

1 FORMÅL

Overflateinfiltrasjon er en meget aktuell metode for bortledning av overvann.

Imidlertid bygges det i blant infiltrasjonsanlegg på steder som er uegnet for infiltrasjon. Dette kan føre til oversvømmelser og skader på bygninger etc.

Formålet med dette miljøbladet er å gi en veiledning om hvilke typer grunnforhold som er egnet for infiltrasjon, dimensjonering av infiltrasjonsanlegg og drift av slike anlegg.

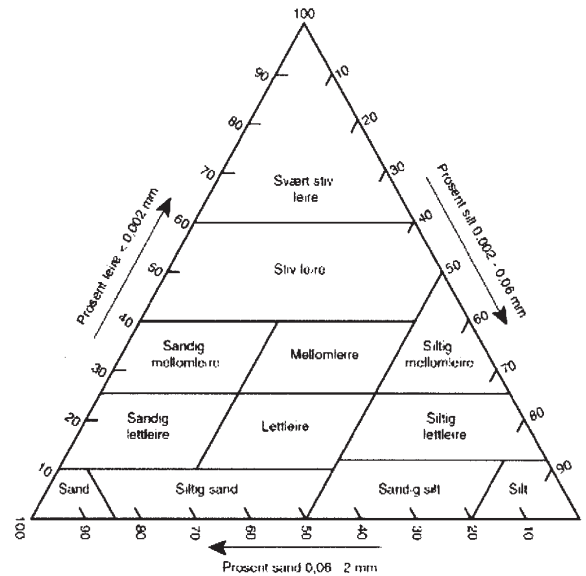
2 BEGRENSNINGER

2.1 GENERELT

Ved infiltrasjon reduseres behovet for overvannsledninger og som regel er det miljømessig gunstig. Positive effekter av riktig utførte infiltrasjonsanlegg kan være:

- Infiltrasjon kan redusere faren for flom. Veiutbygginger, nye industri- og boligområder medfører store arealer med tette flater. Avrenningen flerdobles og den skjer vesentlig hurtigere enn tidligere. Ledes vannet bort i rør, økes faren for flom i resipienten.
- Infiltrasjon kan påvirke vannbalansen i området på en gunstig måte. Bortledning av overvannet i rør innebærer ofte en senkning av grunnvannsnivået som kan resultere i bortfall eller skader på vegetasjon.
- Overvann er ofte forurenset. Spesielt gjelder det overvann fra trafikkarealer. Ved infiltrasjon renses i viss grad overvannet. Grunnens renseeffekt er avhengig av jordtype og tilført forurensning.

Infiltrasjon er bare mulig dersom jordens hydrauliske ledningsevne er tilstrekkelig for den vannmengden som skal infiltreres. Den hydrauliske ledningsevnen er et mål for hvor raskt infiltrasjonen skjer og angis som regel i m/s eller i m³/døgn. Dess mer finkornet en jordart er, dess mindre er den hydrauliske ledningsevnen.



Figur 1 Jordartsdiagram

Jordarter med god hydraulisk ledningsevne befinner seg i nedre venstre del av jordartsdiagrammet i figur 1. Leire, som ligger høyt i diagrammet, er vanligvis uegnet for infiltrasjon. I oppsprukket tørrskorpeleire kan det i visse tilfeller være mulig å infiltrere/magasinere overvann. Forvitret eller oppsprukket fjell kan ha betydelig hydraulisk ledningsevne.

Ved planlegging av infiltrasjonsanlegg bør det undersøkes om det finnes løsmassekart for området. Slike kart gir nyttig informasjon om grunnens egenskaper og hvordan løsmassene er dannet. Figur 2 viser et utsnitt av et løsmassekart for Trondheim (NGU 1999)



Figur 2 Eksempel på løsmassekart

Den mørkeste blåfargen angir marine strandavsetninger. Dette er vanligvis grus- og sandavsetninger, det vil si masser som egner seg for infiltrasjon.

