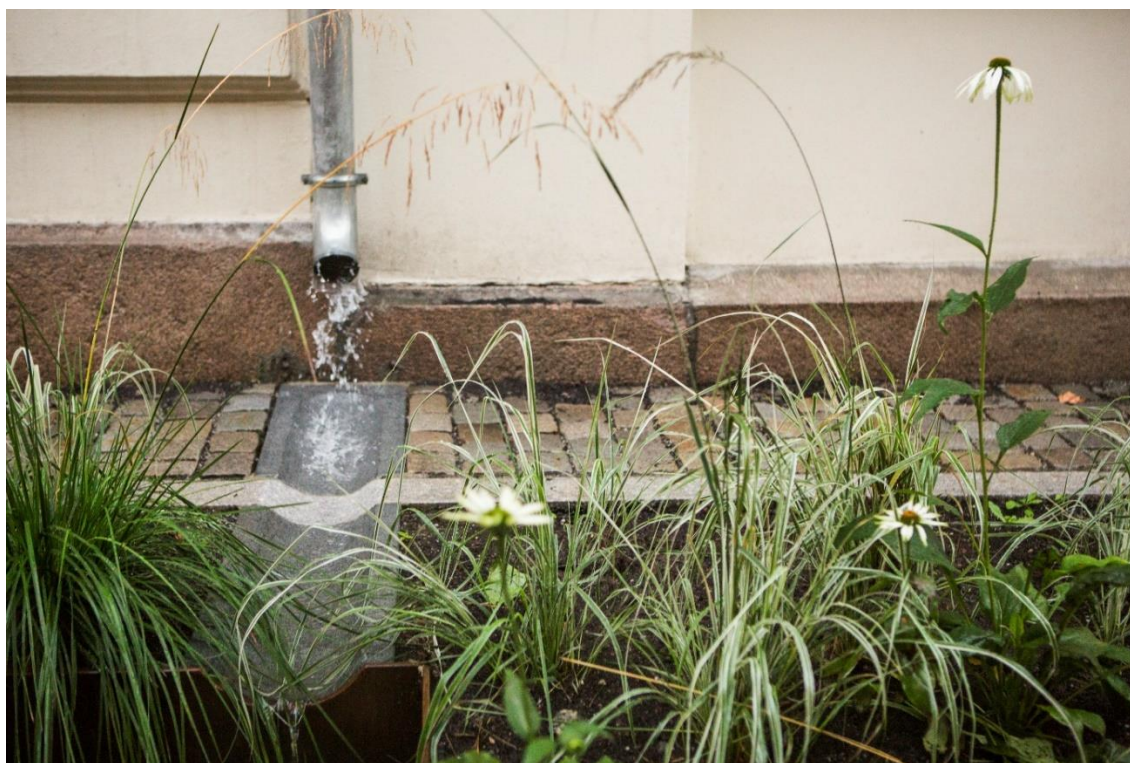


# Overvannsløsninger i områder med utfordrende grunnforhold

Tiltakskatalog for åpen overvannshåndtering i områder med forurenset grunn og vanskelige grunnforhold



## Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Oslo kommune - Plan- og bygningsetaten
Tittel på rapport:	Overvannsløsninger i områder med utfordrende grunnforhold
Oppdragsnavn:	Stubberud overvann og grunnforhold
Oppdragsnummer:	629784-05629784-05
Utarbeidet av:	Petter Snilsberg, Maria Haugen, Taran Aanderaa, Nina Syvertsen, Janne Reitbakk (Grunnteknikk)
Oppdragsleder:	Petter Snilsberg

## Kort sammendrag

Rapporten inngår i Oslo kommune sitt prosjekt "Overvannshåndtering og grunnforhold i planleggingen". Hensikten er å lage en tiltakskatalog med eksempler på gode løsninger for overvannshåndtering i områder med vanskelige grunnforhold som områder med forurenset grunn, områder tidligere benyttet som deponi og i områder med kvikkleire eller høy grunnvannstand. Tiltakskatalogen vil gi konkrete eksempler på hvordan man kan anvende kunnskapen om grunnforholdene i slike områder i planleggingen. Prosjektet er gjennomført med midler fra PBE og Miljødirektoratet.

Utgangspunktet for all overvannshåndtering i Oslo kommune, er at 3-trinnsstrategien skal legges til grunn. I trinn 1 av strategien anbefales det å infiltrere overvannet lokalt i underliggende masser. På grunn av vanskelige grunnforhold (forurenset grunn, deponi, kvikkleire og høy grunnvannstand), er det vanskelig eller umulig å basere løsningene på infiltrasjon av overvannet ned til de dypere liggende løsmasser. I tillegg er ofte slike områder dekket med leirmasser som et tettesjikt for å hindre nedtrenging av nedbør og økt sigevannsavrenning. Det må derfor i all hovedsak konstrueres løsninger som sikrer oppsamling også for trinn 1 i 3-trinns strategien. Overvannsløsninger kan imidlertid benytte grunn infiltrasjon for trinn 1, dersom vannet samles i bunnen av konstruksjonen i drenerør og

02	21. april 2021	2. utkast	PS, MH, EB, TA	NS
01	10. mar. 2021	1. utkast	PS, MH, EB, TA	NS
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS

ledes kontrollert til fordrøyning og resipient. Dette kan erfaringsmessig kreve store arealer, slik at det er viktig å vurdere løsninger på et tidlig planstadiet.

Mindre overflatetiltak kan stort sett utføres uten supplerende geotekniske undersøkelser og vurderinger, mens dypere utgraving og/eller oppfylling må vurderes nærmere av geotekniker. Arbeider i områder med kartlagt faresone for kvikkleireskred må alltid avklares med geotekniker. Det må også påses at tiltak ikke bidrar til å drenere dagens naturlige tilsig og dermed gi en risiko for senkning av grunnvannsstanden som igjen kan føre til setninger med følger for infrastruktur i grunnen (rør og ledningsnett) eller bygninger.

## Forord

Prosjektet er gjennomført for Plan og Bygningsetaten (PBE) i Oslo kommune, som en del av en rammeavtale. Prosjektet er gjennomført med midler fra PBE og Miljødirektoratet.

Prosjektleder har vært Petter Snilsberg, som har vært ansvarlig for tiltakskatalogen. I tillegg har Maria Haugen, Ekaterina Bogdashova og Taran Aanderaa bidratt. Nina Syversen har vært kvalitetssikrer.

Ås, 21.04.2021

Petter Snilsberg  
Oppdragsleder

Nina Syversen  
Kvalitetssikrer

## Innholdsfortegnelse

1. Bakgrunn	5
2. Testområdet - Stubberud	6
3. Overvannsløsninger på områder med forurenset grunn og vanskelige grunnforhold	9
4. Begrensninger på grunn av deponi og vanskelige grunnforhold	12
4.1. Infiltrasjon	12
4.2. Sikkerhet med hensyn til gass fra deponiet	13
4.3. Begrensninger i gravedybde på grunn av liten overdekning til deponimasser	14
4.4. Begrensninger i terrengtilpassing på grunn av ustabile masser	14
4.5. Begrensning i oppfylling på grunn av fare for setninger	14
4.6. Geotekniske undersøkelser og vurderinger	15
5. Grunn infiltrasjon	17
6. Tekniske tilpasninger for overvannsløsninger	19
7. Landskap	21
7.1. Tilpasning	21
8. Drift og vedlikehold	23
9. Katalog over overvannsløsninger tilpasset områder med utfordrende grunnforhold	25
9.1. Utforming av katalogen	25
9.2. Oppsummering av overvannsløsninger for områder med utfordrende grunnforhold	28
10. Kilder	45
Vedlegg. Definisjoner	

# 1. Bakgrunn

Rapporten inngår i Oslo kommune sitt prosjekt "Overvannshåndtering og grunnforhold i planleggingen". Hensikten er å lage en tiltakskatalog med eksempler på gode løsninger for overvannshåndtering i områder med vanskelige grunnforhold som områder med forurenset grunn, områder tidligere benyttet som deponi og områder med bløt leire, kvikkleire eller høy grunnvannstand. Tiltakskatalogen vil også kunne brukes i andre områder med begrenset mulighet for infiltrasjon, blant annet områder med leire, men dette er ikke hovedtema for katalogen.

Tiltakskatalogen beskriver muligheter, men i hovedsak begrensninger for bruk av ulike overvannsløsninger i områder med vanskelige grunnforhold. Den gir også konkrete eksempler på hvordan man kan anvende kunnskap om grunnforhold i slike områder i planleggingen i håndtering av overvann.

## 2. Testområdet - Stubberud

Oslo kommune, Plan og bygningsetaten (PBE) ønsker å bruke Stubberudfeltet som et utgangspunkt for prosjektet (se Figur 1 til Figur 4). Stubberudfeltet representerer problemstillinger knyttet til overvann som er relevante for andre deponiområder/områder med forurenset grunn eller andre utfordrende grunnforhold. Det arbeides med en områderegulering for Stubberud (saksinnsyn nr 201718112), med et fastsatt planprogram for det ca 370 dekar store arealet. Fra 1947 til 1963 var det avfallsdeponi for Oslo kommune på Stubberud. Det gamle deponiet utgjør et areal på omtrent 130 dekar av de totalt ca 370 dekar store planområdet. Deponiet er nå tildekket med 0->10 meter med ulike typer jordmasser, i hovedsak leire. Det er ingen gassopsamling eller sigevannshåndtering. Det kan imidlertid forekomme lokale utslipp av deponigass og noe sigevann antas å renne ut mot Alnaelva.

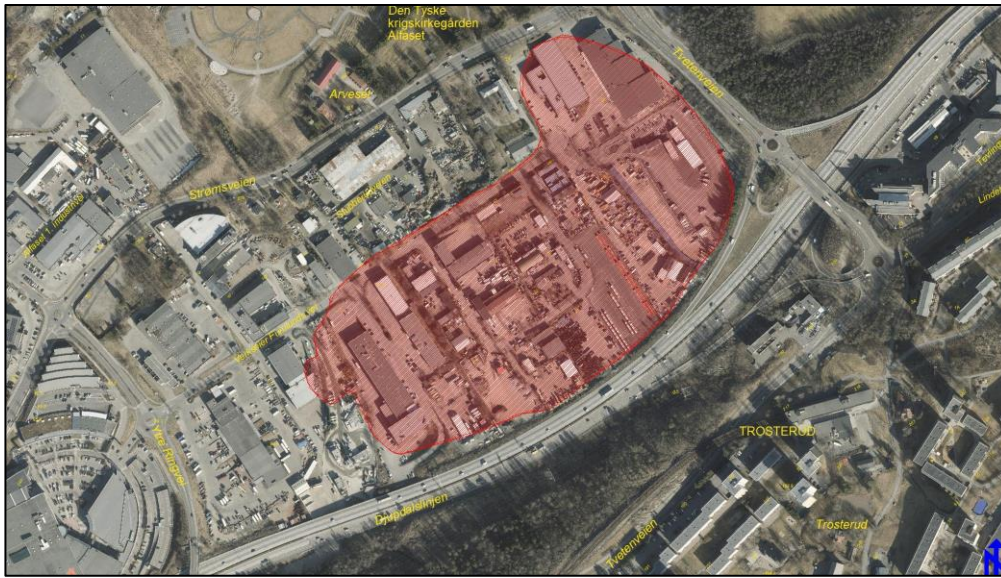
Stubberudfeltet har varierende grunnforhold, inkludert arealer med tidligere deponi, områder med dybde til fjell på opptil 90 meter, samt områder med påvist kvikkleire, som alle krever spesielle tilpasninger med hensyn til overvannshåndtering.

Ved å ha fokus på overvannshåndtering og grunnforhold tidlig i planleggingen, vil det gi viktig kunnskap og innspill til arbeidet med områdereguleringen. I planforslaget for nye Stubberud er det i hovedsak industriområder med lager og logistikk, veier og grøntområder, noe som kan åpne for ulike løsninger for overvannshåndtering, både når det gjelder prinsipper, løsninger, størrelse og utforming.

