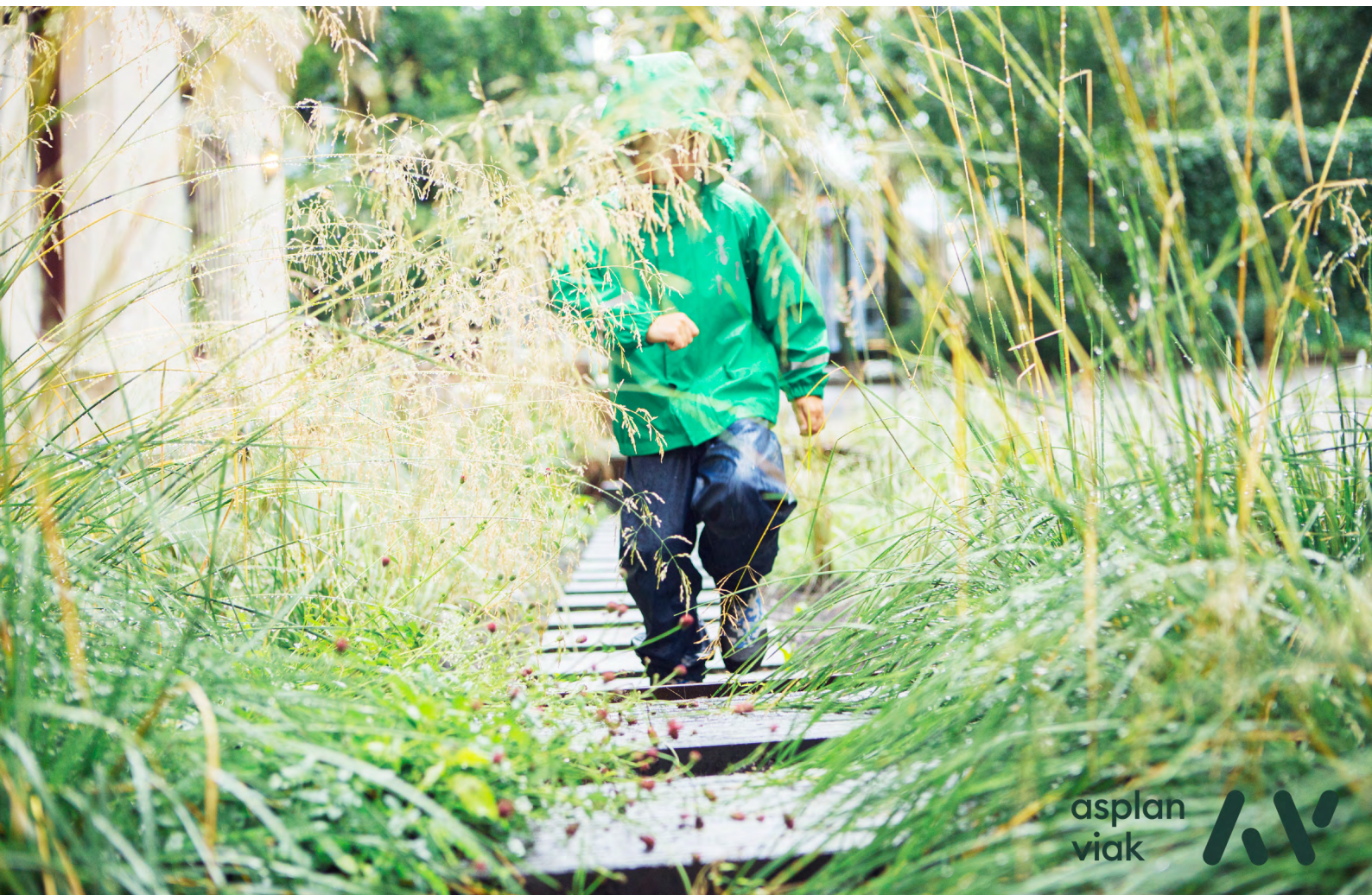




Urbane regnbed

et FoU-arbeid av Janicke Ramfjord Egeberg, Kim Haukeland Paus,
Taran Aanderaa, Anine Drageset, Mari Katrine Tvedten og Sigrid Amundsen



Stadig flere kommuner stiller krav om håndtering av overvann i åpne løsninger, i takt med at klimaendringene bringer flere ødeleggende styrtregn. Regnbed synes å være det mest brukte overvannstiltaket, med mange ferdigstilte anlegg bare de siste par årene. Vi ser at i første generasjon med regnbed, finnes det barnesykdommer vi kan lære av og luke bort. Mange regnbed mottar ikke overvann som planlagt eller vegetasjonen forfaller i møte med urbane påvirkninger som tråkk, søppel og forurensningsstoffer. I så måte er det verdifullt og viktig å høste lærdom fra ferdige anlegg, slik at vi kan bygge videre på erfaringene og gå inn i fremtidige prosjekter med økt innsikt.

Dette FoU-arbeidet springer ut fra et ønske om å samle og spre erfaringer fra planlegging, prosjektering, bygging og drift av regnbedene i Deichmans gate og Wilses gate.

Regnbedene i Deichmans gate og Wilses gate sto ferdige høsten 2016, og er en pilot for de først urbane regnbedene i Norge. Denne rapporten er en sammenstilling av erfaringer fra prosjektet, supplert med innsamling og vurdering av data fra andre regnbed i Oslo-regionen og innspill fra fagpersoner med innsikt i planlegging, prosjektering, anleggelse og drift av regnbed.

Arbeidet er initiert av landskapsarkitekt Janicke Ramfjord Egeberg, prosjekterende landskapsarkitekt for Deichmans gate og Wilses gate. Aspan Viak har satt sammen et tverrfaglig team, bestående av VA-ingeniør Kim Haukeland Paus, Anine Drageset og Sigrid Amundsen, miljø- og hydrogeolog Mari Katrine Tvedten og landskapsarkitekter Janicke Ramfjord Egeberg og Taran Aanderaa.

Foto og figurer er utarbeidet av Asplan Viak dersom ikke annet er angitt.

Vi vil rette en spesielt stor takk til

- Gerd Minde hos Braathen landskapsentreprenører AS, som har vært ansvarlig gartner for etableringsskjøtsel i Deichmans gate og har bidratt med bilder, rapporter og refleksjoner om skjøtsel.
- Anleggsgartner Ingrid Børsting i Sten og Lund som har delt av sine erfaringer om skjøtsel av urbane regnbed.
- Bent Braskerud og Endre Langeland i Oslo kommune, VAV for verdifulle betraktninger om overvann og tiltak, samt innspill til tematikk det er behov for å belyse i FoU-arbeidet.
- Marita Sanni og Marie Holmquist i Oslo kommune, BYM som har gitt innsikt i kommunal forvaltning og skjøtsel av regnbed og grøntanlegg i urbane omgivelser.
- Masterstudenter Nevedda Sivakumar, Elin Walaker Lunde og Mallory Petersen Chamberlain som har delt funn og konklusjoner fra sitt masterarbeid med oss.
- Og alle som tok seg tid til å komme med innspill ved å svare på spørreundersøkelsen eller spørsmål fra oss på epost og telefon.

INNHold

INNLEDNING

Overvann på dagsorden	5
Regnbed til rådighet	5
Hvor langt har vi kommet, hvor er vi på vei?	6
Deichmans gate og Wilses gate - en veldokumentert pilot	6
Kunnskapsgrunnlag	7
Litteraturstudie	7
Befaring av bygde anlegg	7
Spørreundersøkelse	8
Intervju og dialog med fagpersoner	8
Interne erfaringer	8

DEL 1 - PLANLEGGING

Forutsetningene for god overvannshåndtering legges i planfasen	10
Overvannshåndtering i fire trinn	11
Hvilken informasjon trenger vi for å gjøre tidlige overvannsvurderinger?	12
Infiltrasjon som mulig overvannsløsning	12
Infiltrasjon, delvis infiltrasjon eller konstruerte løsninger?	12
Metode for vurdering og plassering av overvannstiltak	13
Tiltak	14
Sjablongverdier	15
Eksempel på prosedyre for plassering og kombinasjon av tiltak	16
Oppsummering - Overvann i tidligfase	19

DEL 2 - DETALJERING

Dimensjonering	21
Hvor stort?	21
Og hvor dypt?	21
Fordrøyning under bakken	22
Oppsummering - Dimensjonering av regnbed	23
Tilrenning og innløp	24
Innløp over kant med 0-vis	24
Innløp via renne	26
Den vanskelige 90-graderen	28
Materialbruk	29
Slamlomme	31
Erosjonssikring	32
Oppsummering - Tilrenning og innløp	33
Utforming og plassering	34
Plassering	34
Form og størrelse	35
Kant eller buffersone	36
Informasjonsskilt	39
Midlertidig gjerde	40
Snøopplag	40
Søppelkasser	41
Vannuttak	41
Oppsummering - Utforming og plassering	41
Jord	42
Oppbygning	42
Filtermediet	42
Hvilken type sand?	43
Kornfordeling	44
Den organiske biten	45
Biokull	47
Overgangslag og drenslag	48
Oppsummering - Jord	49

Vegetasjon	51
Uvurderlige planter	51
Hvilke planter egner seg i regnbed?	51
Ferdige staudeblandinger	53
Staudematter	54
Trær og busker i regnbed	54
Plen i regnbed	56
Lærdom fra etablerte anlegg	56
Erfaringer fra Deichmans gate	57

Oppsummering - Rett plantevalg for regnbed	58
Herlighetsverdier	59
Tråkkheller	59
Leken kunst	60
Informasjonsskilt	61
Årstidsaspektet	62
Buffet for bier	62
Oppsummering - Implementering av herlighetsverdier	62
Drenering	63
Drensledning	63
Overløp	64
Utløp til flomvei	64
Oppsummering - Drenering av regnbed	65

DEL 3 - ANLEGGELSE

Å anlegge velfungerende regnbed	67
Detaljert prosjekteringsgrunnlag	68
Forståelse av regnbedets funksjon	68
Dialog i anleggsfase: Tegningsgjennomgang og byggeoppfølging	69
Funksjonstest og ferdigbefaring	70
Oppsummering - Huskelister for anleggelse	71
Huskeliste for tegning	71
Huskeliste for beskrivelse	72
Huskeliste for tegningsgjennomgang	72
Huskeliste for ferdigbefaring og funksjonstesting	73

DEL 4 - SKJØTSEL OG DRIFT

Det urbane utfordringsbildet	75
Gartner på budsjett	76
Den viktige skjøtselsplanen	77
En vellykket skjøtselsfase starter hos landskapsarkitekten	79
Oppsummering - Prinsipper for en vellykket skjøtselsfase	80

Avsluttende ord	81
Litteraturliste	82
Vedlegg 1 - Registreringsskjema for befaring av regnbed	85
Vedlegg 2 - Spørreundersøkelse	88



INNLEDNING



OVERVANN PÅ DAGSORDEN

I løpet av få år har overvannsproblematikk gjort seg gjeldende som et sentralt tema i planlegging og prosjektering. Kraftigere nedbørshendelser som følge av klimaendringer kombinert med flere harde flater som tak, veier og plasser gjør at en større andel av nedbøren renner av på overflaten. Utfordringene knyttet til overvann omfatter blant annet kostbare skader på infrastruktur og bygninger, forurensning av vassdrag, setningsskader som følge av redusert grunnvannnivå og redusert minstevannføring i bekker. Problemene vi allerede ser i dag forventes å eskalere i fremtidens klima og som følge av et aldrende avløpsnett.

For å imøtekomme utfordringene peker stadig flere aktører på å ta i bruk **naturbaserte løsninger** der overvannet håndteres synlig på overflaten. Naturbaserte overvannstiltak er her definert som løsninger som utnytter vegetasjon, løsmasser og/eller forsenkninger i terrenget til å håndtere nedbør og avrenning. Dette omfatter løsninger som gjenåpning av bekker, etablering av grønne tak, åpne vannrenner, regnbed og oversvømmelsesarealer. Denne typen tiltak reduserer belastningen på avløpsnettet og gir samtidig mulighet til å utnytte regnvann som en ressurs, til lek, opplevelser og tilrettelegging for biologisk mangfold.

REGNBED TIL RÅDIGHET

Regnbed er en av flere mulige naturbaserte overvannsløsninger. Formålet er både infiltrasjon og fordrøyning av vann, men tiltaket kan samtidig gi økt biologisk mangfold og bidra til å skape innbydende byrom med særpreg og høy rekreativ verdi. Regnbed defineres i denne rapporten som:

«En beplantet forsenkning i terrenget der vann lagres på overflaten og infiltrerer til grunnen eller overvannsnettet».

Definisjonen er hentet fra Oslo kommunes faktaark om regnbed, utarbeidet av Bent Braskerud og Kim Haukeland Paus (2016).

Regnbed kan tilpasses og implementeres i de fleste situasjoner og er følgelig et mye brukt tiltak innen åpen overvannshåndtering. Regnbed skiller seg fra vadi (engelsk *bioswale*) ved at bunnen er flat, mens en vadi er utformet som en grøft som også har til hensikt å lede bort vann. Forsenkninger med overflate av gress eller hardt dekke betegnes som fordrøyningsbasseng eller oversvømmelsesarealer. For oversikt og informasjon over andre aktuelle overvannstiltak, henvises det til [Oslo kommunes faktaark for blågrønne overvannsløsninger](#).

Rapporten er avgrenset til å omhandle **urbane** regnbed. Erfaringsmessig utsettes regnbed i bymessige strøk for større og flere belastninger fra tråkk, forurensning, parkering og hunder enn regnbed i hager, park og boligområder. I en urban kontekst er det også flere hensyn å ta, blant annet med tanke på universell utforming, sikkerhet og teknisk infrastruktur i bakken. Dette er faktorer vi må kjenne til og adressere fra tidlig planlegging til langsiktig drift av urbane regnbed. I rapporten har vi evaluert regnbed i skolegårder, ved parkeringsarealer og bygater med ulik karakter, men funnene og konklusjonene som presenteres vil også ha stor grad av overførbarhet til regnbed i mindre urbane omgivelser.

Vannskulpturer og frodig plantevekst framhever vannet som en ressurs i Deichmans gate.



HVOR LANGT HAR VI KOMMET? HVOR ER VI PÅ VEI?

Det har vært en rask utvikling og bratt læringskurve innen regnbed og åpen overvannshåndtering i Norge det siste tiåret. Flere kommuner har nå gode veiledere for overvannshåndtering og har inkludert krav til naturbaserte løsninger i sine kommuneplanbestemmelser, det finnes mange ferdigstilte anlegg og tanken om overvann som en viktig ressurs er i ferd med å modne.

Likevel ser vi at det er behov for økt kunnskap i alle ledd, fra byggherre til prosjekterende, utførende og driftspersonell. Gode intensjoner under planlegging og prosjektering har lett for å glippe et sted på veien mot anleggelse og drift. Mange av regnbedene vi har besøkt fungerer ikke som planlagt, eksempelvis fordi bedene ikke mottar nok vann, eller vegetasjonen forfaller i møte med urbane påvirkninger som tråkk, søppel og forurensningsstoffer. I lys av dette er det verdifullt og nødvendig å høste erfaringer fra etablerte anlegg, slik at vi kan unngå de samme fallgruvene i neste generasjons regnbed.

Allerede i 2014 utarbeidet Asplan Viak i samarbeid med NMBU og Forskningsrådet en erfaringsrapport med suksessfaktorer og utfordringer basert på evaluering av ti utvalgte overvannsanlegg i Oslo og Trondheim. Rapporten, som bærer navnet **Overvann som ressurs** kan du lese i sin helhet [her](#). Mange av konklusjonene fra dette arbeidet står seg fortsatt. Blant annet påpeker rapporten behovet for å vie den viktige skjøtsel- og driftsfasen tilstrekkelig oppmerksomhet og midler.

I kjølvannet av *Overvann som ressurs*, ser vi i dette FoU-arbeidet blant annet nærmere på utfordringer og suksesskriterier for skjøtsel og drift av regnbed. Mens *Overvann som ressurs* tar for seg en rekke større overvannstiltak, som elve- og bekkeåpning, dammer og våtmark, setter vi regnbed under lupen i denne rapporten – fordi det er et mye brukt overvannstiltak, og fordi det er stor etterspørsel etter kunnskap om regnbed i alle ledd fra landskapsarkitekten til anleggsgartneren.

DEICHMANS GATE OG WILSES GATE - EN VELDOKUMENTERT PILOT

I 2017 ble prosjektet Deichmans gate og Wilses gate åpnet (heretter omtalt som Deichmans gate). Prosjektet er en pilot for de første urbane regnbedene i Norge og inneholder totalt ni regnbed i tillegg til vanlige plantebed, tråkkheller og vannskulpturer. Anlegget er utformet med ulike jordsammensetninger, spesielt med tanke på evaluering av infiltrasjonsevne og plantetrivsel over tid. Videre er det gjennomført infiltrasjonsmålinger og oversvømmelsestest med brannbil i regi av VAV og masterstudenter ved NMBU, masterstudentene har gjennomført en spørreundersøkelse blant beboere og forbipasserende, og ansvarlig gartner for etableringsskjøtsel i anlegget, Gerd Minde, har dokumentert erfaringer fra de første årene med drift med foto og i skriftlige rapporter.