De noe lysere blå områdene er dannet ved bunnfelling i sjøen. Jorden her består i hovedsak av leire- og siltmasser. Disse massene er vanligvis lite egnet for infiltrasjon.

Ifølge utenlandske retningslinjer bør avstanden mellom infiltrasjonsnivå og grunnvannstand være minst 0,75 m og helst over en meter for å sikre hydraulisk kapasitet. Denne avstanden er også av vesentlig betydning dersom det er behov for rensing av overvannet.

Grunnens hydrauliske ledningsevne kan bli redusert ved komprimering og tilslamming. Fremtidig utnyttelse av infiltrasjonsområdet må derfor vurderes ved bestemmelse av dimensjonerende infiltrasjonskapasitet.

Den hydrauliske ledningsevnen bestemmes enten:

- På bakgrunn av siktekurver eller
- Ved målinger

Det er det laget i infiltrasjonssjiktet med lavest ledningsevne som er dimensjonerende.

Eksempel på målte renseseffekter ved infiltrasjon er vist i tabell 1 (Winer, 2000).

Parameter	Renseeffekt i %
TSS	95
Total fosfor	65
Total nitrogen	50
Zink	95

Tabell 1 Renseeffekt ved infiltrasjon

Rensing behandles ikke i dette miljøbladet.

2.2 INFILTRASJON PÅ FROSSEN MARK

Når jorden fryser, skjer det stort sett en blokering av porene. Infiltrasjonsevnen reduseres sterkt. Resultater fra nyere forskning (Johannes Deelstra, Bioforsk) tyder imidlertid på at det skjer en viss infiltrasjon også på frossen jord. Ved dimensjonering av infiltrasjonsanlegg bør man se bort fra overflateinfiltrasjon i frostperioden. Avrenning i frostperioden bør infiltreres under frostsonen.

3 FUNKSJONSKRAV

3.1 GENERELT

Dersom man ikke kjenner grunnforholdene i området, må det foretas grunnundersøkelser. Dybden til grunnvannsspeilet må måles og hydraulisk ledningsevne må beregnes eller måles. Noen normalverdier for hydraulisk ledningsevne er vist i tabell 2.

Jordart	10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁸	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	10 ⁻²
Grov grus					+
Grus					+
Grov Sand					+
Finsand				+	
Silt		+	+		
Leire	+				

Tabell 2 Normalverdier for hydraulisk ledningsevne i m/s for noen jordarter (Kilde: Dr. Sönke Borgwardt)

Overvann er i viss grad forurenset. Det gjelder spesielt avrenning fra større veier og industriområder. Slikt overvann kan blant annet inneholde store mengder slam. Vannet må da renses før infiltrasjon. Det må alltid vurderes om infiltrasjonen kan medføre miljøproblemer som forurensning av vannkilder. Videre bør det undersøkes om infiltrasjonen kan gi vanninntrengning i nærliggende bygninger.

Omgis infiltrasjonsområdet av lag med lavere hydraulisk ledningsevne enn det er i selve infiltrasjonsområdet, kan infiltrasjonsområdet være fordrøyningsmagasin for videre infiltrasjon. Magasineringskapasiteten i m³ kan beregnes av formelen:

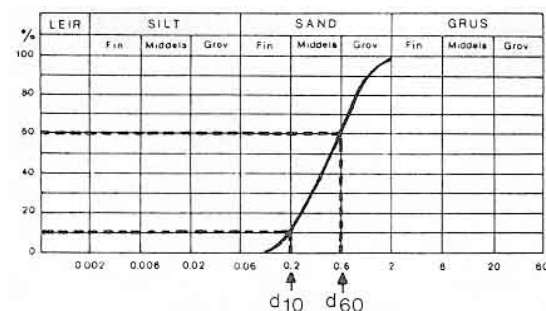
$$M = A * B * p/100$$

Hvor A er arealet av infiltrasjonsområdet i m², D avstanden i m fra infiltrasjonsnivå til vannmettet sone og p er porevolumet i %. Porevolumet p må måles. I steinrike masser uten finstoff er det vanlig å sette p til 30 %.