Stikkord for Stubberudfeltet:

Gammelt deponi	Fare for setninger	Oversiktlige fallforhold
Tidlig overordnet planlegging	Store industriarealer	Mindre industriarealer
Gatestruktur	Park	Grønne drag
Ingen sigevannrensing	Ingen oppsamling av deponigass	Kvikkleire

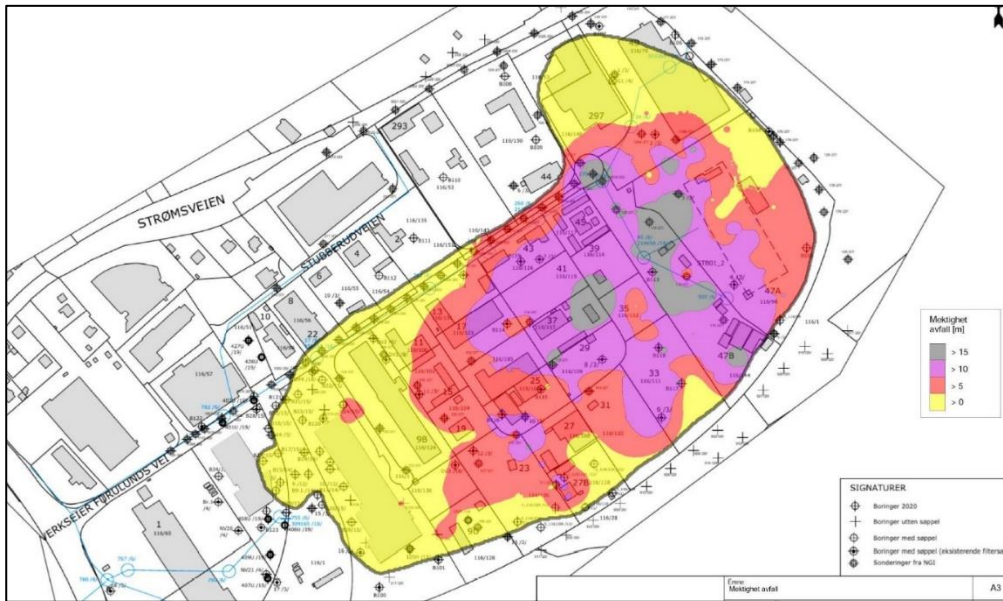
De påfølgende kapitler i rapporten omhandler begrensninger og lokale tilpasninger knyttet til overvannshåndtering på områder med vanskelige grunnforhold. For Stubberud feltet kan en - utenom deponiet - benytte ordinære overvannsløsninger, tilpasset de lokale behovene, krav til utforming og de lokale grunnforholdene.



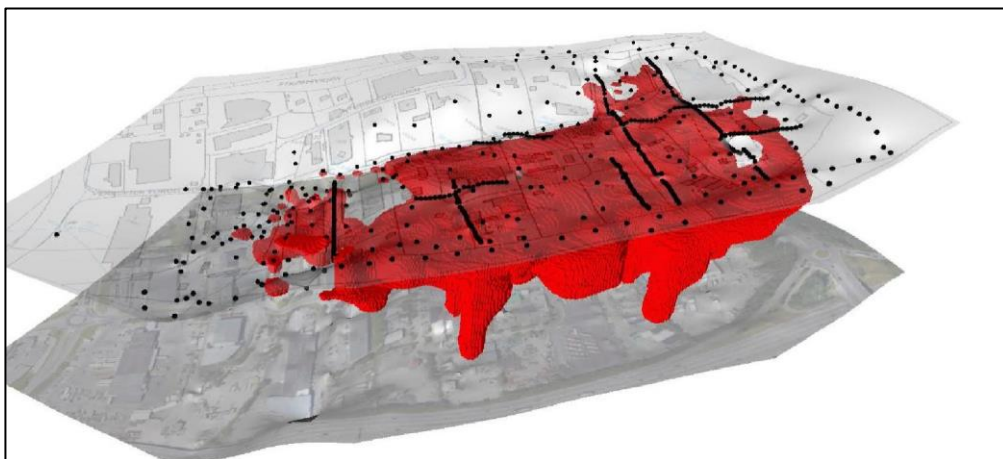
Figur 1. Utbredelse av deponiet på Stubberud (PBE, Oslo kommune)



Figur 2. Dybde til avfall / 0 -> 10 meter overdekning (DMR, 2020)



Figur 3. Mektighet av avfallet fra 0 til > 15 meter. (DMR, 2020)



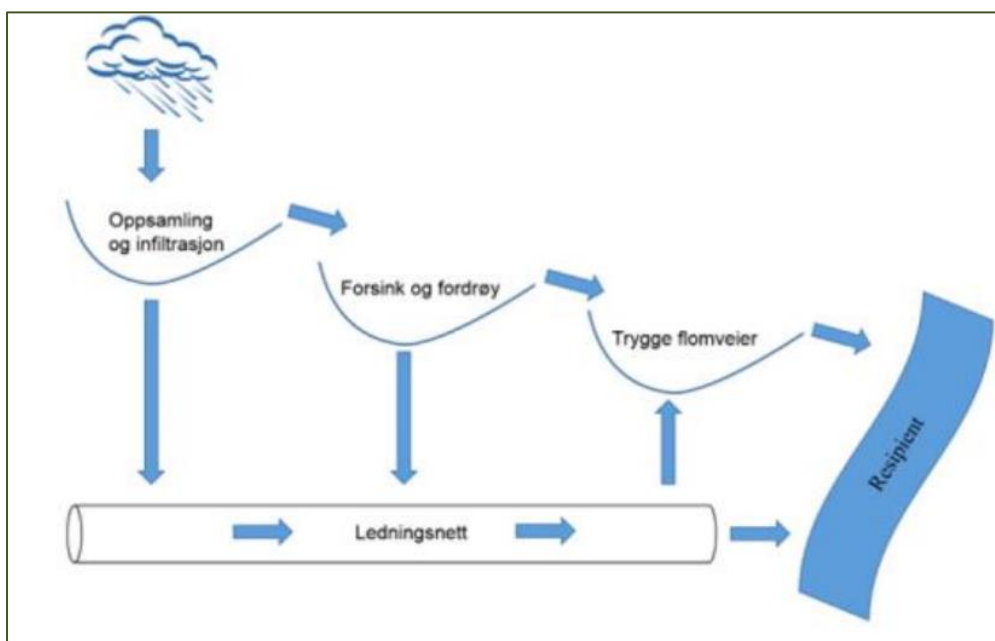
Figur 4. 3D modell av deponiet, (DMR, 2020)

### 3. Overvannsløsninger på områder med forurenset grunn og vanskelige grunnforhold

Utgangspunktet for all overvannshåndtering i Oslo kommune er at 3-trinnsstrategien skal legges til grunn.

#### *Oppsamling og grunn infiltrasjon*

I trinn 1 av strategien anbefales det å infiltrere overvannet lokalt i underliggende masser. På grunn av vanskelige grunnforhold (forurenset grunn, deponiområder eller bløte leirer / kvikkleire), er det vanskelig eller umulig å basere løsningene på infiltrasjon av overvannet ned til de dypereliggende løsmasser. I områder med deponi eller forurenset grunn er det ikke ønskelig med økt sigevannsdannelse. Deponier skal ha et toppdekke med leirmasser som tettesjikt for å hindre infiltrasjon av nedbør og økt sigevannsavrenning. Det må derfor i all hovedsak konstrueres løsninger som sikrer oppsamling, fordrøyning og bortledning



Figur 5. I områder der grunnforholdene ikke er egnet til infiltrasjon må det konstrueres løsninger som sikrer oppsamling, fordrøyning og rensing også for trinn 1 i 3-trinns strategien.

via rør eller drenslag, også for trinn 1 i 3-trinns strategien (nedbør og økt sigevannsavrenning. Det må derfor i all hovedsak konstrueres løsninger som sikrer oppsamling, fordrøyning og bortledning, se Figur 5). Dette kan erfaringsmessig kreve store arealer, slik at det er viktig å vurdere løsninger på et tidlig planstadie.

Selv om dypere infiltrasjon må unngås, kan overvannsløsninger benytte grunn infiltrasjon for trinn 1, dersom vannet samles i bunnen av konstruksjonen og ledes kontrollert til kommunalt nett eller resipient. Alle løsninger som inkluderer infiltrasjon kan benyttes, men da basert på konstruerte løsninger med oppsamling og tettesjikt som hindrer at overvann siger ned i deponiet/forurenset grunn eller at forurenset grunnvann blandes inn i overvannssystemet.

#### *Forsinkelser og fordrøyning*

Utforming av tiltak for oppsamling, fordrøyning og eventuelt rensing av overvann begrenses i områder med vanskelige grunnforhold av risikofaktorer som fare for setninger, høyt grunnvannsnivå eller utlekking av gass fra deponiet. Disse faktorene legger begrensninger for gravedybde, tilkjøring, oppfylling og flytting av masser og løsninger for overvannshåndtering må tilpasses disse rammene. Begrensninger for tiltak på deponi og områder med vanskelige grunnforhold er beskrevet videre i kapittel 4.

Tiltakenes kapasitet til å håndtere overvann med hensyn til fordrøyning og eventuelt rensing, vil i all hovedsak være proporsjonalt med volum, både for volum til fordrøyning og forsinkelser, samt for permanente volum som skal sikre vann-rensing i sedimentasjonsdammer. Dimensjonering og prosjektering av overvannstiltak må gjøres for hvert tiltak, og spesifikt for hvert område. De ulike tiltakene vil ha en definert kapasitet til å håndtere et gitt avrenningsvolum, basert på type løsning, oppbygging, areal / volum, materialvalg, klima samt utførelse, drift og vedlikehold.

For tiltak der infiltrasjon normalt er en del av løsningen, men som må utgå på grunn av grunnforhold, må tiltaket dimensjoneres særskilt for å opprettholde funksjon og kapasitet. For å kompensere for redusert

infiltrasjon, vil oftest volumet måtte økes, som igjen innebærer at arealet må økes, på grunn av begrensninger i hvor dype løsningene kan utformes på grunn av grunnforholdene.

#### *Renseevne*

Overvannsløsninger som inkluderer rensing, krever dimensjonering tilpasset lokal vannkvalitet og vannmengde. Det er generelt mulig å kombinere løsningene for fordrøyning og rensing for de små nedbørshendelsene (trinn 1). I områder med utfordrende grunnforhold vil dimensjoneringen være begrensende på grunn av redusert mulighet for graving. Store nedbørshendelser (trinn 2 og 3) har normalt ikke behov for rensing og overvannsløsninger er generelt ikke designet eller dimensjonert for rensing ved disse vannmengdene.

#### *Avrenning og trygge flomveier*

På grunn av utfordrende grunnforhold og begrenset infiltrasjon ned til dypereliggende lag, må alt vannet samles i bunntette systemer og ledes videre til resipient eller kommunalt overvannsnett. Det vil være spesielt viktig å planlegge, dimensjonere og tilrettelegge for flomveier i en kombinasjon av åpen avrenning på terreng, i grøfter, kanaler og bekker i kombinasjon med ledninger og rør.