Data, rapporter og erfaringer fra Deichmans gate er utgangspunktet for dette arbeidet. Funnene herfra er supplert med innsamling og vurdering av data fra andre regnbed i Oslo-regionen, spørreundersøkelse om anleggelse og drift av regnbed samt intervju og samarbeid med fagpersoner som har innsikt og erfaring fra de ulike fasene: prosjektering, anleggelse og drift av regnbed.

Formålet med rapporten er å belyse kritiske punkter innenfor tidligfase-planlegging, detaljutforming, anleggelse og drift av urbane regnbed slik at disse i større grad prosjekteres, bygges og vedlikeholdes på en måte som sikrer at anleggene både håndterer den påkrevde overvannsmengden og samtidig utgjør et positivt innslag i bybildet. Rapporten er inndelt i fire kapitler som tar for seg hver av fasene: planlegging, utforming, anleggelse og drift.

LITTERATURSTUDIE

Til grunn for denne rapporten, ligger et dypdykk i kunnskap og erfaringer fra allerede publiserte artikler, rapporter og forskningsprosjekter. Litteraturgjennomgangen danner rammene for en god forståelse av utfordringsbildet og hvilke elementer det er verdifullt å utforske mer inngående i dette FoU-arbeidet. Rapporten både overlapper, supplerer og gjengir funn fra andre prosjekter. For en bredere forståelse av åpen overvannshåndtering som helhet, utfordringer, muligheter, nyanser og utfyllende informasjon anbefales det å ta en kikk på materialet vi har funnet frem til i forbindelse med arbeidet. Enkelte publikasjoner er referert til direkte i teksten, og en fullstendig liste finnes bakerst i rapporten.

BEFARING AV BYGDE ANLEGG

Vi har besøkt totalt 28 anlegg med regnbed i og omkring Oslo for å få innblikk i og evaluere ulike løsninger for utforming, plassering, innløp, plantevalg, herlighetsverdier, skjøtselsutfordringer mm. For de fleste regnbedene, hadde vi ikke tegningsmateriale og beskrivelse tilgjengelig. Evalueringen besto dermed av det vi kunne observere i felt, mens jordsammensetning, planlagte avrenningsmønstre, dimensjonering, etc. hadde vi ikke innblikk i.

I forkant av befaringene ble det utarbeidet et skjema med vurderingskriterier for vesentlige faktorer, både VA-teknisk og med tanke på plantetrivsel, opplevelsesverdi, materialbruk og helhetsinntrykk. VA-teknisk var vurderingskriteriene kategorisert i avrenningsfelt, innløpsarrangement, overflate i regnbed, overløp og utløpsarrangement. Registreringsskjemaet som ble benyttet ligger vedlagt bakerst i rapporten.

Regnbedene ble også grundig fotodokumentert. Enkelte ble besøkt flere ganger, for å få et inntrykk av vintersituasjon.

Formålet med dette arbeidet er å lære av både de gode og dårlige eksemplene, uten å sette enkeltanlegg i et dårlig lys. Av den grunn, refererer ikke bildeeksemplene i rapporten til de aktuelle anleggene og utfylte registreringsskjemaer er ikke vedlagt.

Nedenfor følger en oversikt over de befarte anleggene, fordelt på kategoriene «*Torg, gate og vei*», «*Skole, leke- og aktivitetsområder*» og «*Borettslag og park*». Vi finner inndelingen hensiktsmessig med tanke på at faktorene som påvirker regnbed negativt, som tråkk, forurensning, hærverk og avføring fra hunder, varierer etter type anlegg de befinner seg i. Anleggene ligger i Oslo, med mindre annet er spesifisert.

Torg, gate og vei

Deichmans gate og Wilses gate
Thorvald Meyers gate langs Schouskvartalet
Olaf Ryes plass mot Thorvald Meyers gate
Stålverkskroken ved Gladengveien 8-10
Skippergata ved Biskop Gunnerus gate
Parkeringsplass ved Leikarvollhallen, Asker
Sundtkvartalet ved Lakkegata, Vahls gate og Heimdalsgata
Maridalsveien ved AHO
Sigurd Hoels vei 15-17
Ulvenveien, torg ved Kiwi Ulven
Schweigaards gate 31
Bjørnstjerne Bjørnsons gate, Drammen
Vålerenga stadion mot Innspurten
Haslevangen 16

Skole, leke- og aktivitetsområder

Sørli Lekepark
Lakkegata skole
Holmen skole
Vollebekk skole

Borettslag og park

Nordre gate 20
Krydderhagen borettslag, Hasle
Pocketpark ved Bøkkerveien 32 C, Hasle
Kværnerbyen
Vollebekk boliger
Vannkunsten, Bjørvika
Jesperudjordet
Verdensparken
Linjeparken, Stovner Senter
Nye campus ved NMBU, Ås



SPØRREUNDERSØKELSE

For å innhente informasjon om kritiske faktorer ved anleggelse og drift av regnbed ble det sendt ut en digital spørreundersøkelse med spørsmål knyttet til detaljutforming, anleggelse og skjøtsel av regnbed. Formålet med undersøkelsen var å kartlegge utfordringer knyttet til disse fasene, og hva som skal til for bedre kvaliteten på regnbed som anlegges i fremtiden. Spørsmålene i undersøkelsen ligger vedlagt bakerst i denne rapporten.

Undersøkelsen ble besvart av 77 deltakere som har varierende grad av erfaring-, og ulike roller i prosjekter med regnbed. Av de 77 deltakere oppga 20 at de har erfaring med anleggsfase, det vil si byggeledelse, entreprenører, produktleverandør, anleggsgartner for nyanlegg eller anleggsgartner med driftsansvar. Dette var en viktig målgruppe å nå, fordi vi som prosjekterende har liten innsikt i hvilke vurderinger som gjøres og utfordringer som kan oppstå under bygging og drift av regnbed. De resterende 58 har erfaring som saksbehandlere, byggherre, prosjekterende og akademia. Det er en overvekt av svar fra prosjekterende LARK i undersøkelsen.

INTERVJU OG DIALOG MED FAGPERSONER

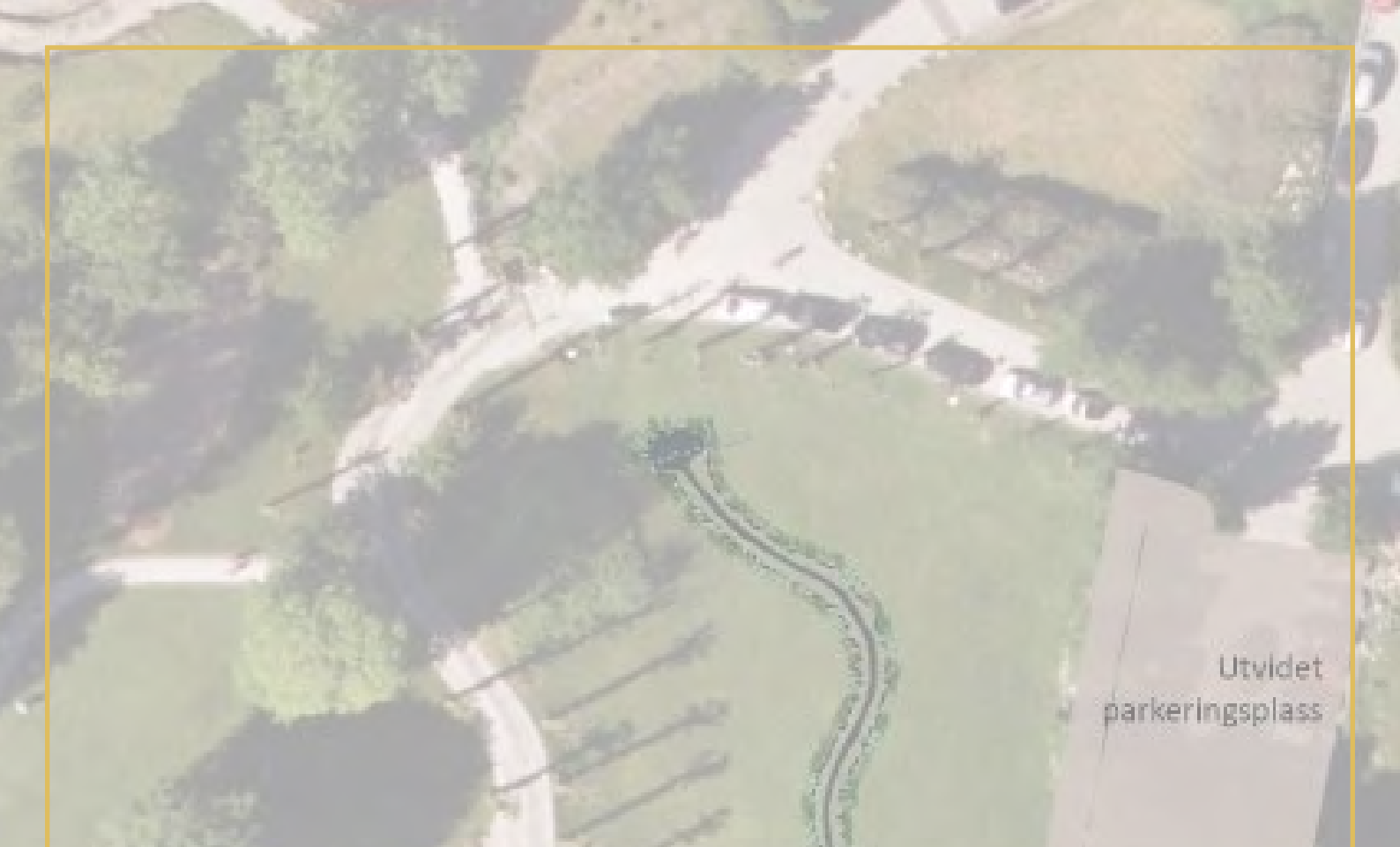
For å få større innsikt i driftsutfordringer med regnbed, ble det gjennomført samtaler med anleggsgartner Gerd Minde i Braathen landskapsentreprenører AS og landskapsingeniør Ingrid Børsting i Sten og Lund AS. Gerd har vært ansvarlig gartner for etableringsskjøtselen i Deichmans gate, og Ingrid har erfaring fra drift av en rekke urbane regnbed. Begge har bidratt med uvurderlig innsikt i utfordringer med skjøtsel av regnbed og kom med generelle betraktninger om beplantning i by.

Vi har også fått innspill og innsikt gjennom dialog med Bent Braskerud og Endre Langeland i VAV, Marita Sanni og Marie Holmquist i BYM, Inga McCarly Potter i PBE, Harald Smit i Treespace. eu, Øistein Kvarme i Blomstertak AS, Erik Solfjeld i Norsk Trepleieforum, Jorun Hovind og Ingrid Merete Ødegård ved fakultet for landskap og samfunn ved NMBU, Hans Martin Hanslin og Trond Knapp Haraldsen i NIBIO, Kirstine Laukli i Statens Vegvesen, masterstudenter Nevedda Sivakumar, Elin Walaker Lunde og Mallory Petersen Chamberlain og mange av våre interne eksperter i Asplan Viak, inkludert Nina Syversen, Knut Robert Robertsen, Rune Skeie og landskapsgruppa i Sandvika.

INTERNE ERFARINGER

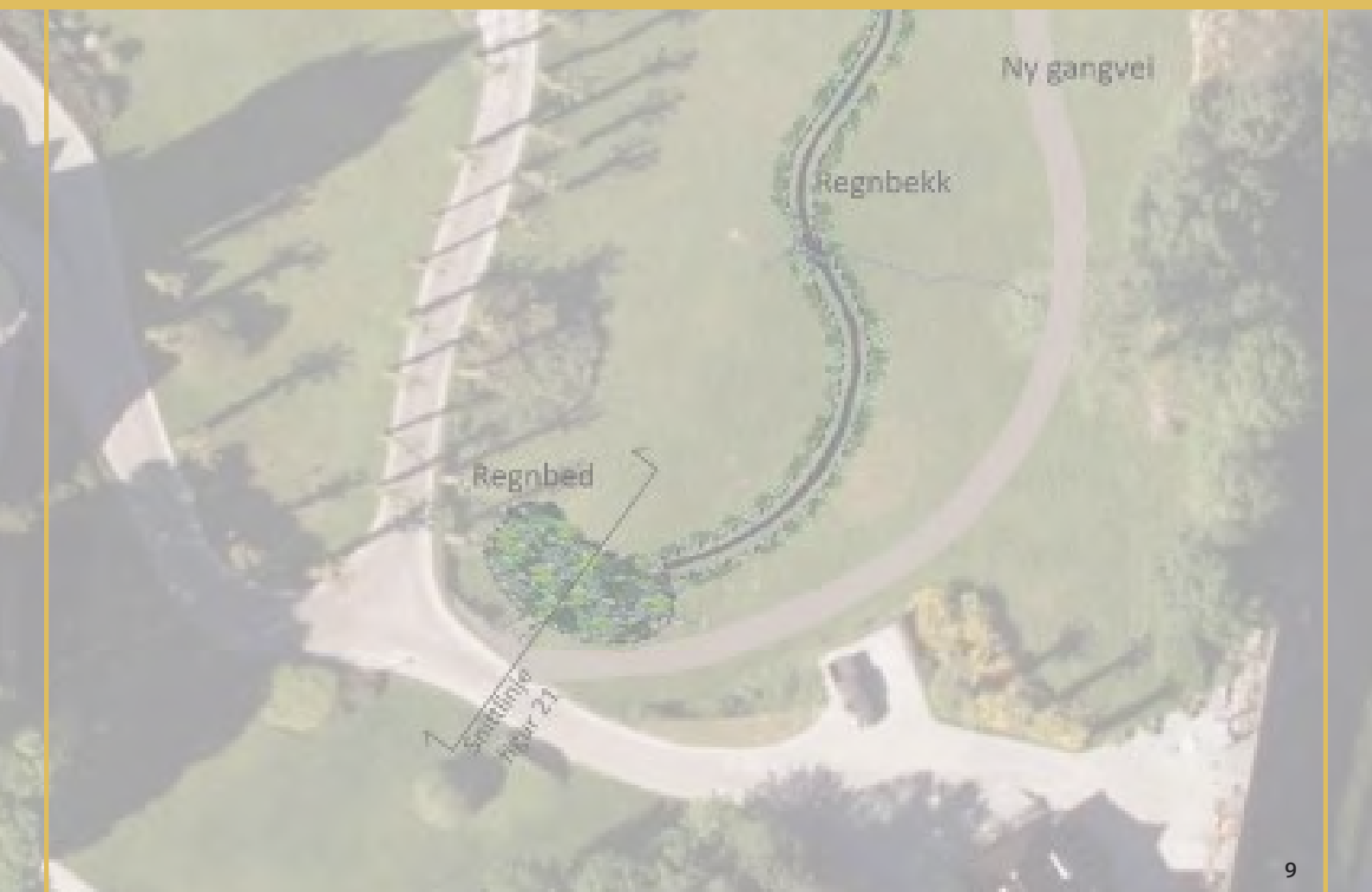
Det har også vært gjennomført en gjennomgang og vurdering av tegninger og detaljer for prosjekterte regnbed internt i Asplan Viak. Dette har gitt oss et overblikk over variasjoner og muligheter innen utforming, beplantning, jordsammensetning, oppbygning og detaljer knyttet til innløp, utløp og overløp. Vi har sett på hvilke detaljer som kan standardiseres bedre, og hvilke elementer som må variere etter stedlige forutsetninger. Gjennomgangen gir grunnlag for noen generelle anbefalinger til regnbedutforming som presenteres i del 2.





Utvildet
parkeringsplass

DEL 1 - PLANLEGGING



Ny gangvei

Regnbekk

Regnbed

3
5m
10m
21

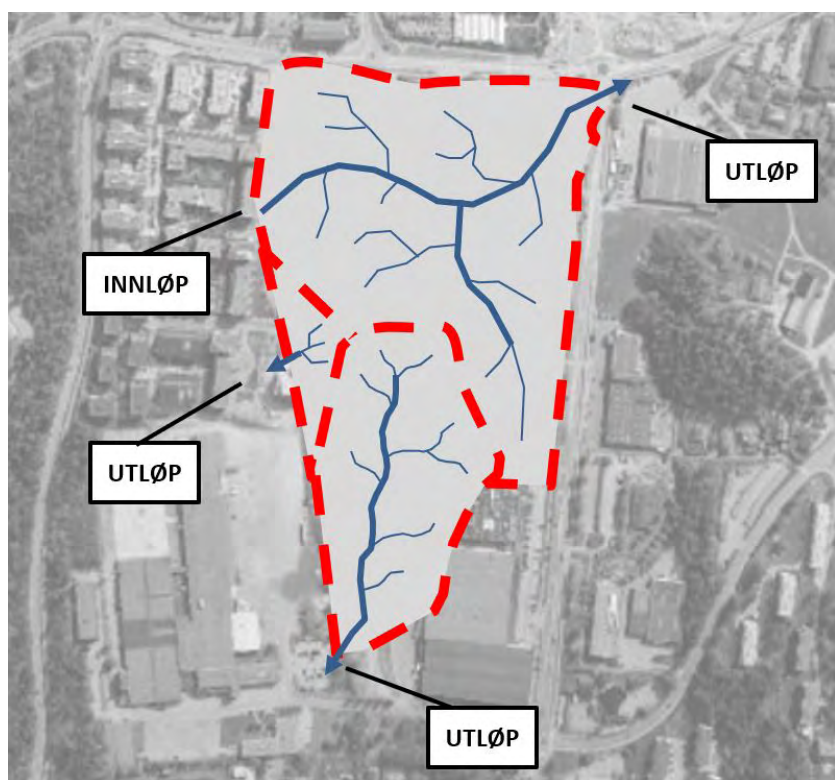
FORUTSETNINGENE FOR GOD OVERVANNSHÅNDTERING LEGGES I PLANFASEN

Dette kapittelet belyser hvilken informasjon som er nødvendig for forankring av overvannsløsninger i en tidlig fase av planleggingen. Videre presenteres sjablongverdier som gjør det mulig å utføre en tidlig vurdering av nødvendig areal for åpen overvannshåndtering, samt metodikk for plassering og kombinasjon av tiltak. Ofte er det nettopp en kombinasjon av ulike tiltak som gir både rasjonell overvannshåndtering og et godt utgangspunkt for å tilrettelegge for varierte herlighetsverdier.

