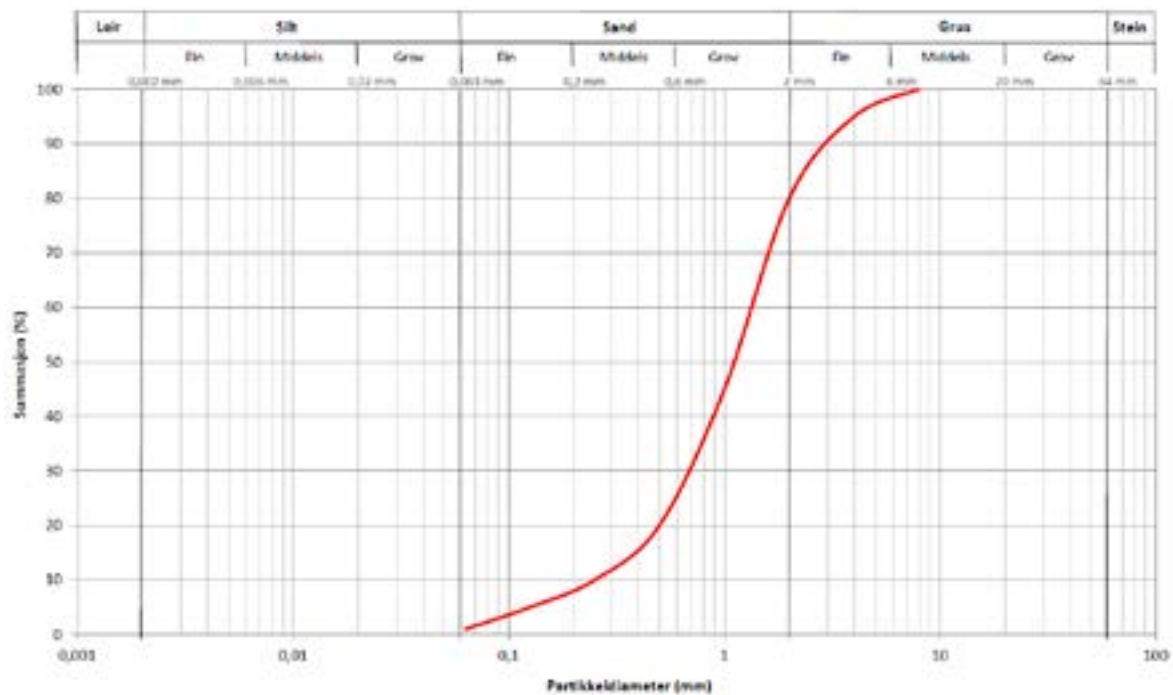
3.2.2. Kornstørrelsesfordeling

Kornstørrelse og kornfordeling (partikkelstørrelse og partikkelfordeling) er en av de viktigste parameterne for vurdering av jordas egnethet som rensedium. For å beskrive jordas **kornstørrelsesfordeling** benyttes normalt kornfordelingskurver. For å kunne sette opp en kornfordelingskurve må det gjennomføres en kornfordelingsanalyse, dvs. at mengdefordelingen av fraksjonene i jordprøven bestemmes. For denne type analyser er det ikke nødvendig å skille mellom **leire** og **silt**. Denne fraksjonen fremkommer som en rest når **grus** og **sand** er siktet ut. En kornfordelingsanalyse kan for eksempel vise en jordart med følgende kornstørrelsesfordeling:

Tabell 3.1: Fordeling av ulike fraksjoner i en jordprøve (eksempel)

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

Kolonne 4, som viser %andel av de ulike fraksjonene, er grunnlaget for å sette opp en kornfordelingskurve. Kornfordelingskurven presenteres i et kornfordelingsdiagram (figur 3.11), med partikkelstørrelse (mm) langs x-aksen og vekt% (andel) av de ulike fraksjonene langs y-aksen.



Figur 3.11: Kornfordelingsdiagram med eksempel på kornfordelingskurve

Kornfordelingsanalyse

Bestemmelse av kornstørrelsesfordeling ved å tørke og tørrsikte løsmasseprøver gjennom en standardisert siktesats. Mengdebestemmelse av de ulike fraksjonene baseres på separat veiing av de enkelte sikterester. De ulike mengdefraksjoner plottes inn i kornfordelingsdiagrammet som %andel av totalfraksjonen.

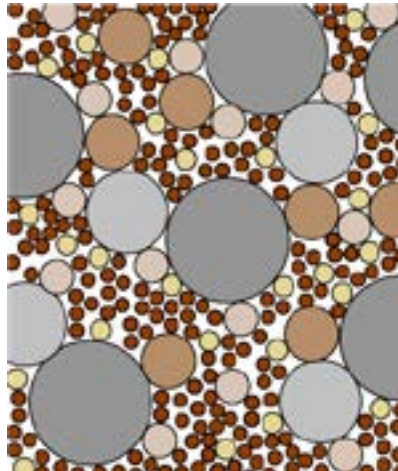
Løsmasser som har $d_{10} < 0,1$ mm i kornfordelingskurven har generelt en gunstig effekt for å holde tilbake smittestoff. Slike masser er dermed godt egnet for beskyttelse av drikkevannskilder.

3.2.3. Sortering

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



Figur 3.12: Godt sortert jord



Dårlig sortert jord

Sortering

Sortering (S_o) er forholdet mellom d_{10} og d_{60} i kornfordelingsdiagrammet hvor:

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

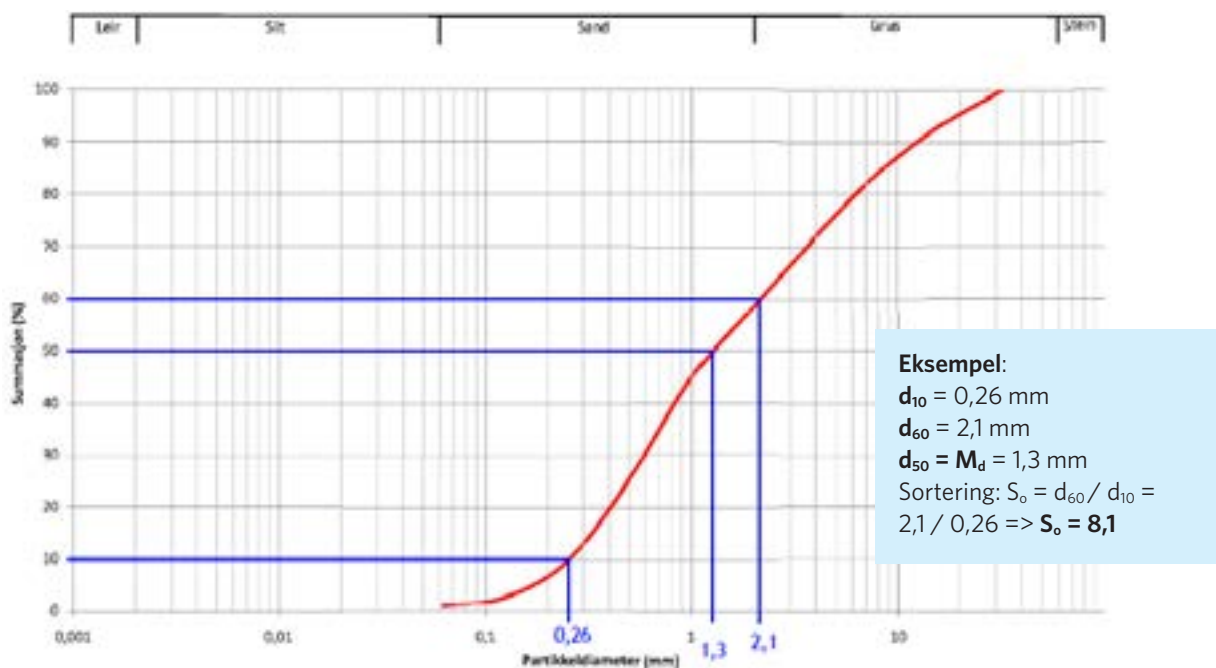
d_{60} = Kornstørrelsen for skjæringspunktet mellom 60 %-linjen og kornfordelingskurven

Sortering: $S_o = d_{60} / d_{10}$

Middelkornstørrelsen ($Md=d_{50}$) er kornstørrelsen for skjæringspunktet mellom 50%-linjen og kornfordelingskurven.

Følgende skala benyttes med hensyn til sortering:

Godt sortert jordart:	Sortering < 6
Dårlig sortert jordart:	Sortering mellom 6 og 30
Usortert jordart:	Sortering > 30

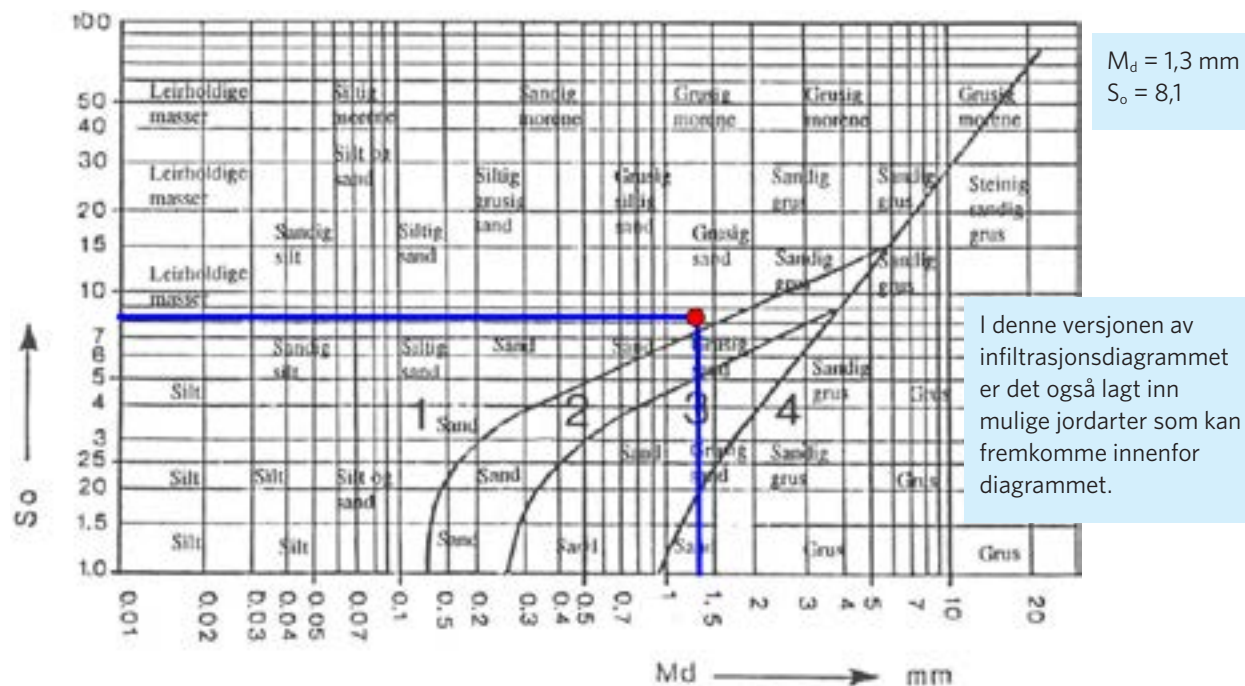


Figur 3.13: Eksempel på kornfordelingskurve og avlesning av d_{10} , d_{60} og M_d (d_{50})

3.2.4. Infiltrasjonsdiagrammet

Infiltrasjonsdiagrammet (figur 3.14) benyttes til dimensjonering av infiltrasjonsfilteret (ref. [VA/Miljø-blad 59](#)), og kornfordelingskurven brukes til å bestemme jordas beliggenhet i infiltrasjonsdiagrammet. Faktorene som skal legges inn i infiltrasjonsdiagrammet er **sortering** (S_o) og **middelkornstørrelse** (M_d).

Det finnes dataprogrammer for plotting av kornfordelingskurve og inntegning av prøve i infiltrasjonsdiagrammet. Laboratorier som utfører kornfordelingsanalyse benytter i de fleste tilfeller slike programmer.



Figur 3.14: Infiltrasjonsdiagrammet med inntegnet punkt for prøve i figur 3.13.

Infiltrasjonsdiagrammet består av fire ulike infiltrasjonsklasser. De beste infiltrasjonsmassene hører til i klasse 2 (sand) og 3 (grusig sand), samt i overgangen mellom felt 2 og 1. Massene i klasse 4 er grove og har dårligere renseeffekt. Her kan det imidlertid legges inn lag med sand klasse 2 for å øke renseeffekten. Infiltrasjonsfilteret dimensjoneres ut fra hvor i infiltrasjonsdiagrammet jordprøven havner.

De ulike infiltrasjonsklassene er:

Klasse 1 (finkornige masser)

Generelt lav vannledningsevne. Infiltrasjonskapasitet (liter per m² per døgn), må bestemmes på grunnlag av infiltrasjonstester (målt vannledningsevne i felt, se fig. 3.15).

Målt vannledningsevne: for avløpsvann	Infiltrasjonskapasitet
> 5 meter per døgn	- 25 liter per m ² per døgn
4 - 5 meter per døgn	- 20 liter per m ² per døgn
3 - 4 meter per døgn	- 15 liter per m ² per døgn
2 - 3 meter per døgn	- 10 liter per m ² per døgn
1 - 2 meter per døgn	- 6 liter per m ² per døgn
< 1 meter per døgn	- Meget liten - infiltrasjon anbefales ikke

Klasse 2 (sand)

Generelt god vannledningsevne (> 5 meter per døgn). Masser med infiltrasjonskapasitet til å motta 25 liter slamavskilt avløpsvann per m² og døgn.

Klasse 3 (grusig sand)

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

Klasse 4 (sandig grus og grus)

Høy vannledningsevne. Det må legges inn et sjikt med klasse 2 sand (25 liter per m² per døgn) mellom stedlige jordmasser og fordelingslaget. Støpe- eller pussesand kan benyttes. Sanden skal komprimeres slik at det ikke blir setninger i anlegget.

For ytterligere beskrivelser av infiltrasjonsklasser, infiltrasjonskapasitet og dimensjonering av infiltrasjonsfiltre, se [VA/Miljø-blad 59](#), Lukkede [infiltrasjonsanlegg](#).

3.3. Bestemmelse av jordmassenes vannledningsevne

Der jordmassene faller i klasse 1 i infiltrasjonsdiagrammet er hovedanbefalingen at det gjennomføres infiltrasjonstest (målt vannledningsevne i felt, se punkt 3.3.1) for å måle jordmassenes vannledningsevne. Dersom jordmassene i resipientområdet skiller seg fra massene i infiltrasjonsområdet må vannledningsevnen til disse jordmassene også bestemmes.

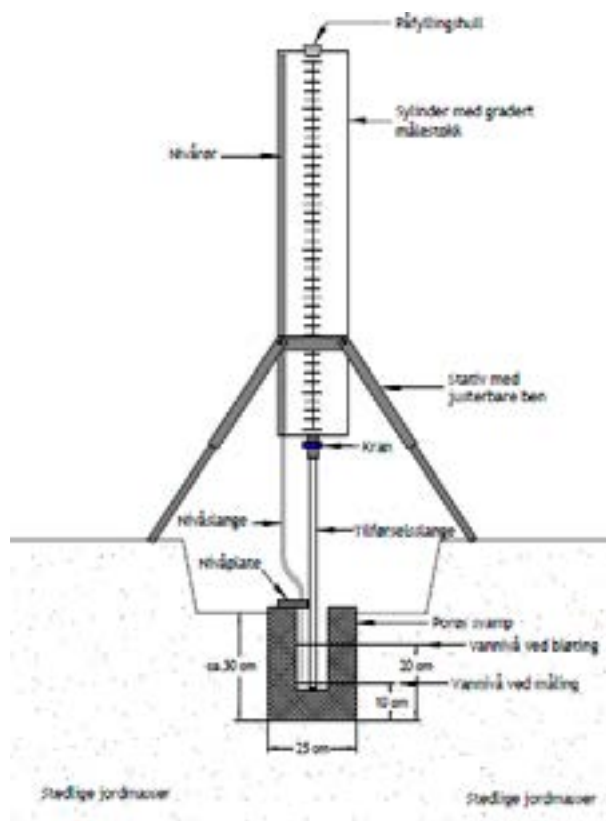
I godt sorterte jordmasser kan Hazens formel benyttes for å beregne vannledningsevnen (se punkt 3.3.2), og infiltrasjonstest kan da unnlates. Hovedanbefaling når jordmassene faller i felt 1 er imidlertid at infiltrasjonstest gjennomføres. I ensartede områder kan det være tilstrekkelig med én infiltrasjonstest, men vanligvis er det flere jordarter innenfor infiltrasjonsområdet. Under slike forhold bør det gjennomføres flere infiltrasjonstester.

3.3.1. Infiltrasjonstest

Infiltrasjonstesten gir et mål på jordas vannledningsevne, som er en sentral parameter ved bestemmelse av jordmassenes infiltrasjonsevne og hydrauliske kapasitet.

Det er viktig å gjennomføre infiltrasjonstest i representative løsmasser ned tanke på hvor i jordprofilet infiltrasjonsflaten skal anlegges.

En infiltrasjonstest måler 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 en målesylinder, stativ og svamp (se figur 3.15).



Figur 3.15: Eksempel på infiltrometer for måling av vannledningsevne i jord

Infiltrometeret kan brukes i alle jordarter unntatt i ren grus, hvor vannledningsevnen er spesielt høy. I slike masser vil vannet forsvinne så fort at det ikke er målbart med infiltrometer.