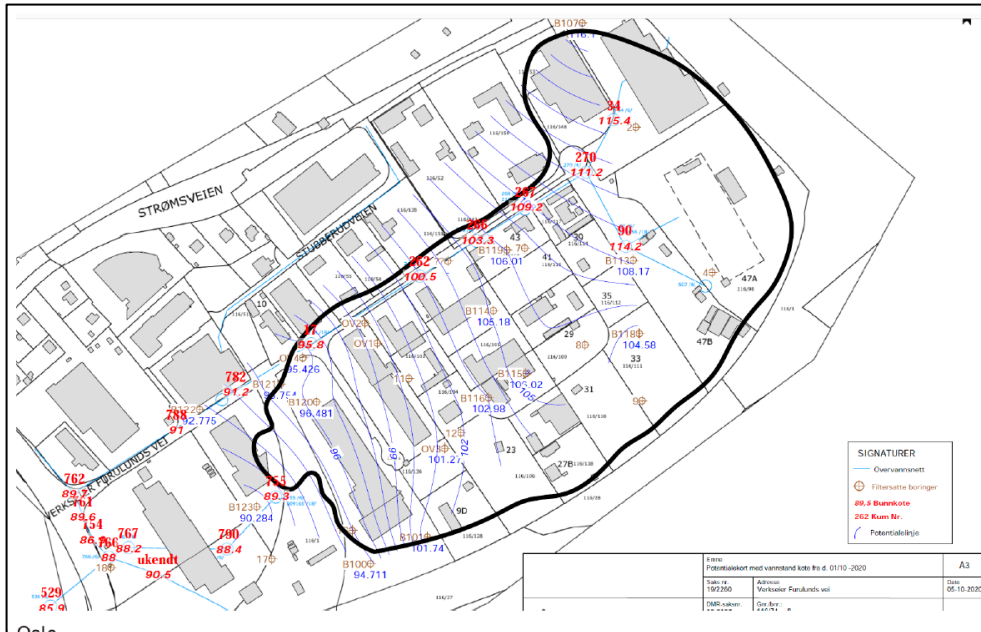
## 4. Begrensninger på grunn av deponi og vanskelige grunnforhold

### 4.1. Infiltrasjon

Sigevann fra avfallsdeponier er forurenset av stoffer som lekker fra deponert avfall, og kan bidra til spredning av forurensning fra deponi til jord, grunnvann og overflatevann. Ved planlegging av overvannstiltak bør det derfor tas hensyn til at tiltakene ikke skal føre til økt vanngjennomstrømning i deponiet og det bør derfor ikke benyttes overvannsløsninger som inkluderer infiltrasjon. Dette betyr i hovedsak at det bør etableres tette overvannsløsninger med oppsamling og bortledning av vann til kommunalt nett eller lokal resipient.

Samtidig er det viktig at grunnvannsnivået i deponiet ikke reduseres, slik at det kan oppstå ustabile forhold som endringer i nedbrytningen av avfall, setninger med grunnbrudd eller endringer i grunnvannskvalitet og sigevann med negative påvirkninger på vassdrag. Områder med deponi krever derfor en helhetsvurdering som tar hensyn til den totale vannbalansen i området før og etter utbygging.

Ved vurdering av overvannsløsninger på eller nær et deponi, kreves god kunnskap om deponiets historie som alder, type avfall, avslutning mot dyp, utforming av sider og toppdekke, grunnvannets strømningsretning (Figur 6), sigevannsvannmengder og vannkvalitet.



Figur 6. Strømningsretning for grunnvann ved deponiet ved Stubberud er mot sør/sørøst. Sivevann og resipient overvåkes to ganger årlig av EBY og resultatene rapporteres til Statsforvalteren. Det er ikke etablert rensing av sivevannet fra deponiet. Figur hentet fra Oslo kommune, PBE.

## 4.2. Sikkerhet med hensyn til gass fra deponiet

Deponier som inneholder organisk avfall kan produsere gass gjennom bakteriell nedbrytning, fordampning og kjemiske reaksjoner. Deponigass inneholder hovedsakelig metan og karbondioksid, samt mindre andeler flyktige organiske forbindelser. Metangass produseres når oksygen ikke lenger er til stede i deponiet og utgjør en brann- og eksplosjonsfare ved konsentrasjoner på mellom 5-15 %. Metan utgjør derfor liten fare for eksplosjon inne i selve avfallsdeponiet (ofte for høye konsentrasjoner), men ved utlekking øker risikoen for at metangass forekommer i konsentrasjoner der gassen kan utgjøre en eksplosjonsfare, spesielt i kummer og rørgater.

Deponier skal tildekkes med et tett toppdekke av for eksempel leire med eller uten membran. Toppdekke skal samle gass for eventuell produksjon og hindre gass i å komme ukontrollert ut i dagen. Toppdekke skal også bidra til å bryte ned eventuell mindre mengder gass som siver ut av deponiet. Rutiner for overvåking av gassutslipp og strenge HMS-rutiner må følges ved arbeider på deponi med organisk innhold.

### 4.3. Begrensninger i gravedybde på grunn av liten overdekning til deponimasser

For nyere deponier er det krav til mektighet og sammensetning av toppdekket ved deponiavslutning. Erfaringsmessig er det imidlertid store variasjoner i toppdekke på gamle deponier. Ved Stubberud deponi viser kartlegging av mektigheten til toppdekke en variasjon fra 10-15 m i midtre deler av deponiet til under 1 m langs kantene.

Alle gravearbeider innenfor et deponi vil berøre toppdekket og kan medføre fare for økte gassutslipp, økt vanninntrengning og påvirkning av teknisk infrastruktur i grunnen, dvs gassledninger, ledningsgrøfter, leirtetting og annet.

I samråd med geoteknikk bør det fastsettes anbefalinger for maks gravedybde basert på mektighet av toppdekke og kunnskap om deponiet. Overvannsløsningene på deponiarealer må prosjekteres i samråd med anbefalingene fra geotekniker og miljøgeolog og vil i hovedsak omfatte grunne, tette løsninger.

### 4.4. Begrensninger i terrengtilpassing på grunn av ustabile masser

Områder med potensielt ustabile løsmasser må behandles med særlig forsiktighet. Her er all graving, oppfylling og terrengjustering underlagt strenge geotekniske krav til undersøkelse og vurdering. Overvannsløsninger må tilpasses de lokale forholdene.

### 4.5. Begrensning i oppfylling på grunn av fare for setninger

Nedlagte deponier er utsatt for setninger som følge av nedbrytning av organisk avfall og kompresjon. Nedbrytningen vil foregå over mange år og

setninger kan komme gradvis eller plutselig som følge av inngrep eller endret belastning.

Arbeid på deponiflaten med oppfylling eller omfordeling av masse innenfor deponiets område kan påvirke stabiliteten og føre til setninger eller grunnbrudd.

I samråd med geoteknikk bør det fastsettes anbefalinger for maks oppfylling på ulike deler av deponioverflaten. Overvannsløsningene må prosjekteres i samråd med anbefalingene.

#### 4.6. Geotekniske undersøkelser og vurderinger

Setningspotensiale og evt. differansesetninger er utfordrende å vurdere nøyaktig i deponiområder på grunn av varierende tykkelse på deponimassene, varierende nedbrytningshastighet og varierende underliggende løsmasser eller berg.

Økt belastning vil i tillegg gi økte setninger fra konsolidering i tillegg til setningene fra nedbrytningen av deponimassene.

Tiltak i deponiområde må utføres med forsiktighet basert på forventede setninger. All oppfylling med tilleggslast vil gi økt setningshastighet. Oppfylling må utføres i samråd med geotekniker både mht setningsrisiko og risiko for grunnbrudd.

Tiltak i deponiområder bør generelt alltid planlegges med geotekniker og setningssensitive løsninger bør unngås.

For å avklare mektighet og type leire / løsmasser bør det dokumenteres med geotekniske undersøkelser og vurderinger.

Innledningsvis gjennomføres en innhenting av eksisterende informasjon fra kvartærgeologisk kart (NGU) og grunnundersøkelsesdatabase (NADAG). Supplerende grunnundersøkelser må deretter vurderes ut ifra planlagt tiltak og tilgjengelig informasjon.

I tillegg må det vurderes om tiltaket kan være kritisk for setningsforhold, stabilitetsforhold og/eller påvirke naboforhold f.eks sårbar infrastruktur/konstruksjoner.

Mindre overflatetiltak kan stort sett utføres uten supplerende geotekniske undersøkelser og vurderinger. Dypere utgraving og/eller oppfylling må vurderes nærmere av geotekniker. Ved usikkerhet kontaktes alltid geotekniker.

Arbeider i områder med kartlagt faresone for kvikkleireskred må generelt avklares med geotekniker.

Det må også påses at tiltak ikke bidrar til å drenere dagens naturlige tilsig og dermed gi en risiko for senkning av grunnvannsstanden som igjen kan føre til områdestening.

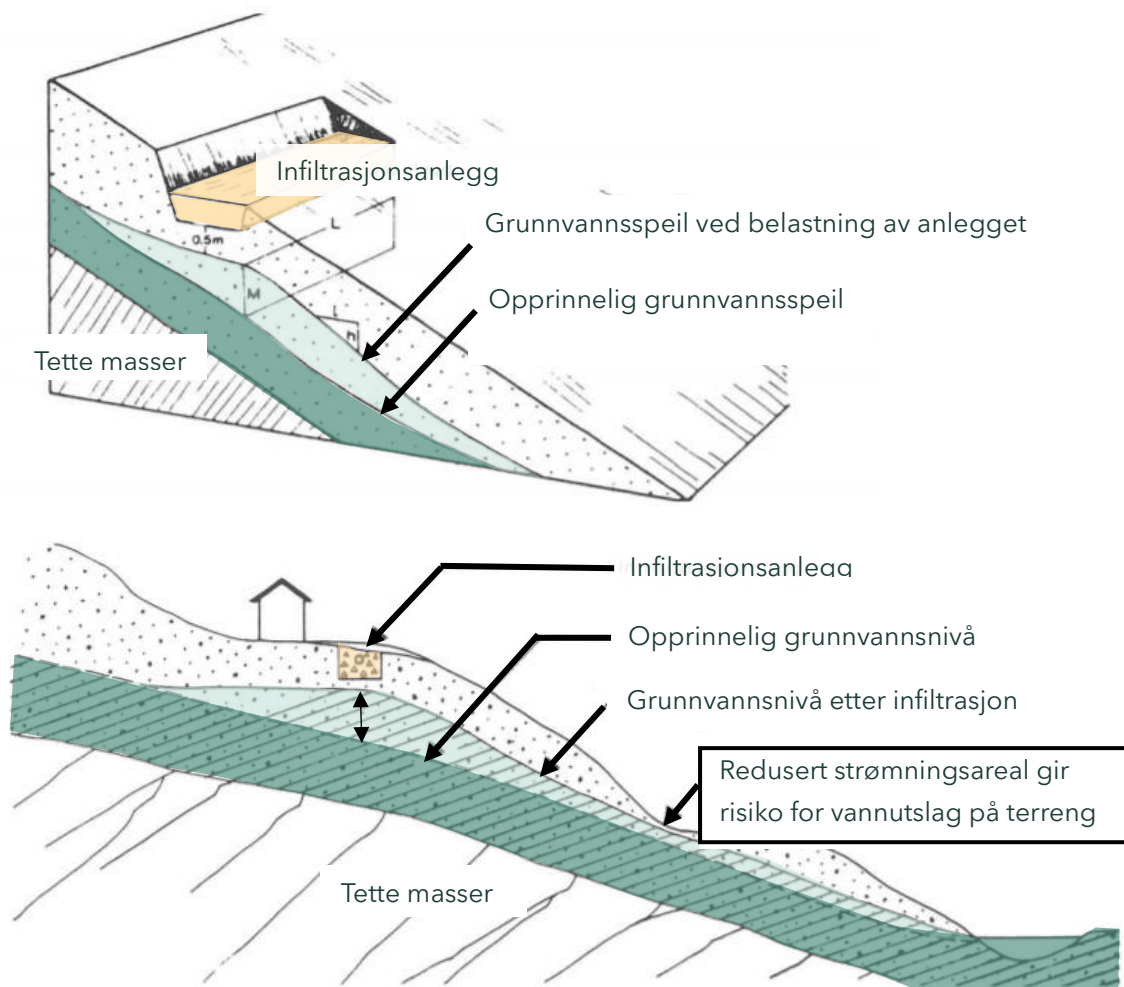
## 5. Grunn infiltrasjon

I områder med gamle deponi, annen forurenset grunn eller leire er det liten eller ingen mulighet for infiltrasjon til dypereliggende masser. Lokale overvannsløsninger kan likevel konstrueres basert på grunn infiltrasjon med oppsamling og bortledning av infiltrert overvann i bunnen av infiltrasjonsområdet.

Hvor mye overvann som kan infiltreres i ulike typer løsmasser defineres av massenes evne til å lede vann (infiltrasjonskapasitet) [ $l/(m^2 \cdot d\ddot{a}gn)$ ]. Vannledningsevnen kan måles ved infiltrasjonsundersøkelser i felt eller beregnes teoretisk ut fra en kornfordelingsanalyse, inkludert sortering og pakningsgrad. I leire og silt er vannledningsevnen lav og transporten av vann går derfor veldig sakte. Dette gjør massene svært dårlig egnet til infiltrasjon.