Erfaring viser at hensyn til overvann i tidligfase planlegging ligger som en forutsetning for å lykkes med de påfølgende fasene – utforming, anleggelse og drift. Håndtering av overvann over bakken krever nødvendigvis areal, og det er sjelden plass til åpne overvannstiltak dersom det ikke er tenkt på når arealbruken løses.

Overvannstiltakenes plassering er også avgjørende for god tilrenning og hvorvidt man får til en helhetlig løsning i detaljeringsfasen. Det er derfor vesentlig at både areal og plassering av tiltak vurderes og låses i en tidlig fase i planarbeidet, slik at avsatte arealer ikke omdisponeres eller krymper inn ved detaljutformingen av anlegget.

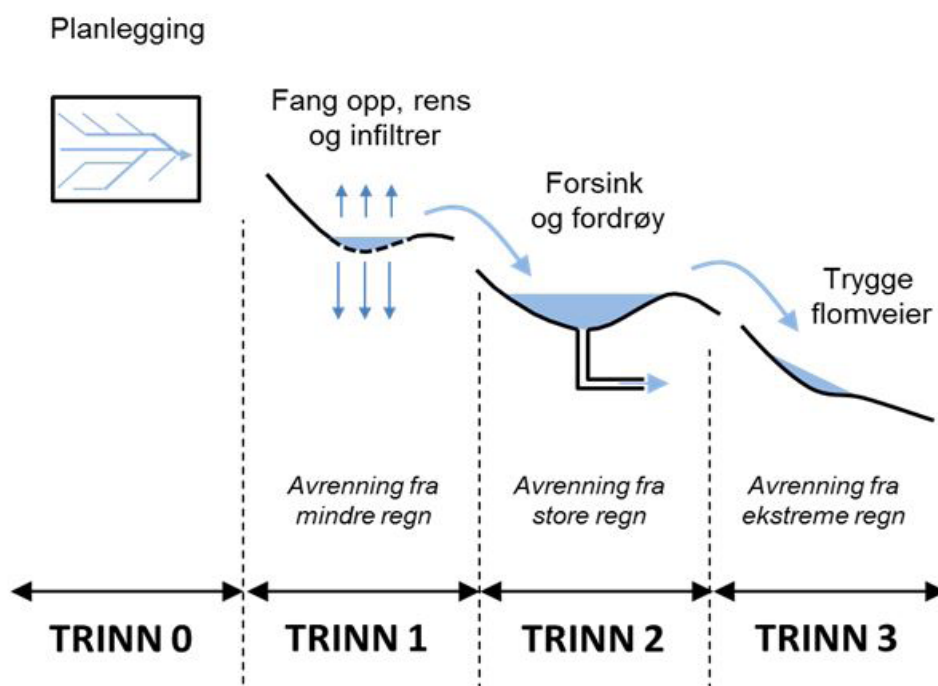
Dette er forankret i krav kommuner stiller til at arealer for overvann skal sikres, for eksempel i reguleringsplaner og reguleringsplanbestemmelser. Likevel er kommunenes erfaring at flesteparten av de innsendte overvannssøknadene får merknader eller vesentlige kommentarer som må utbedres før saken kan godkjennes (Inga Potter, Personlig kommunikasjon, 2021). Gjessing & Hansen (2020) konkluderer også med at kommunale krav til åpen overvannshåndtering blir mangelfullt ivaretatt ved regulering. For å standardisere krav og metodikk etterlyser de en nasjonal veileder for vurdering av overvann i tidligfase.



Helhetlig overvannshåndtering starter i planfasen. Her er det kartlagt innløp, utløp og delfelt i et fiktivt prosjektområde. Figur fra Kim Paus.

OVERVANNSHÅNDTERING I FIRE TRINN

Nasjonale retningslinjer viser til en tretrinnsstrategi for håndtering av overvann i åpne løsninger. Figuren nedenfor tydeliggjør hvordan trinn 0 – den nødvendige planleggingen, ligger som en forutsetning for å lykkes med de andre trinnene.



Tretrinnsstrategien for håndtering av overvann.
Figur av Kim Paus.

Trinn 1 beskriver hvordan avrenning fra mindre regn kan fanges opp, infiltreres, fordampes og renses ved behov. Det er i trinn 1 vi i størst grad har muligheten til å utnytte overvannet som en estetisk kvalitet, bidra til å styrke biologisk mangfold eller utnytte det som ressurs til vanning, lek og rekreasjon. 95 % av årsnedbøren kommer som nettopp små, dagligdagse regn og kan dermed håndteres ved hjelp av trinn 1-tiltak som eksempelvis er utformet for å håndtere et regnskyll på 5 mm som faller over en time. Eksempler på tiltak kan være ekstensive grønne tak, grønne vegger der vannet føres til vekstjorden, regnbed eller permeable flater.

Trinn 2 innebærer at avrenning fra store regnhendelser, for eksempel nedbør med 5 til 50 års gjentaksintervall, håndteres ved hjelp av større tiltak, som nedsenkede parker, idrettsområder, naturmark eller lekearealer som kan oversvømmes i en flomsituasjon. Trinn 2-tiltakene sørger for at overvann holdes tilbake lokalt slik at vassdrag og kommunalt avløpsnett avlastes. Regnbed kan også håndtere trinn 2, dersom det utformes og dimensjoneres for å ta imot og lagre vann i en flomsituasjon.

I **trinn 3** ledes avrenning fra ekstreme regn i overflatebaserte flomveier slik at skade på bebyggelse og infrastruktur minimaliseres. Eksempler på flomveier kan være vassdrag, veitraseer, grøfter, renner og kanaler.

HVILKEN INFORMASJON TRENGER VI FOR Å GJØRE TIDLIGE OVERVANNSVURDERINGER?

Tidlig vurdering av overvannstiltak forutsetter at flere forhold kartlegges, fra kommunale krav om dimensjonerende nedbør og tillatt videreført vannmengde til de naturgitte premisene som grunnforhold, topografi, avrenningslinjer og fremtidig terrengoverflate, samt hvorvidt planområdet mottar avrenning fra nabotomter. Fremtidige avrenningslinjer og lavpunkt kan vurderes manuelt eller ved hjelp av terrenganalyser i for eksempel AutoCAD Civil 3D, ArcGIS Pro eller Scalgo Live.

Vannkvalitet er også en faktor som kan medvirke til valg av løsning og dimensjonering. I veg-, gate- og bymiljøer kan avrenningen inneholde næringssalter, organiske miljøgifter, tungmetaller, partikler, grus, løv eller søppel som øker faren for tilslamming av overflaten. Forventet vannkvalitet, og om hensikten i all hovedsak er å infiltrere og fordrøye overvannet, eller også å rense det vil være premissgivende for valg og utforming av overvannstiltak.

INFILTRASJON SOM MULIG OVERVANNSLØSNING

I urbane strøk er det ofte lite areal tilgjengelig for infiltrasjon, noe som gjør at en større andel av nedbøren renner av på overflaten. Redusert infiltrasjon gjør områder mer utsatt for flom ved store nedbørshendelser, men kan også føre til at grunnvannsnivået synker. Konsekvenser av endringer i grunnvannsnivå kan være setninger, nedbrytning av kulturminner eller påvirkning på vegetasjon. På bakgrunn av dette vil det være positivt å etablere overvannsløsninger som bidrar til å økt infiltrasjon og infiltrasjon som mulig overvannsløsning bør derfor være i fokus ved oppstarten av et hvert prosjekt.

I områder med lite tilgjengelig areal eller masser med dårlig infiltrasjonsevne må det konstrueres løsninger tilpasset vannmengde og grunnforhold. I områder med relativt store tilgjengelige arealer, eller med masser som har god infiltrasjonsevne (også i dypet), kan infiltrasjon i lokale masser være en egnet løsning.

For å vurdere hvorvidt overvannshåndtering i trinn 1 og trinn 2 i tretrinnsstrategien kan løses med infiltrasjon kreves det kvartærgeologisk og hydrogeologisk kompetanse. Fagressurser må kunne lese og tolke geologiske kart, vurdere grunnforhold i felt og gjøre nødvendige beregninger før valg av løsninger. Faktorer som kan være begrensende for om området er egnet for infiltrasjon vil blant annet være dårlig infiltrasjonskapasitet i stedegne masser, kort avstand til grunnvannstand eller fjell, eller mistanke om forurenset grunn.

Informasjon om grunnforhold i området kan man finne via databaser som NGUs karttjenester for løsmassekart og berggrunnskart, brønn databasen Granada for informasjon om etablerte borebrønner, NADAG geoteknisk database for informasjon om dybder til fjell, og Miljødirektoratets grunnforurensningsdatabase for registreringer av forurenset grunn. I tillegg har flere av de større byene egne aktsomhetskart for forurenset grunn.

INFILTRASJON, DELVIS INFILTRASJON ELLER KONSTRUERTE LØSNINGER?

En grunnundersøkelse danner grunnlag for å vurdere hva lokale løsmasser kan håndtere av infiltrasjon, det vil si hvor stor nedbørpisode som kan infiltreres før det er behov for fordrøyning eller konstruerte løsninger. Hvorvidt det er behov for å gjennomføre grunnundersøkelser vil avhenge av funn fra gjennomgangen av grunnlagsdata, og valg av type grunnundersøkelse vurderes av kvartærgeolog eller hydrogeolog.

Dersom grunnundersøkelsene viser at massene i området kan være egnet for infiltrasjon må dette bekreftes med en infiltrasjonstest. Infiltrasjonstest kan gjennomføres som en grunn-, eller dyp infiltrasjonstest avhengig av om grunnundersøkelsene viser om det er egnede løsmasser i de øverste lagene (0-0,5 m), eller også dypere ned i jordprofilen (> 0,5 m).



Ved valg av løsninger med infiltrasjon i de øverste lagene, såkalt grunn infiltrasjon, må man ta spesielt hensyn til at infiltrert vann vil kunne drenere langs tette lag, eksempelvis ned i rørgrøfter og eksisterende drenering og forårsake skade på bygninger og infrastruktur nedstrøms området. I slike tilfeller vil ikke infiltrasjon være en egnet løsning, og det bør etableres en konstruert overvannsløsning. Det samme gjelder dersom området av andre grunner er uegnet for infiltrasjon. Konstruerte løsninger krever som regel at vannet ledes bort til kommunale overvannsledninger eller resipient.

Ved valg av løsninger med dyp infiltrasjon (ned i masser dypere enn 0,5 m) bør det gjøres en vurdering av fare for økt grunnvannsnivå og medfølgende skade på infrastruktur og bygninger nedstrøms.

METODE FOR VURDERING OG PLASSERING AV OVERVANNSTILTAK

På de neste sidene presenteres et beregningseksempel som viser hvordan vi bruker informasjon om dimensjonerende nedbørsmengde og tillatt påslipp til offentlig ledningsnett til å beregne hvordan vi kan håndtere påkrevde overvannsmengder innenfor et planområde.

Generelt anbefales det at overvannsvurderinger utføres av vann- og avløpsingeniør i et tverrfaglig samarbeid med, plan, landskap, kvartærgeolog/hydrogelog, geoteknikk med flere. Formålet med sjablongverdiene og metodikken som vises her er imidlertid å gi arealplanleggere og landskapsarkitekter et overblikk over hvordan håndtering av overvann kan adresseres i tidlig i planleggingen av nye områder, og på den måten gi tilstrekkelig rammebetingelser for senere prosjektering av tiltak. Resultatene vil ikke kunne erstatte vurderinger og beregninger utført av vann- og avløpsingeniør.

Metoden og formelverkene som ligger til grunn for eksempelet er utarbeidet av Kim Haukeland Paus og er presentert i sin helhet i [Tidsskriftet VANN](#). Her gjengis en forenklet versjon.

Formelverket er ennå ikke utprøvd under faktiske forhold i et prosjektområde. vi mottar derfor gjerne tilbakemeldinger på hvordan verktøyet er i praktisk bruk.

TILTAK

For å kunne anslå nødvendig avsatt areal til overvannshåndtering i en tidlig fase, er det utarbeidet sjablongverdier for overvannstiltakene grønne tak, regnbet, permeabelt dekke og tilrettelagte oversvømmelsesarealer. Andre aktuelle tiltak, eksempelvis permeable, grønne dekker (som gressplen) vil være varianter av disse fire tiltakene.

Tiltak som hovedsakelig er beregnet for trygg bortledning av overvann, slik som grøfter, elve- og bekkeåpning, kanaler og renner (trinn 3-tiltak) må planlegges for og prosjekteres i tillegg til de beskrevne tiltakene.

For detaljer knyttet til de enkelte tiltakene henvises det til [Oslo kommunes faktaark-samling for blågrønne overvannsløsninger](#).

GRØNT TAK

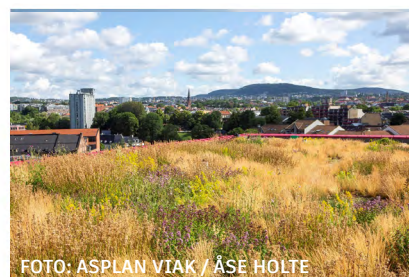


FOTO: ASPLAN VIAK / ÅSE HOLTE

REGNBED



FOTO: ASPLAN VIAK / ÅSE HOLTE

HARDT PERMEABELT DEKKE



FOTO: STINA LINTHO LIPPESTAD

AREAL TILRETTELAGT FOR OVERSVØMMELSE



FOTO: BENT BRASKERUD

Prinsipper for tiltakstyper det er beregnet sjablongverdier for. h_m og d viser henholdsvis maks vannstand og dybden på underliggende løsmasser. Nødvendig sluk og drenering er ikke vist i illustrasjonene.

SJABLONGVERDIER

Tabellen nedenfor angir sjablongverdier for hvor stor prosentandel av et planområde som må avsettes til overvannstiltak, gitt ulike dimensjonerende nedbørsmengder. Verdiene er basert på IVF-statistikk fra Bindern PLU (18701) og bør derfor kun benyttes i Oslo.

Eksempelvis kan vi se at et regnbed med maksimal vanndybde på 10 cm har en verdi på 16 % gitt at fremtidens 20-års regn skal håndteres (uthevet). Det betyr at 16 % av planområdets totale areal må bestå av regnbed med 10 cm nedsenk dersom dette er det eneste overvannstiltaket som benyttes. Videre betyr en verdi på mer enn 100 % at tiltaket ikke har kapasitet til å håndtere påkrevd overvannsmengde alene og at det må etableres ytterligere tiltak for å håndtere dimensjonerende nedbør.

Verdiene i tabellen gir oss altså en tidlig pekepinn på hvor mye areal som må avsettes. Beregningene inkluderer en klimafaktor som benyttes for å beskrive fremtidig økning i nedbør.

En viktig forutsetning for riktig bruk av sjablongverdiene er at det plasseres et tiltak ved feltets utløp slik at det fanger opp avrenning fra hele feltet. Grønne tak er et eksempel på et tiltak som ikke mottar avrenning fra andre arealer og dermed kun har kapasitet til å håndtere nedbøren som faller direkte på taket.

Dimensjonerende gjentakintervall kan være angitt i kommunenes veileder, retningslinjer eller VA-norm. Eksempelvis kreves det ofte at en 20-års regnhendelse skal håndteres innenfor prosjektområdet når dette befinner seg i en bysituasjon.

Tabell 1: Tabellen angir hvor mange prosent av et prosjektområde som må settes av til overvannshåndtering ved valg av ulike tiltak. Verdier i parentes bak tiltakene angir henholdsvis dybden på vekstjorda (grønne tak), maksimal vanndybde på overflaten (regnbed og areal til oversvømmelse) og infiltrasjonsevne (hardt permeabelt dekke). Dimensjonerende nedbør er beregnet for en regnvarighet på 180 minutter ved å bruke statistikk fra Blindern PLU (18701) perioden 1968-2020. Det betyr at sjablongverdiene kun gjelder for Oslos IVF-statistikk.