Infiltrasjonstesten måler den vannmengde per tidsenhet som infiltrerer i en grop med gitt bunn- og sideveggareal. Målingene omregnes til vannledningsevne med benevnelse meter per døgn. For detaljert beskrivelse av gjennomføring av infiltrasjonstest henvises til bruksanvisning for infiltrometer.

Ved gjennomføring av infiltrasjonstest, er det viktig at testen utføres i representative jordmasser, dvs. på riktige lokaliteter og i riktig dybde i jordprofilet, der infiltrasjonsfilteret skal etableres.



Figur 3.16: Bilder av infiltrometer i felt

3.3.2. Hazens formel og Gustafson's metode

Det finnes flere formler for beregning av løsmassenes vannledningsevne ut fra kornfordelingsdata. En av de mest anvendte og enkleste formlene er *Hazens formel*. Formelen bygger på at det er en erfaringssammenheng mellom kornstørrelse, *sortering* og jordas vannledningsevne. Den gir derfor en indirekte verdi for jordas vannledningsevne i meter per døgn. Metoden gir imidlertid ingen mulighet til å korrigere for struktur, lagringsfasthet eller kornform. Disse faktorene har ofte avgjørende betydning for vannledningsevnen. Formelen har derfor et begrenset anvendelsesområde. Den bør bare brukes til bestemmelse av vannledningsevnen for godt sortert *sand* og fin *grus* med enkelkornstruktur. Enkelkornstruktur betyr at sand- eller gruskornene ikke er bundet sammen i lag eller større eller mindre klumper (aggregater).

Dersom jordmassene er godt sortert (homogene), med sorteringsgrad, $S_0 < 5$, kan Hazens formel benyttes for å stipulere vannledningsevnen, K i meter per døgn:

Vannledningsevne: $K = (d_{10})^2 \times 1000$ (meter per døgn)

Dersom jordmassene er dårligere sortert (mindre homogene), med sorteringsgrad $S_0 > 5$, kan vannledningsevnen ikke stipuleres ut fra Hazens formel.

Gustafson's metode er en annen formel som kan benyttes til å beregne vannledningsevne (K) ut fra kornfordelingsanalysen. Gustafson's metode er noe mer omfattende enn Hazens formel, men heller ikke denne formelen gir mulighet til å korrigere for bl.a. lagringsfasthet, som er en svært viktig faktor mht. jordmassenes vannledningsevne.

*Ved innledende vurdering av jordmassene, kan Hazens formel eller Gustafson's metode benyttes til stipulering av vannledningsevne (K). Ved nøyaktige beregninger for detaljprosjektering og dimensjonering av infiltrasjonsfiltre, bør imidlertid data fra infiltrasjonstest benyttes. Dette gjelder spesielt ved hydrogeologiske beregninger som *hydraulisk kapasitet* og *oppholdstid* i usorterte masser.*

Verken Hazens formel eller Gustafson's metode gir mulighet for korrigering av jordmassenes lagringsfasthet. Beregning av vannledningsevne anses dermed som veiledende og kan ikke benyttes direkte uten en totalvurdering.

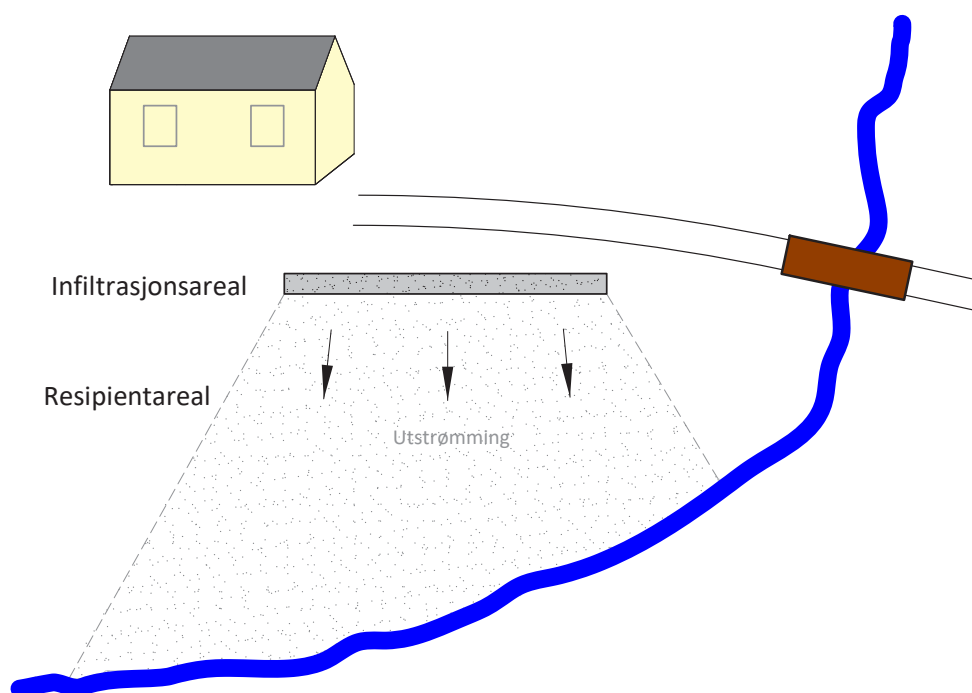
Der det er behov for nøyaktig bestemmelse av jordmassenes vannledningsevne, gjennomføres en [infiltrasjonstest](#), dvs. måling av vannledningsevne med infiltrometer i felt. Generelt anbefales at både kornfordelingsanalyse og infiltrasjonstest gjennomføres.

3.4. Bestemmelse av jordmassenes hydrauliske kapasitet

Hydraulisk kapasitet beskriver jordmassenes evne til å transportere bort infiltrert avløpsvann. Den hydrauliske kapasiteten kan uttrykkes i liter per døgn for et gitt jordvolum og skal bestemmes både for infiltrasjonsarealet og resipientarealet.

Det er praktisk å dele området egnet for etablering av [infiltrasjonsfilter](#) i *infiltrasjonsareal* og *resipientareal* (figur 3.17). Infiltrasjonsarealet utgjør området der filteret skal bygges, mens resipientarealet utgjør området nedstrøms infiltrasjonsområdet, dvs. området der avløpsvannet vil infiltreres og strømme i stedlige jordmasser. Det er viktig at det gjøres tilfredsstillende undersøkelser og vurderinger både i infiltrasjonsarealet og i resipientarealet. Både infiltrasjonsarealet og resipientarealet må ha tilfredsstillende hydraulisk kapasitet slik at infiltrert vann transporteres bort uten at det oppstår fuktige områder, forsumping eller vannutslag til terreng.

For at et infiltrasjonsfilter skal fungere hydraulisk, er det avgjørende at jordmassenes hydrauliske kapasitet (Q) er større enn dimensjonerende vannmengde (Q_{dim}).



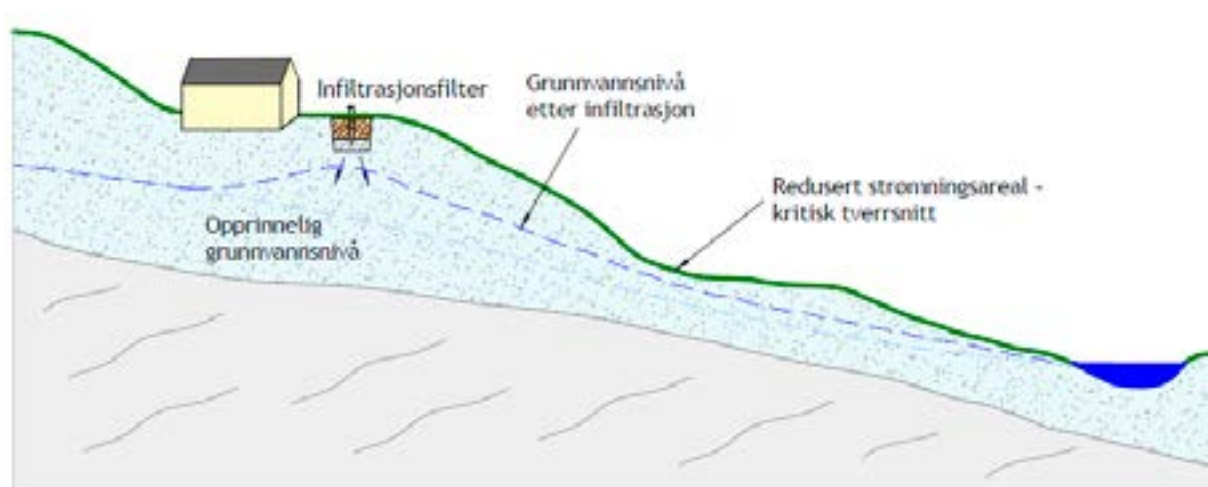
Figur 3.17: Skisse som viser infiltrasjonsareal og resipientareal

Jordmassenes hydrauliske kapasitet (m^3 per døgn), er avgjørende for hvordan infiltrasjonsfilteret skal utformes. Generell anbefaling er å etablere lange og smale filtre fremfor korte og brede. Kapasiteten under infiltrasjonsfilteret skal være så stor at det under drift er minimum 0,5 meter mellom filterflaten og høyeste grunnvannsnivå (for anlegg 1-25 pe, ref. miljøblad 59). Den hydrauliske kapasiteten i resipientarealet skal være så stor at vannet holder seg under terrengoverflaten og bruken av arealet ikke hindres.

Ved bestemmelse av jordas hydrauliske kapasitet, skal det tas hensyn til årstidsvariasjoner i grunnvannsnivået. Antatt maksimalt grunnvannsnivå legges til grunn for vurderingene. Slike vurderinger kan baseres på målte verdier i brønner, observasjoner av vannflater i området eller vurdering av jordprofiler.

Ved **infiltrasjon** av avløpsvann vil jordmassene tilføres vann utover det som naturlig infiltreres fra nedbør. Det kan føre til heving av grunnvannsnivået i jordresipienten. Det vil bli størst heving av grunnvannsnivået (oppstuvning) rett under infiltrasjonsfilteret. Når grunnvannsnivået stiger over et akseptabelt nivå, er jordmassenes hydrauliske kapasitet overskredet.

Kapasiteten er f.eks. overskredet når avstanden fra filterflaten og ned til høyeste grunnvannsnivå blir mindre enn 0,5 meter for anlegg dimensjonert for 1-25 pe og 1,0 meter for anlegg dimensjonert for 26-50 pe. Det samme er tilfellet når det oppstår vannutslag til terrengoverflaten nedstrøms infiltrasjonsområdet.



Figur 3.18: Eksempel på heving av grunnvannsnivå som følge av infiltrasjon

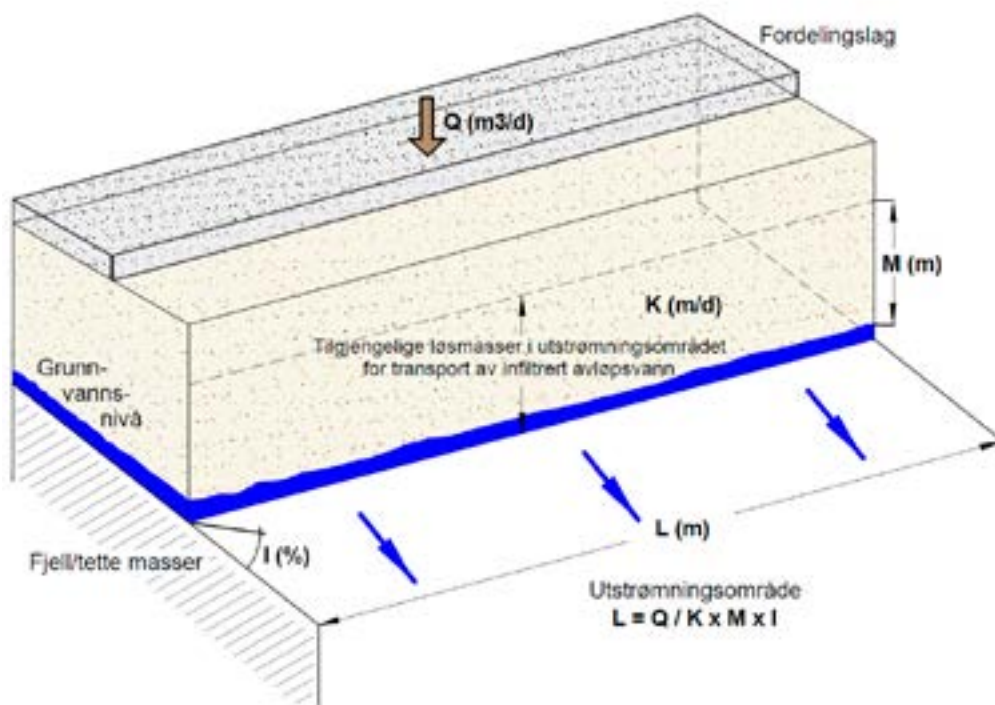
Figur 3.18 viser hvordan infiltrasjon av avløpsvann kan gi heving av grunnvannsnivået under infiltrasjonsfilteret og i resipientarealet. Forsenkninger i terrenget eller overgang til jord med lavere vannledningsevne kan gi vannutslag til terrengoverflaten. Bestemmelse av **hydraulisk kapasitet** i resipientarealet 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 siltholdige jordarter, kan grunnvannsnivået rett under infiltrasjonsfilteret stige 2 - 3 meter bare som følge av infiltrasjon. I jordarter med høy vannledningsevne (**sand** og **grus**), stiger grunnvannsnivået som regel mindre enn 0,5 meter.

Den hydrauliske kapasiteten kan uttrykkes i m³ per døgn for et gitt areal, og skal bestemmes for jordmassene under infiltrasjonsfilteret og for jordmassene i resipientområdet. Hydraulisk kapasitet i jord beregnes ut fra Darcy's lov og følgende parametere må være tilgjengelige:

- Jordmassenes vannledningsevne (meter per døgn)
- Mektigheten av de jordmassene som kan disponeres til transport av vann (meter)
- Bredden på det området som benyttes til infiltrasjon av avløpsvann (meter) - normalt lengden på **infiltrasjonsfilter**
- Helningen på grunnvannets overflate (grunnvannets gradient) - normalt benyttes terrengets helningsgradient, dersom **grunnvann** ikke kan lokaliseres

Dersom den hydrauliske kapasiteten overskrides, vil grunnvannsstanden stige og konsekvensene være at vannet stuves opp eller strømmer ut på terrengoverflaten før det er tilstrekkelig renset.



Figur 3.19: Prinsippskisse hydraulisk kapasitet

For beregning av **hydraulisk kapasitet** benyttes formelen: $Q = M \times I \times L \times K$, hvor

- Q = Jordmassenes hydrauliske kapasitet (m³ per døgn)
- K = Jordmassene vannledningsevne (meter per døgn)
- M = Mektighet av det vannførende jordlaget i utstrømningsområdet (meter)
- L = lengde av infiltrasjonsfilteret/utstrømningsbredde i meter (m)
- I = Gradienten på grunnvannet/terrengets helning (%)

Jordmassenes hydrauliske kapasitet (Q) skal alltid være lik eller større enn dimensjonerende vannmengde (Q_{dim})

Eksempel beregning av hydraulisk kapasitet:

- K = 2,5 meter per døgn
- M = 0,30 meter
- L = 25 meter
- I = $h/l = 3\text{m}/50\text{m} = 0,06$
- Q = $(2,5 \times 0,30 \times 25 \times 0,06) \text{ m}^3 \text{ per døgn} \Rightarrow \mathbf{Q = 1,125 \text{ m}^3 \text{ per døgn}}$

Formelen forenkler strømmingen i jordmassene. Forenklingen kan forsvares fordi det ikke medfører underestimering av jordmassenes kapasitet.

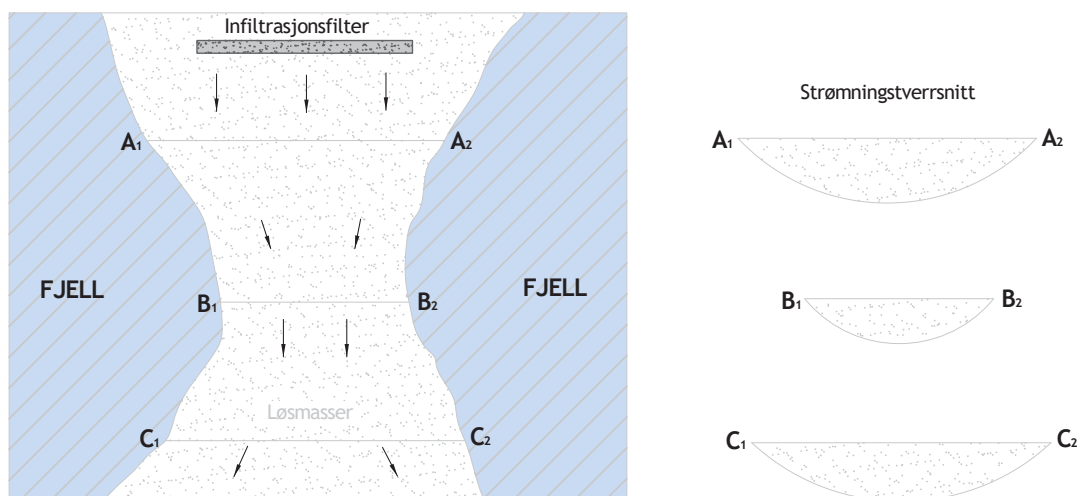
Videre er det forutsatt at **grunnvannsspeilet** utgjør en jevn hellende flate. Der overflaten på **grunnvannsmagasinet** er konveks vil det infiltrerte avløpsvannet bli spredd over et større areal og grunnvannsoppstuvningen i resipientarealet vil bli mindre. Der overflaten på grunnvannsmagasinet har konkav form vil det infiltrerte vann samles på et mindre areal og grunnvannsoppstuvningen vil bli større (figur 3.20). Den hydrauliske kapasiteten vil da kunne underestimeres og det kan oppstå vannutslag eller et fuktig område nedstrøms infiltrasjonsområdet.