Ved tilkjøring av masser med god infiltrasjonskapasitet kan grunn infiltrasjon benyttes til fordrøyning og eventuell rensing av overvann. Ved etablering av infiltrasjonsløsninger må det sikres at infiltrert overvann ikke vil påvirke forurensete masser eller annen sårbar undergrunn. Det må eventuelt sikres med å etablere geomembraner for å tette mot uønsket infiltrasjon.

Endringer i løsmassenes sammensetning eller mektighet (tykkelse) nedstrøms infiltrasjonsområde kan få konsekvenser som vannutslag på terreng (Figur 7) eller endring av vannets strømningsretning, med fare for negative konsekvenser.



Figur 7. Endringer i løsmassenes sammensetning eller mektighet nedstrøms et infiltrasjonsanlegg kan gi konsekvenser som vannutslag på terreng eller endringer i vannets strømningsretning (Modifisert fra Norsk Vann rapport 178, 2010).

## 6. Tekniske tilpasninger for overvannsløsninger

Overvannsløsninger i områder med utfordrende grunnforhold, krever ofte spesialtilpassede løsninger med oppsamling i bunn og bortledning i stedet for infiltrasjon. Dette krever nøyaktig utførelse med hensyn til ledninger, rør, kummer, bunntetting eller andre tekniske deler. utfordringene kan være fare for setninger, fare for gass fra deponier eller fare for frost pga teleutsatte løsmasser eller liten overdekning.

Geomembraner eller leire må ofte benyttes for å hindre infiltrasjon og sigevannsdannelse fra overvannsløsningene på og nær deponier. Valg av membran og metode for utlegging krever lokal tilpasning basert på kjennskap til lokale grunnforhold, samt detaljert planlegging av overvannsløsning med utgraving, overdekning og arealbruk.

Etablering av vann og avløp med ledningsnett i områder med utfordrende grunnforhold med rør og kummer må også ta hensyn til de lokale grunnforholdene. Ledningstraseer vil ofte fungere som dreumkanaler, og må i områder med deponi sikres mot mulig infiltrasjon. Lokale VA-normer, rørentreprenører og konsulenter kan benyttes for å sikre gode løsninger.

For overvannsløsninger som har avrenning på overflaten, må vannveier, kanaler og bekker etableres med tanke på setninger, infiltrasjon og erosjon. Også her kan det være behov for geomembraner eller andre tilpasninger for å sikre effektiv bruk i alle årstider.

Forhold som må vurderes spesielt med hensyn til ledningsnett og kummer:

- **Bunnforsterkning** (VA-miljøblad, nr 5 2016). Grunn med utilstrekkelig eller ujevn bæreevne må forsterkes på grunn av fare for setninger der et «normalt» ledningsfundament ikke er tilstrekkelig til å fordele belastningene.
- **Masseutskifting med geotekstil kan benyttes** der grunnen kan bli omrørt. (VA-miljøblad, nr 5 1016).
- **Kalkstabilisering** kan anvendes til å forsterke grøftebunnen (VA-miljøblad, nr 5 1016).

- **Øke fall på overvannsledning** (7.5.2 i VA-norm Oslo): Minimumsfall på overvannsledning skal som hovedregel være 10 ‰ (1:100). Dette bør økes i områder med fare for setninger.
- **Øke dimensjonen på overvannsledning:** Valg av ledningsmateriale må sees i sammenheng med grunnforhold, grunnens aggressivitet og evt. trafikklast.
- **Kvaliteten på overvannsledning** (4.A.2.2 i VA-norm Oslo): Ved steder med stor fare for rørdeformasjoner, setninger etc. må det søkes å oppnå god lengdestivhet (på varerøret)- (4.A.3 i VA-norm Oslo)
- **Fleksible skjøter** (4.2.5 i VA-norm-Oslo) ved sammentrekking av mufferrør, må utføres nøyaktig for å sikre fleksibilitet til å ta opp setninger.
- **Kumpakning** (7.15.3 i VA-norm-Oslo): En fleksibel rørgjennomføring oppnås ved å montere en gummipakning mellom kumvegg og røret som skal gjennom kumveggen. Pakningen gjør det mulig å oppta setninger, vibrasjoner og bevegelser i grunnen uten at røret skades eller at gjennomføringen bli utett.
- **Flere kummer**, korte lengder mellom kummene (7.14.0 i VA-norm-Oslo): Avstanden mellom overvannskummer skal være mindre enn 80 m.
- **Geotekstiler**, der det er behov for separasjon mellom ulike massetyper.
- **Geomembraner**, Benyttes der det er behov for oppsamling eller tetting mot infiltrasjon, Kan også brukes for å sikre mot gass fra deponier eller lede gass til konstruerte gassoppsamling eller -nedbrytningssoner.

## 7. Landskap

Plassering, dimensjonering og utforming av overvannsløsninger må tilpasses stedlige forhold i ethvert prosjekt. Dette gjelder også overvannsløsninger på områder med vanskelig grunnforhold. I tillegg til forhold som normalt hensyntas, som fallforhold, nedbørfeltets størrelse, lokalt naturmangfold, solforhold og planlagt bruk av området, må en i tillegg ha spesielt fokus på gravedybder, oppfylling og vannhusholdning til planter pga. begrensninger i mektighet av ulike løsninger. Større trær og busker kan være vanskelig å tilpasse i et område med utfordrende grunnforhold. I deponiområder med liten overdekning, toppdekke med membraner eller andre tilpasninger som krever kontroll med underliggende avfall, bør bruk av trær unngås eller vurderes grundig. Dette på grunn av fare for at dype røtter punkterer laget med rene toppmasser, slik at gass kan lekke ut eller vann kan lekke inn i deponimassene.

### 7.1. Tilpasning

Planprogrammet for Stubberud påpeker behovet for opparbeidelse av blågrønne elementer som fremmer opplevelser, bruk, økosystemtjenester og biologisk mangfold, både internt og ut av planområdet. Erfaring viser at i likhet med areal for overvannshåndtering, må denne typen verdier planlegges for og forankres på et tidlig plannivå. Løsningene i tiltakskatalogen må tilpasses lokale forhold, ved utvalg, dimensjonering og utforming av tiltak for industri, annen næring, eventuelle idrettsfunksjoner og mot omkringliggende naturområder.

#### 7.1.1. Gatestruktur og grønnstruktur

På Stubberud er det lite grønnstruktur innenfor planområdet i dag. Det anbefales å legge åpne, vegeterte løsninger langs med gater og gangforbindelser for å gi god lesbarhet og en positiv opplevelse av å bevege seg i området. Årstidsaspektet er viktig å ivareta, ved å sørge for planter med opplevelsesverdi gjennom alle sesonger; fra tidlig vårløk, over i rik blomstring sommerstid til senhøst og vinter der prydgress og vintergrønne vekster overtar. Regnbed, grøfter (vadi) og plantefelt, bør

danne sammenhengende strukturer langs de nye forbindelsene på tvers og ut av planområdet, slik at både mennesker, insekter, fugl og andre arter kan bevege seg mellom de tilgrensende grøntområdene. Utforming og plantevalg langs vei og gater må tilpasses belastning fra trafikk, veisalt og forventet bruk.

### 7.1.2. Industriarealer

På Stubberud er det planlagt industri på store deler av arealene over deponiet. Grønne og blågrønne tak er egnet som overvannsløsninger her. Blågrønne tak med lagring av store vannmengder eller grønne tak mektig jordsmonn for større busker og trær, må dimensjoneres riktig for å tåle økt vekt. Bygninger på setningsutsatt grunn må tilpasses grunnforholdene. Industribygg har ofte store, ensformige takflater og vegger som gir et godt utgangspunkt for å få til rasjonelle overvannsløsninger. tillegg vil det ofte være grøfter og grønt-rabatter rundt kjøre- og parkeringsareal som kan utnyttes som åpne fordrøyningsareal. Evt. forurenset overvann fra trafikk eller industrivirksomhet på området bør renses og kan kombineres med overvannssystemer for små nedbørshendelser.

### 7.1.3. Naturområder

Alfaset gravlund, Stubberudmyra og Alnaelva med kroksjøer, flomdammer og meandring utgjør til sammen grøntarealer med et rikt mangfold av arter, naturverdier og potensielle økosystemtjenester som kan styrkes gjennom bevisst utvikling av Stubberud. I all hovedsak handler dette om å skape gode forbindelser på tvers. Vann i dagen, stedegen vegetasjon, flersjiktet beplantning med trær, busker og lavere planter er andre viktige stikkord for å tilrettelegge best mulig for arter og økosystemtjenester. En helhetlig strategi for åpen overvannshåndtering er et godt grunnlag for å få til dette.

## 8. Drift og vedlikehold

Ved valg av løsning for overvannshåndtering, prosjektering og plassering, skal det tas hensyn til erosjonssikring, fare for gjentetting, frostsikring og etablering av sikre flomveier for overløp. Det skal legges til rette for at anleggene enkelt skal kunne driftes og rengjøres.

### *Erosjon*

Etter perioder med høy vannføring bør erosjonsutsatte områder kontrolleres visuelt. Ved tegn til skader som følge av erosjon, spesielt relatert til deponiets toppdekke, bør ytterligere tiltak for erosjonssikring vurderes. Aktuelle tiltak for erosjonssikring er reduksjon av vannhastigheten ved hjelp av vegetasjon, fordrøyningsbasseng, energidrepere og forsterkning av skråninger, ofte med steinsatte grøfter på tvers av fallet. Inn- og utløp må sikres spesielt ved alle typer overganger.

### *Sedimentasjon*

Legge til rette for oppsamling og enkel fjerning av sedimentert materiale. Sandfang og sedimentasjonskamre kan settes ned i forkant av fordrøyningsmagasin for effektiv sedimentering og enklere slamfjerning. Erfaringen med små slamlommer i Deichmans gate er at de fungerer godt, gir en mer rasjonell drift (søppel og slam er samlet i lommene) og forhindrer tilslamming av overflaten i regnbedene (Figur 8).



Figur 8. Slamlommer i Deichmans gate.

### *Gjentetting*

Utforming av stikkrenner og kulverter må etableres med robuste dimensjoner. Nye løsninger for utforming av både rist og inntakskonstruksjon er viktige å vurdere. Stikkrenner, rister - inntak til kummer, kulverter og bekkelukkinger bør ha god kapasitet og være i god stand for å minske risikoen for gjentetting.

### *Sesongvariasjoner*

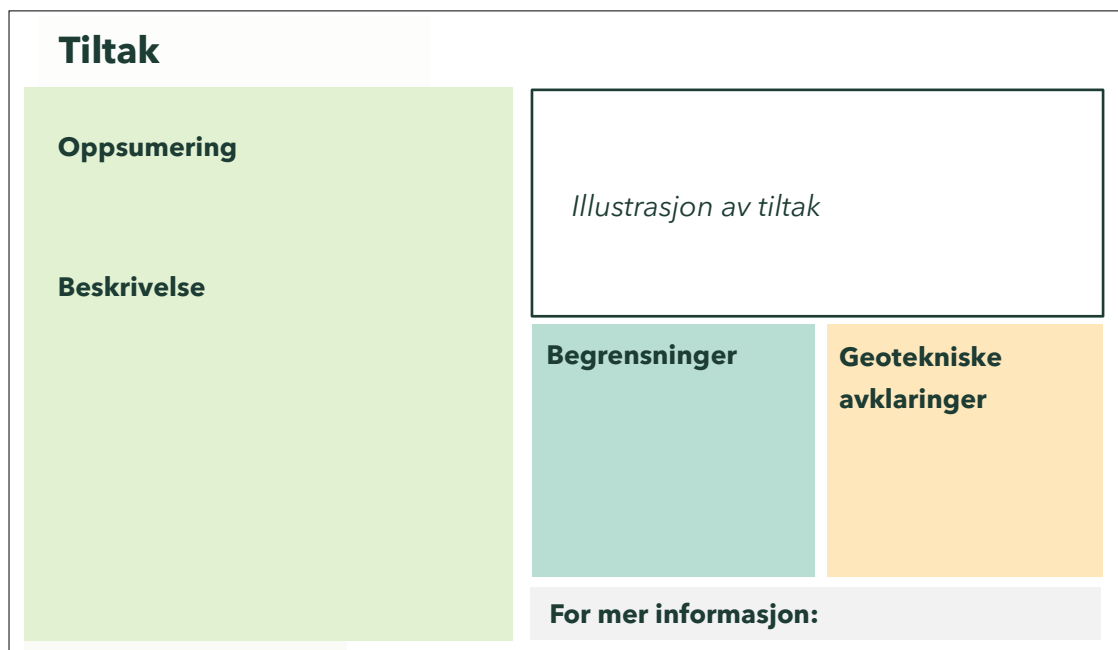
I vintersesongen kan anleggene påvirkes av frost, tele og is/snøsmelting. Grunne overvannsløsninger er mer utsatt for frost og isdannelse som kan tette kanaler og renner, redusere infiltrasjonskapasiteten i anlegg som unytter grunninfiltrasjon (reduert rense- og fordrøyningseffekt) og gi økt avrenningskoeffisient. Fryse- og tineprosesser kan også føre til telehiv, som kan påvirke stabiliteten og fallet til overvannskonstruksjoner både over og under bakken.