Trinn i tretrinsstrategien	Trinn 1			Trinn 2					
Funksjonskrav, gjentakintervall for nedbør	90 %	95 %	99 %	2 år	5 år	10 år	20 år	50 år	200 år
Klimafaktor	1,0	1,0	1,0	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5
Dimensjonerende nedbør i mm	3,4 mm	5,5 mm	16,1 mm	24,7 mm	35,1 mm	41,9 mm	48,5 mm	61,1 mm	74,8 mm
Grønt tak (5 cm)	13 %	22 %	63 %	97 %	138 %	164 %	190 %	240 %	293 %
Grønt tak (15 cm)	6 %	9 %	27 %	41 %	58 %	69 %	80 %	101 %	124 %
Grønt tak (25 cm)	4 %	6 %	17 %	26 %	37 %	44 %	51 %	64 %	78 %
Regnbed (10 cm)	1 %	2 %	5 %	8 %	12 %	14 %	16 %	20 %	25 %
Regnbed (20 cm)	1 %	1 %	4 %	6 %	9 %	10 %	12 %	15 %	19 %
Regnbed (30 cm)	1 %	1 %	3 %	5 %	7 %	8 %	10 %	12 %	15 %
Hardt permeabelt dekke (1 cm/t)	23 %	37 %	107 %	165 %	234 %	279 %	323 %	407 %	499 %
Hardt permeabelt dekke (11 cm/t)	3 %	5 %	14 %	21 %	31 %	36 %	42 %	53 %	65 %
Hardt permeabelt dekke (42 cm/t)	3 %	4 %	13 %	19 %	28 %	33 %	38 %	48 %	59 %
Areal til oversvømmelse (10 cm)	3 %	6 %	16 %	25 %	35 %	42 %	49 %	61 %	75 %
Areal til oversvømmelse (20 cm)	2 %	3 %	8 %	12 %	18 %	21 %	24 %	31 %	37 %
Areal til oversvømmelse (30 cm)	1 %	2 %	5 %	8 %	12 %	14 %	16 %	20 %	25 %

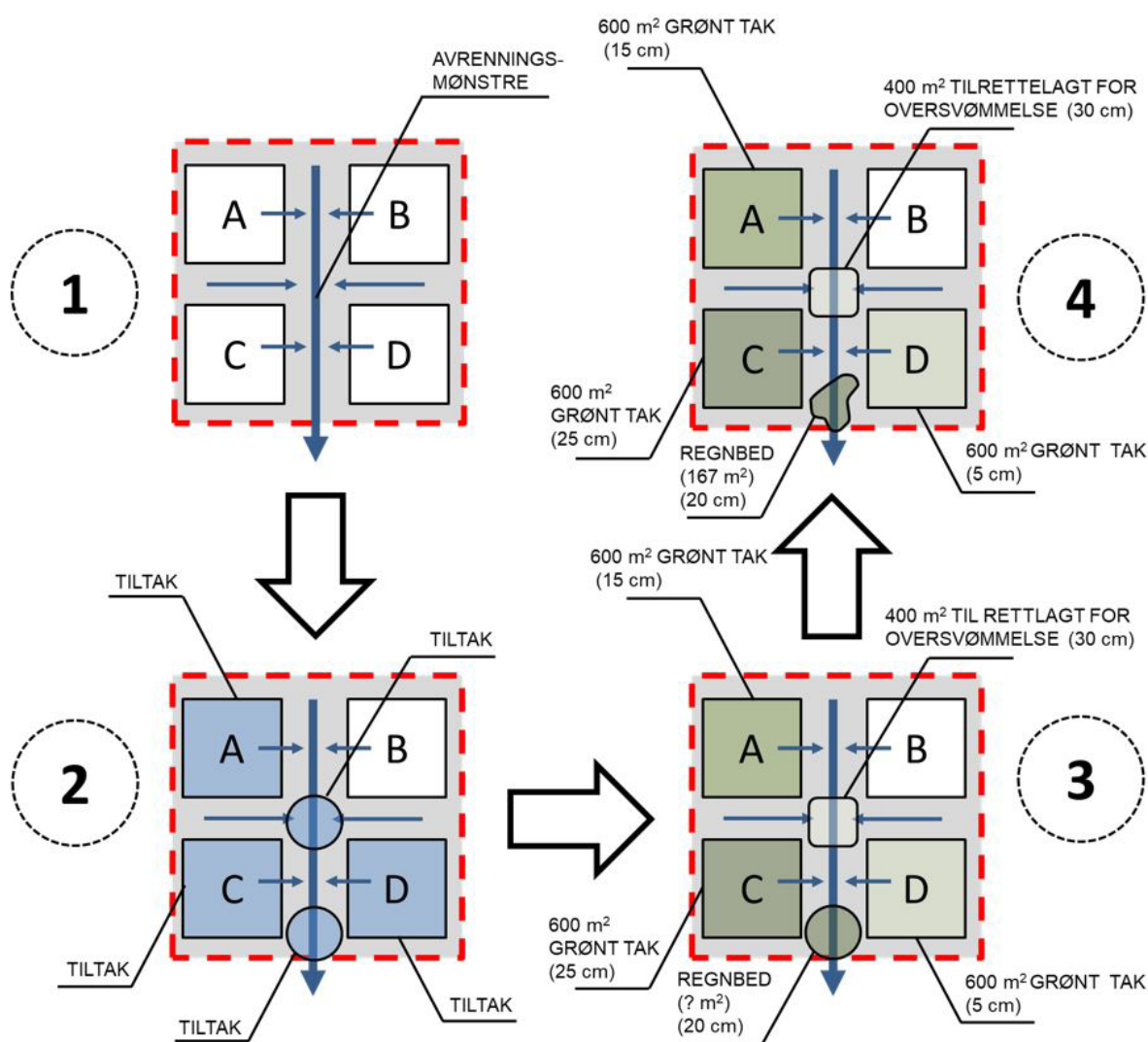
EKSEMPEL PÅ PROSEDYRE FOR PLASSERING OG KOMBINASJON AV TILTAK

I de aller fleste tilfeller vil overvannssystemet i et planområde omfatte mer enn ett tiltak og det er derfor ofte nødvendig å vurdere den samlede effekten av flere tiltak. Her følger et eksempel på hvordan man kan vurdere type tiltak, plassering og nødvendig tiltaksareal i plan.

Figuren nedenfor illustrerer et tenkt planområde som skal utvikles. Planområdet har en utstrekning på totalt 5000 m² og omfatter harde dekker og fire bygg, hver med et takareal på 600 m². Kravet er at overvann som genereres ved fremtidens 20-års nedbør skal håndteres lokalt.

Som illustrert i **punkt 1** i figuren vil en overvannsvurdering kunne starte med å vurdere fremtidige avrenningsmønstre og lavpunkt på overflaten. Det vil kreve at en tar stilling til fremtidig terreng samt plassering av taknedløp og hvor disse vil ha utkast. Vurderingen av avrenningsmønstre og lavpunkt kan enten utføres manuelt eller ved hjelp av terrenganalyser eksempelvis i AutoCAD Civil 3D, ArcGIS Pro eller Scalgo Live.

Videre er det hensiktsmessig å kartlegge om avrenning fra tilstøtende områder føres inn i planområdet samt hvor mange utløp planområdet har. I eksempelet i figuren ovenfor er det ingen tilløp fra naboarealer og kun ett utløp. Ved flere utløp så burde i prinsippet planområdet deles inn i delfelt der den videre vurderingen (punkt 2, 3, og 4) utføres for hvert enkelt delfelt.



Eksempel på prosedyre for vurdering av overvann i tidlig fase for et gitt planområde.

I punkt 2 vurderes mulige plasseringer av tiltak i planområdet. Effekten av tiltak på bakkenivå vil generelt øke med størrelsen på arealet som leder vann dit. Det er derfor hensiktsmessig å plassere tiltak slik at de mottar vann fra de antatt største vannveiene. For å sikre at kravet til lokal overvannshåndtering ivaretas for hele planområdet må det i prinsippet alltid være plassert et tiltak ved feltets utløp.

I punkt 3 må man prøve seg frem med type tiltak og størrelser. Normalt vil infrastruktur i bakken eller annen arealbruk på bakkenivå og tak begrense arealet som er tilgjengelig for overvannstiltak.

I eksempelet er det mulig å etablere grønne tak med jorddybder på henholdsvis 5, 15 og 25 cm på tre av bygningene og et 400 m² stort areal på bakkeplan som kan tilrettelegges for kontrollert oversvømmelse med vannstand opptil 30 cm.

Til slutt er det plassert et regnbed ved utløpet. Dette må være tilstrekkelig stort til å fange opp avrenning fra feltet som ikke de andre tiltakene håndterer. For å anslå nødvendig areal på regnbedet ved utløpet er det hensiktsmessig å først beregne hvor stort areal som håndteres av øvrige tiltak. En slik beregning er vist i tabellen nedenfor. de andre tiltakene håndterer.

Tabell 2: Beregning av håndtert areal for hvert tiltak gir grunnlag for å bestemme nødvendig areal på regnbedet ved feltets utløp. Sjablongverdiene i den andre kolonnen er hentet fra tabell 1 på side 15. Potensielt areal regnes ut ved å dele tiltaksarealet på sjablongverdien for hvert tiltak.

Tiltak	Sjablongverdi for dimensjonerende nedbør 20 år	Tiltakets areal	Potensielt areal (tiltakets areal / sjablongverdi)	Faktisk areal	Håndtert areal
Grønt tak (15 cm) på bygg A	80 %	600 m ²	748 m ²	600 m ²	600 m ²
Grønt tak (25 cm) på bygg C	51 %	600 m ²	1181 m ²	600 m ²	600 m ²
Grønt tak (5 cm) på bygg D	190 %	600 m ²	315 m ²	600 m ²	315 m ²
Areal til oversvømmelse (30 cm)	16 %	400 m ²	2474 m ²	> 2474 m ²	2474 m ²
Sum håndtert areal					3990 m ²

Beregningseksempelet i tabellen viser at de grønne takene med 15 og 25 cm dybde har kapasitet til å håndtere mer nedbør enn det som faller på takene ved en 20-års regnhendelse (potensielt areal er større enn tiltaksareal), men fordi de grønne takene kun håndterer nedbør som lander her direkte, vil det faktisk håndterte arealet aldri overstige takets areal som er 600 m².

I beregningen ser vi også at de grønne takene og arealet tilrettelagt for oversvømmelse til sammen håndterer et areal på 3990 m², mens prosjektområdet i dette tilfellet er 5000 m². Det resterende arealet som må håndteres av regnbedet ved utløpet blir da:

$$5000 \text{ m}^2 - 3990 \text{ m}^2 = 1010 \text{ m}^2$$

Ved å bruke sjablongverdien for regnbed (20 cm nedsenk) i tabell (side 15) kan det beregnes at regnbedarealet da må være:

$$1010 \text{ m}^2 \times 12 \% = 123 \text{ m}^2$$

Punkt 4 i figuren ovenfor viser den endelige planen illustrert med avrenningsmønstre samt plassering og arealer for valgte tiltak. I detaljeringsfasen kan plassering og utforming av tiltakene finjusteres i samspill med andre elementer i uterommene, så lenge arealene og premissene fra planfasen ivaretas. Veldig store regnbed bør da deles opp i mindre enheter, slik at hele regnbedoverflaten mottar tilstrekkelig med vann til å opprettholde plantevekst.

Regnbed inngår svært ofte som en del av overvannshåndteringen i utbane områder.

Det er forhold som ikke er omtalt i beregningseksempelen, men som vil kunne være premissgivende for valg av type tiltak og derfor er relevante å vurdere i en tidlig fase. Dette omfatter blant annet grunnforhold, inkludert infiltrasjonsevne, grunnvannstand, forurensede masser, behov for drenering av tiltak, vurdering av overvannskvalitet, lokal kunnskap om faktiske nedbørshendelser og erfarte skader, krav til blågrønn faktor og flomveier utenfor og internt i planområdet (trinn 3 i tretrinnsstrategien). Allerede i planfasen er det hensiktsmessig å planlegge for ønskede tilleggskvaliteter som rekreasjon eller tilrettelegging for biologisk mangfold.

Regnbed er bare én av mange mulige naturbaserte overvannsløsninger. Planlegging og prosjektering av helhetlige og robuste overvannssystemer innebærer alltid en vurdering hvilke overvannstiltak som egner seg, basert på stedlige forutsetninger og intensjon for anlegget. Ofte er det nettopp en kombinasjon av flere ulike tiltak som gir både rasjonell overvannshåndtering og et godt utgangspunkt for å tilrettelegge for varierte herlighetsverdier. Regnbed inngår imidlertid svært ofte som en del av overvannsløsningen i urbane områder. I de påfølgende kapitlene setter vi derfor regnbed i søkelyset.



OPPSUMMERING - OVERVANN I TIDLIGFASE

Som en oppsummering av kapittelet er det foreslått en kortfattet huskeliste for hvordan overvannsvurderinger kan utføres i en tidlig fase ved utvikling av nye områder:

- 1.** Vurder avrenningsmønstre og lavpunkt på overflaten for det planlagte terrenget samt plassering av utkast av takvann.
- 2.** Kartlegg om planområdet vil kunne motta avrenning fra arealer utenfor planområdet. Vurder eventuelt mengder samt løsning for hvordan dette skal håndteres (eksempelvis etablere flomvei gjennom planområdet eller avskjære oppstrøms). Det settes normalt ikke krav til oppsamling og fordrøyning av avrenning fra tilstøtende arealer.
- 3.** Innhent kommunale krav til tillatt videreført vannmengde til kommunalt nett/vassdrag, klimafaktor og hvilken returperiode som skal håndteres. Noen kommuner har også krav til nedbørepisodens lengde, eksempelvis 1 times regn.
- 4.** Vurder grunnforhold og infiltrasjonsmuligheter i stedegne masser på området. Vurderingen utføres av person med kompetanse innenfor kvartærgeologi eller hydrogeologi, og baseres blant annet på gjennomgang av tilgjengelig databaser om grunnforhold og eventuelt utførte grunnundersøkelser og infiltrasjonstester.
- 5.** Kartlegg hvor mange utløp planområdet vil ha og type utløp (for eksempel påslipp til offentlig avløpssystem, utløp på terreng eller til vassdrag). Hvert utløp definerer et delfelt i planområdet og punkt 6 til 9 i huskelisten utføres for hvert delfelt.
- 6.** Vurder funksjonskrav til lokal overvannshåndtering.
- 7.** Vurder mulige plasseringer av tiltak for overvann på tak og bakkenivå. Tiltak plassert ved større vannveier og/eller lavpunkt vil ha størst effekt. Dersom alt overvann skal håndteres lokalt må det plasseres et tiltak ved utløpet fra planområdet.
- 8.** Ta stilling til type tiltak og vurder hvilket areal og dybder som er mulig å avsette. For å sikre at overvannet håndteres lokalt er det hensiktsmessig å definere et tiltak som håndterer overvann fra store deler av planområdet. Arealet på tiltaket beregnes i neste steg.
- 9.** Benytt sjablongverdiene sammen med metodikken vist i dette kapittelet til å beregne hvor stor del av planområdet de ulike tiltakene håndterer. Til slutt beregnes nødvendig areal for tiltaket ved feltets utløp. Dette må være tilstrekkelig stort til å kunne håndtere overvannet som de andre tiltakene ikke har kapasitet til. Om arealet blir for stort, så gjenta eventuelt punkt 4, 5 og 6. Store regnbed bør deles i mindre enheter, slik at hele regnbedoverflaten mottar tilstrekkelig med vann til å opprettholde plantevekst.
- 10.** Arealer for overvannshåndtering må markeres og låses i reguleringsplanen, slik at disse ikke omdisponeres eller krymper inn ved detaljutformingen av anlegget.
- 11.** Mulige herlighetsverdier må vurderes og innlemmes i arbeidet med punkt 6-9. Plassering og størrelse på tiltak kan være avgjørende for dets bidrag til estetikk, rekreasjon eller biologisk mangfold. Eksempelvis kan sammenhengende blågrønne forbindelser gjennom et område gi både høy rekreativ verdi for mennesker og verdifulle ferdselsårer for biologisk mangfold som insekter, fugl og amfibier.



DEL 2 - DETALJERING



DIMENSJONERING

HVOR STORT?

Størrelsen på regnbed fastsettes etter beregninger fra vann- og avløpsingeniør. Det presiseres her fordi vi har sett flere eksempler der beregninger mangler eller er utført av andre. Både underdimensjonerte og overdimensjonerte regnbed kan være problematisk med tanke på funksjon, estetikk og plantetrivsel.

Beregning av nødvendig fordrøyningsvolum baseres på kommunale krav om tillatt videreført vannmengde, klimafaktor og dimensjonerende nedbørhendelse. Tillatt videreført vannmengde gir en indikasjon på om det er nødvendig med strupet utløp ut fra regnbedet. I tillegg må informasjon om planlagt fremtidig utnyttelse av tomta innhentes for å kunne fastsette en fremtidig avrenningsfaktor for feltet. Dette forutsetter tett dialog med landskapsarkitekt. Fremgangsmåte for dimensjonering av regnbed er blant annet beskrevet i *Forslag til utforming og dimensjonering av regnbed for norske forhold* (Paus & Braskerud, 2013).

Etter fastsetting av nødvendig fordrøyningsvolum må dette volumet fordeles i regnbed eller andre overvannstiltak, over eller under bakken. Dersom påkrevd fordrøyningsvolum overstiger det som er mulig å håndtere på overflaten, bør det undersøkes om flere harde flater kan erstattes med permeable dekkeløsninger eller vegetasjon.

