



Oslo kommune

BLÅGRØNNE OVERVANNSLØSNINGER

Fortetting av byen og mer styrtregn gjør det nødvendig å håndtere overvann i åpne løsninger. Faktaarkene viser testede, anlagte og mulige tiltak.



TESTEDE TILTAK

Versjon 1.0, mai 2018

Måling av infiltrasjon for lokal overvannsdiskonponering

Forfatter: Elisabeth Blom Solheim, Sweco Norge, VA-teknikk

Infiltrasjon betyr at vann siver ned i grunnen. Det er en viktig prosess for å unngå oversvømmelser, synkende grunnvannstand og setningsskader på bygg. Tradisjonell byutvikling fører ofte til at overflater tettes, noe som reduserer vannmengdene som infiltreres. Dette faktaarket gjennomgår to metoder for hvordan infiltrasjon kan måles fra overflaten. Kunnskap om infiltrasjon vil bedre mulighetene for å disponere overvannet lokalt.

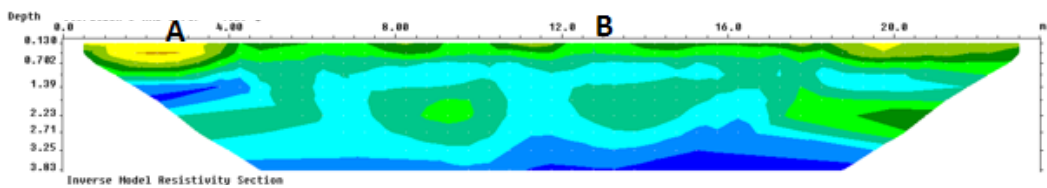
Infiltrasjon i urban jord med varierende leirinnhold

Feltstudier gjennomført av Solheim (2017) og Becker (2016) på gressdekket, leirholdig jord i Oslo viser at selv leirholdig byjord har potensiale for å infiltrere nedbør. Det kan skyldes at røtter, meitemark og andre organismer lager sprekker og ganger i jordprofilen. De fleste jordartene som ble studert kan håndtere et 200-års regn uten avrenning på overflaten. Dette viser nytten av å ha infiltrerbare flater i by. Infiltrasjon er første trinn i 3-trinnstrategien for overvannshåndtering, men det kan også være nyttig å kjenne infiltrasjonsevnen til jord for anlegging av tiltak i trinn 2 (fordrøyning) og 3 (trygge flomveier).

Byjord viser stor variasjon i infiltrasjon, selv innad på en tomt (figur 1). Det skyldes at byjord ofte er forskjellig fra «naturlig» jord, fordi den er påvirket av anleggsaktivitet. Dette faktaarket bygger på erfaringer gjort i feltstudier i Oslo og er presentert i masteroppgave og tidsskriftet Vann (Solheim, 2017).

Måling av infiltrasjon

Infiltrasjon i overflatejord kan måles ved bruk av de to metodene *Dobbelring-infiltrimeter* (DR) og *Modified Phillip-Dünne infiltrimeter* (MPD) (figur 2 og 3). Dobbelring-infiltrimeteret er regnet som det mest presise instrumentet, men MPD har tilstrekkelig nøyaktighet og er enklere i bruk.



Figur 1: Jord i by kan ha stor variasjon i egenskaper. Tørre og grovkornete sedimenter vises som rød-oransje farger og våt leire vises som blålige farger. Profilet er fra Sofienbergparken.

Huskeliste for måling i felt

- MPD eller DR måleinstrument
- Kniv for skjæring i gress/jord
- Tommestokk/målebånd
- Stoppeklokke
- Slegge/annen redskap til å banke ned måleinstrumentet
- Noe å slå på for å beskytte instrumentet (f.eks. et lokk eller en planke)
- Notatpapir og skrivesaker
- Tilgang til vann/holder for transport av vann

Dobbelring-infiltrometer

Dobbelring-infiltrometer (DR) består av et sett med to metallringer; en indre ring og en ytre ring (fig. 3). Bildet viser ringer med diametere på 0,33 m og 0,54 m.