## 9. Katalog over overvannsløsninger tilpasset områder med utfordrende grunnforhold

### 9.1. Utforming av katalogen

Katalogen beskriver ulike typer overvannstiltak som kan benyttes på områder med utfordrende grunnforhold som gamle deponier med leirtetting og setningsutsatte områder. Katalogen tar utgangspunkt i etablerte overvannsløsninger, men fokuserer på hvilke begrensninger grunnforholdene legger på utforming, oppsamling og avrenning av overvann og hvilke geotekniske avklaringer som er nødvendig for å vurdere om tiltaket kan etableres (Figur 9). For mer utfyllende informasjon om dimensjonering og oppbygning av de ulike tiltakene henvises det til andre kilder.

Videre følger en oppsummerende beskrivelse av hovedtemaene i katalogen.



Figur 9. Oppbygning av overvannskatalogen for håndtering av overvann på områder med utfordrende grunnforhold.

### 9.1.1. Beskrivelse av tiltakets funksjon

#### *Fordrøyning*

*Kort omtale av løsningsens fordrøyingskapasitet.*

Deponiområder er ikke egnet til dyp infiltrasjon. Trinn 1 i 3-trinnsstrategien vil derfor omfatte tette løsninger som sikrer oppsamling og fordrøyning. Det kan benyttes grunn infiltrasjon med oppsamling som et tiltak for å øke fordrøyningen og forsinkelsen av overvann, men vannvolumet som føres videre i overvannssystemet vil være relativt konstant før/etter fordrøyning. Fordampning og opptak av vann i vegetasjon vil i noen grad bidra til å redusere vannvolumet.

#### *Oppsamling/avrenning*

Forutsetninger for oppsamling av overvann som ledes til/fra overvannstiltaket og utløp videre til vassdrag eller grøft i deponiområder beskrives kort. I områder med grunnforhold som ikke er egnet for infiltrasjon, for eksempel på grunn av grunnforurensning, er det viktig å ha tetteløsninger og kontroll på vannveiene for å unngå uønskede hendelser.

I tillegg til trygg oppsamling og avrenning fra tiltaket må det etableres sikre flomveier for overløp.

#### *Rensing*

Avhengig av arealbruk i nedbørfeltet kan overvann inneholde både partikkelbundne og oppløste forurensningsstoffer som delvis kan renses i konstruerte overvannssystem. Overvannstiltak kan utformes for å bidra til rensing av overvann og skal tilpasses lokal forurensningsproblematikk og renskrav. Det er mest aktuelt å rense første delen av en nedbørhendelse (trinn 1) eller «first flush», som regnes som de 10-15 første mm med nedbør. Større nedbørsepisoder (trinn 2 og 3) antas ikke behov for rensing.

Renseløsningene er i hovedsak basert på sedimentasjon, grunn infiltrasjon, opptak i planter og vegetasjon, filtrering eller filterløsninger med reaktive filtermedier.

Forurenset sigevann fra deponier eller andre kjente forurensningskilder skal håndteres separat fra annet overvann.

### 9.1.2. Begrensninger

Begrensninger beskriver hvordan overvannstiltaket må endres eller tilpasses for å kunne etableres i et område med utfordrende grunnforhold, som blant annet:

- Begrensninger i dybde på tiltaket, på grunn av restriksjoner i gravedyp.
- Krav til bunntetting og oppsamling i eget drens-system.
- Begrensninger i vekt av konstruksjonen og vannvolum, på grunn av setningsfare.
- Risiko for endring av grunnvannsstand

I tillegg er det inkludert generelle begrensninger i funksjonen til tiltaket, for eksempel som følge av sesongvariasjoner.

### 9.1.3. Rør og ledninger og VA ledningsnett

Løsninger uten infiltrasjon ned til dypereliggende grunnvann krever oppsamling og bortledning til offentlig nett eller lokal resipient. Etablering av overvannsløsninger må som regel inkludere ledninger, rør og kummer som alle krever spesialtilpassede løsninger for å hindre blant annet setninger og gassansamlinger.

### 9.1.4. Geotekniske avklaringer

Avhengig av topografi og plassering av tiltaket (f.eks topp/bunn skråning) kan eksisterende informasjon fra kvartærgeologisk kart/NADAG etc. være tilstrekkelig.

Risiko for skred, grunnbrudd eller setninger må avklares av geotekniker. Geotekniker må evt. utarbeide nødvendig grunnundersøkellesprogram som underlag for sine vurderinger.

Tiltak i faresone for kvikkleireskred eller i deponiområder skal vurderes i samarbeid med geotekniker.

Mindre overflatetiltak i områder med liten topografisk variasjon og med kartlagte leirer (som ikke er kvikkleire) kan utføres uten geotekniker.

## 9.2. Oppsummering av overvannsløsninger for områder med utfordrende grunnforhold

Tabell 1 gir en oversikt over overvannstiltak som er inkludert i katalogen over overvannsløsninger for områder med utfordrende grunnforhold og deponier. Det finnes mange overvannsløsninger som er aktuelle også i slike områder, men tiltakene må tilpasses etter lokale grunnforhold. I

Tabell 1 er det inkludert en avkryssningsliste som viser hvilke begrensninger eller tilpasninger som oftest bør tas hensyn til når de ulike tiltakene vurderes.

Katalogen omtaler enkeltløsninger, men det er i mange tilfeller fordelaktig å kombinere flere tiltak.

Tabell 1. Overvannsløsninger for deponiområder med vurdering av eventuelle begrensninger som må tas hensyn til ved valg av løsning og utforming av tiltaket.

	Må tilpasses på grunn av			
	Grunn infiltrasjon med oppsamling av vann i bunnen av tiltaket	Gravedybde / toppdekke	Setninger	Gassdannelse
<i>Overvannsløsninger på terrengoverflaten</i>				
Permeable flater med underliggende infiltrasjonsmasser	X	X	X	
Lav vegetasjon og gressdekte arealer med begrenset rotutvikling og infiltrasjonsmasser	X	X		
Mindre trær og busker	X	X	X	?
Grønne og blågrønne tak			X	
Grønne vegger			X	
Taknedløp til terreng med etterfølgende infiltrasjon og oppsamling	X			
Regnbed	X	X	X	
Tørre fordrøyningsbasseng	X	X	X	
Våte fordrøyningsbasseng/rensedammer	X	X	X	
Renner og grøfter uten permanent vannspeil	X	X	X	
Elver og bekker	X	X	X	
<i>Overvannsløsninger under bakkenivå</i>				
Lukket fordrøyningsbasseng		X	X	X
Fordrøyningskammer	X	X	X	X
Kummer og ledningsnett	X	X	X	X

## Overvannsløsninger på terrengoverflaten

# Permeable flater

## Oppsummering

Permeable flater kan benyttes sammen med grunn infiltrasjon eller oppsamling av vann i konstruerte vannmagasin. Drenssystem for oppsamling av infiltrert vann må tilpasses fremtidige setninger i områder med ustabil grunn.

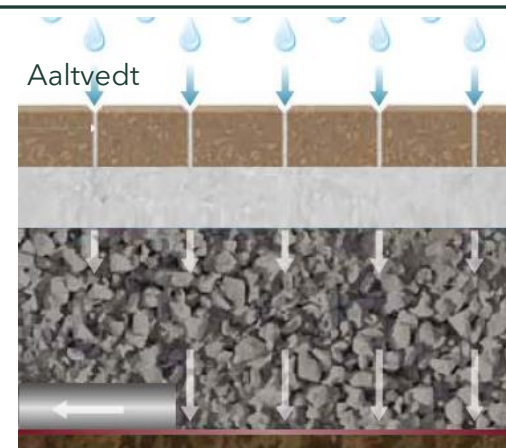
## Beskrivelse

Permeable flater er perforerte overflater som leder overvann til grunn infiltrasjon eller konstruerte vannmagasin med tett bunn. Oppsamlet vann skal føres til et lukket drenssystem som leder overvann til vassdrag eller lukket overvannssystem. Drenssystem må tilpasses fremtidige setninger i områder med ustabil grunn.

Overvann filtreres gjennom et permeabelt dekke med underliggende filtermateriale som ved tilpasset utforming kan bidra til rensing av overvann gjennom filtrering eller biologiske nedbrytningsprosesser.

Universell tilgjengelighet for syklende, personer i rullestol eller med barnevogn kan varetas ved hjelp av striper av belegget med jevn overflate.

Permeable flater fra Asak Miljøstein



## Begrensninger

- Utsatt for setninger. Må sikre stabilt fall for avrenning (min 2%).
- Må etableres med oppsamling av infiltrert vann i bunnen over en tett membran eller i vannmagasin med tett bunn.
- Egner seg best på områder med lite forurensning.

## Geotekniske avklaringer

Utgraving krever geotekniske undersøkelser og vurdering:

- Avklaring av gravedybde/ oppfyllingshøyde (inkl. vannvolum).
- Risiko for setninger.
- Stabilitetsvurdering i skrått terreng
- Stabilitet ved større utgravinger
- Risiko for setninger ved oppfylling/heving av terreng

**For mer informasjon se:** Blågrønne overvannsløsninger «Belegningsstein som håndterer overvann». Oslo kommune

## Lav vegetasjon og gressdekte arealer

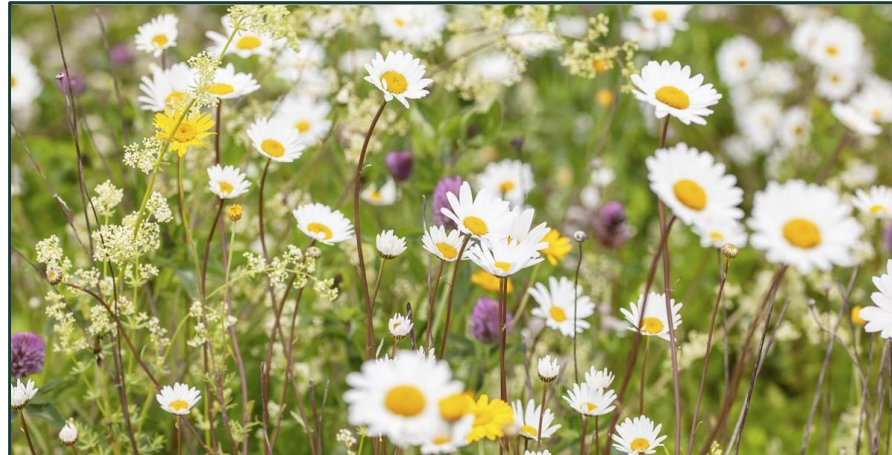
### Oppsummering

Beplantede arealer med gress og lav vegetasjon legger til rette for grunn infiltrasjon før bortledning av restvannet til fordrøyning eller resipient. Jordskiktet bør bygges opp med masser egnet til infiltrasjon over tette masser eller membran.