Plassering, størrelse og dybde på hvert regnbed er en avveining mellom flere forhold. Små regnbed er ofte utsatt for større grad av belastninger fra tråkk, trafikk og hundebesøk, mens i svært store bed kan jevn vannfordeling være en utfordring. Plassering, form og størrelse på regnbed er omtalt under *Utforming og plassering* på side 34.

OG HVOR DYPT?

I løpet av en nedbørshendelse lagres vann på overflaten av regnbedet, samtidig som noe av vannet vil infiltrere ned i massene. Regnbedets nedsenk, det vil si avstanden mellom regnbedets overflate og overløpet, vil sammen med massenes effektive porøsitet avgjøre hvor stort vannvolum som kan lagres i regnbedet.



Regnbed i Deichmans gate med 25 cm nedsenk. Anlegget er dimensjonert for å håndtere totalt 60 m³ vann, fordelt på 9 regnbed.

Av hensyn til estetikk er det fint at dybden på regnbedet begrenses slik at beplantningen kan vokse godt over kanten. I Deichmans gate har regnbedene 25 cm nedsenk, som fungerer fint sammen med det valgte beplantningskonseptet bestående av frodige stauder.

Det har vært diskutert hvorvidt nedsenk i regnbed også bør begrenses av sikkerhetsmessige årsaker. Stående vann som er dypere enn 20 cm er forbundet med drukningsfare og Brønnloven og Byggteknisk forskrift pålegger sikring med gjerde eller overdekning for basseng, brønner og store dammer i uteoppholdsareal. Regnbed omfattes ikke av disse lovene og forskriftene fordi de er vegetert og kun inneholder vann i korte intervaller. Det er også svært sjelden at regnbed fylles til maks vannstand. I nærheten av barnehager, barneskoler eller der små barn ferdes alene, bør hensyn til drukning likevel inngå som en del av vurderingen når dybden på regnbed fastsettes. Utforming med skrå sidekanter kan bidra til å redusere faren for fall og drukning.

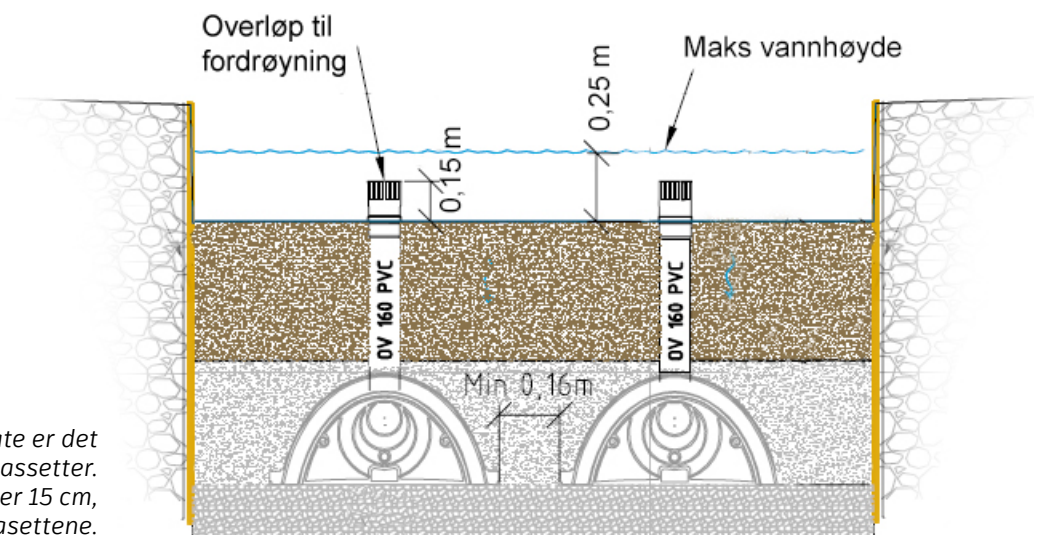
Hvor mye vann som infiltrerer i løpet av en nedbørshendelse avgjøres av nedbørsintensitet og filtermediets porøsitet. Infiltrasjonskapasiteten påvirkes også av frost i vinterhalvåret. Dersom massene i regnbedet fryser i vannmettet tilstand vil infiltrasjonskapasiteten reduseres betraktelig slik at kun overflatevolumet vil være tilgjengelig for vannhåndtering (Paus & Braskerud, 2013). Avhengig av de klimatiske forholdene i området der regnbedet er planlagt bør dette tas hensyn til ved dimensjoneringen av bedet.

FORDRØYNING UNDER BAKKEN

I Deichmans gate er regnbedene anlagt med ulik jordoppbygning og filtermedieblanding for senere å kunne sammenlikne og lære av eventuelle forskjeller. Av samme grunn er det installert nedgravde fordrøyningskassetter i to av regnbedene.

Fordrøyningskassettenes kapasitet ble undersøkt i feltforsøk gjennomført i samarbeid mellom Vann- og avløpsetaten, Brann- og redningsetaten og masterstudenter Nevedda Sivakumar og Mallory Petersen Chamberlain. Forsøket viste at regnbedet med fordrøyningskassetter nesten tålte en 200-årsflom, fordi kassettenes tok unna vannet så raskt. Under forsøket ble det imidlertid satt opp en sperre i innløpet som ledet vannet inn i regnbedet, mens i virkeligheten vil fordrøyningskassettenes aldri komme i bruk fordi innløpene ikke er konstruert for å ta imot så store vannmengder (Sivakumar, 2020). Utforming av innløp er omtalt i neste delkapittel. Video fra testingen kan sees på Youtube, [her](#).

Forsøkene fra Deichmans gate viser at nedgravde kassetter kan være et effektivt fordrøyningsstiltak dersom innløpet utformes for å kunne motta større vannmengder. Fordrøyningskassetter regnes ikke som et åpent overvannstiltak, men kan være eneste løsning i situasjoner med lite tilgjengelig overflateareal.



I to av regnbedene i Deichmans gate er det installert nedgravde fordrøyningskassetter. Når vannstanden i bedet overstiger 15 cm, vil vannet gå i overløp ned i kassettenes.

OPPSUMMERING - DIMENSJONERING AV REGNBED

Det finnes systemer som gjør at vannet som samles opp under bakken kan mates tilbake til jorda i regnbedet. På denne måten skapes en jevnere vanntilgang for beplantningen og vi får utnyttet mer av overvannet lokalt.

Savaq er et av produktene på markedet. Det består av plastrør for vannoppsamling som anlegges omtrent 40 cm under regnbedoverflaten. Oversiden av rørene er perforert og det er montert «jordveker» i hullene som fører vann tilbake til jorda ved hjelp av kapillærkrefter. Savaq er i utgangspunktet utviklet som et selv vanningsystem for effektiv drift av store beplantninger, men har de senere årene også blitt brukt i forbindelse med overvannsanlegg (Krister Nilsen, LOG Utemiljø, personlig kommunikasjon, 2021).

Vi har ikke nok erfaringer med denne løsningen til å anbefale den for regnbed, men i situasjoner der mangel på tilgjengelig overflateareal tvinger noe av fordrøyningen under bakken, vil det være hensiktsmessig å finne systemer som lar oss spare på og gjenbruke vannet lokalt.

- Nødvendig fordrøyningsvolum beregnes av VA-ingeniør. Volumet fordeles deretter i regnbed eller andre overvannstiltak. Totalt fordrøyningsvolum kan reduseres ved å tilføre flere permeable eller vegetasjonskledte overflater i nedbørsfeltet, eksempelvis grønne tak, grus eller permeabel belegningsstein
- Dybden på regnbedet bør tilpasses høyden på beplantningen slik at plantene kommer godt over kanten av bedet.
- Nært barnehage og skoler eller ved svært dype bed bør faren for fall og drukning vurderes. Dette kan adresseres med skrå sidekanter eller mindre nedsenk ved kanten av regnbedet.
- Fordrøyning under bakken kan være nødvendig i anlegg med lite tilgjengelig overflateareal. Det finnes systemer som mater oppsamlet vann tilbake til jorda.



Savaq vanningsrør med jordveke som fører oppsamlet vann tilbake til jorda via kapillærkrefter. Bilder fra Savaqs brosjyre.



TILRENNING OG INNLØP

En stor andel av regnbedene vi har befart mottar ikke overvann som planlagt. I mange tilfeller er det mangel på tilstrekkelig fall mot regnbedet som hindrer vannet i å nå frem, men problemene skyldes også uhensiktsmessige løsninger for innløp og renner. At overvannet faktisk når regnbedet er den aller viktigste forutsetningen for å skape velfungerende regnbed. Regnbed som ikke mottar overvann er ikke bare unødvendige, men gir også falsk trygghet fordi overvannshåndteringen ansees som løst. Uten tilført overvann vil plantene behøve vanning for å klare seg i den sandholdige regnbedjorda, noe som gir en utilsiktet driftskostnad. Regnbed som ikke fungerer senker også utbyggere, kommuner og privatpersoners vilje til å investere i denne typen tiltak.

Problemene vi har observert oppstår trolig i grensesnittet mellom det som skjer i tegning og det som skjer i felt. Høydene i en tegning avviker ofte fra virkeligheten og fører til at de reelle fallforholdene må løses på byggeplassen. I spørreundersøkelsen påpeker både prosjekterende og utførende at det er for lite kommunikasjon mellom landskapsarkitekt og anleggsgartner. Videre konstaterer respondentene at både byggherre, utførende og prosjekterende mangler tilstrekkelig kunnskap og erfaring til å tegne og bygge velfungerende regnbed.

Dette delkapittelet tar for seg fordeler, ulemper og kritiske faktorer for ulike renne- og innløpsløsninger, slik at landskapsarkitekten og VA-ingeniør kan gjøre gode prosjekteringsvalg. Tiltak for bedre kunnskap og kommunikasjon mot byggeplassen er omtalt i kapittel 3, *Utførelse*.

INNLØP OVER KANT MED 0-VIS

Mange av de befarte regnbedene har innløp over kant uten vis. Sammenliknet med punktvis innløp, gir denne løsningen en jevnere vannfordeling i regnbedet fordi vannet kan strømme inn over større deler av kanten. Vi ser imidlertid at løsning med 0-vis er svært sårbar for feil ved anleggelse. En oppkant på bare noen millimeter er tilstrekkelig til at overvannet svinger av langs utsiden av regnbedet og tar en annen vei enn planlagt. Ved bruk av 0-vis som innløpsløsning må derfor prosjekterende gjøre utførende spesielt oppmerksom på denne problematikken, og det må tekstes tydelig i tegning og beskrivelse at viskanten skal være helt plan.

I dette anlegget har 0-vis blitt til ca. 1 centimeter-vis ved bygging. Vi ser at avrenning fra snøsmelting renner av på utsiden av bedet, mens toppen av granittkanten er helt tørr. Sommerbefaringen viser at kombinasjonen av vannmangel og tråkk har gått hardt utover beplantningen.

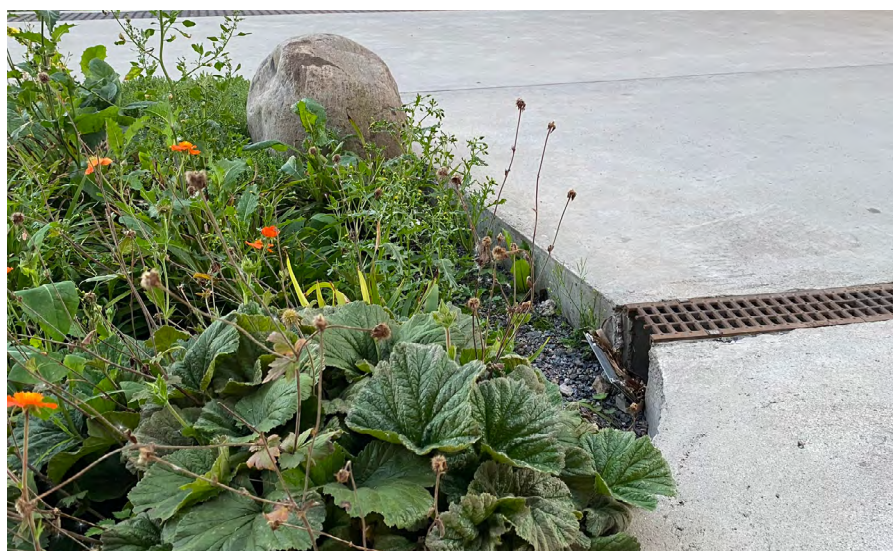


Innløp over viskant krever også et godt fall på tilgrensende dekker. Prosjekterende bør ta høyde for tilpasninger og feil som kan oppstå under bygging og setninger som kan endre fallforholdene over tid. Minimum 2 % fall mot regnbed sikrer dette. Innløpsløsning med 0-vis er best egnet der man kan oppnå et nærmest vinkelrett fall mot regnbedet, eksempelvis ved regnbed langs gangvei med ensidig tverrfall eller i bunnen av en hellende flate.



I dette anlegget er det for svakt fall mot regnbedet. I sporene etter pollen ser vi at mye av overvannet svinger av og går utenom regnbedet langs murveggen til høyre.

I situasjoner med svakt fall eller der avrenningen ledes skrått mot regnbedet bør det prosjekteres inn en ekstra sikkerhet i form av en avskjærende renne, kanal eller Aco Drain. På denne måten sikrer man at all avrenning havner i regnbedet, selv om gategulvet skulle få for dårlig fall under byggingen eller det senere oppstår setninger som endrer fallforholdene.



I dette anlegget avsluttes det støpte betonggulvet uten ytterligere kanting mot regnbedet. Da unngår man problematikken med oppstikkende kantstein som kan stoppe tilrenningen.

Utegulvet her har svært lite fall mot regnbedene. Det er løst ved å legge inn et Aco Drain som avskjærer overvann på avveie. Som en hovedregel bør ikke Aco Drain erstatte riktig og godt nok fall på dekker, men kan fungere som en buffer, som her. Aco Drain og tilsvarende produkter kan ha et brattere innvendig fall enn det generelle fallet på dekket, slik at man er sikker på at avrenningen går riktig vei.

Vi har erfart at de minste dimensjonene av Aco Drain raskt kan tettes eller gro igjen dersom overvannet har med seg sedimenter. Det kan løses ved å velge en større dimensjon og ved å anlegge Aco Drain med godt fall så overvannet spyles med seg sedimentene under større nedbørshendelser.

Vi anbefaler ikke Aco Drain eller innløp over kant med 0-vis i anlegg der overvannet har med seg store mengder grus, løv, forurensningsstoffer, veisalt eller søppel. Dette gjelder spesielt veg- og gateanlegg og anlegg med grusflater, kunstgress med gummigranulat eller løvfellende trær i nedbørsfeltet. I slike situasjoner er punktvis innløp en bedre løsning fordi søppel og forurensningsstoffer konsentreres ved innløpene og kan fjernes uten at overflaten i regnbedet slemmes til. For å fange opp og fjerne forurensningsstoffer anbefales bruk av slamlomme som er omtalt senere i dette delkapittelet.

INNØP VIA RENNE

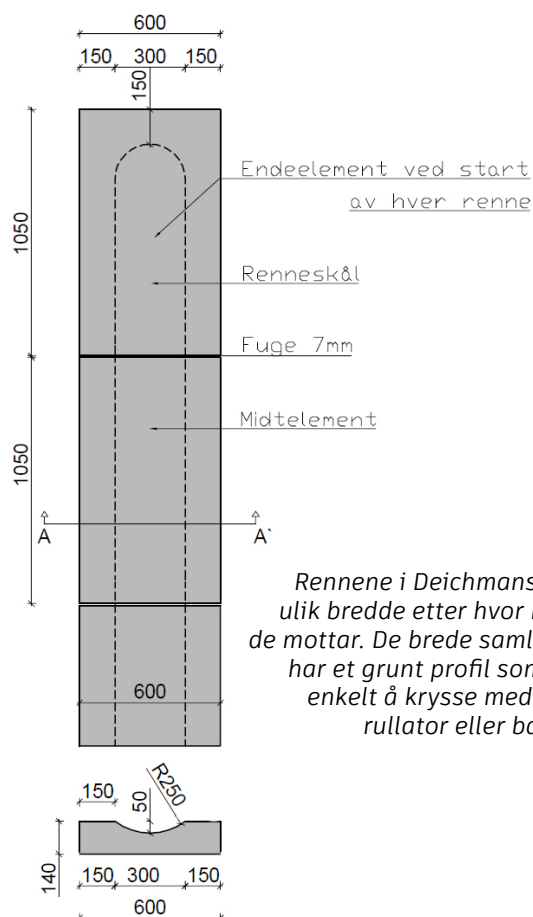
Alternativet til å la tilrenningen gå over kanten av regnbedet er å samle vannet i renner og lede det til definerte innløp. Også med denne løsningen ser vi at det kan oppstå en del utfordringer, blant annet med tanke på rett dimensjonering og vinkler.