Figur 3.20: Strømningsforhold ved infiltrasjon i hellende terreng med konveks og konkav overflate på grunnvannsmagasinet. I eksempel til venstre (konveks) spres vannet over større areal og er derved bedre enn eksempel til høyre (konkav)

Figuren over viser to eksempler på spredning av infiltrert vann fra **infiltrasjonsfilter** i forhold til plassering i terreng. Ved plassering på en liten kolle, brink eller utspring (eksempel til venstre), spres vannet i en vifteform nedstrøms filterområdet. Dette er å foretrekke for å få optimal utnyttelse av spredeareal og hydraulisk kapasitet. Dersom spredningen utføres i et søkk/lite dalføre eller innsnevring i terrenget (eksempel til høyre), blir det motsatt effekt. Dette er ikke gunstig da mye vann samles på et mindre areal, noe som kan føre til fuktig område, forsumping eller vann på terreng nedstrøms filterområdet.

Strømningsarealet kan også bli redusert ved innsnevring på grunn av fjell (figur 3.21). Innsnevret strømningsareal/tverrsnitt grunnet fjell nedstrøms infiltrasjonsområdet kan medføre oppstuvet vann, fuktig område eller vann på terrengoverflaten.



Figur 3.21: Innsnevring av strømningsarealet i resipientområdet pga. fjell

3.5. Vurdering av jordmassenes renseevne/-kapasitet

Jordmassenes egenskaper som rensemedium beskriver evnen til å holde tilbake eller bryte ned aktuelle forurensningsstoffer i avløpsvannet.

Avløpsvann inneholder en rekke stoffer som kan forurense overflatevann og grunnvann, eller være i konflikt med lokale brukerinteresser. Generelt har jord stor evne til å binde eller bryte ned de ulike forurensningsstoffene, men det er store lokale variasjoner. Normalt er det best renseevne øverst i jordprofilen pga. porøsitet, oksygentilgang og biologisk aktivitet. Store jordvolum, hvor vannet har lang oppholdstid, er viktig for å opprettholde høy renseevne i infiltrasjonsløsninger.

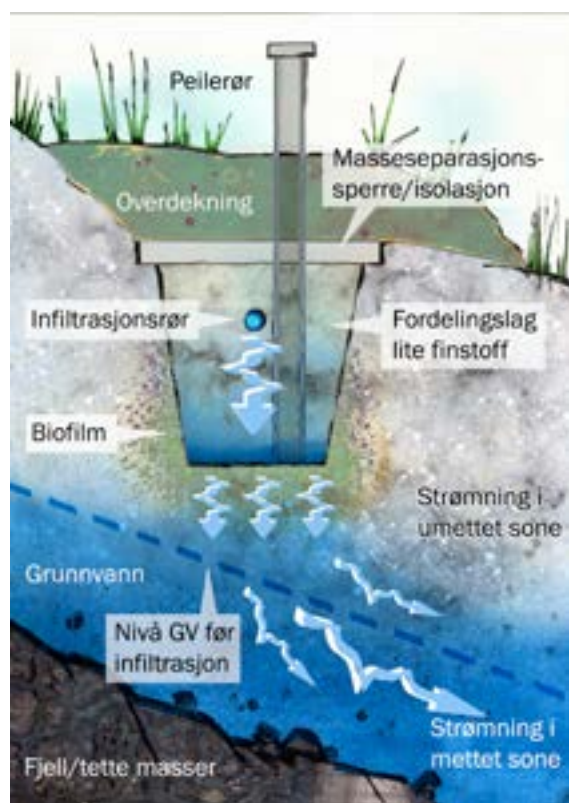
3.5.1. Type løsmasser og renseevne

Det er stor forskjell på løsmassenes 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. I slike jordmasser vil de aktuelle forurensningsstoffer normalt holdes effektivt tilbake etter strømning gjennom noen 10-talls meter jord. Utfordring i slike jordmasser kan være lav vannledningsevne og dermed begrenset hydraulisk kapasitet.

I grovere jordmasser, som sand og grus, må infiltrert avløpsvann ha vesentlig lengre oppholdstid og transportvei i jordmassene for å oppnå samme renseeffekt.

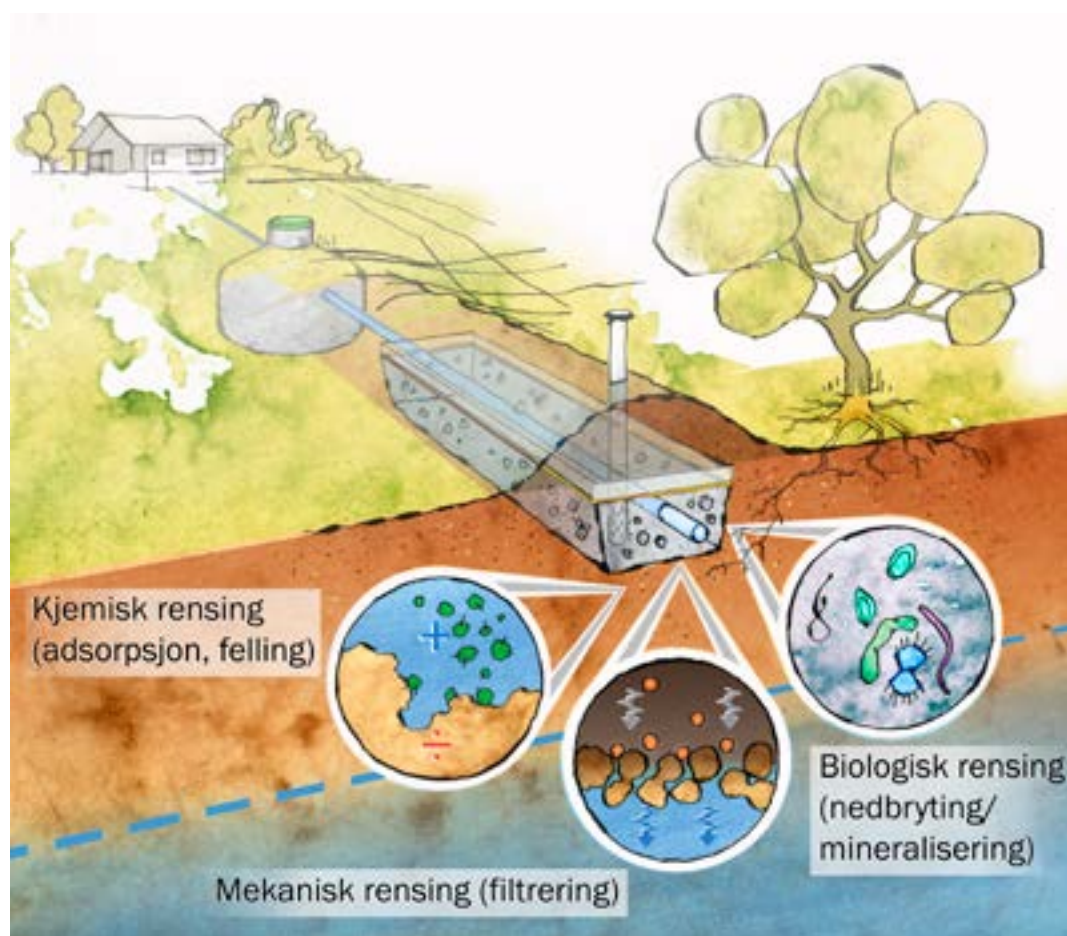
Jordmassene i den umettede sonen, har under ellers like forhold bedre renseeffekt enn jordmasser som ligger i grunnvannssonen. Spesielt i jordsmonnet, den biologisk aktive delen av jordmassene, er det god renseeffekt. Filterflaten bør derfor ligge så høyt oppe i jordprofilen som mulig. Grunninfiltrasjon gir normalt best renseeffekt.



Figur 3.22: Infiltrasjonsgrøft med ulike elementer

3.5.2. Generelt om renseevne

I jord foregår mekanisk, biologisk og kjemisk rensing av stoffer i avløpsvann (figur 3.23). Jord kan derfor sammenlignes med et renseanlegg som har både et biologisk og kjemisk trinn etter mekanisk rensing. I jorda skjer det helt analoge prosesser til de som foregår i konvensjonelle renseanlegg. F.eks. felling av fosfater med jern- og aluminiumsforbindelser, mikrobiell nedbryting av organisk materiale samt nitrifikasjons- og denitrifikasjonsprosesser. Dersom jorda oppfyller kriterier til egnede infiltrasjonsmasser, kan utløpskonsentrasjonene sammenlignes med **utløp** fra høygradig, konvensjonell rensing. Patogene mikroorganismer vil normalt fjernes bedre i jord enn ved konvensjonell rensing (uten desinfeksjonstrinn).



Figur 3.23: Renseprosesser i jord

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 partikler i avløpsvannet. Den mekaniske renseevnen vil tilta ettersom **biohuden/biofilmen** på infiltrasjonsflaten utvikler seg (figur 3.22).

Biologisk renseevne

Naturlig jord kan inneholde opptil 2 milliarder bakterier per gram. Mikroorganismene i jord vil raskt tilpasse seg til å omsette organiske stoffer i avløpsvann til uorganiske forbindelser (**mineralisering**). Når avløpsvann har passert en meter jord er det mulig å oppnå en nær fullstendig mineralisering. Dette forutsetter imidlertid at infiltrasjonsfilteret er riktig konstruert og tilpasset den aktuelle jordtypen, samt at avstanden til **grunnvann** er tilstrekkelig til at anaerobe forhold (uten luft) ikke oppstår. Hastigheten i mikrobiell omsetning avtar med avtagende temperatur. Det er rimelig å anta at den biologiske renseevnen vil være tilnærmet konstant over tid dersom utgangsbetingelsene ikke endres.

Kjemisk renseevne

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

Jordas kapasitet til å inngå kjemiske reaksjoner med stoffer i avløpsvann kan mettes. Den kjemiske renseevnen vil derfor avta over tid. Forskjellen i bindingsevne mellom ulike jordarter er imidlertid veldig stor. For eksempel vil bindingsevnen for **fosfor** i ren kvartssand kunne mettes i løpet av noen måneder eller få år, mens jord med en gunstigere kjemisk sammensetning vil kunne binde nesten all fosfor som tilføres gjennom flere tiår.

Omsetning av nitrogen

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

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

Hygieneparametere - 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 filterflaten. Bakterieantallet er høyest i **biohuden/biofilmen** (tettet sone, se figur 3.22), for så å avta raskt til verdier langt under de som er i avløpsvannet bare 20-30 cm under infiltrasjonsfilteret.

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 infiltrasjonsfilteret. Det skyldes konkurranse og predasjon fra andre organismer, samt at tarmbakteriene ikke er tilpasset et liv under slike forhold. Virus er betydelig mindre enn bakterier og omfatter mange grupper som har ulike evner til overlevelse, binding og transport. Generelt kan virus fraktes over større avstander i grunnen enn bakterier.

3.6. Bestemmelse av grunnvannsparametere

Der jordmassenes hydrauliske kapasitet synes å være begrensende faktor for infiltrasjon, skal grunnvannets gradient og strømningsretning bestemmes.

Der det er fare for at drikkevannskilder kan bli forurensede, skal både grunnvannets gradient og strømningsretning, samt grunnvannets strømningshastighet bestemmes. Tidspunkt for grunnvannsundersøkelsene skal alltid noteres slik, at registreringene kan sammenholdes med grunnvannets forventede årstidsvariasjoner.

3.6.1. Hydraulisk gradient

Grunnvannsspeilets helning i resipientarealet gjenspeiler de bevegelser som til enhver tid skjer i **grunnvannsmagasinet**. I praksis vil grunnvannets hydrauliske gradient være lik helningen på grunnvannsspeilet. Gradienten og strømningsretningen kan bestemmes ved å måle avstanden til grunnvannet på minimum tre steder innenfor resipientområdet. På grunnlag av disse dataene kan grunnvannsoverflatens form konstrueres. Se vedlegg 2 for beskrivelse av dette.

Ved dimensjonering av mindre infiltrasjonsfiltre (< 50 pe) benyttes generelt terrengoverflatens helning til stipulering av grunnvannets gradient, der grunnvann ikke kan registreres.

I jordarter med lav vanngjennomtrengelighet vil grunnvannsoverflaten normalt ha tilnærmet samme helning og gradient som terrengoverflaten. Verdiene kan da måles med stigningsmåler eller leses direkte fra høydekoter på kart.

3.6.2. Strømningshastighet i jord

Vannets strømningshastighet i jordmassene er ofte av stor betydning når forurensning fra infiltrert avløpsvann skal vurderes. Vannets strømningshastighet i jordporene er avhengig av følgende:

- Jordas vannledningsevne
- Grunnvannets gradient (terrengoverflatens helning)
- Effektiv porøsitet i jordmassene (drenerbart porevolum)

Jordas vannledningsevne og terrengoverflatens helning kan måles direkte i felt. Om grunnvannets gradient må måles, se vedlegg 2. Porøsiteten til en jordart er et mål på forholdet mellom volumet av porer i jorda og totalvolumet. Effektiv porøsitet vil være lavere for finstoffholdige jordmasser enn mer grovkornede masser. Følgende tabell kan benyttes for stipulering av effektiv porøsitet (ref. [TA-611](#)). Tabellen gir noen gjennomsnittsverdier for effektiv porøsitet (n_e) for de vanligste jordartene.

Verdier oppgitt i tabellen er konservative verdier. Det finnes andre varianter for stipulering av effektiv porøsitet.

Tabell 3.2: Effektiv porøsitet – eksempel i ulike jordarter

Jordart	Effektiv porøsitet (n_e)
Grov silt	0,06
Fin sand	0,10
Middels sand	0,12
Grov grus	0,14
Fin grus	0,15

Beregning av strømningshastighet:

Darcy's lov: $q=K \cdot i$

q = Darcy's strømningshastighet (m/d)

K = Vannledningsevne (m/d)

i = Grunnvannets gradient

Gjennomsnittlig strømningshastighet i jordporene: $v=q/n_e$

v = gjennomsnittlig strømningshastighet i jordporene (m/d)

n_e = effektiv porøsitet

Eksempel på beregning av vannets strømningshastighet og -lengde:

Målt vannledningsevne: $K = 5$ meter per døgn

Grunnvannets gradient/Terrengets helning: $i = 8\% = 0,08$

$q = K \cdot i = 5 \text{ m/d} \cdot 0,08 \Rightarrow q = 0,4 \text{ meter per døgn}$

Deretter beregne gjennomsnittlig strømningshastighet i jordporene (v):

Effektiv porøsitet for sandige masser (ref. tabell 3.2): $12\% = 0,12$

$v = q/n_e = 0,4 / 0,12 \Rightarrow v = 3,3 \text{ meter per døgn}$

Hvor langt strømmer vannet i jordporene i løpet av 60 døgn?

$3,3 \text{ m/døgn} \cdot 60 \text{ døgn} = 198 \text{ meter}$

3.7. Valg av infiltrasjonsareal – foreløpig dimensjonering av infiltrasjonsfilter

Infiltrasjonsområdet velges ut fra resultater fra gjennomførte **grunnundersøkelser** og lokale forhold. I henhold til forurensningsforskriftens § 12-10, skal det dokumenteres at anerkjent dimensjonering og utforming er benyttet ved etablering av renseanlegg. Størrelsen på infiltrasjonsfilteret bestemmes av dimensjonerende vannmengde og eventuell biologisk forbehandling, samt jordmassenes **infiltrasjonskapasitet**, **hydraulisk kapasitet** og renseevne.

For beregning av størrelsen på infiltrasjonsflaten kan følgende formel benyttes: $A = Q/k$ hvor

A = Filterflatens areal i m²

Q = Dimensjonerende vannmengde for infiltrasjonsfilteret i liter

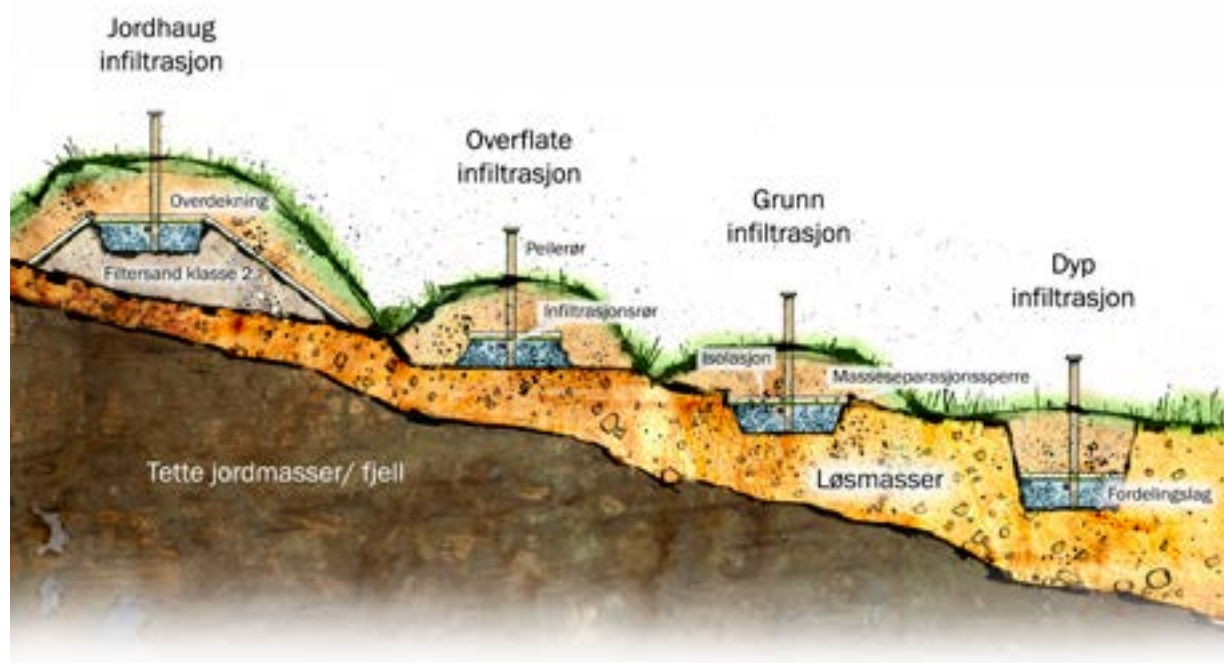
k = Jordmassenes infiltrasjonskapasitet for slamavskilt avløpsvann i liter per m² og døgn

For ytterligere detaljer om beregning av størrelsen på filterflaten, utforming og dimensjonering av infiltrasjonsfiltre, se [VA/Miljø-blad 59](#), Lukkede **infiltrasjonsanlegg**.