### Beskrivelse

Inkluderer områder som utvikles med gressdekte arealer eller vegetasjon med begrenset rotutvikling, for eksempel bed eller områder tilrettelagt for urbant landbruk (parsellhager). Tiltaket legger til rette for grunn infiltrasjon i øvre jordsjikt, evapotranspirasjon gjennom vegetasjonen før restvannet samles opp i tette systemer før bortledning til overvannssystem eller resipient. Tett bunndekke skal lede restvann til oppsamling i grøfter/rør før det føres til fordrøyningsmagasin med tett bunn eller vassdrag. Det må etableres sikre flomveier for overløp.

Blomstereng er en vegetasjonstype som kan trives godt på et grunt og skrint jordsmonn ( gjerne sandholdige masser) over tett lag eller membran.



Sørøst-norsk  
blomstereng.  
Foto fra  
Bergknapp AS.

### Begrensninger

- Vegeterte områder må ha tett bunn (f.eks. leire eller tett membran) og bortføring av restvannet under vekstlaget.
- Jordskiktet må bygges opp av permeable masser egnet for infiltrasjon.
- Arealkrevende tiltak.

### Geotekniske avklaringer

Tiltaket krever følgende geotekniske vurderinger/undersøkelser:

- Avklaring av gravedybde/oppfyllingshøyde.
- Stabilitetsvurdering i skrått terreng
- Stabilitet ved større utgravinger
- Risiko for setninger ved oppfylling/heving av terreng

**For mer informasjon se:**

## Mindre trær og busker

### Oppsummering

Mindre trær og busker kan vurderes etablert i områder med tilstrekkelig avstand til deponiets toppdekke. For å minske risiko for punktering av toppdekket bør det velges trær og busker med grunne rotsystemer.

### Beskrivelse

Overvann ledes til mindre trær og busker ved oppsamling av overvann fra harde flater eller gjennom grunn infiltrasjon. Vann som ikke tas opp av vegetasjonen skal ledes videre på overflaten eller i bunntette fordelingsystemer (kanaler, grøfter, rør) til fordrøyningsmagasin med tett bunn eller vassdrag.

Trekronene bidrar til å fange og fordampe regn før det treffer bakken, og rotsystemet tar opp og fjerner forurensning fra infiltrert overvann. Trær og busker kan for eksempel plantes i forbindelse med grøfter og kanaler som transporterer overvann fra harde flater, grunne infiltrasjonsområder eller i kanten av våte fordrøyningsmagasin for å gi skygge over vannspeilet og begrense algevekst. Trær og busker kan også benyttes for å stabilisere skråninger.



### Begrensninger

- Vegeterte områder må ha tett bunn (f.eks. leire eller membran) under vekstlaget.
- Rotsystemer skal ikke påvirke toppdekket til deponier. Det er fare for at røttene punkterer laget med rene toppmasser slik at det frigjøres gass fra deponiet eller legger til rette for innlekking av vann. Trær med grunne rotsystemer kan vurderes.

### Geotekniske avklaringer

Tiltaket krever følgende geotekniske vurderinger/undersøkelser:

- Gravedybde og risikovurdering av rotsystem
- Stabilitetsvurdering i skrått terreng
- Stabilitet ved større utgravinger
- Risiko for setninger ved oppfylling/heving av terreng

### For mer informasjon se:

Blågrønne overvannsløsninger «Trær i tette flater». Oslo kommune

## Grønne og blågrønne tak

### Oppsummering

Grønne og blågrønne tak er egnet som overvannsløsning i områder med kompliserte grunnforhold. Det legges til grunn at byggets fundament dimensjoneres for ekstra vekt fra vannvolumet. Restvann skal samles i taknedløp og ledes videre i bunnette systemer.

### Beskrivelse

Beplantede tak som tar opp regnvann, med eller uten vannmagasin for fordrøyning. Vekstmediets tykkelse og type påvirker takets evne til å fordrøye avrenningen. Vann fra grønne og blågrønne tak samles i taknedløp før vannet ledes i tette kanaler/grøfter/rør til vassdrag eller lukket overvannssystem. Det må etableres sikre flomveier for overløp.

I et urbant miljø utgjør ofte takflatene arealer med bedre utsikt og solforhold og mindre miljøbelastninger, støy, trafikk og forurensning. Dette gjør tak egnet både for opphold, urbant landbruk, solceller, habitat for fugl og insekter, birøkt mm. Ikke alle disse formålene lar seg kombinere, og program bør derfor avklares tidlig.



På taket til Vega scene, Oslo  
Asplan Viak, Åse Holte

### Begrensninger

- Oppsamlet takvann må ledes videre via tette systemer.
- Bygg og fundament må dimensjoneres for vekt av vannvolumet. Spesielt viktig på områder med setnings utsatte arealer.

### Geotekniske avklaringer

Tiltaket krever følgende geotekniske vurderinger/undersøkelser:

- Fundamentering som følge av ekstra laster på bygg

### For mer informasjon se:

Blågrønne overvannsløsninger «Grønne tak for flomdemping». Oslo

## Grønne vegger

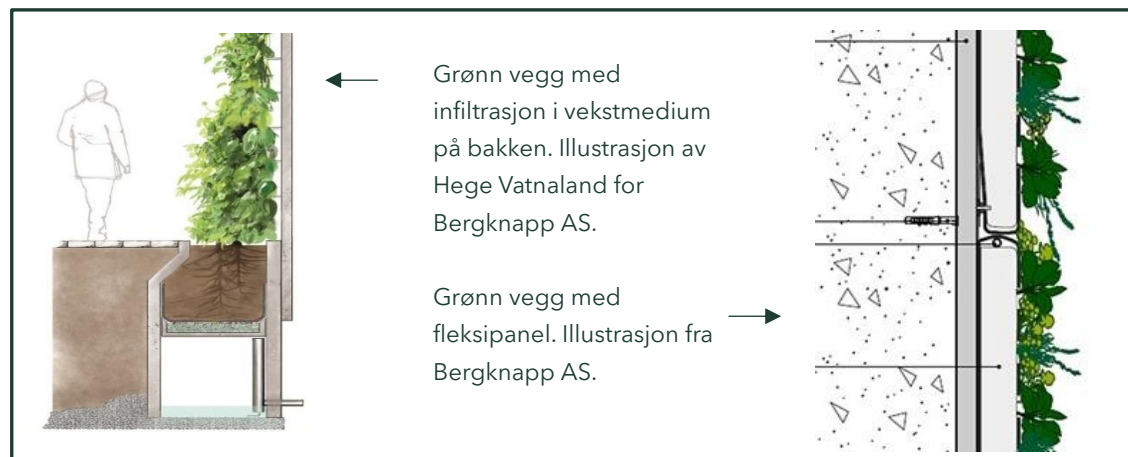
### Oppsummering

Grønne vegger er egnet som overvannsløsning i områder med kompliserte grunnforhold. Det legges til grunn at byggets fundament dimensjoneres for ekstra vekt fra vannvolumet. Restvann skal samles i taknedløp og ledes videre i bunnette systemer.

### Beskrivelse

Beplantede vegger som tar opp regnvann. Restvann fra grønne vegger samles i rør før vannet ledes i bunntette kanaler/grøfter/rør til vassdrag eller lukket overvannssystem. Det må etableres sikre flomveier for overløp.

Grønne vegger er et verdifullt supplement til grønnstrukturen i urbane områder. De tar lite plass og er svært synlig, fanger svevestøv, demper støy og kan gi trygge hvileplasser, blant annet for fugl. Grønne vegger med jord eller annen type vekstmedium i veggen (fleksipanel) kan være bedre egnet enn klatreplanter med vekstmedium på bakkeplan i områder med kompliserte grunnforhold.



### Begrensninger

- Oppsamlet vann må ledes kontrollert videre via tette systemer eller sikre åpne vannveier.
- Fundament må dimensjoneres for vekt av vannvolumet.

### Geotekniske avklaringer

Tiltaket krever ingen nødvendige geotekniske undersøkelser og vurderinger.

**For mer informasjon se:**

## Taknedløp til terreng

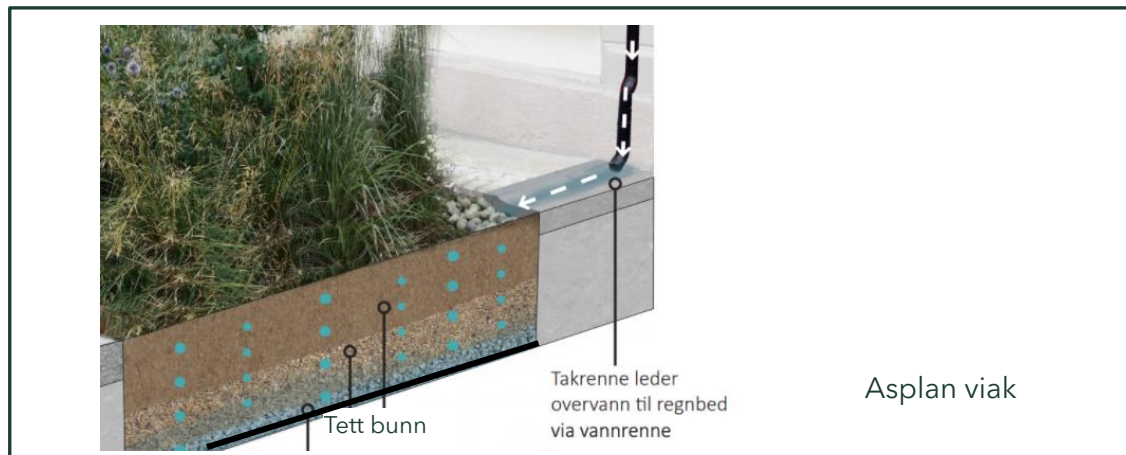
### Oppsummering

Vann fra taknedløp skal samles i tette systemer og føres til fordrøyningssystemer med bunntetting eller direkte til vassdrag.

### Beskrivelse

Vann fra taknedløp skal føres i tett løp frem til områder tilrettelagt for fordrøyning eller resipient. Former for fordrøyning kan inkludere grunninfiltrasjon i øvre jordsjikt, regnbed eller fordrøyningsmagasin (alle systemer med tett bunn). Det må etableres sikre flomveier for overløp. Takvann kan også samles i sisterner eller andre beholdere for bruk til vanning. Vann fra taket skal ledes vekk fra avløpsnettet.

Barn er fascinert av vann i alle dets former. Takvann er i hovedsak rent og kan brukes til lek/interaksjon i renner, grunne bassenger eller sandområder på overflaten.



Asplan viak

### Begrensninger

- Oppsamlet vann må ledes kontrollert videre via tette systemer eller sikre åpne vannveier.
- Infiltrasjonsområdet må ha tett bunn (f.eks. leire eller membran) og restvann må ledes bort i tette systemer.

### Geotekniske avklaringer

Tiltaket krever ingen nødvendige geotekniske undersøkelser og vurderinger.

For mer informasjon se:

# Regnbed

## Oppsummering

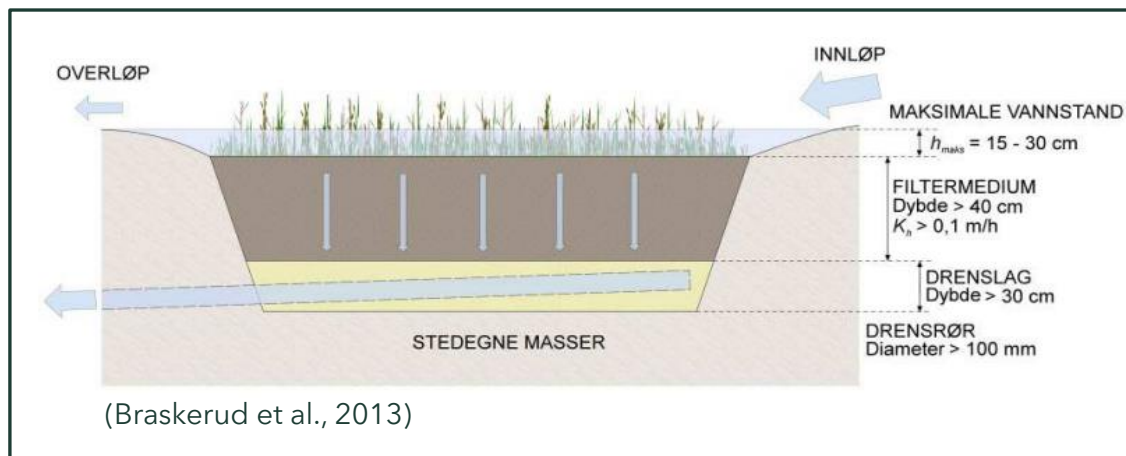
Regnbed skal etableres med bunntetting og drens-system som leder infiltrert overvann til lukket overvannssystem eller vassdrag. Dybden på tiltaket må tilpasses lokale grunnforhold og drens-systemet må tilpasses fremtidige setninger i områder med ustabil grunn.