Dimensjonering av renner bør alltid beregnes av VA-ingeniør for å sikre tilstrekkelig kapasitet i en flomsituasjon. I Deichmans gate består rennene av skålformede granittelementer i to bredder, tilpasset ulike mengder overvann. Fra taknedløpene ledes vannet til de smale rennene og videre til bredere samlereenner som ender i regnbedene. Dette utgjør et funksjonelt og estetisk tiltalende system. Både de smale og brede rennene har dybde 50 mm. Det gir tilstrekkelig kapasitet til leding av overvannet som genereres i anlegget, men samtidig er rennene så grunne at de uten vanskeligheter kan passeres med sykkel, rullestol, rullator eller barnevogn.

I mange tilfeller kan det være behov for dypere renner enn det som er brukt i Deichmans gate. For å ivareta hensyn til universell tilgjengelighet, må derfor rennene utformes med rist i topp eller med definerte passasjer tilpasset personer på hjul.



Bruk av Aco Drain i områder der avrenningen har med seg mye sedimenter øker faren for at renna går tett eller gror igjen.



Rennene i Deichmans gate har ulik bredde etter hvor mye vann de mottar. De brede samlereenner har et grunt profil som gjør det enkelt å krysse med rullestol, rullator eller barnevogn.

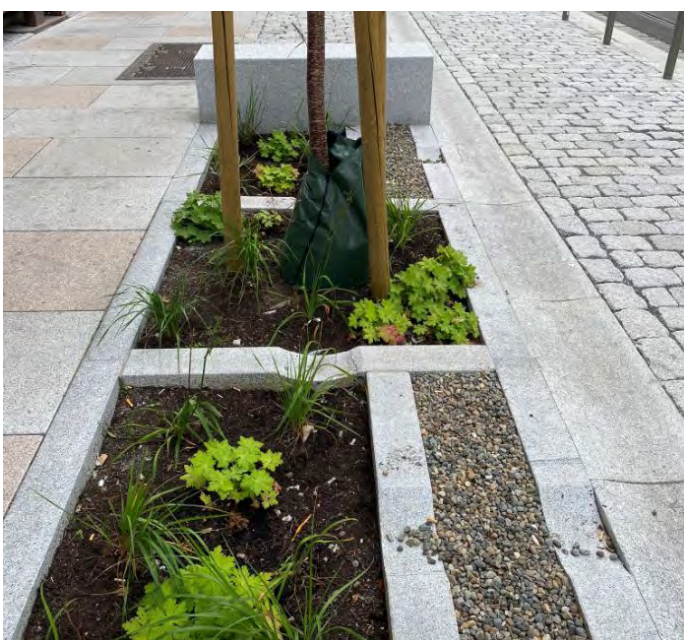
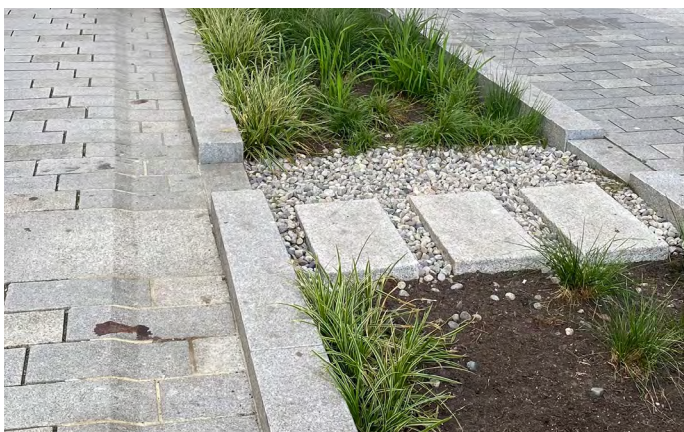


Vannet ledes til regnbedene via små og store renner i Deichmans gate.

Renna som leder vann til vadien i dette anlegget er dimensjonert for å kunne håndtere svært store overvannsmengder. Universell tilgjengelighet er ivarettatt med en rist i topp, som elegant kamuflerer den store dimensjonen. Dette er en løsning vi har tro på at vil fungere i mange typer anlegg. Størrelsen gir fleksibilitet til å håndtere store og små nedbørsepisoder og sikrer at tilrenningen ikke stoppes dersom søppel, løv eller partikler havner i renna. Rennelementene kan enkelt løftes av for vedlikehold og løsningen gjør det mulig å gi bunnen av renna et godt fall uavhengig av det generelle fallet på dekkeoverflaten. Det finnes mange muligheter for å gi rista i topp et stedstilpasset design som bidrar til å fremheve overvann som en kvalitet.

I dette anlegget mener vi at rista burde strukket seg helt frem til vadien. Den åpne renna er så dyp at den kan utgjøre en fare for blinde eller svaksynte dersom de snubler ned i.





I anleggene på bildene ovenfor ledes overvannet til en oppsamlingsrenne som ligger langsmed regnbedene. Fordi det ikke er gjort noe tiltak for å lede vann mellom renna og regnbedene, vil mesteparten av vannet trolig renne forbi bedene og til sluk i enden av gata. Et lavbrekk eller terskel ved innløpet ville kunnet tvinge vannet til å svinge av inn i regnbedet.



DEN VANSKELIGE 90-GRADEREN

Krappe vinkler utgjør en utfordring ved prosjektering av renner og innløp. I veg- og gateanlegg får man ofte en situasjon der renna blir liggende langsmed regnbedet for å samle opp overvann som renner av på tvers av kjøre- eller gangbanen. Dette krever en gjennomtenkt løsning for å lede overvannet videre inn i regnbedet. I flere av anleggene vi har befart er ikke denne problemstillingen adressert, og resultatet er at overvannet følger renna til sluk i stedet for til regnbedet.

I Deichmans gate er overgangen mellom renne og regnbed løst med et spesialutformet terskelement ved hvert innløp som sørger for at vannet svinger av inn i bedet. Ved stor vannføring vil noe av vannet fortsette videre i renna og til neste innløp. Hensikten er å sikre en jevn vannfordeling mellom regnbedene. Det ligger også en sikkerhet i at de nederste regnbedene kan avlaste bedene lenger opp dersom et innløp skulle gå tett.

Ved feltforsøk utført av Vann- og avløpsetaten og masterstudenter Nevedda Sivakumar og Mallory Petersen Chamberlain sammen Brann- og redningsetaten, viste det seg at terskelementet i Deichmans gate ikke har tilstrekkelig dybde til å lede overvann tilsvarende en 20-årsflom til regnbedet. Ved utforming av terskelementet ble dybden tilpasset hensynet til universell utforming, noe som resulterte i et relativt grunt profil med 50 mm dybde. Det er primært vannrennene på tvers av gata som må ivareta universell tilgjengelighet, mens dybden på selve innløpselementet sannsynligvis kunne vært økt betraktelig uten at det ville utgjort noen stor ulempe for personer med rullestol, rullator eller nedsatt synsevne. Alternativt kan dype innløp utformes med en rist i topp (Bent Braskerud, personlig kommunikasjon, 2020). Behovet for god dybde i innløpselementet øker jo brattere fall renna har.

Innløpene til regnbedene i Deichmans gate er designet for at vannet skal svinge av til siden. Innløpet fungerer godt ved mindre, dagligdagse regn, men feltforsøk viste at terskelementet ikke er dypt nok til å lede vann tilsvarende en 20-års nedbørshendelse til regnbedene. I fremtidige prosjekter med tilsvarende overvannsmengder bør det derfor utformes et dypere innløp.



Vi har befart flere veg- og gateanlegg med punktvisse innløp til regnbed, men uten renne som leder og styrer vannstrømmen. For at dette skal fungere, må det være godt tverrfall mot innløpet. Blir lengdefallet for bratt vil trolig mye av vannet renne av langsmed kjøre- eller gangbanen i stedet for ut til siden.

I den foreløpige erfaringsrapporten fra Bjørnstjerne Bjørnsons gate i Drammen drøftes ulike løsninger for å slippe veivann gjennom kantsteinen og til grøntrabatt. For å svare på utfordringene knyttet til estetikk, forurensning, veisalt og hensyn til brøyting ble det i dette prosjektet utviklet et eget kjeftsluk for åpen overvannshåndtering. Både den foreløpige rapporten (Laukli, 2017) og den langsiktige evalueringen av kjeftsluket vil gi verdifull kunnskap om innløpsløsninger mellom veg og regnbed. Enn så lenge henviser vi til [rapporten fra 2017](#).



- ↑ I dette anlegget består innløpet til regnbedet av en slisse under kantsteinen. Løsningen krever et godt fall mot regnbedet.
- ← Spesialdesignet kjeftsluk som leder overvann mellom kjørebane og vadi/regnbed i rabatten i Bjørnstjerne Bjørnsons gate Foto: Norconsult.

I forlengelsen av gatesteinsdekket på plassen er det anlagt en renne utført i gatestein. Vi synes løsningen gir anlegget en fin helhet.

MATERIALBRUK

Overvannsrenner må ikke nødvendigvis bestå av skålformede specialelementer i granitt. Renner utformet i samme materiale som øvrige dekker kan gi løsninger som er både kostnadsbesparende, helhetlige, kortreiste og estetisk tiltalende. Bildene nedenfor viser eksempler der renner er utformet ved hjelp av heller og gatestein. Det viktigste ved bruk av denne typen løsninger er å sikre tilstrekkelig bredde og dybde til å håndtere forventede overvannsmengder ved en ekstrem nedbørshendelse, samt å ivareta universell tilgjengelighet der rennene anlegges i gangarealer.

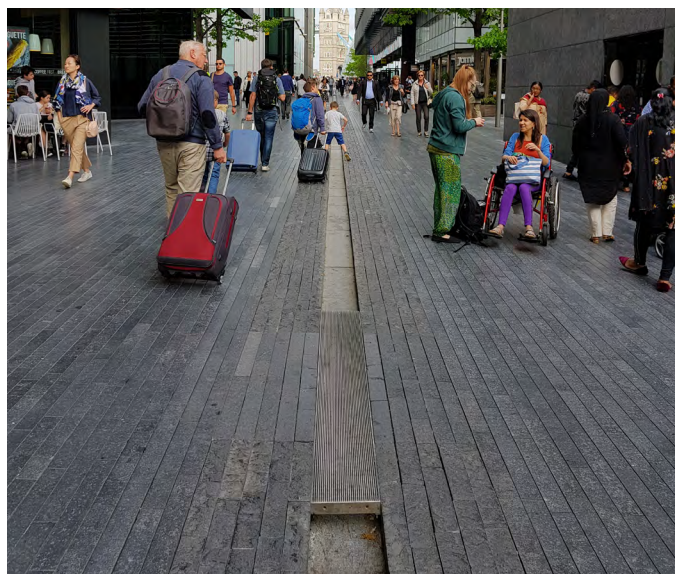




Renna i dette anlegget består av en stripe nedsenkede betongheller med motsatt orientering av det øvrige belegget. Sammen med stripen av betongheller på hver side gir dette en fin markering av renna.



Den lille høydeforskjellen ned til overvannsrenna er markert med en mørkere farge sammen med en annen retning og overflate på betongsteinen. Likevel har vi erfart at renna utgjør en snublekant. Enda større fargekontrast kan muligens redusere utfordringen med snubling.



Denne overvannsrenna i London danner et fint blikkfang i gaterommet. Universell tilgjengelighet er ivaretatt med krysningspunkter jevnt fordelt langs renna. En forutsetning for at denne løsningen skal fungere er at nedbørsfeltet har svært lite avrenning av partikler, løv og søppel, slik at ikke renna tettes i de smale åpningene ved kryssningene.

SLAMLOMME

I veg-, gate- og bymiljøer kan avrenningen inneholde næringssalter, organiske miljøgifter, tungmetaller, partikler, grus, løv eller mye søppel som øker faren for tilslamming av jordoverflaten. I de fleste urbane situasjoner vil det derfor være hensiktsmessig med en form for sedimentasjonskammer eller slamlomme ved innløpet. Dette forutsetter punktvis innløp som konsentrerer vannstrømmen.

I Deichmans gate er slamlommene utformet som en kvadratisk boks i syrefast stål med en V-formet åpning som ender i en slisse mot regnbedet, etter idé og prinsipp fra Bent Braskerud i Oslo kommune, VAV. Her samles og sedimenteres sand, grus, løv og søppel slik at dette ikke slammer til overflaten av bedet. Slamlommen dreper også mye av energien i vannet som renner rolig videre inn i regnbedet via slissen i front. En slamlomme vil likevel ikke fjerne finstoffene fra overvannet. Et godt vegetasjonsdekke vil kunne motvirke tilsamling fra finstoff som legger seg på overflaten av bedet.

Ansvarlig gartner for etableringsskjøtselen i Deichmans gate, Gerd Minde har god erfaring med slamlommene. De gjør skjøtselen av regnbedene mer effektiv fordi søppel og løv konsentreres i lommene i stedet for å måtte plukkes ut fra hele bedet. I Deichmans gate stopper slissen på fremsiden av slamlommene noen centimeter over bunnen. I fremtidige prosjekter kan slissen med fordel gå helt ned til bunnen slik at det ikke blir stående vann i slamlommen (Bent Braskerud, personlig kommunikasjon, 2020).

Egnet størrelse på slamlommer avgjøres av mengde og type avrenning som ledes til regnbedet og ressurser avsatt til drift. Generelt bør størrelsen på slamlommene begrenses med tanke på estetikk, men likevel være store nok til at de som skal drifte anlegget kommer til med en spade eller annet egnet redskap når lommene skal tømmes. Slamlommene i Deichmans gate måler 50 x 50 cm og er 15 cm dype. Størrelsen har vist seg å være godt tilpasset mengde tilførte sedimenter og hyppigheten på renholdet i dette anlegget. Slamlommene dekkes delvis av kraftigvoksende vegetasjon slik at de fremstår mindre skjemmende. Av driftshensyn, bør ikke slamlommer være noe særlig mindre enn i Deichmans gate.

Tømming av slamlommer bør beskrives av landskapsarkitekten som en del av skjøtselsplanen. Dette omtales i kapittel 4.



I Deichmans gate er det en del avrenning av grus og sedimenter som stammer fra grusfelt under trærne i anlegget. Dette fanges opp i slamlommene før det når bedet. Slamlommene dekkes delvis av den frodige vegetasjonen i regnbedene.

EROSJONSSIKRING

Erosjon kan utgjøre en utfordring i regnbed, spesielt i etableringsfasen når planterøttene ikke er ferdig utviklet og kan holde på jorda. Der det ledes mye overvann til et innløp eller vannet har stor fart inn i regnbedet, øker også erosjonsfaren. Takvann faller for eksempel mange meter fra toppen av et bygg og har dermed stor fart når det ankommer regnbedet. Erosjonsfaren er også større der jordoverflaten er skrå, slik som ved kombinasjon av regnbed og vadi som både skal lede og fordrøye overvann.

Denne problematikken kan adresseres ved hjelp av elvestein eller grus ved innløpet som tar noe av energien ut av vannet før det når regnbedoverflaten. Elvesteinen bør legges på jordoverflaten uten noe kant eller skille mot beplantningen slik at plantene delvis kan dekke feltene med stein. Det er viktig at erosjonstiltak med elvestein eller grus ikke overdrives, verken i omfang eller størrelse på steinen. Det gir et overdimensjonert uttrykk, og er ofte unødvendig når plantene etter noen år har etablert gode rotsystemer. Elvestein eller grus bør bare brukes som erosjonskontroll der avrenningen er tilnærmet fri for søppel og sedimenter, for eksempel i innløp som mottar takvann.



I dette anlegget håndteres overvannet i en kombinasjon av regnbed og vadi. Den skrå overflaten gjør tiltaket ekstra utsatt for erosjon. Problematikken forsterkes av at overvannet stammer fra taknedløp som gir vannet høy hastighet inn i vadien.



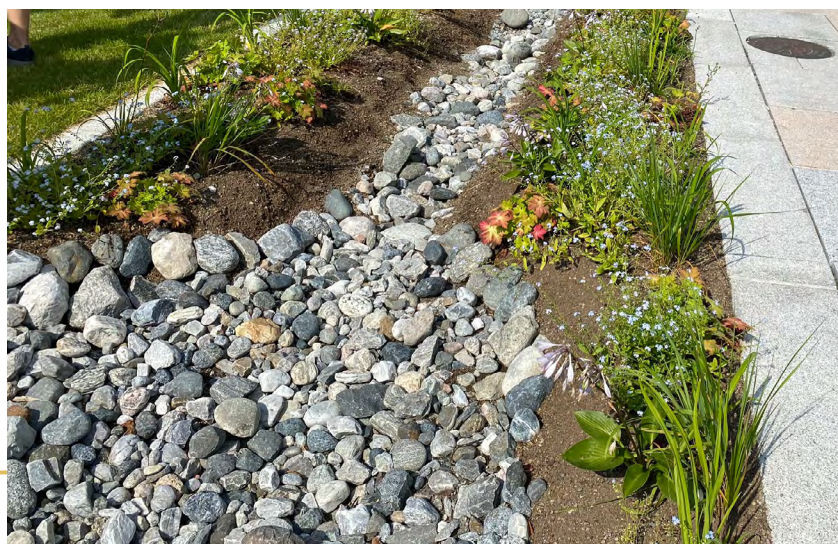
I dette anlegget er mye av vekstmediet vasket ut allerede før plantene har etablert seg. Erosjonsproblematikken kunne vært adressert med en stripe elvegrus i midten, bruk av ferdige staudematter eller ved å lede overvann utenom regnbedet i første vekstsesong.