3.7.1. Generelt vedrørende utforming av infiltrasjonsfilter

De stedlige jordmassene er avgjørende for hvordan infiltrasjonsfilteret utformes. Avhengig av løsmasseforholdene kan infiltrasjonsfiltre etableres som dyp, grunn, overflate eller jordhaug **infiltrasjon**. Dette er beskrevet mer detaljert i vedlegg 5.

Figur 3.24 viser ulike utforminger av **infiltrasjonsfilter**, avhengig av mektighet av løsmasser og avstand til tettere masser eller fjell.



Figur 3.24: Utforming av infiltrasjonsfilter avhengig av mektighet av løsmasser over tettere masser og fjell

Ved etablering av *infiltrasjonsfilter*, er følgende faktorer viktig:

- Infiltrasjonsfilter etableres i egnede løsmasser ut fra gjennomførte *grunnundersøkelser* – renseanlegget må fungere tilfredsstillende både hydraulisk og resemessig.
- Infiltrasjonsfilteret etableres primært med støtbelastning (pumpe) for å oppnå tilfredsstillende fordeling av slamavskilt avløpsvann ut i hele filteret.
- Infiltrasjonsfilteret etableres på tvers av terrenghelningen, og strekkes så langt ut i lengderetning som praktisk mulig. Det vil si at lange, smale filtre anbefales fremfor korte, brede filtre. Dette for å sikre tilfredsstillende hydraulisk funksjon.
- Filteret etableres så høyt opp i jordprofilet og så langt opp i terrenget som praktisk mulig. Dette for å oppnå lengst mulig transportvei og lengst mulig *oppholdstid* i løsmasser nedstrøms filterområdet.
- Infiltrasjonsfilter skal etableres med en minimumsavstand til høyeste *grunnvannstand*, tettere masser eller fjell; anlegg opp til 25 pe = minimum 50 cm, anlegg 26-50 pe = minimum 100 cm.
- Filteret etableres med peilerør nedsatt i filteret. Dette for å kunne kontrollere eventuelt oppstuvet vann i fordelingslaget når anlegget er satt i drift.
- Filteret etableres slik at det oppnås tilstrekkelig *hydraulisk kapasitet* i forhold til den aktuelle, dimensjonerende vannmengden.
- Frostisolering av infiltrasjonsfilter og øvrige anleggskomponenter må sikres.
- Tilfredsstillende drift og vedlikehold av renseanlegget må sikres i driftsperioden, slik at god og stabil renseeffekt oppnås.

For detaljer om dimensjonering og utforming av infiltrasjonsfiltre, vises til [VA/Miljø-blad 59](#),

Lukkede *infiltrasjonsanlegg*. På informasjonssiden www.avlop.no finnes mer informasjon om infiltrasjonsfiltre.

4. Konklusjoner og anbefalinger etter gjennomførte undersøkelser (fase 4)

Ut fra undersøkelser, registreringer, analyser og vurderinger som er gjennomført i fase 1-3, kan konklusjoner trekkes og anbefaling av egnet avløpsløsningen beskrives. Beskrivelsen vil danne grunnlag for utforming, dimensjonering og detaljprosjektering av den anbefalte avløpsløsningen. Det nødvendige grunnlaget for valg og beskrivelse av avløpsløsning er dermed utarbeidet, og prosjektet går over i prosjekterings- og søknadsfasen. Resultater av de gjennomførte undersøkelsene oppsummeres i en fagrapport.

En fagrapport bør som et minimum inneholde:

1. Innledning

Kontaktinfo på oppdragsgiver
Adresse, gnr/bnr og kommune for aktuell eiendom
Hvem har utført de nødvendige undersøkelser og vurderinger

2. Dimensjoneringsgrunnlag

Tilknyttede eiendommer - boliger/hytter
Antall pe/sengeplasser
Dimensjonerende vannmengde
Bruksmønster

3. Beskrivelse av stedlige forhold

Innhentet informasjon fra nettet om eiendommen og nærområdet (ulike kartdata).
Registreringer; **resipient**, **bergarter** med strøk og fall, bekker topografi, fjell i dagen etc. Bilder som viser de lokale forhold.
Beskrive brukerinteresser som kan bli berørt (brønner, badevann, rekreasjon), samt naturmangfold og fredete kulturminner.
Grunnundersøkelser og resultater beskrives. Tegn inn på kart hvor det er gjort f.eks sjaktinger, skovlboringer og infiltrasjonstest. Bilder som viser de gjennomførte undersøkelser.
Vurderinger av utstrømningsområde /-retning

4. Valg av avløpsløsning

Anbefalt avløpsløsning begrunnes og beskrives – som grunnlag for prosjektering.

5. Avvik fra forskrift/lokale føringer

Om aktuelt, begrunne hvorfor avløpsløsning ikke er i henhold til krav i forskrift eller lokaler føringer. Dette må særskilt begrunnes, slik at forurensningsmyndighet har tilstrekkelig grunnlag for å vurdere dette.

6. Drift og vedlikehold

Beskrive behov for slamtømming, samt drifts- og vedlikeholdsbehov for den aktuelle renseløsningen. Vurdere tilgjengelighet.

7. Vedlegg

Nødvendige vedlegg er som regel angitt i de standardiserte søknadsskjemaene som de enkelte kommuner har. Som regel vil en god fagrapport dekke det meste av opplysninger som kommunene har behov for i en søknad om utslippstillatelse.
Det er krav til nabovarsling i henhold til forurensningsforskriften. Gjenpart av nabovarsel, kvittering for sendt nabovarsel og mottatte samtykker eller innsigelser vedlegges søknaden.

Omtalte undersøkelser beskrevet i denne rapporten gir føringer for prosjektering etter plan- og bygningsloven (pbl). Det vil derfor være en naturlig overgang mellom det som ligger under forurensningsforskriften og søknad om utslippstillatelse og det som hører hjemme i plan- bygningsloven. I mange tilfeller søkes det samlet i henhold til de to regelverkene.

Veiledning til søknadsbehandling er gitt i Norsk Vann rapport [257/2020](#), *Eablering og drift av mindre avløpsanlegg - Veileder for huseier, foretak og kommune*, med tilhørende [sjekkliste](#) for vurdering av utslipp av avløpsvann, samt [mal for tillatelse til utslipp og tiltak](#).

5. Kompetansekrav

Plan- og bygningsloven (pbl) setter tydelige og konkrete kompetansekrav til de ulike ansvarlige aktørene; søker (SØK), prosjekterende (PRO) og utførende (UTF). Det finnes ikke tilsvarende kompetansesystem etter forurensningslovgivningen, men det foreligger kompetansekrav for å ivareta miljø og helse.

Forurensningsforskriften setter krav til at dokumentasjon av rensegrad skal utføres av nøytrale fagkyndige ([§ 12-10](#)). For infiltrasjonsløsninger vil dokumentasjon som viser at anleggets størrelse og plassering er tilpasset de aktuelle vannmengdene og grunnforholdene på stedet være en del av dokumentasjonsgrunnlaget. Dokumentasjonen skal i henhold til forskriften omfatte grunnundersøkelse, og minimum inneholde informasjon om hydraulisk kapasitet, [infiltrasjonskapasitet](#), løsmassenes egenskaper som rensemedium og risiko for forurensning. Forskriften beskriver også flere krav om hva som skal dokumenteres og undersøkes i forbindelse med en søknad; eksempelvis rensegrad, dimensjonering, utforming, anleggets størrelse og plassering, utslippssted, lukt og yteevne. Aktører som skal gjennomføre undersøkelser og gi anbefaling om avløpsløsning ut fra lokale forhold må derfor ha tilstrekkelig kunnskap og kompetanse. Dette for å sikre tilfredsstillende dokumentasjonsgrunnlag ved søknader.

På miljodirektoratet.no er [nøytral fagkyndig](#) beskrevet slik: En uavhengig fagperson med tilstrekkelig hydrogeologisk og avløpsteknisk kompetanse. Fagpersonen eller det firmaet vedkommende er ansatt i bør ikke ha tilknytning til noen spesiell teknologi eller produsent, men forsøke å etablere den renseløsning som er best egnet. Foretak/aktører som tilfredsstiller krav til både faglig kompetanse og nøytralitet, regnes som nøytral fagkyndig. Det finnes imidlertid ingen fellesnorm eller kriteriesett for hva som bør kreves av kompetanse eller hva som kan oppfattes som nøytral. Det er dermed opp til den enkelte kommune å vurdere om et foretak kan betegnes som nøytral fagkyndig ut fra kjennskap til eller dokumentasjon av kompetanse og vurdering av nøytralitet. Kommunen må dermed utvise skjønn i skjæringspunktet mellom nøytral og kompetent. Å håndheve nøytral og uavhengig fagkyndig har vist seg å være en krevende øvelse i praksis. Enkelte foretak tar kun på seg oppgaven å finne ut av hva som er den best egnede renseløsningen (legger grunnlag for søknad om utslippstillatelse), uten forøvrig å velge spesifikke produkter eller leverandører (detaljprosjekterer anlegget). Slike foretak er imidlertid i mindretall. De fleste gjennomfører de nødvendige undersøkelser beskrevet i denne rapporten, anbefaler og velger både renseløsning og spesifikt produkt/leverandør, samt beskriver utforming og dimensjon av den anbefalte avløpsløsningen. Foretaket ivaretar da både rollen som nøytral fagkyndig i henhold til forurensningsforskriften og ansvarlig prosjekterende (PRO) i henhold til plan- og bygningsloven.

Kompetansekravene til de ulike aktører i forbindelse med mindre avløpsløsninger er grundig beskrevet i [Norsk Vann rapport 257/2020](#), Etablering og drift av mindre [avløpsanlegg](#) – Veiledning for huseier, foretak og kommune (kap. 4.2).

I mangel på sentrale føringer for hva som er tilstrekkelig kompetanse, må kommunene tolke begrepet «beste tilgjengelig fagkunnskap» hos den som skal dokumentere rensegraden. Kompetansen må dokumenteres i søknad om utslippstillatelse jf. forurensningsforskriften [§ 12-4](#). Dokumentasjon kan eksempelvis være relevante fag i forbindelse med skolegang (avløpsteknikk, renseteknologi, [hydrogeologi](#), lære om jord som rensemedium eller lignende), bekreftelse på gjennomførte kurs i mindre avløpsanlegg eller referanser fra tidligere prosjekter.

Foretak/aktører som foretar de nødvendige undersøkelser og gir råd om valg av type renseløsning bør fokusere på den renseløsningen som er best egnet ut fra de naturgitte forutsetningene, miljø og anleggseiers interesser og økonomi. Dette uavhengig av type renseløsning eller produsent/leverandør.

Før anbefaling av egnet avløpsløsning på en spesifikk lokalitet, er det viktig at det gjennomføres de nødvendige undersøkelser. Et minimum av registreringer, undersøkelser og vurderinger, som beskrevet i denne rapporten (fase 1-4), må gjennomføres før valg av alle typer avløpsløsning. Basiskunnskap og kompetanse til å gjøre disse grunnleggende vurderingene, samt kjennskap til dokumentasjonskrav i forurensningsforskriften, er derfor et minimums-krav til de aktører som skal gjennomføre undersøkelser som grunnlag for valg av avløpsløsning.

Aktører som skal gjennomføre de nødvendige undersøkelser, analyser og vurderinger bør som et minimum ha:

- inngående kjennskap til denne veiledningen
- god kjennskap til relevante lover, forskrifter og retningslinjer
- kjennskap til det som regnes som anerkjent dimensjonering og utforming, gitt i relevante normer som VA/Miljø-blad/Norsk Vannstandard
- kunnskap om løsmasser, **bergarter** og **grunnvann** – kunnskap om jord som rensemedium og hydrogeologisk kompetanse
- avløpsteknisk kompetanse – kunnskap om ulike typer renseteknologi og anleggskomponenter
- kunnskap om brukerinteresser og vurdering av fare for forurensning

6. Litteraturliste

Forskrift om begrensning av forurensning ([forurensningsforskriften](#)), Klima- og miljødepartementet.

Forskrift om rammer for vannforvaltningen ([vannforskriften](#)), Klima- og miljødepartementet, Olje- og energidepartementet.

Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav ([forskrift om utførelse av arbeid](#)), Arbeids- og sosialdepartementet.

Forskrift om vannforsyning og drikkevann ([drikkevannsforskriften](#)), Helse- og omsorgsdepartementet.

Lov om planlegging og byggesaksbehandling ([plan- og bygningsloven](#)), Kommunal- og moderniseringsdepartementet.

[Norsk Standard NS 9426](#), Bestemmelse av personekvivalenter (pe) i forbindelse med utslippstillatelse for avløpsvann.

[Norsk Vann rapport 257/2020](#), Etablering og drift av mindre avløpsanlegg – Veiledning for huseier, foretak og kommune

[Norsk Vann rapport 256/2020](#), Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg

[Norsk Vann rapport 245/2018](#), Veileder for tilstandsvurdering av infiltrasjonssystemer

[Norsk Vann rapport 178/2010](#), Grunnundersøkelser for infiltrasjon – mindre avløpsanlegg

[Sjekkliste](#) for vurdering av utslipp av avløpsvann. Norsk Vann, www.va-jus.no

[Tillatelse til utslipp og tiltak](#), mal. Norsk Vann, www.va-jus.no

[TA 611](#), Veiledning ved bygging og drift av større jordrenseanlegg, Statens forurensningstilsyn, 1986

[T-616](#), Forskrift om utslipp fra separate avløpsanlegg, Miljøverndepartementet, 1992

Teknisk forskrift, TEK 17: [TEK 17 §15-8 nr. 4, bokstav a](#)

VA/Miljø-blader som viser ulike løsninger: www.va-blad.no

[VA/Miljø-blad 59](#), Lukkede infiltrasjonsanlegg

www.avlop.no, informasjonsside om mindre avløpsløsninger. NIBIO, www.nibio.no

Vedlegg 1

Beskrivelse ulike løsmassetyper

Løsmasser i Norge er avsatt etter siste istid og har ulike egenskaper. Isen som trakk seg tilbake la igjen ulike typer løsmasser på ulike måter.



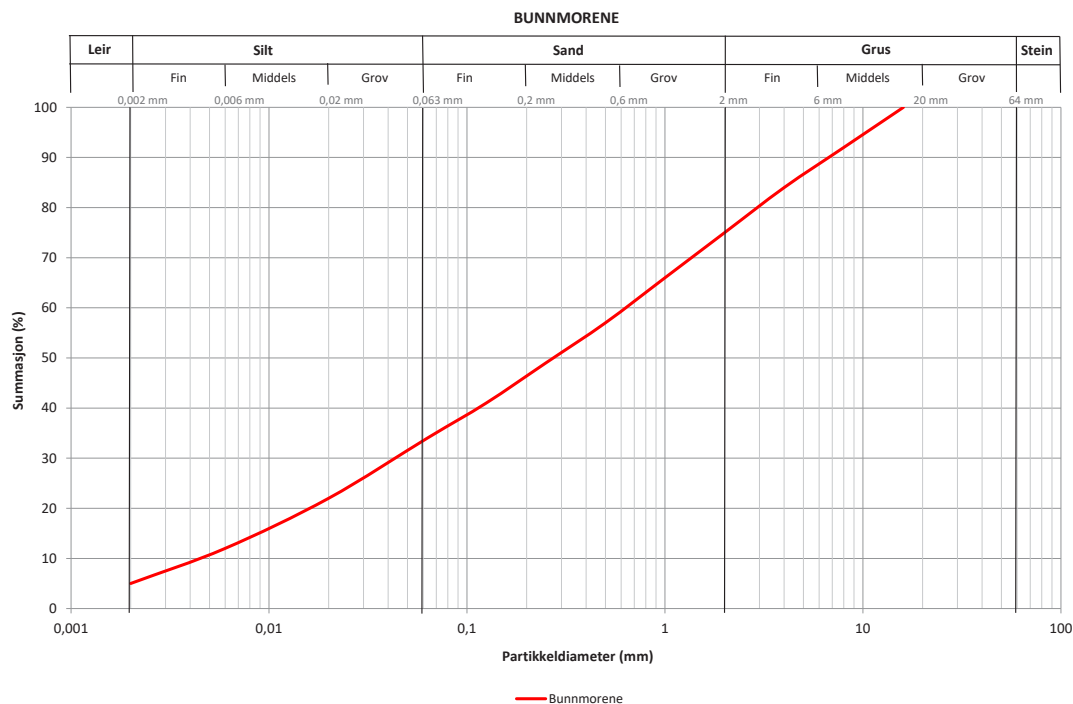
Figur 1: Ulike avsetninger under og etter at isen trakk seg tilbake. Figuren viser ikke randmorene, strandavsetning, marine israndavsetninger eller hav- og fjordavsetninger

1 Morenemateriale

1.1 Bunnmorene

Morene er avsatt i nær kontakt med isbreene. Materialet består av lite vannbehandlete løsmasser. Vannaktiviteten har vanligvis vært liten, og materialet har derfor svært varierende kornstørrelse og kornform, se figur 2. Mengdeforholdet mellom de ulike kornstørrelser avhenger av opphavsmaterialet.