Et forhold som det er lett å overse er at utnyttelsen av området kan endre de hydrologiske forholdene. Spesielt kan komprimering redusere hydraulisk ledningsevne og magasineringskapasitet.

3.2 BESTEMMELSE AV HYDRAULISK LEDNINGSEVNE PÅ BAKGRUNN AV SIKTEPRØVE

Figur 3 viser kornfordelingskurven for en sandig jordart. Siktstørrelsene er angitt i mm på horisontalaksen. Vertikalaksen viser hvor stor del av prøven i vektprosent som passerer de forskjellige siktene. I eksemplet passerer 10 % av prøven sikt 0,2, 60 % sikt 0,6 og alt passerer sikt 2. Kornstørrelsen for den delen av prøven som passerer av 10 % benevnes d₁₀. Tilsvarende benevnes den kornstørrelsen som passerer av 60 % av prøven d₆₀.



Figur 3 Eksempel på kornfordelingskurve

Det finnes flere likninger for beregning av hydraulisk ledningsevne. En likning som ofte benyttes er Hazen's likning. Den gjelder for vannmettet sand og er enkel og lett å bruke.

$$K = k * (d_{10})^2$$

Forutsetningen for å bruke likningen er at forholdet mellom d_{60} og d_{10} er mindre enn 5.

Hazen's formel er omdiskutert. I geoteknisk litteratur er det stor uenighet om verdien for faktoren k . Settes k til $0,01157 / 3$, blir enheten for hydraulisk ledningsevne K m/s.

d_{10}	K	
	m/s	m/d
0,1	0,000116	0,01
0,2	0,000464	0,04
0,4	0,001856	0,16
0,6	0,004176	0,32
0,8	0,007424	0,64
1,0	0,011600	1,00

Figur 4 Hydraulisk ledningsevne beregnet etter Hazen's likning

I en amerikansk overvannsmanual /4/ er hydraulisk ledningsevne for sand og grus satt til 0,5 – 1,0 m/d. Den høyeste verdien gjelder for velgradert sand og grus uten innslag av silt. Disse verdiene skal man kunne bruke for dimensjonering av infiltrasjonsanlegg dersom målinger ikke er utført.

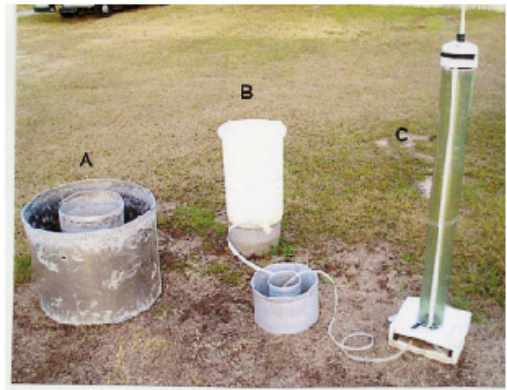
3.3 MÅLING AV HYDRAULISK LEDNINGSEVNE

Ledningsevnen skal måles på samme nivå som infiltrasjonen skal skje.

Målingene utføres enten med infiltrometer eller i prøvegrop. Det er mest vanlig å bruke infiltrometer. Målingen kan utføres av en person og den er nøyaktigere enn prøvegropmetoden. Det er flere varianter av begge målemetodene.

3.3.1 MÅLING MED TO-RINGS INFILTROMETER

Figur 5 viser to infiltrometerstørrelser /2/. Den største utgaven, A på figur 4, har en ytre ring med diameter 60 cm og en indre med diameter 30 cm. For den minste (B) er målene på ringene henholdsvis 30 og 15 cm. Et spesielt måleutstyr, Mariottes sifong (C), måler vanntilførselen til den indre ringen og sørger for konstant vannstand.