Ved innløp som mottar overvann med større innhold av partikler og forurensningsstoffer bør erosjonsproblematikken løses med slamlomme. I tillegg til å holde tilbake søppel og sedimenter, vil en slamlomme bremse vannets fart fordi slissen på forsiden av lomma kun slipper ut små mengder overvann av gangen.

En annen løsning kan være å lede overvann utenom regnbedet den første vekstsesongen slik at planterøttene får etablert gode nettverk som holder jorda på plass (VA/Miljø blad, 2013). Dette krever litt ekstra logistikk, men bør la seg gjøre der det for eksempel finnes sluk nedstrøms som overvannet midlertidig kan ledes til under etablering.

Erosjon i etableringsfasen kan også løses ved bruk av ferdige staudematter. Det er omtalt under *Vegetasjon* senere i dette kapitlet.

Erosjonssikringen dette anlegget fremstår som overdimensjonert og stjeler areal fra plantefeltene på hver side. Stauder har god evne til å motvirke erosjon. Dimensjon og omfang på elvesteinen kunne derfor trolig vært redusert for å gi et frodigere uttrykk. Overvannet måtte da ha vært ledet utenom anlegget de første vekstsesongene til staudene har fått etablert gode rotsystemer.



OPPSUMMERING - TILRENNING OG INNLØP

- Å sikre at overvannet faktisk når regnbedet som planlagt er den aller viktigste forutsetningen for å skape velfungerende regnbed. Bevisst utforming av fallforhold og innløpsarrangement er de viktigste virkemidlene for å sikre at vannet havner rett sted.
- Innløp over kant uten vis kan benyttes der det er gode fallforhold mot regnbedet, dvs. 2 % eller mer og overvannet har med seg lite sedimenter, søppel og forurensningsstoffer.
- Bruk en avskjærende renne, Aco Drain eller liknende for å avskjære overvannet, dersom fallforholdene mot regnbedet ikke er gode nok.
- Punktvisse innløp er egnet i anlegg der man trenger en oppkant for å beskytte regnbedet mot urbane påvirkninger, eller der overvannet inneholder mye sedimenter og forurensningsstoffer.
- Overvannet må styres til innløpene ved hjelp av renner, lavbrekk eller terskler. Det er ikke tilstrekkelig at det er åpninger i regnbedkanten hvis fallforholdene leder vannet rett forbi. 90-graders vinkler krever særskilte tiltak.
- Renner må dimensjoneres av VA-ingeniør og ha tilstrekkelig bredde og dybde til å håndtere ekstremnedbør. Ved dype renner kan universell utforming ivaretas med en rist i topp.
- Definerte innløp lar seg kombinere med slamlommer som samler sedimenter og forurensningsstoffer ved innløpene slik at det ikke slammer til overflaten av regnbedet. Bruk slamlomme i anlegg med stor avrenning av partikler, grus, løv eller søppel.
- Erosjon må adresseres i regnbed med punktvisse innløp, spesielt der overvannet har stor fart inn i bedet, overflaten er skrå eller store mengder vann ledes til hvert innløp. Elvegrus kan brukes der overvannet er relativt rent, mens en slamlomme er et bedre alternativ der vannet har med seg søppel og sedimenter. Ferdige vegetasjonsmatter eller leding av overvann utenom regnbed første vekstsesong er andre aktuelle tiltak for å redusere erosjonsfaren.

UTFORMING OG PLASSERING

God utforming av regnbed handler i stor grad om å begrense forventede belastninger og legge til rette for en rasjonell skjøtsel- og driftsfase slik at bedene både fungerer og fremstår frodige og attraktivt i mange år fremover. Mange av de urbane utfordringene som tråkk, kjøring, lagring eller snølagring i bed, veisalt, forurensningsstoffer, partikkelavrenning og urin og avføring fra hunder kan reduseres gjennom gode valg ved plassering og utforming av regnbed. Også riktig plantevalg, som sikrer rask etablering, god dekkevne og plantetrivsel er avgjørende for å begrense både urbane belastninger og skjøtelsbehovet. Vegetasjon er omtalt på side 51. Nedenfor følger noen punkter som bør være en del av vurderingen ved plassering og utforming av regnbed.

PLASSERING

I planleggingsfasen som er omtalt i del 1 plasseres regnbed og eventuelt andre overvannstiltak grovt i nedbørsfeltet, men det er først i detaljeringsfasen at regnbedene får sin endelige plassering, form og størrelse tilpasset andre elementer i uterommet. Det viktigste ved plassering av regnbed i detaljeringsfasen er å ivareta gode nok fallforhold slik at bedene faktisk mottar overvann som planlagt.

Videre er det avgjørende å plassere regnbed slik at de utsettes for minst mulig tråkk og trafikkpåvirkning. Dette oppnås ved å trekke bedene ut langs kanten av byrommet heller enn å gi dem en sentral plassering, unngå konflikt med både definerte ganglinjer og uformelle snarveier og ved å ivareta god nok bredde på kjørearealer og oppstillingsplass for brannbil.



Å skape velfungerende regnbed handler i stor grad om å ta de urbane utfordringene på alvor og gjøre smarte utformingsvalg som kan redusere dem. I dette anlegget er regnbedet plassert sentralt i et lekeareal, men med planter som er lite robuste mot tråkk og slitasje. Resultatet er at vegetasjonen er slitt bort og jordoverflaten er komprimert slik at overvannet ikke lenger infiltrerer. Det som skulle være et grønt smykke i uteanlegget har i stedet blitt et grumsete sår.



I dette anlegget er regnbedet plassert langs ytterkanten av aktivitetsparken hvor det danner en grønn ramme rundt leken. Vi observerte vi lite påvirkning fra tråkk i regnbedet.

Regnbed kan danne en fin ramme rundt et byrom, eller utgjøre en frodig passasje dersom de legges inn mot fasadene i en gate. Mot fasade må regnbed anlegges med membran og prosjekterende må forsikre seg om at det ikke er balkonger eller takutstikk i de nederste etasjene som vil bli hengende ut over regnbedet. I tillegg til byggomriss på bakkeplan bør derfor plan for 2. og 3. etasje også inngå i landskapsarkitektens prosjekteringsgrunnlag.



Regnbed kan også komme i konflikt med infrastruktur i grunnen. Tidlig avklaring mot tekniske fag inngår derfor også ved plassering av regnbed i et uterom.



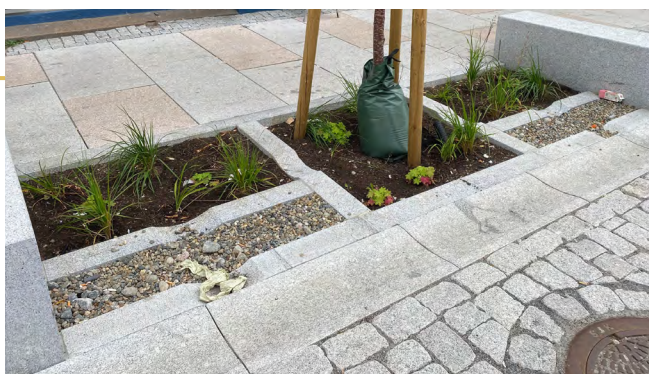
I dette anlegget henger balkongene i 2. etasje ut over et av regnbedene. Uten direkte nedbør blir det for tørt til at plantene under balkongene klarer seg.

Regnbedene i dette boligområdet er plassert inn mot fasaden på byggene slik at det dannes frodige passasjer gjennom uterommene.

FORM OG STØRRELSE

Vi har sett at regnbeds form og størrelse har mye å si for skjøtselsbehovet og grad av belastninger bedet utsettes for. Små regnbed er i større grad utsatt for forurensning, tråkk og påvirkning fra hunder fordi mye av arealet ligger tett på kanten. Vi har også observert mer tråkk i smale regnbed, fordi gående fristes til å ta en snarvei på tvers. For å redusere disse utfordringene, bør prosjekterende derfor etterstrebe å gi regnbed en god størrelse og bredde. Nøyaktig hvor stort og bredt avhenger av type område, men belastningene er størst i vei- og gatemiljøer og i tilknytning til leke- og aktivitetsområder.

Spesielt langs vei og gate, kan det være krevende å gi regnbed tilstrekkelig bredde. Dette kan kompenseres for ved å velge kraftigvoksende planter med god dekkevne. I trange situasjoner er det spesielt viktig at det tilgjengelige plantearealet ikke deles opp i mindre polygoner. Lyktestolper, skilt, pullerter, trekkekummer og liknende må plasseres utenom regnbedet, og bruk av tråkkheller, elvegrus og liknende bør begrenses, slik at det ikke spiser av plassen som er tilgjengelig for plantene.



Små og smale regnbed er i større grad utsatt for urbane belastninger som tråkk, forsøpling, kjøring, forurensningsstoffer og dobesøk fra hunder. Regnbedene i dette anlegget er i utgangspunktet små og smale og burde derfor vært ivaretatt som sammenhengende plantefelt i stedet for flere adskilte kammere der granittkanter og elvestein spiser av det tilgjengelige plantearealet. NB! bedet er nyanlagt da bildet ble tatt. Beplantningen vil sannsynligvis ta seg mer opp over tid.



*I dette veganlegget er det brukt kraftigvoksende stauder med god dekkevne i rabattene.
Foto: Anita Tveiten, Statens vegvesen*

Også for store regnbed kan være problematisk med tanke på skjøtsel og plantetrivsel. Under *Vegetasjon* på side 51 beskrives problematikken med ujevn vannfordeling og tørke som kan oppstå i store regnbed. Med tanke på skjøtsel er det også en fordel at regnbedene ikke blir for store. Tråkk i regnbed kan både komprimere jordoverflaten og skade røttene til trær. Gartneren foretrekker derfor å utføre luking og stell fra kanten av bedet. I regnbed med tråkkheller eller terskler kan gartner benytte seg av disse for å komme til større deler av beplantningen, mens i store bed lages det midlertidige stier som gartneren senere går over og løsner (Ingrid Børsting, personlig kommunikasjon, 2021). Skjøtsel av store regnbed lar seg altså løse, men er mer tidkrevende enn skjøtsel i bed der gartneren kommer til fra kanten.

KANT ELLER BUFFERSONE

I Deichmans gate er slitasjen fra tråkk aller størst i en stripe langs veien og i hjørnene. Mange gående kutter hjørnene for å spare tid, og gartner Gerd Minde har også erfart at det blir liggende en stripe med snø langs ytterkanten av bedet etter brøyting. Snøen har med seg grus og forurensningsstoffer som senere hemmer planteveksten.

Generelt vil beplantningen i regnbed utsettes for færre belastninger fra trafikk, saltsprut, brøyting, tråkk og hunder dersom det anlegges med en kant eller buffersone mot veg, gate, gang- eller oppholdsareal som tar av for de verste belastningene. Både felt med elvestein, plen, opphøyde kanter eller høydeforskjeller kan utgjøre barrierer som reduserer belastninger. Ofte vil en mindre fremtredende kant være mer estetisk tiltalende, mens en bredere kant eller buffersone gir større grad av beskyttelse mot de urbane påvirkningene. Utforming av regnbedets kant vil dermed alltid være en avveining mellom hensyn til estetikk og målet om å redusere negative belastninger.

Også tilrenningskonsept og type anlegg avgjør hvordan det er mest hensiktsmessig å utforme kanten av regnbedet. På de neste sidene finnes eksempler på utformingsalternativer som sikrer at regnbedbeplantningen ikke grenser direkte til de harde dekkene. Det er også en løsning å la «buffersonen» bestå av ekstra robuste planter som har vist seg å tåle påvirkning fra salt og tråkk godt.



Belegget i dette anlegget består av støpt betong som avsluttes uten ytterligere kanting mot regnbedene, slik at man får inntrykk av at staudene bugner utover gategulvet. Estetisk er det en svært tiltalende løsning som kan benyttes i anlegg med mindre intensiv bruk og trafikk.



I dette anlegget var det plass nok til å trekke regnbedet vekk fra veien og anlegge et areal med plen som buffer slik at saltsprut og forurensningsstoffer ikke rammer staudene direkte. For å begrense skjøtselsbehovet der arealer med klippet plen grenser direkte mot regnbedbeplantninger er det vesentlig å sørge for at utformingen ikke vanskeliggjør tilgang for robotgressklipper eller sitteklipper. Plenarealene må være brede nok, hjørner, spisser eller bratte partier med plen må unngås og plantene må tåle at gressklipperen går over og innunder bladverket (Hovind, 2020 a & b). I dette tilfellet burde staudebeplantningen ha vært noe bredere for å unngå gressklipp med trimmer rundt tersklene i granitt og skråningen mot veien burde vært slakere slik at gartneren kommer til med en robotklipper eller sitteklipper (Jorun Hovind, personlig kommunikasjon, 2021).

Kanten mellom staudene og plenarealet i dette anlegget forenkler skjøtselen av plenen. Ved å kjøre hjulet til gressklipperen på granittkanten, kan gartneren klippe gresset med sitteklipper helt inntil vadien uten å skade staudene (Jorun Hovind, personlig kommunikasjon, 2021).





I dette anlegget er tråkkutfordringen adressert med en lav barriere i cortenstål. Selv om bedene er relativt nyanlagte og det er lagt opp til lite kjøring i anlegget, har vi observert skader på gjerdet som ser ut til å skyldes påkjørsel fra bil.



En kant eller buffersone kan også bestå i en høydeforskjell eller barriere mot tilgrensende dekker. I dette regnbedet gir en opphøyet kant beplantningen beskyttelse mot kjøring, direkte saltsprut og tråkk. Innløp er løst med en åpning nederst i kantsteinen.

Bildet til høyre viser et boligområde der det er lagt en stripe med elvestein mot kjøre- og gangarealet. Med denne utformingen sikret prosjekterende både tilstrekkelig kjørebredde for brannbil og nok permeabelt areal for infiltrasjon av overvann (Mette Lie Lenvik, personlig kommunikasjon, 2021). Selv om det ikke er intensjonen bak stripen med elvesteinen i dette anlegget, kan dette være en hensiktsmessig løsning for å redusere tråkk, saltsprut, kjøring og hundebesøk i urbane regnbed. Små snøhauger som samler seg etter brøyting vil også havne i stripen med elvegrus slik at eventuell strøsand, grus og forurensningsstoffer ikke renner av direkte på staudene. Dette er ikke et regnbed, men et vanlig plantebed uten nedsenk. Prinsippet kan dog gjenbrukes i regnbed.



INFORMASJONSSKILT

Tråkk og lek i regnbedene har vist seg å være en utfordring i Deichmans gate. Både tobeinte og våre pelsklede venner gjør skade på staudene når de trår i bedene. I tillegg kommer belastningen fra store mengder avføring og urin fra hunder. Spesielt hjørner er utsatt. I Deichmans gate har plantene på enkelte hjørner måttet erstattes flere ganger (Gerd Minde, Personlig kommunikasjon, 2020).

De samme utfordringene har vi observert i flere andre befarte anlegg i Osloområdet. Bedene synes å være spesielt utsatt i vinterhalvåret. Uten vegetasjon er det mindre intuitivt at bedene ikke tåler ferdsel, og bruk av snarveier som etableres vinterstid vedvarer utover vår- og sommersesongen. Også hundeeiere som trår ut i bedene for å plukke opp etter hunden sin bidrar til tråkk og komprimering av jordoverflaten. Erstatning av utgåtte planter samt luking i og fjerning av hundemøkk utgjør en betydelig skjøtselsutfordring og gjør det utrivelig for anleggsgartneren å utføre jobben sin.

Ikke alle er klar over regnbeds funksjon eller at regnbed kan ta skade av tråkk og etterlatenskaper fra hunder. Mange hundeeiere i Deichmans gate vurderer sannsynligvis regnbedene som et bedre alternativ for hundens toalettbesøk enn tilgrensende arealer med brostein og granittrenner. Denne problematikken kan adresseres med skilting som henviser til å holde hunder ute av bedene og ikke selv tråkke i dem. Det er blant annet gjort i Slottsparken,



Skilt som oppfordrer til å ikke slippe hunder opp i regnbedene kan muligens redusere problemene med urin og avføring. Enda bedre er det med informasjonsskilt som også sier hvorfor hund + regnbed er en dårlig idé.



Hjørnene på bed og regnbed i Deichmans gate er mest utsatt for tråkk og dobesøk fra hunder. Plantene her er byttet flere ganger. Det nederste bildet viser at de to ytterste plantene allerede er tisset ihjel, tre uker etter nyplanting.
Foto: Gerd Minde

der det ferdes mye folk og hunder. For å heve kunnskapsnivået hos brukerne av uteanlegg er det også en idé med informasjonsskilt som kommuniserer hva et regnbed er, hvordan det fungerer og hvorfor man ikke kan tråkke eller la hunder gå på do her. Mange mennesker er interessert i klimaendringer, og vil ha glede av å lære om regnbed ved å se og lese om det i et anlegg (Ingrid Børsting, personlig kommunikasjon, 2021). I tillegg til å kunne redusere mengden tråkk og hunder i bedene, gir denne typen informasjon merverdi til regnbedene i form av undring, læring og inspirasjon hos besøkende. Dette er omtalt på side 61.



Midlertidig eller permanent gjerde beskytter beplantningen i regnbed mot tråkk, snøopplag og hundebesøk.
Øverste foto : Carl-Erik Eriksson.