Høyt innhold av f.eks. **bergart**-fragmenter fra kambrosilur (skifre og kalksteiner) gir høyt finstoffinnhold. Grunnfjellsbergarter (gneiser og granitter) gir grovere materialer. 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).



Figur 2: Eksempel på kornfordelingskurve for bunnmorene

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 utjevnende 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 kan bygges.

1.2. Avsmeltningsmorene

Avsmeltningsmorene, 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 avsetnings ofte begrensede volum.

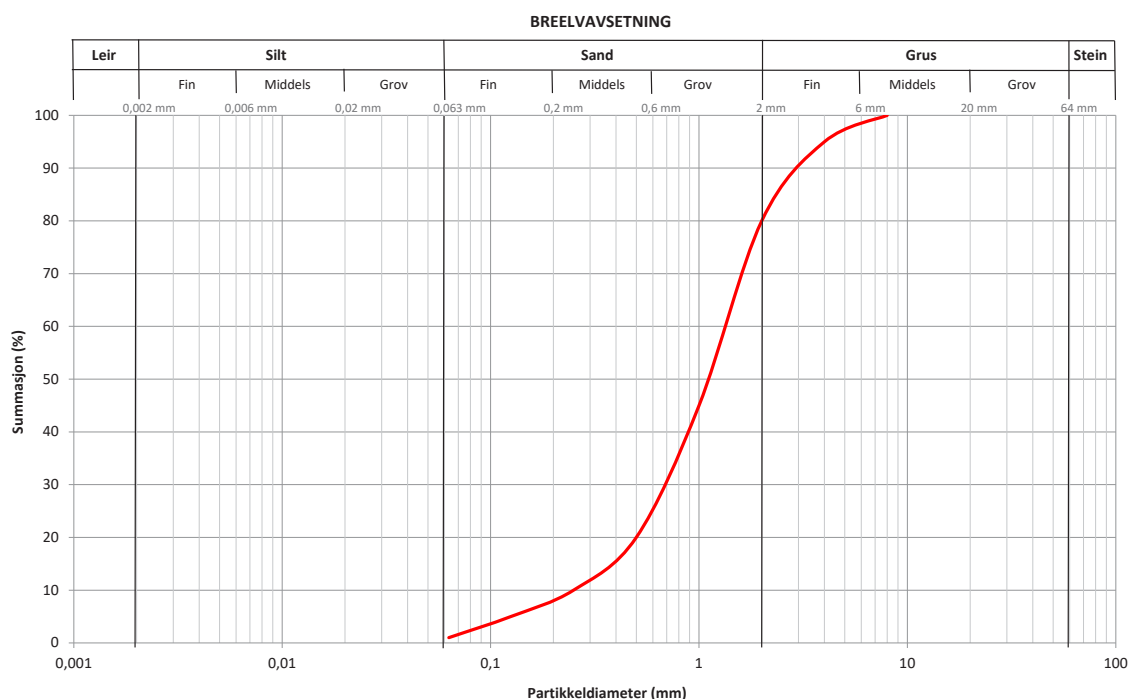
1.3. Randmorene

Randmorene 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 Breelvavsetninger

Smeltevannselvene fra isen var ofte mettet med materiale i suspensjon. Kornstørrelsen på materialet som kunne fraktes i vannet varierte med strømningshastigheten.

Breelvavsetninger er ofte relativt godt sortert, med ensartede kornstørrelser, se figur 3. 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, på grunn av periodevis ulik strømningshastighet i vannmassene.



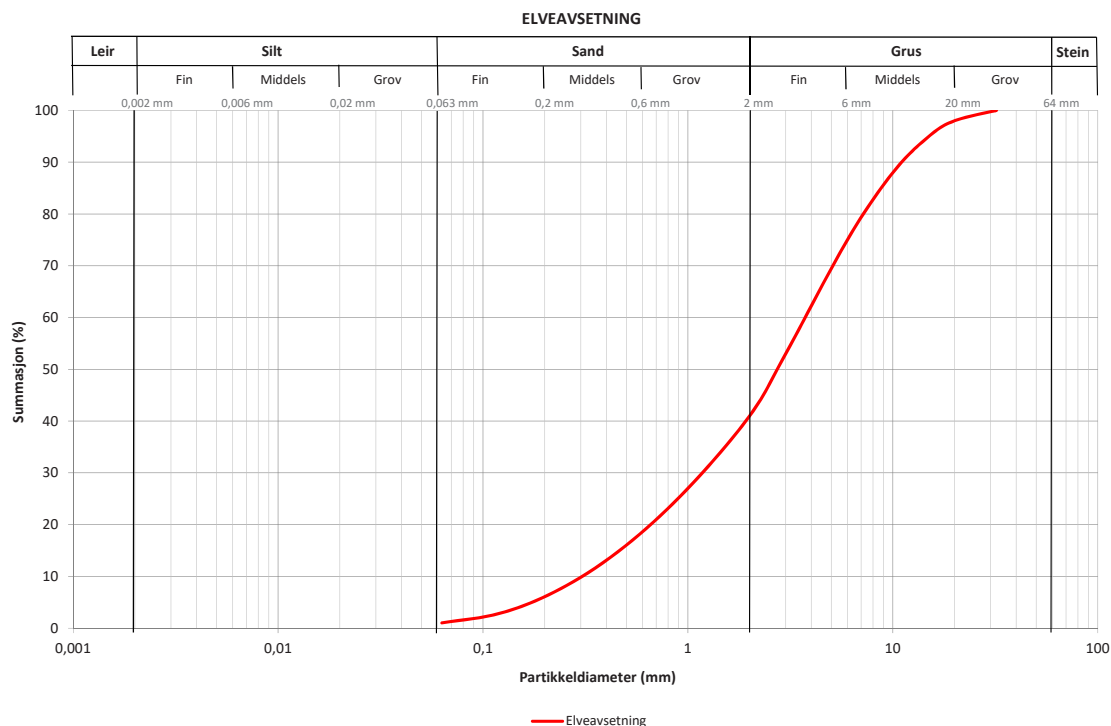
Figur 3: Eksempel på kornfordelingskurve for breelvavsetning

Renseevnen vil forøvrig avhenge av mineralogisk sammensetning og forvitringsgrad. Normalt har breelvavsetningen stor mektighet, med høy rensekapasitet og god avstand til **grunnvannsspeilet**. De regnes derfor som godt egnet til mottak og rensing av avløpsvann.

3 Elveavsetninger

Elveavsetningene er avsatt i tilknytning til elver og bekker fra siste istid og fram til i dag. Materialet består av godt til meget godt sortert **silt**, **sand** og **grus**, se figur 4. Lagringen er løs. Som følge av varierende vannføring blir massene mer eller mindre lagdelte. Elveavsetningene er nær beslektet med **breelvasetninger** i oppbygging og egenskaper.

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

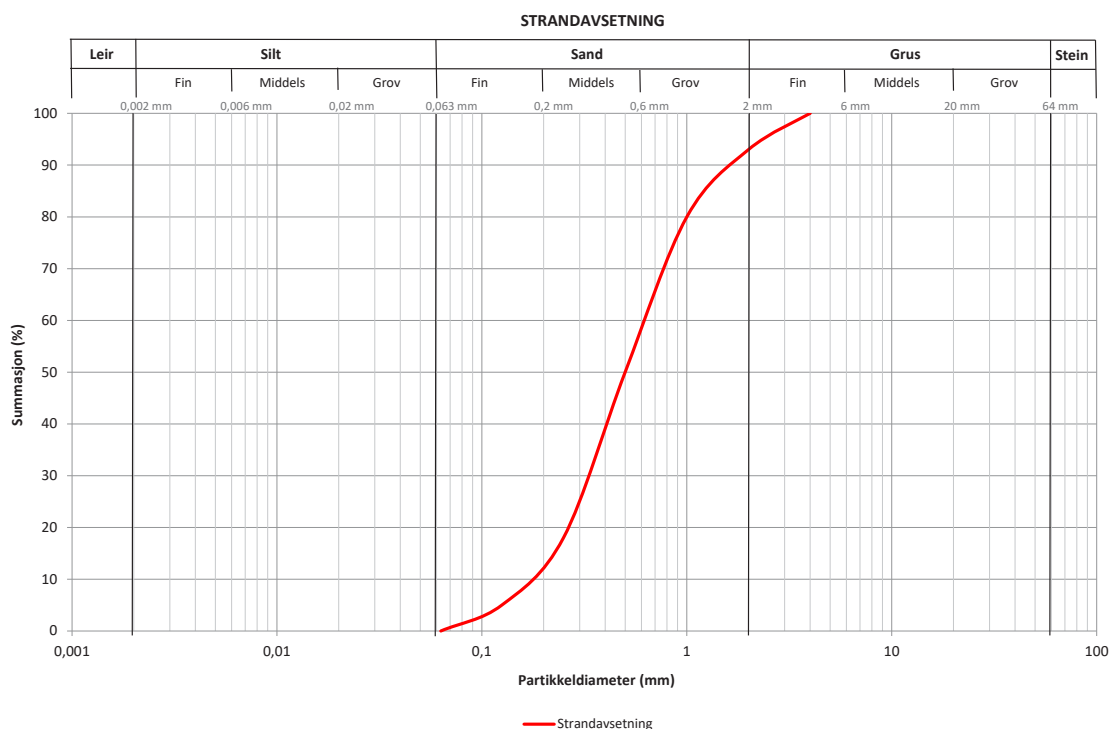


Figur 4: Eksempel på kornfordelingskurve for elveavsetning

4 Strandavsetninger

Strandavsetningene er dannet ved bølgenes aktivitet i strandsonen under landhevingen og i dagens strandsoner som bearbejdes kontinuerlig. Massene består av vannbehandlet, godt sortert **grus**, **sand** og **silt**, se figur 5. En viss **lagdeling** er vanlig. De fineste partiklene er vasket ut av de høyest liggende delene i avsetningen, og sedimentert lavere nede i terrenget. Lagringen er løs. Avsetningene har ofte varierende kornfordeling etter lokalisering i terrenget og opphavsmateriale (grus - silt).

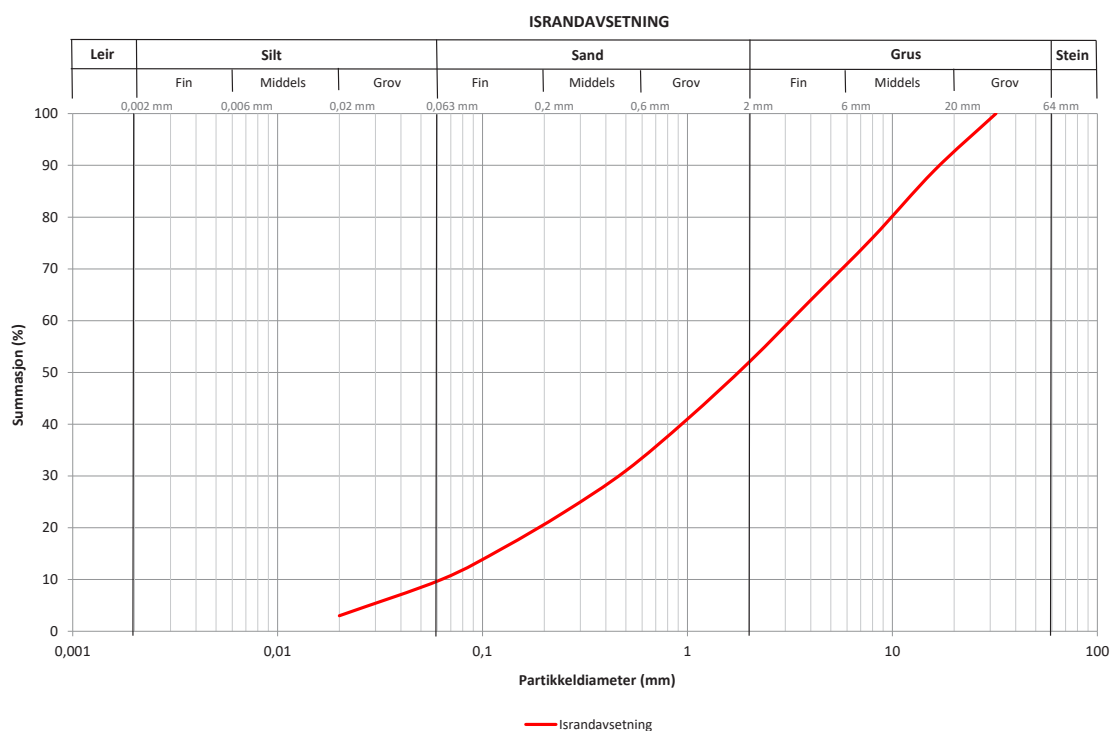
Som regel er kornfordeling og **hydraulisk ledningsevne** gunstig med tanke på rensing av avløpsvann. Mektighet og utstrekning kan være begrensende faktor. Finkornige varianter med liten hydraulisk ledningsevne forekommer.



Figur 5: Eksempel på kornfordelingskurve for strandavsetning

5 Marine israndavsetninger

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

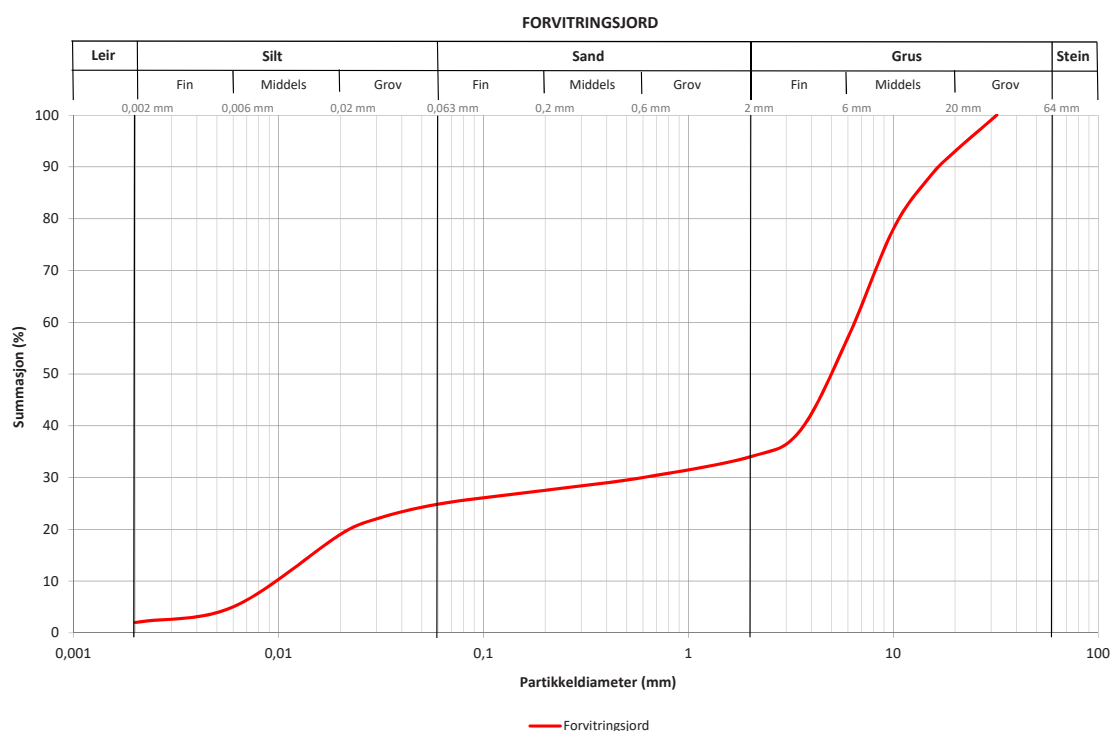


Figur 6: Eksempel på kornfordelingskurve for israndavsetning

6 Forvittringsjord

Avsetningene kjennetegnes gjerne med gradvis overgang mellom fast fjell og forvitrede masser. Det er allikevel forskjell på oppsprukket fjell/flisfjell og endelig dannet forvittringsjord, som i mange tilfeller vil være blandet med lokale morenemasser (eksempelvis utsmeltingsmorene). Forvitrede masser er skarpkantete med ru overflate (figur 7).

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



Figur 7: Eksempel på kornfordelingskurve for forvittringsjord

7 Marine avsetninger/Hav- og fjordavsetninger

Dette er masser som oftest er avsatt under **marin grense**. Massene er finkornige marine avsetninger bestående ofte av **silt** og **leire** samt noe kvikkleire. Slike masser har ligget lenge i suspensjon i vannmassene og dermed blitt transportert langt før de avsettes. Massene går ofte under navnet leirjordområder hvor øvre lag kan være noe oppsprukket som følge av tørke og frostprosesser i vinterhalvåret. Underliggende masser er ofte tette leirmasser. Tykkelsen kan variere fra 0,5 meter til flere ti-talls meter.