## Beskrivelse

Regnbed er en beplantet forsenkning i terrenget der vann holdes tilbake på regnbedoverflaten før det infiltreres gjennom et filtermedium. Vann samles i regnbedet ved oppsamling av vann fra harde flater eller grunninfiltrasjon. Regnbed skal etableres med bunntetting og drens-system som leder infiltrert overvann til vassdrag eller lukket overvannssystem. Drens-system må tilpasses fremtidige setninger i områder med ustabil grunn. Flomveier må sikres for overløp.

Tiltaket kan utformes som et rensetiltak for overvann hvis det benyttes egnede masser for filtrering av forurensende stoffer. Det er viktig at regnbedet ikke gjødsles.

Konstruksjonen til et regnbed er normalt ca. 100 cm dyp.



## Begrensninger

- Dybden som graves ut må tilpasses lokale grunnforhold (gravedybde og vekt av vannvolumet)
- Setninger kan påvirke fall i drens-systemet i regnbedet. Regnbed som etableres over tette masser eller membran kan få utfordringer med uttørking. Jordoverflaten i et regnbed må være plant for at vann skal fordele seg jevnt. Vanningsmuligheter bør vurderes.

## Geotekniske avklaringer

Utgraving krever geotekniske undersøkelser og vurdering:

- Avklaring av gravedybde/oppfyllingshøyde
- Risiko for setninger
- Stabilitetsvurdering i skrått terreng
- Stabilitet ved større utgravinger
- Risiko for setninger ved oppfylling/heving av terreng

**For mer informasjon se:** Blågrønne overvannsløsninger «Regnbed for lokal flomdemping» og «Regnbed som renseløsning for forurenset vann». Oslo kommune og VA Miljøblad 106 Regnbed, renner og nedsivingsarealer

# Tørre fordrøyningsmagasin

## Oppsummering

Tørre fordrøyningsmagasin skal etableres med bunntetting. Dybden til fordrøyningsmagasinet og fordrøyningsvolumet (vekt) må tilpasses lokale grunnforhold. Systemer for oppsamling/avrenning må tilpasses fremtidige setninger i områder med ustabil grunn.

## Beskrivelse

Tørre fordrøyningsmagasin omfatter arealer som ved normale forhold har en annen funksjon (f.eks. lekeplasser eller rekreasjonsområder), men som kan fordrøye vann ved store nedbørhendelser. Magasinet kan utformes med tett bunn eller grunn infiltrasjon med oppsamling i bunnen og bortledning av vann til resipient i tette systemer.

Tørre fordrøyningsmagasin bidrar til å redusere risikoen for oversvømmelse og forsinke avrenningen til vassdrag. Vann fra harde overflater samles i åpne kanaler/grøfter eller et lukket drens-system som leder vann til til fordrøyningsmagasinet. Samlet utløp fra magasinet til vassdrag eller bortledning av vann til resipient i bunntette systemer. Systemer for oppsamling/avrenning må tilpasses fremtidige setninger i områder med ustabil grunn. Flomveier må sikres for overløp.



Vegetert  
oversvømmelsesareal på  
Tåsinge Plads, København.  
Foto fra klimakvarter.dk.

## Begrensninger

- Magasinet må ha tett bunn
- Grunn infiltrasjon kan benyttes med oppsamling i bunnen og bortledning i tette systemer
- Dybden av magasinet må tilpasses lokale grunnforhold (gravedybde og vekt av vannvolumet).
- Arealkrevende tiltak - spesielt hvis vanddybden i magasinet blir liten

## Geotekniske avklaringer

Nødvendige geotekniske undersøkelser og vurdering:

- Avklaring av gravedybde/ oppfyllingshøyde (inkl. vannvolum)
- Risiko for setninger
- Stabilitetsvurdering i skrått terreng
- Stabilitet ved større utgravinger
- Risiko for setninger ved oppfylling/heving av terreng

**For mer informasjon se:** VA Miljøblad 75 - Utforming av overvannsdammer, Blågrønne overvannsløsninger «Areal tilrettelagt for oversvømmelse», «Overvannshåndtering i skateanlegg» og «Flerfunksjonelle lekeområder». Oslo kommune

## Våte fordrøyningsbasseng

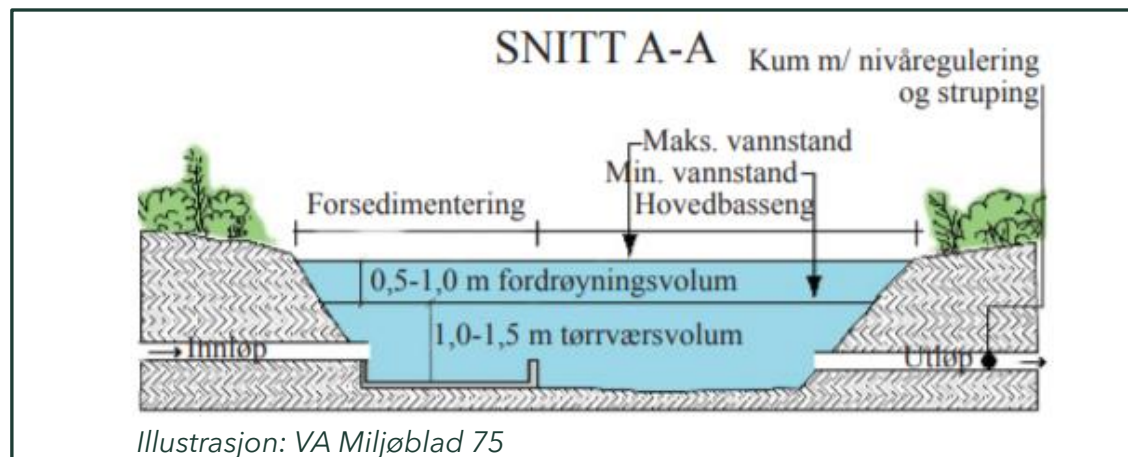
### Oppsummering

Våte fordrøyningsmagasin skal etableres med bunntetting. Dybden til fordrøyningsarealet og det totale vannvolumet (vekt) må tilpasses lokale grunnforhold. Systemer for oppsamling/avrenning må tilpasses fremtidige setninger i områder med ustabil grunn.

### Beskrivelse

Våte fordrøyningsbasseng omfatter tiltak der avrenning fra harde flater ledes til dam med permanent vannspeil og mulighet for midlertidig økning i vannivå (fordrøyningsvolum). Transport av vann inn og ut av fordrøyningsbassenget skal skje via tette systemer. Systemer for oppsamling/avrenning må tilpasses fremtidige setninger i områder med ustabil grunn, og flomveier må sikres for overløp.

Bassenget kan etableres med eller uten vegetasjon, og tilpasses eventuelle rensebehov. Våte fordrøyningsbasseng kan bidra til rensing av overvannet gjennom blant annet sedimentasjon og filtrering, biologisk omsetning og sorpsjonsprosesser hvis dammen etableres med et grunnere våtmarksfilter. Kan ved behov etableres med forsedimentering for lettere vedlikehold.



### Begrensninger

- Magasinet må etableres med tett bunn (helst membran).
- Dybden av magasinet må tilpasses lokale grunnforhold (gravedybde og vekt av vannvolumet).
- Arealkrevende tiltak.
- Må gjøres vurdering av sikkerhet (drukning).

### Geotekniske avklaringer

Nødvendige geotekniske undersøkelser og vurdering:

- Avklaring av gravedybde/ oppfyllingshøyde (inkl. vannvolum).
- Stabilitetsvurdering i skrått terreng
- Stabilitet ved større utgravinger
- Risiko for setninger ved oppfylling/heving av terreng

**For mer informasjon se:** VA Miljøblad 75 «Utforming av overvannsdammer», VA Miljøblad 69 «Overvannsdammer Beregning av volum» og Blågrønne overvannsløsninger «Overvannsdammer - et urbant vannmiljø» og «Vegetasjonsbruk ved åpen overvannshåndtering». Oslo kommune

## Renner og grøfter uten permanent vannspeil

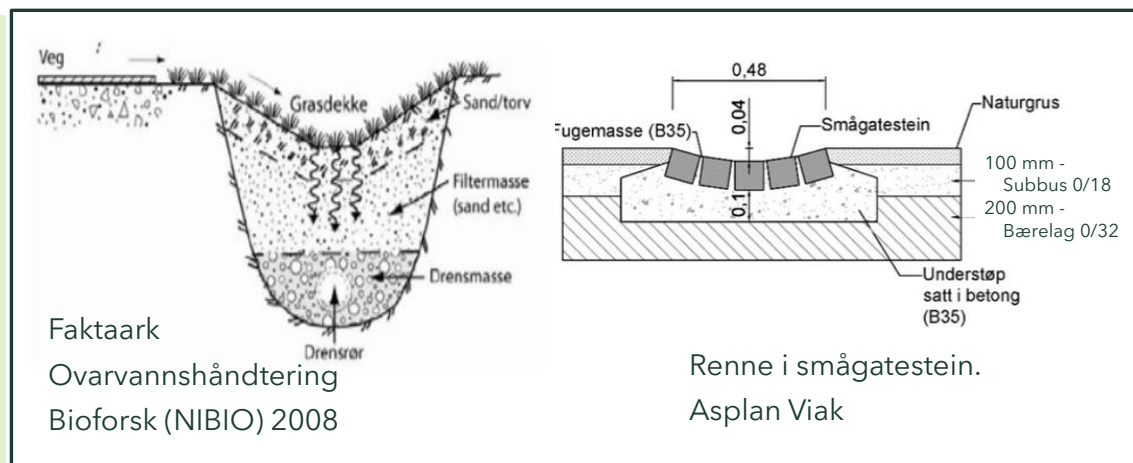
### Oppsummering

Renner og grøfter skal etableres med tett bunn og ved bruk av filtermasse skal det etableres et dreneringssystem i bunn. Systemer for oppsamling/avrenning samt grøftetraseen er avhengig av jevnt fall og er sårbare for setninger.

### Beskrivelse

Vann fra harde overflater samles i åpne grøfter eller renner. Renner og grøfter skal ha tett bunn, og ved bruk av filtermasse skal det etableres et dreneringssystem i bunn. Systemer for oppsamling/avrenning må tilpasses fremtidige setninger i områder med ustabil grunn. Bruk av filtermasse gir noe fordrøyning av vannet gjennom grunn infiltrasjon i tillegg til at grøften transporterer vann fra et sted (tette flater) til et annet (f.eks. vått/tørt fordrøyningsbasseng). Ved behov for rensing kan det benyttes filtermasser med bindingskapasitet for tungmetaller og organiske forurensninger. Flomveier må sikres for overløp.

Hvis grøftene anlegges med over 0,5 % fall kan det etableres terskler med v-overløp eller permeable terskler for å øke fordrøyningseffekten.



### Begrensninger

- Grøften må ha tett bunn (f.eks. leire eller tett duk).
- Dybden av magasinet må tilpasses lokale grunnforhold (gravedybde og vekt av vannvolumet).
- Avhengig av jevnt fall og er derfor sårbare for setninger.