Fremgangsmåte:

1. Bank indre ring og ytre ring 5-10 cm ned i bakken. (Start med indre ring, og ta deretter ytre ring. Benytt en solid planke for å ikke skade ringene når de bankes ned med en slegge.
2. Ytre og indre ring fylles samtidig med vann.
3. Infiltrasjonshastigheten måles i indre ring ved å måle tilhørende verdier for vannhøyde og tid, etter hvert som vannet infiltrerer i bakken (figur 3).
4. Ytre ring er mettet med vann under hele forsøket for å unngå en horisontal eller diagonal bevegelse av vann i indre ring (Børresen & Haugen, 2003). Prøv å holde samme nivå i begge ringer (figur 4).
5. Målinger foretas i den indre ringen inntil infiltrasjonshastigheten har stabilisert seg, noe som antas å være oppnådd når de siste tre målingene er tilnærmet like.
6. Infiltrasjonshastigheten beregnes fra vannstands- endringen over tid (Formel 1).

Formel 1: Infiltrasjonshastighet = $\frac{\Delta h}{\Delta t}$

Δh [cm] angir forskjell i vannnivå mellom to målinger, og Δt [time] er tilhørende tidsintervall mellom målingene.

MPD-infiltrometer

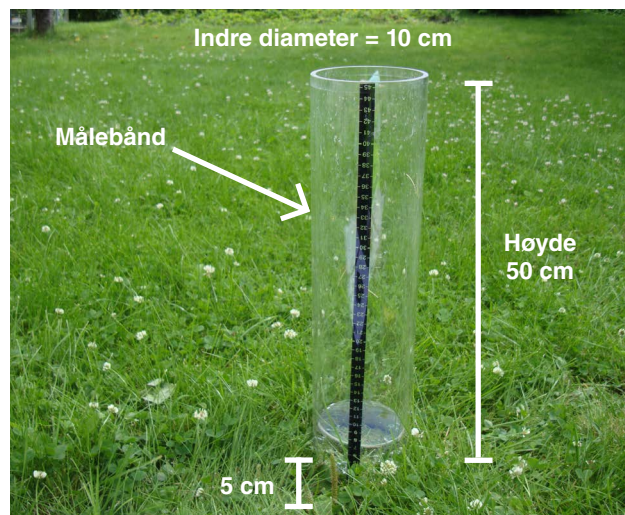
MPD infiltrometer er en enkel metode for å måle infiltrasjonsevnen på jordoverflaten (Ahmed et al., 2011; Nestingen, 2007). Infiltrometeret (figur 2) kan f.eks. bestå av en gjennomsiktig pleksiglass-sylinder med en indre diameter på 10 cm og en høyde på 50 cm. På siden

av sylindere er det festet et målebånd for å kunne lese av vannhøyden over tid.

En liten kniv kan benyttes for å skjære «hull» i tykke gressmatter, på utsiden langs røret, eller for å fjerne stein som befinner seg i jorda (som kan slå sprekker i MPD-røret, figur 5).

Fremgangsmåte:

1. Plassér sylindere på overflaten der infiltrasjon skal måles. Benytt en liten kniv for å skjære hull i en evt. tykk gressmatte eller fjern steiner som kan skade MPD-røret.
2. Sylindere bankes forsiktig ca. 5 cm ned i bakken. Benytt lokk eller annet materiale å slå på for å ikke skade sylindere.
3. Fyll sylindere med vann, og noter vannhøyden.
4. Start tidtakingen, og noter vannhøyde ved ulike tidsintervall. Avlesningsintervallet vurderes i forhold til den lokale infiltrasjonshastigheten, men det anbefales å ha minst 5-10 avlesninger (Ahmed et al., 2014).
5. Infiltrasjonsmålingene fortsetter fram til infiltrasjonshastigheten er stabil.
6. Infiltrasjonshastigheten beregnes fra endring i vannhøyde over tid (Formel 1).
7. MPD-infiltrometeret overestimerer infiltrasjonsevnen pga. horisontal strømming, og korreksjonsformler må derfor benyttes (Formel 2 og 3).