Figur 5 Infiltrometere

Begge ringe rammes ca 15 cm ned i bakken, først den minste og så den største. Ringene skal stikke opp minst 12 cm. Ringene fylles med vann til en høyde av ca 10 cm. Ifyllingen i indre ring skjer med forsiktighet for å unngå omrøring. Infiltrasjonshastigheten i indre ring måles. Når denne har blitt konstant, har man kommet frem til den hastigheten som benyttes ved beregningen av jordens hydrauliske ledningsevne.

Grunnen til at man benytter to ringe er for å redusere effekten av sideveis infiltrasjon. Dess større ringene er, dess mindre blir feilen på grunn av sideveis infiltrasjon. Imidlertid øker behovet for vann for gjennomføringen av målingen med størrelsen på ringene. Siden vannet vanligvis må transporteres til prøvestedet, begrenser dette valg av ringstørrelse.

3.3.2 MÅLING I PRØVEGROP

Målingene utføres i en sirkulær grop med vertikale sider. Gropens diameter er vanligvis 30 – 60 cm. Omrørte masser fjernes. I bunnen av gropa legges det et lag på ca 5 cm med grov sand. Det fylles vann i gropa til en høyde av 15 cm. Etter minimum 2 timer etterfylles det med vann til opprinnelig nivå. Den synkningen man så får i løpet av 30 minutter brukes ved beregning av hydraulisk ledningsevne.

Dersom det ikke er vann i gropa etter 2 timer, etterfylles gropa. Synkningen i 30 minutters perioder måles samtidig som det etterfylles med vann. Bestemmende infiltrasjonshastighet måles i de siste 30 minutter av en prøveperiode på 4 timer.

4 LØSNINGER

4.1 INFILTRASJON PÅ GRESSPLENER

Det er vanlig å lede takvann og avrenning fra veier og plasser i boligområder til gressdekket mark for infiltrasjon. Gressplener har som regel betydelig infiltrasjonskapasitet. Er de tette flatene som skal avvannes større enn infiltrasjonsflaten, bør infiltrasjonskapasiteten bestemmes ved måling.

Det er viktig med god spredning av tilløpet til infiltrasjonsområdet slik at det ikke oppstår erosjon og dannelse av kanaler. Videre må det påses at eventuelt overskuddsvann ikke tilføres naboeiendommer. For å unngå at det oppstår dammer, bør det i lavpunkter være overløp til ledningsnett på steder hvor dette er mulig.

4.2 INFILTRASJONSGRØFTER

Slake gresskleddede grøfter, swales, benyttes ofte for fordrøyning, infiltrasjon og bortledning av avrenning fra veier og parkeringsplasser etc. Slike grøfter har minimalt fall (maks 2 %), og sideskråningene er så slake at gresset kan slå med vanlig gressklipper. Såvel fordrøynings som infiltrasjonskapasiteten forbedres om det legges steinfylling under grøftens bunn.

Infiltrasjonsgrøfter kan ikke benyttes i forbindelse med avrenning fra veianlegg med stor trafikk. Overvann fra slike veier inneholder så mye slam at grøftenes overflate i løpet av kort tid tettes til. Derved opphører infiltrasjonen.

Figur 6 og 7 viser eksempler på forskjellige utførelser av fordrøynings- og infiltrasjonsgrøfter i boligområder. I det ene eksemplet er grøfta på det nærmeste fylt med stein. Denne grøfta er til enhver tid tørr. I det andre eksemplet vil det stå vann i forbindelse med nedbør.



Figur 6 Steinfylt infiltrasjonsgrøft i boligområde

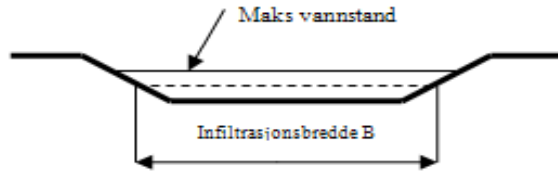


Figur 7 Åpen fordrøynings- og infiltrasjonsgrøft i boligområde

4.3 INFILTRASJONSDAMMER

Overvannet må renses før det tilføres en infiltrasjonsdam. Rensingen består som regel i oljeavskilling og sedimentering av partikulært materiale.