Slike masser er generelt lite egnet til **infiltrasjon** men opp mot berg og fjellskrenter kan det ha blitt dannet lokale strandavsetninger som i mindre grad kan utnyttes. Utstrømningsområde fra slike små strandavsetninger vil gradvis gå over i leirmasser. Leire vil ikke kunne siktes for å fremskaffe en kornfordelingskurve. Enkle mekaniske feltanalyser som å rulle ball eller pølse kan da benyttes for å bestemme om massene er egnet eller ikke. Ofte vil en fast leirball eller pølse lengre enn 4 cm bety at massene ikke kan benyttes. Se bilder i figur 8.



Figur 8: Bilder som viser leire som undersøkes ved rulling av ball og pølse

Vedlegg 2

Grunnvannstyper, grunnvannets gradient og strømningsretning

1 Grunnvannstyper

Grunnvannet finnes i bakken under oss og fyller porer og sprekker i henholdsvis løsmasser og fjell. Mengde, kvalitet og hvor dypt det er til grunnvannet vil avhenge av klima og de geologiske forholdene. **Hydrogeologi** er vitenskapen om grunnvannet, dets forekomst, bevegelse i jordskorpen, kvantitet og kvalitet.

Et naturlig **grunnvannsspeil** følger i store trekk terrenget. Der hvor grunnvannsspeilet når ut til overflaten får vi kildeutspring. Mange steder går grunnvannsspeilet direkte over i myrer, sjøer og elver, eller ut i havet. Grunnvannet får vanligvis tilførsel av vann ovenfra, og beveger seg med en hastighet som avhenger av grunnvannsspeilets helning og løsmassenes/**bergartenes** gjennomtrengelighet. Strømningshastigheten er generelt svært lav sammenlignet med elver og bekker, i størrelsesorden noen meter per dag for sandjord.

Grunnvannsstrømmen bestemmes generelt av massenes **permeabilitet** og grunnvannsspeilets helning. Vannet strømmer fra høyere til lavere trykk i de åpne hulrommene mellom kornene i løsmassene eller i sprekke i fjellet.

1.1 Grunnvann i løsmasser

Magasintyper

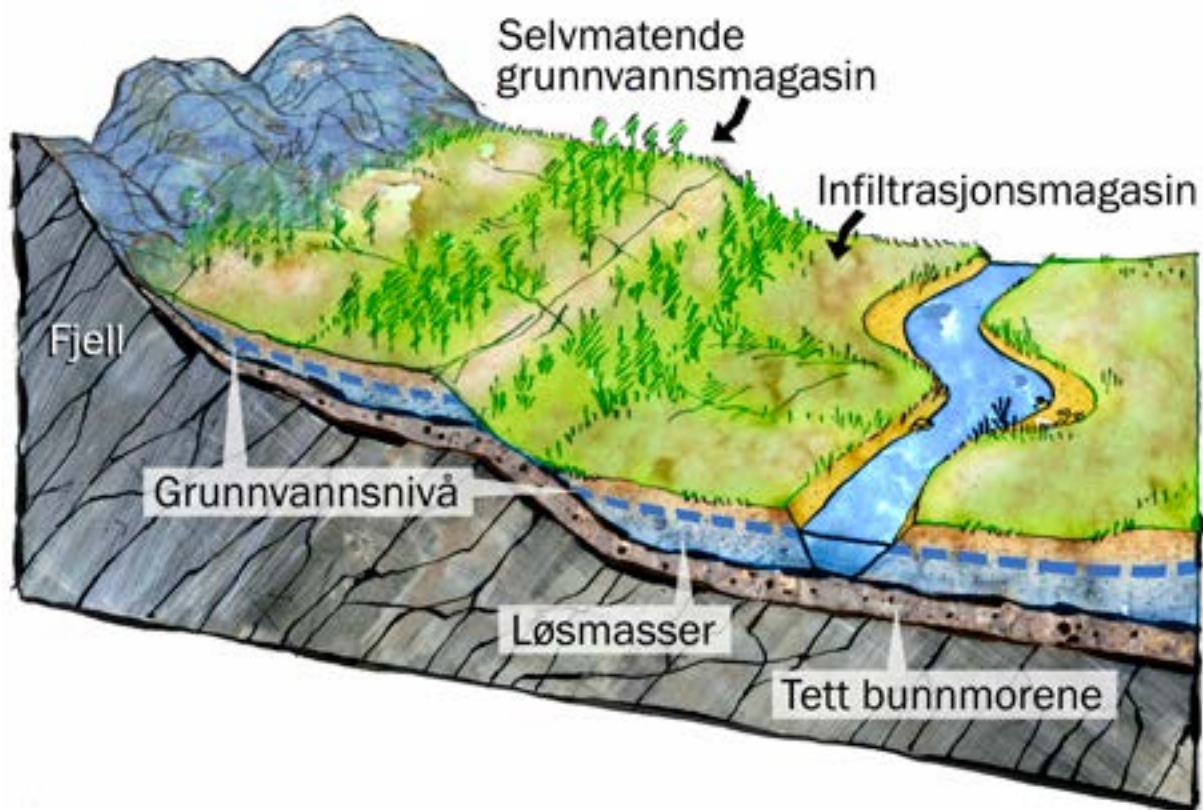
Det skilles mellom to hovedtyper av **grunnvannsmagasin** i løsmasser - *infiltrasjonsmagasin* og *selvmatende magasin*. Infiltrasjonsmagasinene er mest vanlige i elveavsetninger langs vassdrag i dalbunnen. Grunnvannsspeilet vil her grovt sett være i samme nivå som vannstanden i vassdraget, og endringene i grunnvannsnivået vil tilnærmet følge endringene i elvevannstanden. I dalsider og høyereliggende terrasser vil man vanligvis finne selvmatende grunnvannsmagasin. I disse magasinene har grunnvannsnivået sesongmessige fluktasjoner, avhengig av de stedlige nedbørs- og avsmeltingsforhold.

Infiltrasjonsmagasin:

Grunnvannsmagasinet står i direkte kontakt med vassdrag, og grunnvannsdannelsen skjer ved infiltrasjon av vann fra disse, i tillegg til lokal nedbør og vanntilsig fra omkringliggende områder.

Selvmatende magasin:

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



Figur 1: Beliggenheten av selvmatende grunnvannsmagasin og infiltrasjonsmagasin i en dalbunn med elv

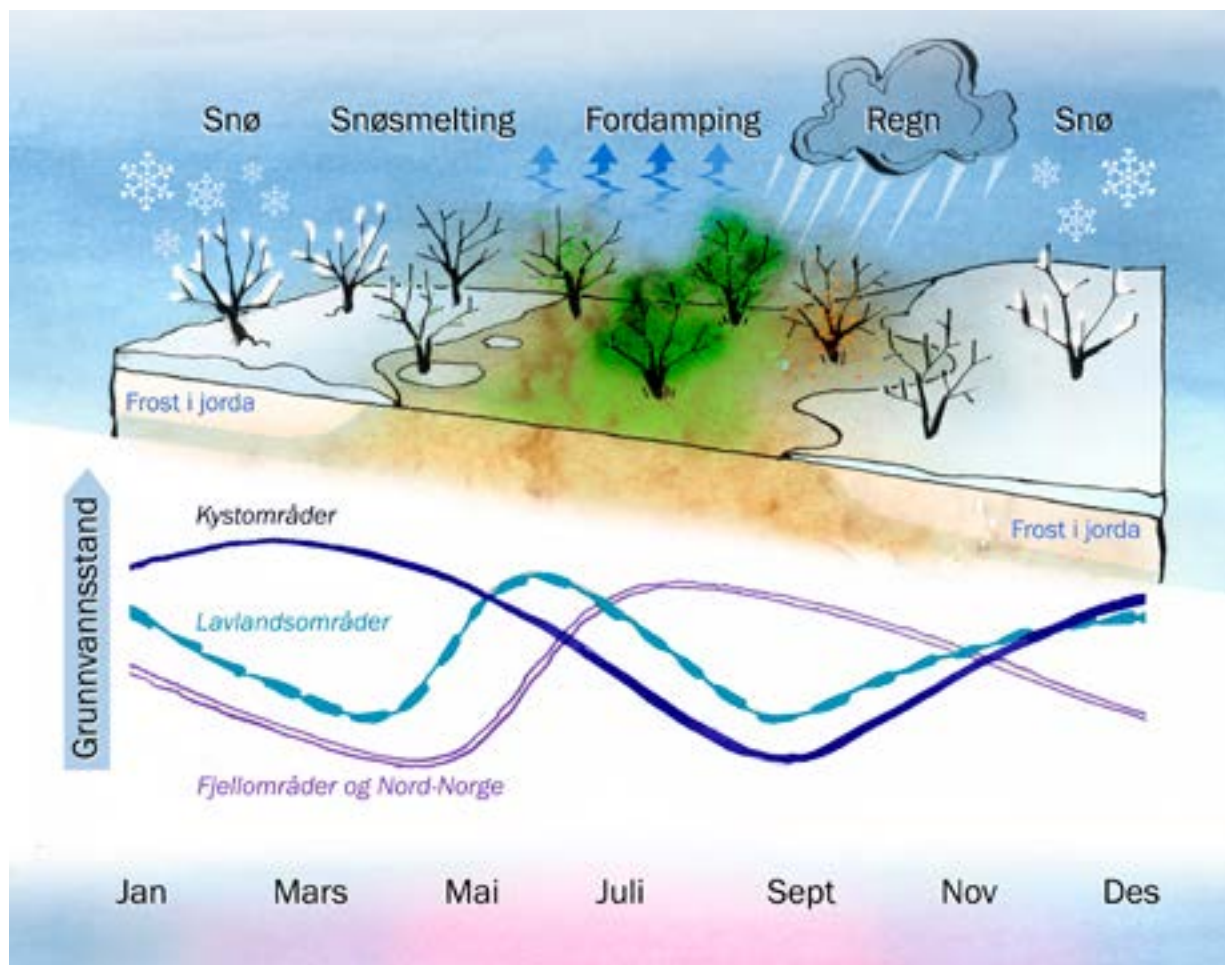
Fluktuasjoner

De naturlige endringene i grunnvannsnivået kalles fluktuasjoner. Størrelsen på fluktuasjonene bestemmes av flere faktorer, hvorav de viktigste er nedbørfordelingen, magasin størrelsen og løsmassenes gjennomtrengelighet for vann, både i den umettede og vannmettede sonen. Terrenghelningen og undersøkelsespunktets beliggenhet i nedbørfeltet er også faktorer som er av betydning for fluktuasjonene. Vi skiller mellom korttids- og langtidsfluktuasjoner. Figur 2 viser noen karakteristiske variasjoner.

Grunnvannets variasjoner

Korttidsfluktuasjonene kommer som følge av intensiv nedbør eller flom. Som oftest vil ikke virkningen på grunnvannet kunne spores umiddelbart, men være gjenstand for en viss faseforskyvning. Størrelsen på denne faseforskyvningen kan variere fra dager til måneder avhengig av blant annet jordmassenes gjennomtrengelighet og avstanden til grunnvannet.

Langtidsfluktuasjoner er årstidsvariasjoner og variasjoner mellom årene. Det er vanskelig å trekke opp generelle mønstre for årstidsvariasjonene i de ulike regioner og avsetningstyper.



Figur 2: Eksempel på vannstandsvariasjoner over året for en del grunnvannsregioner – kan variere mye

I lavlandsområder kan en observere to maksimum og to 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.

I fjellområder og Nord Norge har vi vanligvis et minimum like før snøsmelting og et maksimum like etter snøsmelting. Man kan også i disse områdene ha et lite maksimum om høsten, men dette er avhengig av snø-/teleforhold.

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

Variasjonene i grunnvannsstand vil være av ulik størrelse i de forskjellige geologiske avsetninger. I moreneområder vil variasjonen være størst pga. lavt effektivt porevolum. Variasjoner på 1- 3 meter er vanlig i norske morener. I breelv- og elveavsetninger, der det effektive porevolum er større, vil variasjonene vanligvis være mindre enn i morene. Langtids-variasjonene kan imidlertid også i disse avsetningene bli store.

Oversikten gir indikasjoner på hvilke endringer i grunnvannsstand som kan forventes innenfor et aktuelt resipient-område. Dette utelukker imidlertid ikke de lokalklimatiske og hydrogeologiske vurderinger som må gjøres. Dataene gjelder selvmatende grunnvannsmagasin. I resipientområder der grunnvannstanden fluktuerte med vannstanden i vassdrag (infiltrasjonsmagasin) må en kjenne vannføringsmønsteret for vassdraget.

1.2. Grunnvann i fjell

Sprekker og hulrom i berget er fylt av **grunnvann**, og dette vannet er en viktig kilde til **vannforsyning** i områder med spredt bosetting. I de vanligste norske **bergartene** vil en borebrønn i fjell som oftest gi nok vann til et gårdsbruk, et hus eller ei hytte. Grunnvann i fjell er derfor en viktig kilde til vannforsyning i spredt bebyggelse.

En borebrønn i fjell er ofte et godt alternativ, og i mange tilfeller eneste mulighet, dersom man ønsker å benytte grunnvann som vannforsyning til spredt bosetning eller til hytter. I motsetning til i brønner i løsmasser er det ikke mulig å gjøre forundersøkelser som kan si noe om brønnens vanngiverevne, men man kan si noe om hva som er vanlig i brønner boret i tilsvarende bergarter. I den nasjonale grunnvannsdatabasen (**GRANADA**) oppgir brønnborer estimert vanngiverevne, slik at en kan få inntrykk av hva som er kapasiteten oppnådd i fjellbrønner. Det er imidlertid ingen garanti for at den samme vannmengden oppnås i tilsvarende bergarter. Dette fordi vannmengden også er avhengig av oppsprekingsgrad.

Forskjellige bergarter har ulik evne til å holde sprekker åpne mot dypet. Harde og sprø bergarter (f.eks. granitt, gneiser, kvartsitt) kan ha åpne sprekker på stort dyp. Brønner i slike bergarter gir derfor som oftest mer vann enn brønner i mykere og mer formbare bergarter (f.eks. fyllitt, glimmerskifer, grønnstein), som sjelden har åpne sprekker dypere enn 50 meter under overflaten. De fleste bergartene i Norge er tette og en borebrønn må derfor krysse én eller flere vannførende sprekker i fjellet for å gi vann. Kartlegging av sprekkesystemer kombinert med geologisk kunnskap ved etablering av fjellbrønner er derfor viktige faktorer slik at brønnen kan bores gunstig i forhold til berggrunnens oppsprekking. Det hender imidlertid at sprekker, uavhengig av bergart, kan være fylt med **leire** slik at de er tette.

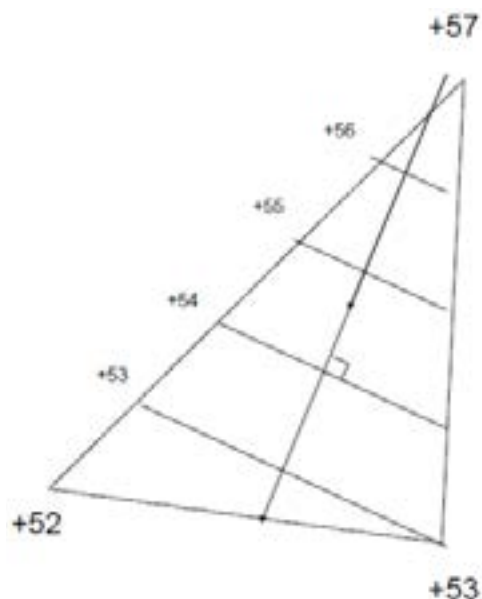
2 Grunnvannets gradient og strømningsretning

Grunnvannets gradient og strømningsretning kan bestemmes ved å måle avstanden til grunnvannet på minimum tre steder innenfor resipientområdet

Avstand til grunnvann

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

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



Figur 3: Den hydrauliske trekanten for konstruksjon av ekvipotensiallinjer

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.