### Geotekniske avklaringer

Utgraving krever geotekniske undersøkelser og vurdering:

- Avklaring av gravedybde/ oppfyllingshøyde (inkl. vannvolum)
- Risiko for setninger
- Stabilitetsvurdering i skrått terreng
- Stabilitet ved større utgravinger
- Risiko for setninger ved oppfylling/heving av terreng

**For mer informasjon se:** Blågrønne overvannsløsninger «Vadi - byens grønne vannveier». Oslo kommune

## Elver og bekker

### Oppsummering

Elver og bekker er gode flomveier, og ved bruk av terskler kan vannhastigheten senkes. Vannveiene må etableres med tett bunn, og ved graving/oppfylling må det tas hensyn til lokale grunnforhold.

### Beskrivelse

Overvann samles opp og transporteres fra et sted (tette flater) til et annet (f.eks. vått fordrøyningsbasseng eller resipient) via elver og bekker med permanent vannspeil. Vannveiene må ha tett bunn, og flomveier må sikres for overløp. Systemer for oppsamling/avrenning må tilpasses fremtidige setninger i områder med ustabil grunn.

Det kan etableres terskler med v-overløp eller permeable terskler for fordrøyning av vann oppstrøms tersklene. Etablering av terskler i elver må tilrettelegges for evt. fiskevandring.

Elver, bekker og kanaler gir mange muligheter for å legge til rette for rekreasjon og biologisk mangfold.



Håndtering av overvann i  
åpen løsning  
Foto Asplan Viak

### Begrensninger

- Vannveiene må ha tett bunn (helst membran).
- Gravedybde og oppfyllinger må tilpasses lokale grunnforhold.

### Geotekniske avklaringer

Tiltaket krever følgende geotekniske undersøkelser og vurdering:

- Avklaring av gravedybde/ oppfyllingshøyde (inkl. vannvolum).
- Stabilitetsvurdering i skrått terreng
- Stabilitet ved større utgravinger
- Risiko for setninger ved oppfylling/heving av terreng
- Behov for erosjonssikring

**For mer informasjon se:** Blågrønne overvannsløsninger «Vegetasjonsbruk ved åpen overvannshåndtering». Oslo kommune

## **Overvannsløsninger under bakkenivå**

## Lukket sedimentasjonsmagasin med/uten sandfilter

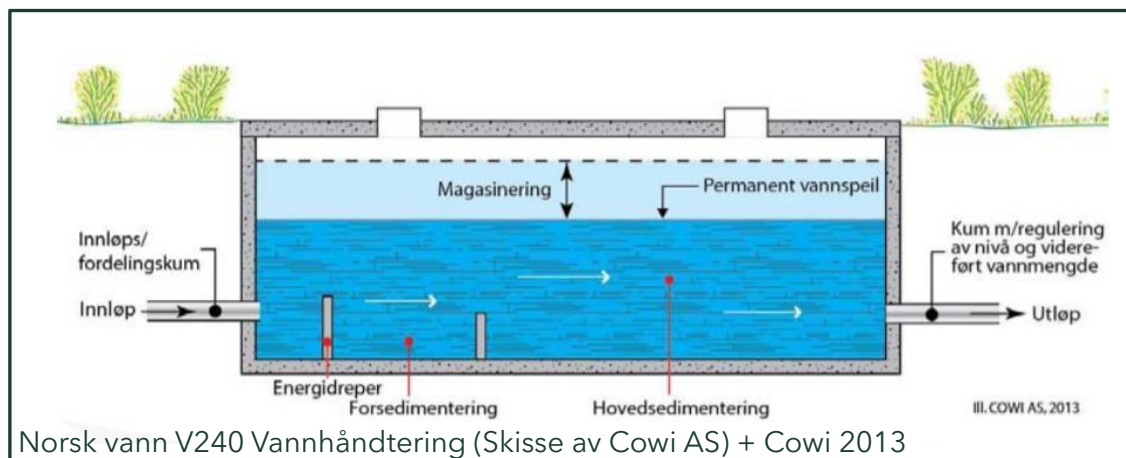
### Oppsummering

Nedgravde tette konstruksjoner for fordrøyning og/eller rensing kan kun etableres i områder der grunnforholdene tillater tilstrekkelig gravedybde og vekt. Konstruksjonen vil være utsatt for setninger, og fall på innløp og utløp må sikres.

### Beskrivelse

Tett magasin i betong eller plast som fordrøyer overvann og legger til rette for sedimentasjon av partikler. Vann fra harde overflater samles i åpne kanaler/grøfter eller et lukket drens-system som ledes til magasinet. Systemer for oppsamling/avrenning må tilpasses fremtidige setninger i områder med ustabil grunn. Overløp fra bassenget må ledes til en flomvei.

Et lukket fordrøyningsmagasin kan etableres med filtrering gjennom et filtermateriale bestående av sand eller karbonat-, silikat- eller metalloksydholdige materialer for å binde partikler og/eller forurensinger som olje og tungmetaller. Et lukket sandfilter bør etableres med effektiv forsedimentering og returskylling av filteret.



### Begrensninger

- Nødvendig gravedybde og vekt av tiltaket må tilpasses lokale grunnforhold.
- Sikre konstruksjonen for setninger. Sikre stabilt fall inn i forsedimenteringsbassenget og innløp og utløp av sandfilteret.

### Geotekniske avklaringer

Tiltak krever følgende geotekniske vurderinger eller undersøkelser:

- Avklaring av gravedybde/oppfyllingshøyde (inkl. vannvolum).
- Stabilitetsvurdering i skrått terreng
- Stabilitet ved større utgravinger
- Risiko for setninger ved oppfylling/heving av terreng

**For mer informasjon se:** VA Miljøblad 69 «Overvannsdammer Beregning av volum»

# Fordrøyningskammer

## Oppsummering

Fordrøyningskammer kan graves ned med minimal overdekning og dekke store areal. Gravedybden må vurderes opp mot lokale grunnforhold. Kamrene må plasseres over tett dekke med et drensssystem som leder vann til overvannssystem eller vassdrag. Drensssystem må tilpasses fremtidige setninger i områder med ustabil grunn.

## Beskrivelse

Fordrøyningskammer (f.eks StormTech, basal eller Wavin) kan graves ned med varierende overdekning og tåler høy belastning. Kan plasseres under parkeringsareal, veger, takflater, idrettsanlegg og liknende. Fordrøyningskamrene finnes i flere dimensjoner. Kamrene må plasseres over tett dekke med et drensssystem som samler opp vann og leder det videre med strupet utløp til vassdrag eller bunttett overvannssystem. Drensssystem må tilpasses fremtidige setninger i områder med ustabil grunn.

Ved bruk av grunne fordrøyningskammer med små dimensjoner kan det legges til rette for vanning av vegetasjon gjennom kapillær tilførsel av vann til blomsterbed.



## Begrensninger

- Nødvendig gravedybde og vekt av tiltaket må tilpasses lokale grunnforhold.
- Sikre drenssystemet for setninger. Sikre stabilt fall inn i utløp fra magasinet.

## Geotekniske avklaringer

Utgraving krever geotekniske undersøkelser og vurdering:

- Avklaring av gravedybde/ oppfyllingshøyde (inkl. vannvolum).
- Stabilitetsvurdering i skrått terreng
- Stabilitet ved større utgravinger
- Risiko for setninger ved oppfylling/heving av terreng

**For mer informasjon se:** [www.va-systemer.no](http://www.va-systemer.no) , [www.basal.no](http://www.basal.no), [www.wavin.com](http://www.wavin.com)

## 10. Kilder

Relevante faktaarkt fra serien «Blågrønne overvannsløsninger» tilgjengelig fra Oslo kommune:

Tittel	Utgitt dato:
Grønne tak for flomdemping	2016
Trær i tette flater	2018
Regnbed for lokal flomdemping	2016
Regnbed som renseløsning for forurenset vann	2016
Belegningsstein som håndterer overvann	2016
Vegetasjonsbruk ved åpen overvannshåndtering	2016
Vadi – byens grønne vannveier	2016
Overvannsdammer – et urbant vannmiljø	2016
Areal tilrettelagt for oversvømmelse	2016
Overvannshåndtering i skateanlegg	2016
Flerfunksjonelle lekeområder	2016

Uvalg av utgitte VA-Miljøblad for relevante overvannstiltak pr mars 2021:

Nr.	Tittel	Utgitt dato:
75	Utforming av overvannsdammer	2007
106	Regnbed, renner og nedsivingsarealer	2013
69	Overvannsdammer- Beregning av volum	2015
5	Grøfteutførelse fleksible rør (bunnforsterkning)	2016

## Kilder

- Mæhlum, T., J.C. Køhler, P.D. Jenssen og G.R. Hensel. 2010. *Grunnundersøkelser for infiltrasjon - mindre avløpsanlegg*. Norsk Vann rapport 178
- Paus, K. 2020. *Forslag til formelverk og sjablongverdier for å anslå areal til naturbaserte overvannstiltak*. Vann vol. 03
- DMR, 2020, Undersøkelser av Stubberud deponiet

# Vedlegg

## Definisjoner

Under følger et utvalg definisjoner som Oslo kommune benytter, og som er under arbeid. Oslo kommune arbeider med en Veileder for overvannshåndtering, der en komplett bearbeidet liste med definisjoner vil følge som vedlegg.

### 1. Naturlig infiltrasjon

Infiltrasjon i stedlige løsmasser og fjell, der vannet strømmer ned til grunnvannet.

### 2. Grunn infiltrasjon

Infiltrasjon i de øvre jordlag (0-0,5 m), med tilstrekkelig infiltrasjonskapasitet og hydraulisk kapasitet til å tilfredsstillere overvannshåndtering trinn 1.

*(Forklarende tekst: Systemet vil i tettbebygde områder kreve oppsamling av overvannet i et drensssystem og videre bortledning til et overvannssystem eller en bekk/elv, men kan også etableres uten oppsamling i områder med eksisterende småhusbebyggelse og hvor dette ikke skaper problemer i drensssystem eller nedstrøms arealer.)*

### 3. Dyp infiltrasjon

Infiltrasjon i jord- og løsmasser dypere enn 0,5 m fra terrengoverflaten, med tilfredsstillende hydraulisk kapasitet i løsmasser fram til grunnvannet.

*(Forklarende tekst: Systemet krever ingen oppsamling av vann og utnytter et tilnærmet naturlig system. Med riktige grunnforhold og avstand til grunnvann kan infiltrasjon tilfredsstillere overvannshåndtering i trinn 1 og 2.)*

### 4. Fordrøyning

Midlertidig magasinering av overvann for å forsinke og utjevne avrenning fra et område ved hjelp av kontrollert utslipp.

### 5. Resipient

Vannforekomst som elv, bekk, innsjø og hav som er mottaker av overvann eller avløpsvann.

6. Grønne tak

Vegeterte (beplantede) takflater tilpasset til å utnytte nedbøren til vegetasjonens vannforbruk.

7. Grønne overvannsløsninger

Vegeterte (beplantede) overflater tilpasset til håndtering av overvann ved hjelp av fordamping og vegetasjonens vannforbruk.

8. Blågrønne tak

Et multifunksjonelt grønt tak som i tillegg til fordamping og vannforbruk i vegetasjonen har en fordrøyningsfunksjon.

9. Blågrønne overvannsløsninger

Vegeterte overvannsløsninger kombinert med åpen fordrøyning eller vanntransport over bakken eller under terreng (infiltrasjon). Både naturbaserte løsninger og løsninger med tett bunn kan inngå.

10. 3-trinnsstrategi

En metode som ved hjelp av 3 trinn med forskjellige formål angir hvordan man bør håndtere overvann ved forskjellige nedbørhendelser.

11. Flomveier

Lavpunkt/strekninger i terreng eller bebygde områder hvor vannet kan avledes ved flom.

12. Fordrøyningsmagasin

Overvannstiltak under terreng som fordrøyer overvann og utjevner den videreførte vannmengden gjennom strupet utløp, eksempelvis et betong- eller plastmagasin.

13. Fordrøyningsbasseng

Overvannstiltak på terreng som fordrøyer overvann og utjevner den videreførte vannmengden gjennom strupet utløp, eksempelvis en dam.

14. Grunnvann

Venn i den mettede sonen i grunnen.

15. Grunnvannsnivå

Nivå (høyde) der alle åpninger i jordsmonn eller berggrunn er vannfylt i et åpnet system (ved hydrostatisk trykk).



asplan viak