Figur 2: MPD-infiltrometer.



Figur 3: Forsøk med dobbelring-infiltrometer. Ytre og indre ring fylles samtidig med vann etter at ringene er banket 5-10 cm ned i bakken (bilde 1). Vannhøyde (indre ring) og tilhørende tid noteres etter hvert som vannet infiltrerer (bilde 2). På byggegrunn er det utfordringer med å få dobbelringen ned i bakken, men en murskje eller kniv er et fint verktøy for å fjerne stein som ligger i veien, før ringene bankes ned (bilde 3).

Korreksjonsfaktorer:

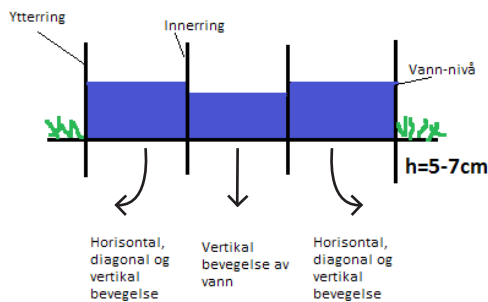
MPD-instrumentet måler for rask infiltrasjon, fordi vannet i sylindere både renner vertikalt og horisontalt i jorda. Det er utviklet metoder for å korrigere dette ved uttak av jordfuktighetsprøver, men erfaring viser at dette uttaket kan innføre nye feil. På bakgrunn av erfaringer (Solheim, 2017) anbefales kun å bruke en korreksjonsfaktor avhengig av jordartens leirinnhold. Denne kan skjønnsmessig vurderes ved å rulle lett fuktig jord mellom håndflatene: Hvis rullen blir under 2 mm er den leirholdig. Dobbelring (DR) trenger ikke denne korreksjonsfaktoren pga. den ytre vannfylte ringen; *Korreksjonsfaktor for finkornige jordarter (leirholdig jord):*

Formel 2: $K_{sat}(DR) = 0,6 * MPD$, for MPD infiltrasjonshastigheter på 7-53 cm/time

Korreksjonsfaktor grovkornige jordarter (letteire, siltige- og sandige jordarter):

Formel 3: $K_{sat}(DR) = 0,8 * MPD$, for MPD infiltrasjonshastigheter på 25-73 cm/time

Siden DR metoden måler riktigere enn MPD-metoden, settes (konstant) infiltrasjonshastighet funnet ved bruk av MPD, inn i Formel 2 eller 3 avhengig av leirinnholdet.



Figur 4: Tverrsnitt av dobbelring – infiltrometeret, som viser vertikal strømning i indre ring, og oppmetningssone med også horisontal strømning i ytre ring.

Fordeler og ulemper ved bruk av DR eller MPD for måling av infiltrasjon for LOD:

MPD-infiltrometeret har mange fordeler som metode for å måle infiltrasjonsevnen i felt (tabell 1), fordi metoden krever lite og lett utstyr. Vannmengden som behøves for et forsøk er relativt liten sammenlignet med DR. Det er mulig å foreta flere målinger samtidig, slik at infiltrasjonen på en eiendom dekkes godt. Sprekker og meitemarkhull i jorda gir stor variasjon i målingene. Det er derfor viktig å gjennomføre flere målinger. Gjennomføringen av forsøkene er rask. MPD-røret (rør av plexiglass med målebånd på utsiden) kan bestilles fra lokale produsenter. Ulempen med MPD-metoden er at MPD-røret slår sprekker dersom det treffer på stein. Et alternativ er å lage tilsvarende rør med metall i enden.

Dobelring har mange av de samme fordelaktige egenskapene som MPD-infiltrometer; metoden er enkel både i fremgangsmåte og ved beregning av K_{sat} . Utstyret



Figur 5: MPD - rørene er spisset på utsiden slik at jorda inne i røret blir mest mulig uforstyrret. Steinholdig grunn kan ødelegge rørene. Bruk kniv langs ytterkanten på røret før det bankes ned.