Grunnvannets strømningsretning

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

Grunnvannets hydrauliske gradient

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

$I = (h' - h'') / L$, 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'	=	56 meter
h''	=	53 meter
L	=	32 meter
I	=	(56-53)/32

Den hydrauliske gradienten blir $I = 0,09$

Vedlegg 3

Utstyrsliste for gjennomføring av grunnundersøkelser

Nedenfor er det gitt en oversikt over utstyr som det anbefales å ha med når man skal gjennomføre grunnundersøkelser for vurdering av lokale løsmasser. Avhengig av lokale forhold, vil det variere hva det er behov for i det enkelte tilfellet. Listen er ikke uttømmende, men anses som et minimum av det utstyr som bør være tilgjengelig ved gjennomføring av grunnundersøkelser:

- Inspeksjonsbor – for å kunne gjøre en grov vurdering av det øvre jordlaget ned til maksimalt 80-100 cm dybde.
- Skovlbor – for å skovle opp jord nedover i jordprofilen til maksimalt 120 cm (200 cm med forlenger). En streng av skovlet jord tatt opp på forskjellige dybder danner et bilde av profilet. Dybden måles med meterstokk.
- Spade – for graving i løsmasser, veiskjæringer eller lignende
- Spett – for vurdering av løsmassenes lagringsfasthet eller annet
- Gravemaskin – for å utføre sjakting av et jordprofil. Det sjaktes så dypt det er behov for eller til grunnvann, leire eller fjell nås.
- Eventuelt merkepinne – for markering av lokalisering av filter eller prøvelokaliteter
- Jordprøver til kornfordelingsanalyse tas enten fra skovlet jord eller med en liten spade fra sjaktehullet. Her trengs meterstokk, plantespade, prøveposer, merkelapper og -penn.
- Infiltrometer med tilbehør – for å utføre en infiltrasjonstest i stedlige jordmasser. Anbefales generelt, men spesielt der jordmassene havner i felt 1 i infiltrasjonsdiagrammet. Nødvendig utstyr er;
 - Infiltrometer med svamp, slanger og nivåplate
 - Vannkanner
 - Spade for utgraving av hull til svamp + plantespade
 - Meterstokk
 - Stoppeklokke
 - Notatblokk og penn
- Målebånd, 50 meter – for å måle ut lengde på infiltrasjonsområdet, lokalisere prøvepunktene på kart i forhold til lokale referansepunkter eller måle aktuelle avstander. Alternativ til målebånd er laseravstandsmåler.
- Målebånd med «klokkelodd» - for måling av vannnivå i brønn
- Stigningsmåler – for måling av terrenghelning.
- Kompass – for henvisning ut fra fastpunkt på kart.
- Fotoapparat/mobil – for dokumentasjon av eiendom, lokale forhold, prøvehull eller annet. Et bilde er ofte mer beskrivende enn mange ord. Det anbefales derfor å ta mange bilder!
- Notatblokk, penn/blyant/merketusj
- Diverse kart – for inntegning av prøvelokaliteter, vegetasjon, utslippsområde, planlagt lokalisering av infiltrasjonsfilter, anleggskomponenter eller annet.
- Eventuelt håndholdt GPS – for innmåling av prøvelokaliteter og anleggskomponenter
- Arbeidshansker, engangshansker (plast)
- Hånddesinfeksjon
- Eventuelt prøveflasker om vannprøver skal tas ut
- Mat og drikke – god arbeidslyst:-)





Infiltrrometer med svamp,
slanger og vannkanne



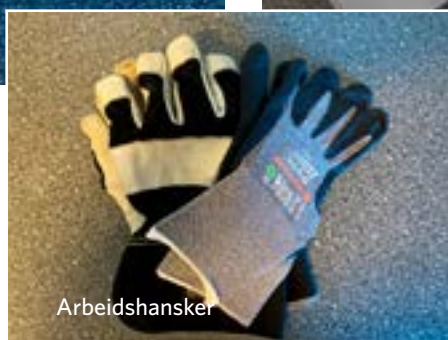
Prøvetakingsposer, merkelapper
og merkepenner



Poser for jordprøvetaking
og merkelapper



Prøveflasker



Arbeidshansker

Vedlegg 4

Tabell og skjema for profilbeskrivelse

En profilbeskrivelse beskriver de ulike lag av løsmasser fra terreng og nedover i jordprofilen, samt viser mektighet og lagringsfasthet av de ulike lagene. Det er viktig at det utarbeides en profilbeskrivelse for hver enkelt prøvelokalitet. Det kan enten benyttes tabell eller skjema for å utarbeide profilbeskrivelsen.

Eksempel på tabell for profilbeskrivelse i prøvehull

Undersøkelleslokalitet	Jordbeskrivelse	Lagringsfasthet
Lokalitet 1 0 - 0,3 m 0,3 - 0,9 m 0,9 - 1,6 m *Sikteprøve på 1,2 m Grunnvann på 1,6 m	Organisk jord/humus Grov sand/grus Middel sand -	Liten lagringsfasthet Middels lagringsfasthet Middels lagringsfasthet -
Lokalitet 2 0 - 0,3 m 0,3 - 1,0 m ** Infiltrasjonstest 1,0 - 1,7 m Grunnvann på 1,7 m	Organisk jord/humus Grov sand Middel sand -	Liten lagringsfasthet Middels lagringsfasthet Middels lagringsfasthet -
Lokalitet 3 (Utstrømningsområde) 0 - 0,2 m 0,2 - 1,3 m 1,3 - 1,5 m Grunnvann på 1,4 m	Organisk jord Ulike sandlag, fin og middel Middel/grov sand -	Liten lagringsfasthet Middels lagringsfasthet Middels lagringsfasthet -
Lokalitet 4 0 - 0,25 m 0,25 - 1,1 m Grunnvann på 1,1 m	Organisk jord Middel sand -	Liten lagringsfasthet Middels lagringsfasthet -
Lokalitet 5 (Ca 50 meter nedstrøms i utstrømningsområdet) 0 - 0,3 m 0,3 - 1,0 m 1,0 - 1,4 m Grunnvann på 1,4 m	Organisk jord Ulike lag, finsand og silt Fin sand (vannførende) -	Liten lagringsfasthet Middels lagringsfasthet Middel lagringsfasthet -

Eksempel på skjema for profilbeskrivelse i prøvehull

Eiendom: _____

Dato: _____

Prøvelokalitet: _____

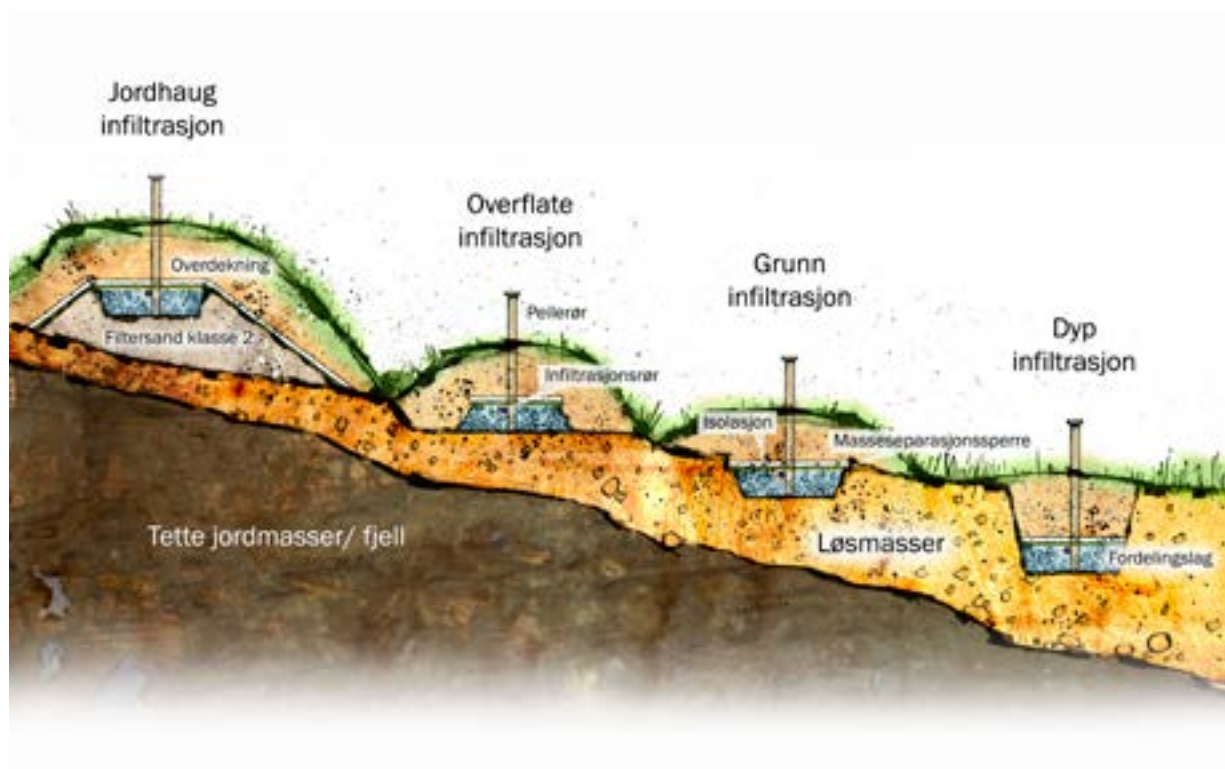
Dybde i cm	Beskrivelse av jordmasser	Beskrivelse av lagringsfasthet
50 cm		
100 cm		
150 cm		
200 cm		
250 cm		
300 cm		

Vedlegg 5

Utforming av infiltrasjonsfilter

Infiltrasjonsfiltre kan utformes som dype eller grunne grøfter, bassenger eller som oppbygde jordhaugfiltre med tilkjørt sandlag. Infiltrasjonsfiltre kan også legges oppå eksisterende terrengoverflate (overflateinfiltrasjon). Under forhold med liten avstand til tette jordmasser, fjell eller grunnvann kan det være behov for avskjærende drenering ovenfor filteret for å senke grunnvannet i infiltrasjonsområdet.

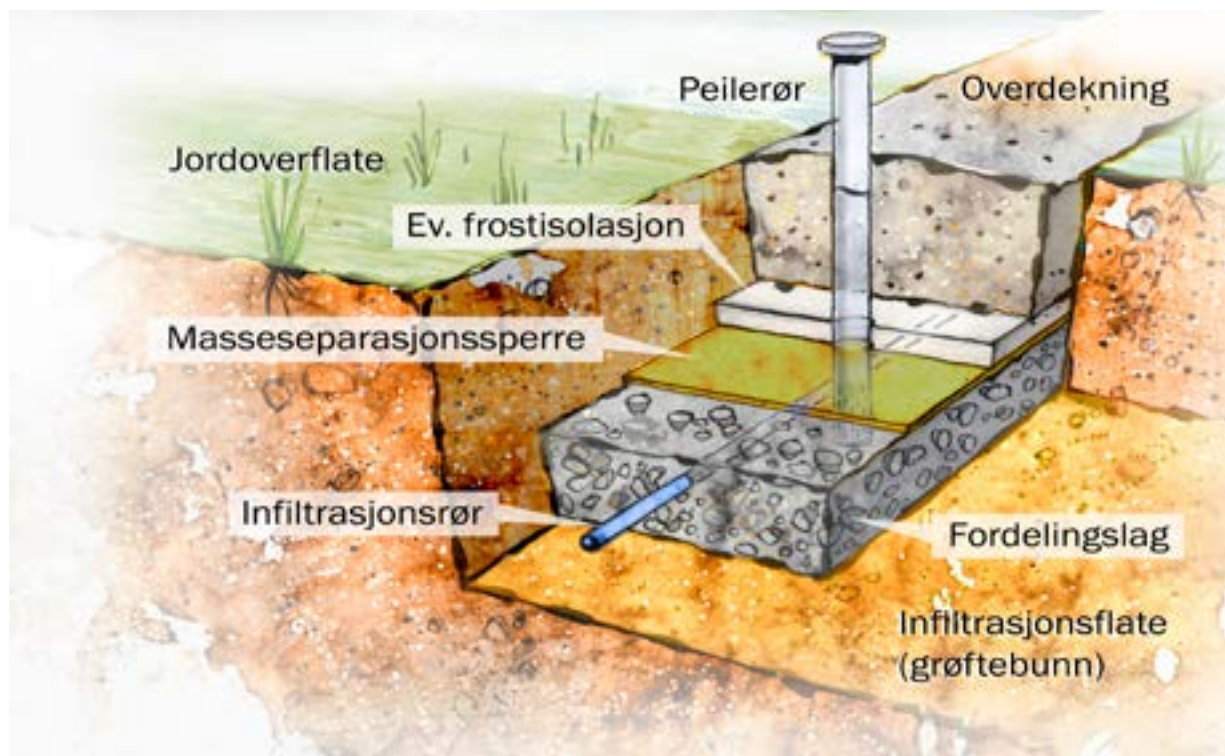
Det vil være de stedlige grunnforholdene som avgjør hvordan infiltrasjonsfilteret skal utformes.



Figur 1: Infiltrasjonsfilterets beliggenhet i jordprofilet bestemmes av avstand til grunnvann, tette masser eller fjell, samt egnede løsmassers mektighet

Dyp infiltrasjon

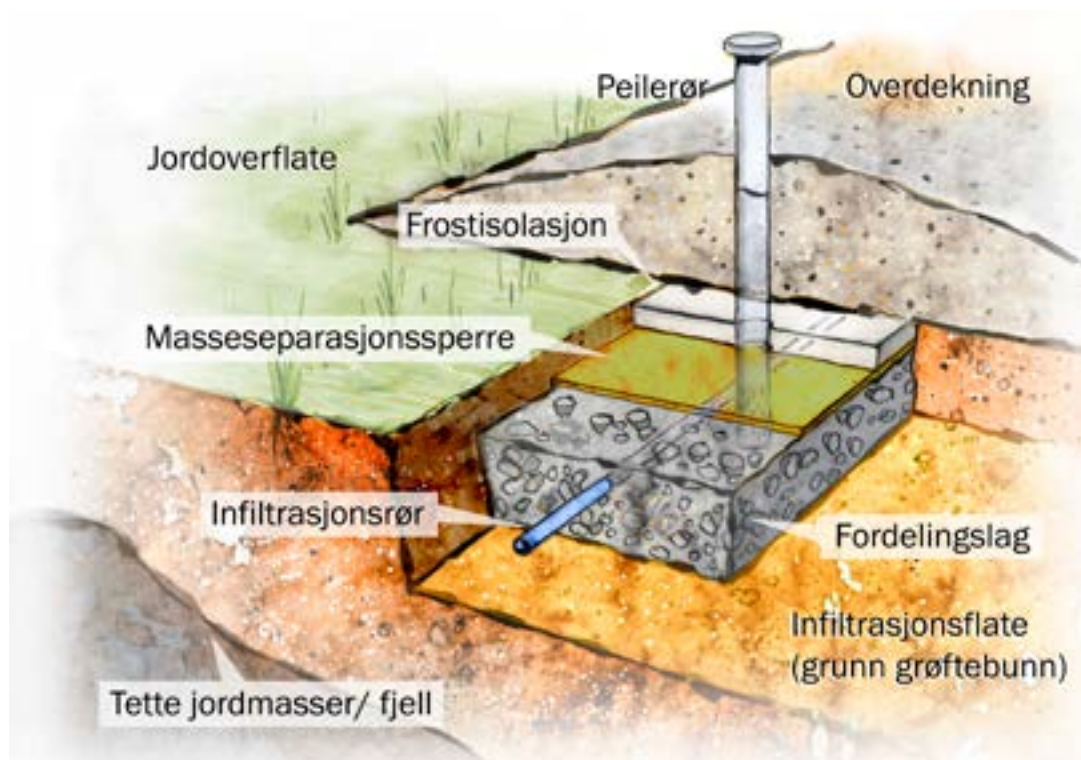
Dyp infiltrasjon benyttes der egnede jordmasser har stor tykkelse/mektighet over tettere masser eller fjell. Det forventes da god renseeffekt i jordmassene før infiltrert vann når grunnvann. Stedlige masser fylles tilbake over filteret, og terrenget kommer tilbake til tilnærmet samme nivå. Et infiltrasjonsfilter basert på dyp infiltrasjon legger normalt ikke begrensninger på bruken av arealet over filteret.



Figur 2: Prinsippskisse av dyp infiltrasjonsgrøft i stedlige jordmasser

Grunn infiltrasjon

Grunn **infiltrasjon** benyttes der de stedegne massene har for lav vannledningsevne i dypere lag til at **infiltrasjonsanlegg** kan etableres dypt. Et **infiltrasjonsfilter** basert på grunn infiltrasjon legges i det øverste jordlaget (20-50 cm dyp). Avløpsvann trenger ned i jordmassene under fordelingslaget. Hovedrensingen skjer i disse jordmassene før vannet trenger ned i underliggende, tettere masser. Der de underliggende massene består av **leire**, vil bare en liten del av vannet trenge videre nedover i jordprofilet. Filteret må tildekkes med stedlige og tilførte jordmasser. Terrenget vil heves noe over eksisterende terreng og bruken av arealet over filteret begrenses noe.