Figur 8 viser et snitt gjennom en infiltrasjonsdam. Bunnen bør være tilnærmet horisontal. Sideflatene bør ikke være brattere enn 1 på 3. Ved dimensjonerende nedbør fylles dammen opp til maksimal vannstand. Infiltrasjonsflaten settes lik arealet av vannspeilet ved halvfull dam /4/.



Figur 8 Infiltrasjonsdam

Amerikanske retningslinjer /1/ angir at tømmetiden for en infiltrasjonsdam ikke skal overskride 48 timer. Grunnens hydrauliske kapasitet og valgt tømmetid er bestemmende for dammens areal og dybde. Tungtrafikk i byggeperioden over området for dammen må unngås da det reduserer den hydrauliske ledningsevnen.

4.4 PORØSE DEKKER

Hensikten med porøse dekker er i infiltrasjonsammenheng å minske overflateavrenningen. De vanligste former for porøse dekker er:

- Porøs asfalt. (Begrunnelsen for å benytte porøs asfalt på veier var opprinnelig å redusere støy og minske faren for vannplaning)
- Brolegning med vanlig belegningsstein av betong
- Brolegning med porøs belegningsstein
- Hullsteinsdekker med gress

De porøse dekkene har som regel en underbygning av drenerende masser som leder bort det vannet som infiltreres. Infiltrasjonskapasiteten for porøse dekker er vanligvis god til å begynne med. Den avtar raskt om dekkene tilføres finstoff. Etter to år kan infiltrasjonskapasiteten være redusert til under halvparten /5/. Ved gatefeiling og kraftig støvsuging kan man få tilbake noe av infiltrasjonskapasiteten. Effekten av denne behandlingen er imidlertid meget kortvarig.

I infiltrasjonssammenheng er porøse dekker kun egnet for bruk på boligveier med liten trafikk, på gangveier og på parkeringsplasser for personbiler.

Figur 9 viser et hullsteinsdekke isådd gress.



Figur 9 Eksempel på hullsteinsdekke på privat grunn /6/

4.5 DRIFT AV INFILTRASJONSANLEGG

Infiltrasjonsanlegg er enkle å drifte og vedlikeholde. Imidlertid er det av avgjørende betydning at partikkelfjerningen før vannet går til infiltrasjon er effektiv. Partikkelfjerningen skjer i rikelig dimensjonerte sandfang og/eller sedimenteringsbassenger. I disse anleggene fjerner man også eventuelt oljesøl. Forsømmer man å tømme sandfang og sedimenteringsbassenger, tettes infiltrasjonsflatene og infiltrasjonen opphører. Dette var sannsynligvis årsaken til en viss misnøye med infiltrasjon som kom til uttrykk ved en undersøkelse på 90-tallet.

Andre driftspunkter er:

- Klipping og fjerning av gress
- Fjerning av eventuell søppel

Når en infiltrasjonsdamms kapasitet etter forhåpentligvis lang tids drift ikke lenger er tilstrekkelig, må topplaget fjernes og erstattes med et nytt lag permeable masser.

Kopiering fra VA/Miljø blad er ikke tillatt uten tillatelse gitt av stiftelsen VA/Miljø blad.

Henvisninger:		Utarbeidet:	nov 2009	Svein Endresen
/1/	Development Standards City of Bellevue USA	Revidert:		
/2/	Applied Turfgrass Science 2005	/3/	NVE Rapport nr 14 2006	
/4/	Minnesota Stormwater Manual	/5/	Dr Sönke Borgwardt: Permeable Block Paving Systems 2003	
/6/	Peter Stahre: En langsiktig hållbar dagvattenhantering. Planering och exempel2004	/7/	Diverse BMPs for stater i USA	