Mettet hydraulisk konduktivitet (Ksat)

Når jorda er mettet (alle porene er fylt med vann) oppnås konstant infiltrasjonshastighet som tilsvarer mettet hydraulisk konduktivitet (Ksat). Denne observeres når synkehastigheten er konstant. Benytt gjerne en stabilitet på +/- 20% innen de siste tre målinger.

Alle målinger som gjøres gir nyttig informasjon. Frem til Ksat finnes, gir målingen informasjon om mulig lagring av vann i jordsmonnet til vannmetning nås. Dette er viktig informasjon for å bestemme det første trinnet i 3-trinnsstrategien.

er mer robust, og egner seg bedre til forsøk på steinholdig byggegrunn: Forutsetningen er at evt. annen jord benyttes for å tette ringene fra utsiden, slik at vannlekkasje ikke oppstår. Tid for gjennomføring og rigging av forsøk i felt er noe mer tungvint enn MPD. Dette skyldes at det trengs betydelig større mengder vann til gjennomføring av forsøk (ca. 3 ganger større). Tid til påfylling av vann under forsøket (evt. fra vannkran i nærheten eller vandunker) gjør det utfordrende og mer ressurskrevende å gjennomføre flere forsøk samtidig. Dermed blir den store variasjonen i jordas infiltrasjonsevne ofte dårligere dekket.

Referanser:

Ahmed, F., Gulliver, J. & Nieber, J. (2011). A new technique to measure infiltration rate for assessing infiltration of BMPs. 12th International Conference on Urban Drainage, 2011, Porto Alegre-RS- Brasil.

Ahmed, F., Nestingen, R., Nieber, J., Gulliver, J. & Hozalski, R. (2014). A Modified Philip–Dunne Infiltrometer for Measuring the Field-Saturated Hydraulic Conductivity of Surface Soil. Vadose Zone Journal. Vol.13. No. 10.

Becker, M. A. (2016). Assessment of Downspout Disconnection by Modeling Infiltration Potential in Urban Areas. Masteroppgave NTNU, <http://hdl.handle.net/11250/2402865>.

Tabell 1: Fordeler og ulemper ved de ulike metodene, ut i fra en skjønnsmessig bedømmelse fra felterfaringer.

Tegnforklaring		MPD	<u>Dobbelring</u>
■	Ja		
■	Middels		
■	Nei		
Enkel å gjennomføre		■	■
Rask gjennomføring av forsøk		■	■
Lite forbruk av vann		■	■
Lite utstyr		■	■
Parallell gjennomføring mulig		■	■
Egnet på steinrik grunn		■	■
Beregning K_{sat}		■	■

Nesting, R. S. (2007). The Comparison of Infiltration Devices and Modification of the Philip-Dunne Permeameter for the Assessment of Rain Gardens. Ph.D. thesis, University of Minnesota.

Solheim, E.B. (2017). Infiltrasjon for lokal overvannsdiskontering (LOD). Vurdering av metoder for å måle infiltrasjon på lokal tomt. Masteroppgave NMBU. To bind: Oppgave og vedlegg; <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2443302>.

Solheim, E.B., H.K. French og B.C. Braskerud (2017). Måling av infiltrasjon fra overflaten for bruk av åpen LOD i praksis. Vann nr 3/2017; 278-290.

Redaktører: Bent Braskerud (VAV) og Heidi Kristensen (BYM)

Kontakt oss gjerne på telefon 02180 hvis du lurer på noe!

SPØRSMÅL OM OVERVANN OG AVLØPSNETTET:

Vann- og avløpsetaten
E-post: postmottak@vav.oslo.kommune.no
www.vav.oslo.kommune.no

SPØRSMÅL OM VEIVANN, DRENERING OG SLUK:

Bymiljøetaten
E-post: postmottak@bym.oslo.kommune.no
Eller elektronisk kontaktskjema på: www.bym.oslo.kommune.no

SPØRSMÅL OM FLOMVEIER OG PLAN- OG BYGNINGSLOVEN:

Plan- og bygningsetaten
E-post: postmottak@pbe.oslo.kommune.no
www.pbe.oslo.kommune.no