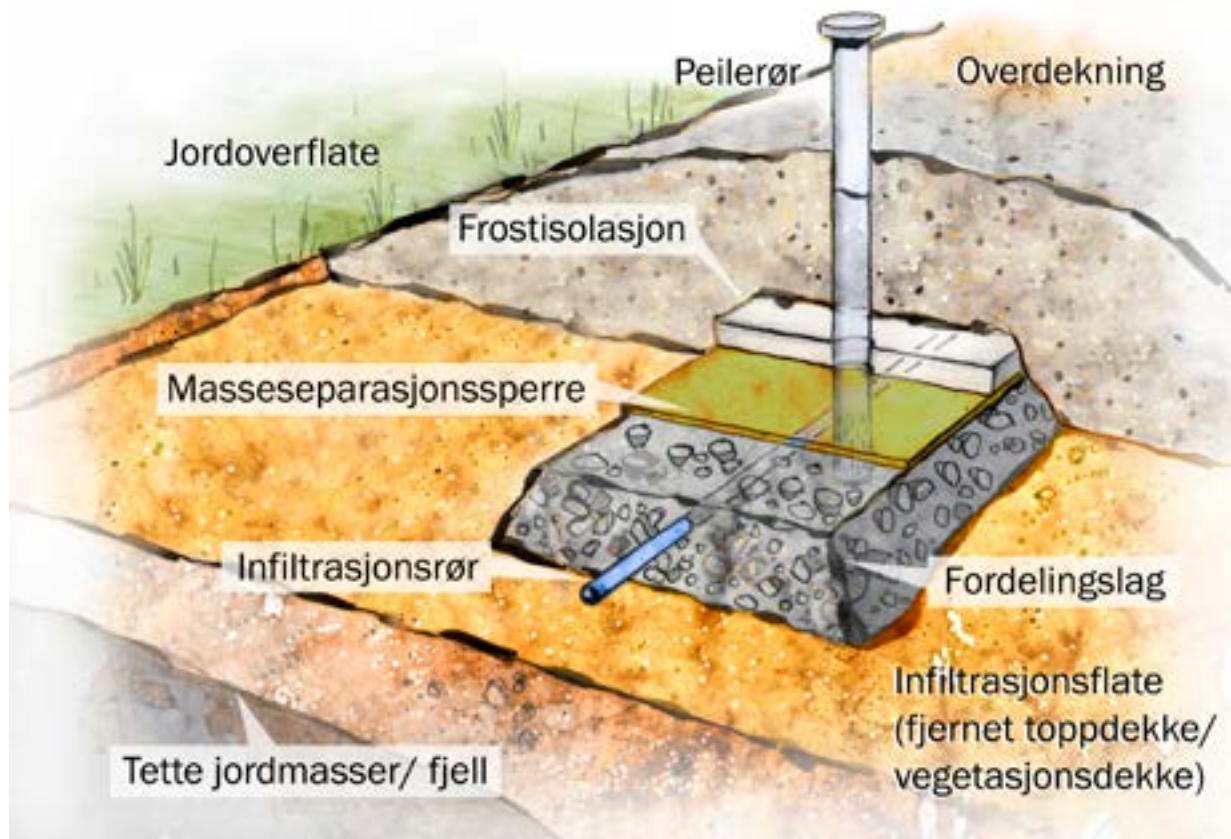


Figur 3: Prinsippskisse av grunn infiltrasjonsgrøft i stedlige jordmasser

Overflate infiltrasjon

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

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

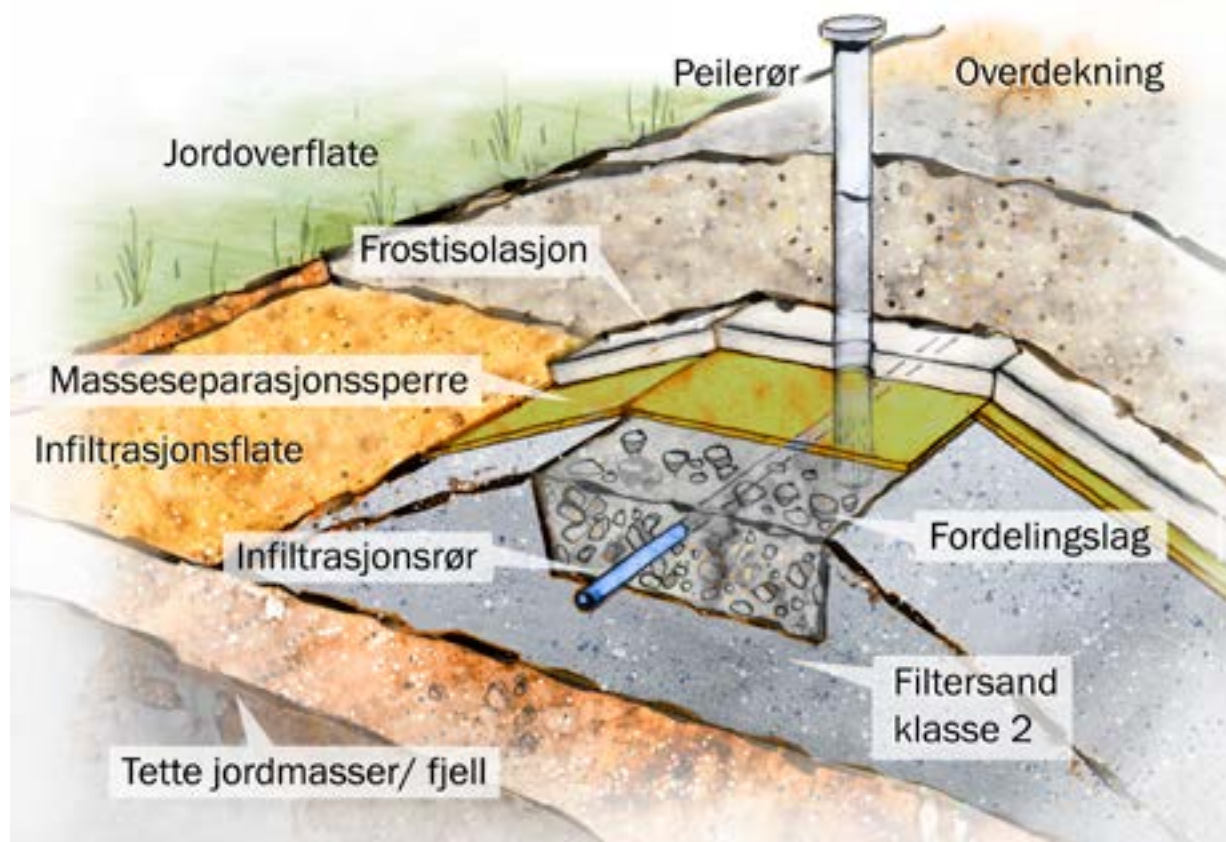


Figur 4: Prinsippskisse av overflateinfiltrasjon med filterflate tilnærmet på eksisterende terreng

Jordhauginfiltrasjon

Denne typen **infiltrasjon** kan benyttes der de stedegne massene har begrenset mektighet over tettere masser eller fjell. Løsningen krever tilførsel av **sand** og masser til overdekking. Et jordhaug- **infiltrasjonsfilter** bygges opp på eksisterende terrengoverflate, på underlag der vegetasjonsdekket er fjernet og overflaten frest og rillet. Sandlaget (klasse 2 sand) legges direkte på den utgravde flaten og topplaget avrettes. Jordhauginfiltrasjonsanlegg stiller særskilte krav til de som skal planlegge/prosjekttere og bygge anlegget. Riktig utformet er jordhauginfiltrasjon en god renseløsning som kan utnytte stedlige løsmasser med begrenset mektighet.

Jordhaugfiltre vil medføre relativt stor terrengheving og området der filteret etableres kan i liten grad utnyttes.



Figur 5: Prinsippskisse av oppbygd infiltrasjonsfilter med tilkjørt sandlag - jordhaug

TIDLIGERE UTGITTE RAPPORTER

2021	261	Omfyllingsmasser
	260	Innovative anskaffelser i vannbransjen
	259	Kommunale finansieringsbehov i vannbransjen 2021 – 2040
2020	258	Rekutteringsbehov i vannbransjen – status og prognoser 2020 – 2050
	257	Etablering og drift av mindre avløpsanlegg
	256	Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg
2019	255	Bærekraftig fremmedvannsandel – Modell for vurdering av riktig nivå
	254	Forvaltning av nedbørsfelt for overflatevannkilder
	B26	Kunnskapsbehov innen overvann og klimatilpasning
2018	B25	Forprosjekt – Digital Vannstatistikk
	253	Mikroplast i avløpsvann, avløpsslam og jord
	252	Kummer – Klassifisering og tilstandsvurdering
2017	B24	Primærrens – Status og renseeffekter 10 år etter
	C14	Bærekraftig fornyelse av ledningsnett
	251	Klimagassutslipp, veiledning for vannbransjen
2016	250	Kommunens roller, rettigheter og fremgangsmåter i private utbyggingsområder
	249	Veiledning i nødvannforsyning
	B23	Evaluerer av Norsk Vanns prosjektsystem
2015	248	Organic Pollutants in Norwegian Wastewater Sludge
	247	Beste praksis for HMS-arbeid i vannbransjen
	246	Regulering og organisering av vann- og avløpssektoren i utvalgte europeiske land
2014	245	Veiledning for tilstandsvurdering av infiltrasjonssystemer
	244	Veiledning i utarbeidelse av prøvetakingsplan for drikkevann
	243	Verdiforvaltning av vann- og avløpsinfrastruktur
2013	242	Praktiske råd ved valg av ledningsmateriale
	241	Mapping microplastic in Norwegian drinking water
	240	UV-desinfeksjon av drikkevann
2012	B22	Vann og avløp i arealplanlegging og byggesaker
	239	Beregning av bærekraftig lekkasjenivå
	238	Informasjonssikkerhet og skybaserte tjenester
2011	237	Dataflyt for GIS-informasjon i VA-prosjekter
	236	Akseptkriterier – Vurdering av nye og nyrenoverte avløpsledninger ved rørinnspeksjon
	235	Dataflyt
2010	234	Rørinnspeksjon av hovedledninger for vann og avløp
	233	Veiledning for bruk av betongrør og kummer
	232	Plastrør for vannforsyning og avløp: Hvordan skal vi oppnå minst 100 års levetid?
2009	231	NOMiNOR: Natural Organic Matter in drinking waters within the Nordic Region
	230	NOMiNOR: Naturlig Organisk Materiale i Nordiske drikkevann
	229	Sikring av vannforsyning mot tilskuede uønskede hendelser
2008	228	Tilførsel av industrielt avløpsvann
	227	Beregning av forurensningsutslipp fra avløpsanlegg
	226	Tømming av slam
2007	225	Trykkavløp i spredtbygde og urbane strøk
	224	Eierskap til stikkledninger
	223	Finansieringsbehov i vannbransjen 2016–2040
2006	222	Dokumentasjon av utslipp fra avløpsnett
	221	Smart ledningsfornyelse – bruk av NoDig-metoder
	B21	Utvikling av studietilbud i bachelor i vann- og miljøteknikk
2005	B20	Norske tall for vannforbruk med fokus på husholdningsforbruk
	220	Kritiske ledninger for vann og avløp – klassifisering og tiltaksvurdering
	219	Eksempler på implementering av bærekraft i vannbransjen
2004	218	Vann til brannsløkking og sprinkleranlegg
	217	Videreutvikling av beregningsmetodikk for gjenanskaffelsesverdi og investeringsbehov
	216	Tilbakestrømssikring – veiledning til vannverkseiere
2003	215	Forslag til ny sektorlov for vann tjenester
	214	Sikkerhetsstyring for vannbransjen
	213	Veiledning for dimensjonering av vannbehandlingsanlegg
2002	212	Erfaringer med ozon-biofiltrering for behandling av drikkevann
	211	Veiledning for praktisering av selvkost
	210	Veiledning for praktisering av selvkost
2001	209	Veiledning i mikrobiell barriere analyse
	208	Sikring av kvalitet på ledningsanlegg
	207	Stikkledninger – ansvar og teknisk utforming
2000	206	Biostabilitet i drikkevannsnett
	205	Bærekraftig forvaltning av VA-tjenestene
	204	Åpne flomveger i bebygde områder
1999	203	Fra driftsassistanser til regionale vannassistanter
	202	Microbial barrier analysis (MBA) – a guideline
	201	Anskaffelser i vannbransjen
1998	200	Håndtering av overvann fra urbane veger
	199	Etablering av gode VA-løsninger i spredt bebyggelse
	198	Organiske miljøgifter i norsk avløpsslam – Resultater fra undersøkelsen i 2012/13
1997	197	Avløpsanlegg Vurdering av risiko for ytre miljø
	196	Veiledning i tilstandskartlegging og fornyelse av VA-transportssystemer
	195	Sikkerhet og sårbarhet i driftskontrollsystemer for VA-anlegg
1996	B19	Vardepumper i drikkevannsforsyningssystem
	B18	Kranvannets kokebok for kommunikasjon
	B17	Investeringsbehov i vann- og avløpssektoren
1995	194	Energiriktig design og prosjektering av avløpsrenseanlegg
	193	Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem
	192	Veiledning for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken
1994	191	Rettigheter til uttak av vann til allmenn vannforsyning
	190	Klimatilpasningstiltak innen vann og avløp i kommunale planer
	188	Veiledning for drift av koaguleringsanlegg
1993	C8	Omdømmeplattform og -strategi
	187	Kommunal overtakelse av vannverk organisert som andelslag eller samvirkeforetak
	186	Veiledning i omorganisering av andelsvannverk til samvirkeforetak
1992	185	Fett i avløpsnett. Kartlegging og tiltaksforslag
	184	Tilsyn med utslipp fra avløpsanlegg innen kommunens myndighetsområde
	183	Veiledning om regulering av VA-tjenester til næringsmiddelindustri
1991	182	Prøvetaking av avløpsvann og slam
	181	Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng
	180	Fjernavlesning av vannmålere
1990	179	Veiledning i utarbeidelse av kommunale gebyrforordninger for vann og avløp
	B16	Veiledning for kartlegging av energibruk i VA-sektoren
	B15	Vannforskriftens økonomiske konsekvenser for kommunesektoren og avløpsanleggene
1989	C7	Forvaltningspraksis ved norsk damsikkerhet
	178	Grunnundersøkelser for infiltrasjon – mindre avløpsanlegg
	177	Drikkevannskvalitet og kommende utfordringer – problemoversikt og status
1988	176	Statlige gebyrer og avgifter på de kommunale VAR-tjenestene
	175	Vann og avløp for nye i bransjen – læreplan. E-læring og samlinger
	174	Hygienisering av avløpsslam. Langtidslagring og enkel rankekompostering. Resultater fra 3 års valideringstesting
1987	173	Veiledning for bruk av støpejernsrør
	B14	Klimatilpasningstiltak i VA-sektoren – forprosjekt
	B13	Silslam – mengder, behandlingsløsninger og bruksområder. Forprosjekt.
1986	172	Trykktap i avløpsnett
	171	Erfaringer med lekkasjekontroll
	170	Veileder til god desinfeksjonspraksis
1985	169	Optimal desinfeksjonspraksis fase 2
	168	Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg
	167	Veiledning for kjøp av VA-kjemikalier
1984	166	Tiltak for å bedre fosforfjerningen på kjemiske renseanlegg
	165	Innsamlingsverktøy for vedlikeholdsdatabaser
	B12	Drikkevann i media
1983	164	Veiledning for UV-desinfeksjon av drikkevann
	163	Veiledning for innhenting og evaluering av tilbud på analyseoppdrag
	162	Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering
1982	161	Helsemessig sikkert vannledningsnett
	160	Driftserfaringer med membranfiltrering
	159	Håndbok i kildeprosjekt i avløpssystemet
1981	158	Termoplastrør i Norge – før og nå
	B11	Økonomiske forhold i interkommunalt VA-samarbeid – praksis og kjøregregler
	B10	Vannkilden som hygienisk barriere
1980	B9	Utvikling av et system for spørreundersøkelser blant VA-kundene
	C6	I veien for hverandre – Samordning av rør og kabler i veigrunnen
1979	157	Organiske miljøgifter i norsk avløpsslam. Resultater fra undersøkelsen i 2006/07
	156	Veiledning for oljeutskilleranlegg
	155	Norm for merking og FDV-dokumentasjon i VA-sektoren
1978	154	Norm for tagkoding i VA-anlegg
	153	Norm for symboler i driftskontrollsystemer for VA-sektoren
	152	Veiledning for anskaffelse av driftskontrollsystemer i VA-sektoren
1977	151	Veiledning for vedlikeholdssystemer (FDV)
	150	Dataflyt – Klassifisering av avløpsledninger
	B8	Forprosjekt energinettverk i VA-sektoren
1976	B7	Sandnesmodellen. Eksempel på system for kommunikasjon og virksomhetsstyring
	149	Tilførsel av industrielt avløpsvann til kommunalt nett. Veiledning
	148	Veiledning i utarbeidelse av prøvetakingsprogrammer for drikkevann
1975	147	Optimal desinfeksjonspraksis for drikkevann
	146	Bærekraftig vedlikehold. Betraktninger av utvalgte problemstillinger knyttet til langsiktig forvaltning av vannledningsnett
	B6	Kommunikasjonsstrategi for NORVAR og norske vann og avløpsverk
1974	B5	Utslipp fra bilvaskehaller
	B4	Vannkvalitet i ledningsnett – Problemoversikt og statust. Forprosjekt.
	B3	Kvalitetshveving av nye VA-ledningsanlegg. Kartlegging og tiltaksforslag
1973	C5	Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen – veiledning
	C4	Effekter av bruk av matavfallskverner på ledningsnett, renseanlegg og avfallsbehandling
	145	Inspeksjonsmanual for avløpssystemer. Del 1 – Ledninger
1972	144	Veiledning i overvannshåndtering (Erstattet av 162/08)
	143	Kartlegging av mulig helsefare for abonnenter berørt av trykkløst vannledning ved arbeid på ledningsnett
	142	NORVARs benchmarkingsprosjekt 2004. Presentasjon av målesystem og resultater for 2003 ed analyse av datamaterialet
1971	B2	PressurePuls for deteksjon av lekkasje på vannledninger.
	C3	Samarbeid om økt bruk av avløpsslam på grøntarealer
	141	Trenger Norge en VA-lov? Drøfting av behovet for en egen sektorlov for vann og avløp
1970	140	NORVARs videre arbeid med slam. Strategisk plan for prosjektvirksomhet, informasjon og kommunikasjon. Forprosjekt
	139	Erfaringar med kløring og UV-stråling av drikkevann
	138	Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekterings tjenester innen VAR-teknikk. Revidert utgave
1969	137	Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng (Erstattet av 181/2011)
	136	Hygienisk barrierer og kritiske punkter i vannforsyningen: Hva har gått galt?
	135	Vannledningsrør i Norge. Historisk utvikling. 26 dimensjonstabeller
1968	134	VA-JUS. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel (Erstattet av boken Vann- og avløpsrett (2010) og nettportalen va-jus.no)
	B1	Effektive VA-organisasjoner og tilfredse brukere. Forprosjekt
	C2	Stoff for stoff – kilde for kilde. Kvikksløv i avløpsnett
1967	133	IT-strategi for VA-sektoren. Veiledning
	132	Forslag til nytt system for prosjektvirksomheten i NORVAR
	131	Effektivisering av avløpssektoren
1966	130	Gjenanskaffelseskostnadene for norske VA-anlegg
	129	Rørinnspeksjon med videokamera. Veiledning/rapportering hovedledninger
	C1	Sårbarhet i vannforsyningen



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