MIDLERTIDIG GJERDE

Et annet tiltak for å redusere belastninger fra tråkk, lek og hunder i regnbed er bruk av midlertidig gjerde under etableringen. Gjerdet indikerer tydelig for brukerne av anlegget at regnbedet ikke er ment for ferdsel, og bidrar til å skape en kultur der man går utenom. Også fører av brøytebil vil enkelt oppfatte et midlertidig gjerde, slik at vedkommende ikke deponerer snø eller kjører i bedet. Landskapsingeniør Ingrid Børsting i Sten og Lund har god erfaring med enkle gjerdekonstruksjoner bestående av rundstokker for oppstøtting av trær med plank i to høyder, én i knehøyde og livhøyde. Det holder både folk og hunder ute av bedet og sikrer at plantene får etablert seg godt. Gjerdet bør stå gjennom tre sesonger (Ingrid Børsting, personlig kommunikasjon, 2021). I anlegg som brøytes bør kant og hjørner på regnbedene markeres med stikker etter at det midlertidige gjerdet fjernes.

I spesielt utsatte områder, slik som skoler og aktivitetsområder, kan det være aktuelt med permanente gjerde. Et fint utført eksempel på dette finnes på Åsveien skole i Trondheim der et lekent utformet gjerde danner skillet mellom skolegården og et langsgående regnbed som vender mot parkeringsplassen.

SNØOPPLAG

Snøopplag må alltid planlegges for utenom regnbedet. Avhengig av type areal, kan tilkjørt snø inneholde mye grus, salt og andre forurensningsstoffer som hemmer plantevekst, samtidig som snøhaugen i seg selv ofte gir en komprimert jordoverflate. Deponert snø ligger gjerne lenge utover våren og forhindrer at staudene starter vekstsesongen eller at gartner kan rydde opp i bedet etter vinteren (Ingrid Børsting og Gerd Mindre, personlig kommunikasjon, 2020). Vi ser også at snøopplag i regnbed forsterker andre negative påvirkninger ved at det tilrettelegger for ferdsel, lek, kjøring og parkering i bedet, også etter at snøen er forsvunnet. Snøopplag kan med fordel planlegges oppstrøms regnbedet, slik at avrenningen havner i her. Da vil sedimenter og forurensningsstoffer felles ut i bedets slamlomme. Eget areal for snøopplag bør tekstes tydelig i landskapsplanen, eventuelt også skiltes på stedet.

SØPPELKASSER

God dekning av søppelkasser bør inngå i ethvert offentlig anlegg, men det er spesielt viktig i anlegg med regnbed. Søppel som flyr med vinden samles gjerne i nedsenkede arealer og fører til at regnbed kan fremstå som søplete. Dette bidrar igjen til å senke helhetsinntrykket og øker dermed sannsynligheten for tråkk, kjøring og ytterligere forsøpling av bedene (Gerd Minde, personlig kommunikasjon, 2020). Ved å redusere mengden søppel som havner i regnbed, reduseres også tid og kostander for gartneren som må plukke dette ut manuelt. Lukkede søppelbøtter er å foretrekke, fordi vind og fugler da ikke får anledning til å dra avfall utover.

VANNUTTAK

I utgangspunktet vil tilrenning av overvann være tilstrekkelig til at beplantningen i regnbed ikke vil trenge ytterligere vanning. Det bør likevel planlegges for vannuttak i anlegg med regnbed slik at det er mulig å vanne beplantningen ved behov under etablering og i ekstremt tørre perioder. I Deichmans gate var det nødvendig med vanning under etableringsfasen i løpet av tørkesommeren 2018 (Gerd Minde og Ingrid Børsting, personlig kommunikasjon 2020/21).

OPPSUMMERING - UTFORMING OG PLASSERING

- Plasser regnbedet slik at det utsettes for minst mulig tråkk og trafikkpåvirkning, gjerne som en grønn ramme langs ytterkanten av uterommet.
- Gi regnbedet god nok bredde og størrelse slik at belastningene fra tråkk, veisalt, forurensningsstoffer, forsøpling og toalettbesøk fra hunder reduseres.
- Vurder behovet for en kant eller buffersone som kan begrense urbane belastninger ytterligere.
- Hold folk og hunder ute av regnbedet ved hjelp av informasjonsskilt eller forbudsskilt.
- Beskriv alltid midlertidig gjerde under etableringen i urbane anlegg. Da får vegetasjonen mulighet til å komme opp uten å utsettes for tråkk, kjøring og hundebesøk.
- Planlegg for snøopplag utenom regnbed. Snøen har med seg grus og forurensningsstoffer og gjør at staudene ikke kommer opp om våren. Avrenning fra snøopplag kan ledes til regnbed.
- Planlegg for slamlomme der overvannet bringer med seg mye partikler, løv, grus, veisalt eller søppel.
- Integrer nok søppelkasser. Lukkede søppelkasser gir mindre søppel på avveie.
- Planlegg alltid for vannuttak. Under etablering eller i svært tørre perioder kan det være behov for å vanne beplantningen i regnbed.

Egnet oppbygning og sammensetning av jord til regnbed er et av temaene som respondentene i spørreundersøkelsen i stor grad ønsker mer kunnskap om. Hovedandelen av respondentene med bakgrunn fra prosjektering svarer at de «i liten grad» eller «i noen grad» har tilstrekkelig kunnskap om jordblandinger i regnbeds øverste sjikt. Regnbedjord er et tema som krever mer forskning før det kan utarbeides generelle anbefalinger, og rett sammensetning vil også variere med stedlige forhold. Dette delkapittelet oppsummerer erfaringer og problemstillinger knyttet til jord og oppbygning av regnbedprofil, men med forbehold om at fremtidig kunnskap vil kunne avvike fra, eller nyansere informasjonen vi presenterer.

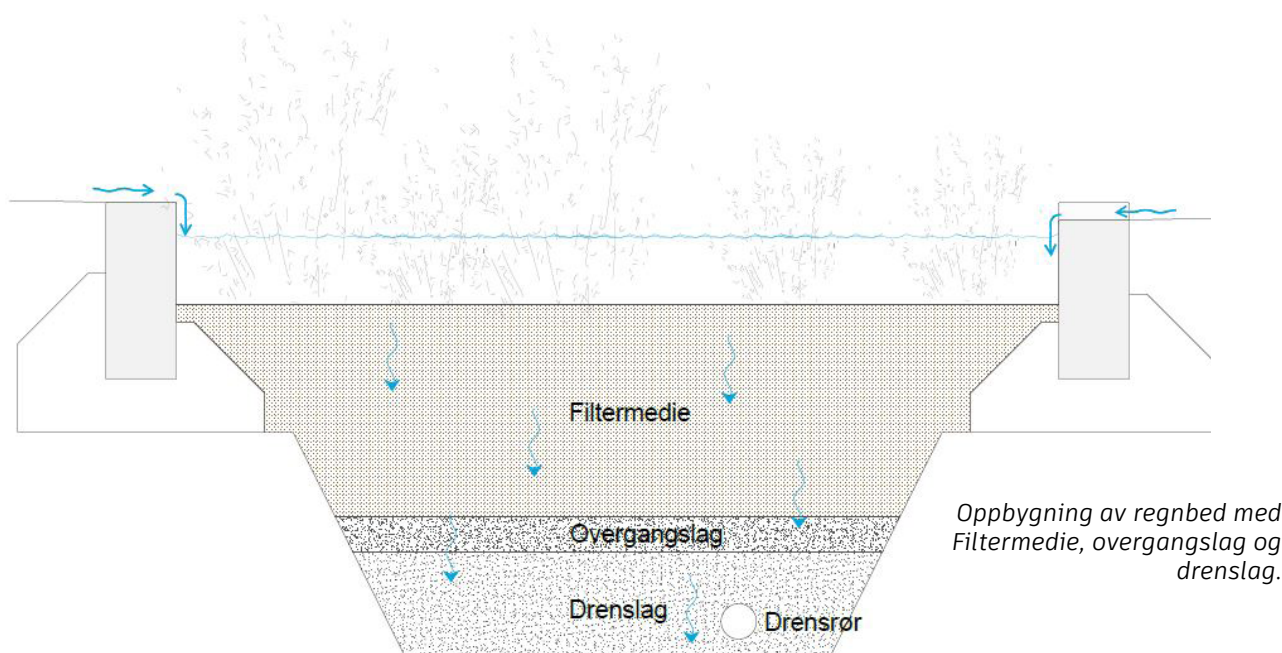
OPPBYGNING

Oppbygningen av regnbed må tilpasses de stedlige forholdene der bedet skal etableres. Som beskrevet i kapittel 1 er det i urbane områder ofte nødvendig med hel eller delvis utskifting av masser i bedet og installering av drenerør. I slike tilfeller er regnbedet typisk bygd opp av et filtermedium med tilkjørte masser bestående av godt sortert sand og organisk materiale, og underliggende drenerlag av grovere masser.

Tykkelsen på de ulike lagene i regnbedet avhenger blant annet av hvilke vannmengder som skal håndteres, og om beplantningen kun skal bestå av stauder eller også busker og trær. Oppbygning, type masser, mektighet på massene, bruk av duk og geomembran må vurderes ut fra stedlige forhold i hvert tilfelle.

FILTERMEDIET

Massene i regnbedets øverste sjikt, filtermediet, skal gi nok næring og vann til vegetasjonen i bedet, men må samtidig ha tilstrekkelig infiltrasjonskapasitet til å infiltrere nedbør effektivt. Hensynet til god infiltrasjon kan ofte føre til at regnbedjorda blir svært tørr, noe som gir føringer for plantevalget. Dette er omtalt under Vegetasjon. Samtidig må ikke jordblandingen være så næringsrik at det oppstår stor utvasking av næringsstoffer ved nedbør. Disse ulike hensynene gjør det utfordrende å finne et optimalt blandingsforhold. Stedegne masser kan benyttes som filtermedium dersom de har egnede egenskaper og sammensetning, men i de fleste tilfeller vil det være behov for hel eller delvis utskifting av massene i filtermediet.



I det gjennomgåtte tegningsmaterialet består filtermediet i regnbed av utskiftede masser sammensatt av sand sammen med organisk materiale bestående av kompost, torv og i noen tilfeller biokull. Hver av disse komponentene påvirker jordas fysiske egenskaper, næringstilgang, vannledningsevne, vannlagringsevne, surhetsgrad og gjødslingsbehov. Ifølge Paus & Braskerud (2013) anbefales 40-80 cm dybde på filtermediet, avhengig av grunnforhold, vegetasjonens forventede rottybde og hvorvidt regnbedet kun skal fordrøye og infiltrere vann, eller også bidra til rensing av overvannet. Dybden på filtermediet vil sammen med regnbedets maksimale vannstand og filtermediets effektive porøsitet bestemme det totale vannvolumet som til enhver tid kan lagres i regnbedet (Paus & Braskerud, 2013).

I Deichmans gate er det brukt to ulike jordblandinger i filtermediet. Begge blandningene inneholder 50 % grov natursand, mens innholdet av torv og kompost varierer. Blanding 1 har henholdsvis 20 % torv og 30 % Oslokompost, mens blanding 2 inneholder 35 % torv og 15 % Oslokompost. Oslokompost er en type hageparkavfallskompost.

Det er ikke påvist signifikante forskjeller mellom filtermedieblandningene i Deichmans gate, verken ved infiltrasjonstester eller med tanke på plantetrivsel (Sivakumar, 2020 og Gerd Minde, personlig kommunikasjon, 2020). Begge blandningene gir tilfredsstillende vekstbetingelser for staudene og den gjennomsnittlige infiltrasjonskapasiteten etter tre vekstsesonger er målt til 24 cm/t. Dette er godt over anbefalt infiltrasjonsrate i Norge på 10 cm/t (Paus & Braskerud, 2013).

Begge disse blandningene kan derfor i utgangspunktet anbefales for regnbed, men fordi både natursand og torv er begrensede ressurser som innebærer klimagassutslipp og uttak i natur, er det et mål å komme frem til filtermedieblandinger der disse delene erstattes av noe annet. Det er heller ikke gjort analyser som avdekker i hvilken grad næringsstoffer fra nedbrytning av torva og komposten vaskes ut av filtermediet.

Filtermedieblending 1

30 % Oslokompost
20 % Torv
50 % Natursand, fraksjon 0,6 - 2 mm

Filtermedieblending 2

15 % Oslokompost
35 % Torv
50 % Natursand, fraksjon 0,6 - 2 mm

I Deichmans gate er det brukt to ulike jordblandinger i regnbedenes filtermedie. Begge har vist seg å både ivareta tilstrekkelig infiltrasjon og god næringstilgang og vannlagring for plantevekst.

HVILKEN TYPE SAND?

For å oppnå tilstrekkelig infiltrasjonskapasitet i massene i regnbedet består den mineralske andelen i filtermediet gjerne av sand. Det vanligste har vært å bruke natursand som har en avrundet fasong og er godt sortert, noe som gir god infiltrasjon. Fordi uttak av natursand bidrar til ødeleggelse av natur, eksperimenterer steinindustrien nå med å produsere maskinsand med tilnærmet de samme egenskapene som natursand.

Maskinsand består av de minste fraksjonene som blir igjen ved produksjon av pukk. Ved bruk av disse massene blir avfall til ressurser og man får utnyttet 100 % av det som tas ut av fjellet (Skoglund, 2020). Vasking, sikting og avrunding av maskinsand har foreløpig gitt gode resultater for bruk i betong, men for bruk i jordblandinger for regnbed er konklusjonen at kvaliteten ennå ikke er god nok. Maskinsand har et høyt innhold av finstoff som kan påvirke infiltrasjonsevnen negativt, og den kantete formen fører til at jorda lettere pakkes ved at sandkornene havner kant mot kant. Dette er problematisk nok i vanlig anleggsgjord, men det høye sandinnholdet i regnbed forsterker problemet.

I forsøk ved NMBU ble det fastslått at maskinsand er uegnet for bruk i regnbed på grunn av pakking (Erik Solfjeld og Trond Knapp Haraldsen, personlig kommunikasjon, 2021). Maskinsand er også forbundet med høy overflate-pH sammenliknet med natursand, som sammen med kompost og biokull i filtermedieblandinger kan gi filtermediet så høy pH at opptak av noen plantenæringsstoffer hemmes (Hans Martin Hanslin, Personlig kommunikasjon, 2021). Vi håper disse ulempene kan overkommes med videre innovasjon fra steinindustrien. Enn så lenge bør det anvendes natursand i regnbed.



Maskinsand er kantete og inneholder mer finstoff enn natursand. Infiltrasjonsevnen blir derfor dårlig ved bruk i regnbed. Foto fra Herremyr Gård.

KORNFORDELING

I forbindelse med etablering av regnbed i Bjørnstjerne Bjørnsonsgate i Drammen ble det gjennomført vekstforsøk i pletter med ulike jordtyper. Alle jordblandinger var komponert for å tilfredsstille kravene til moldinnhold, næringsinnhold og kornfordeling i Statens vegvesen sin prosess 74.44, noe som bør gi en god vekstjord. Jordblandinger som kom best ut besto av hele 80 % sand med ulike fraksjoner, mens resterende 20 % besto av forskjellige typer kompost (Gamborg, 2018).

Sanda i filtermedieblandinger varierte fra siltig mellomsand til mellomsand, og pottforsøkene viste at alle blandinger generelt ga god infiltrasjon. Blandinger av mellomsand hadde klart mindre vannlagringsevne enn blandinger av siltig mellomsand, og det er derfor usikkert hvorvidt stauder vil klare seg gjennom perioder med lite nedbør dersom store deler av vekstjorda består av mellomsand (Haraldsen et al., 2019). Jordas vannlagringsevne og næringsinnhold kan reguleres med mengde og type organisk materiale.

Filtermedieblandinger i Deichmans gate har vist seg å ivareta både hensynet til god plantevekst og infiltrasjon. Blandinger består av 50 % sand sammen med 50 % kompost og torv i to ulike blandingsforhold. Sanda er beskrevet med fraksjon 0,6 - 2 mm (grovsand), men da det ble tatt jordprøver i 2019 viste det seg at filtermediet også inneholder finsand og mellomsand med fraksjon 0,063 - 0,6 mm (Sivakumar, 2020).

Det er mulig at regnbedene ble anlagt med 0,06-2 mm sand i filtermediet i stedet for 0,6-2 mm som er angitt i tegningsmaterialet. Dette er en vanligere fraksjon som også er lettere å få tak i. En annen mulighet er at de fine sandfraksjonene stammer fra komposten. Hage-parkavfallskompost inneholder gjerne en god del mineralmateriale fra komposterte planterøtter. Uansett opphav bidrar trolig de finere sandfraksjonene betydelig til filtermediets gode vannlagringsevne - sammen med det høye innholdet av organisk materiale. På tross av den gode vannlagringsevnen ligger infiltrasjonskapasiteten likevel på 24 cm/t, som er godt over det som er anbefalt for norske regnbed (Sivakumar, 2020).

Både jordblandinger som kom best ut i pottforsøkene i Bjørnstjerne Bjørnsonsgate og de to filtermedieblandinger i Deichmans gate har altså god vannlagringsevne og infiltrasjonskapasitet, men nokså ulikt blandingsforhold mellom mineralsk og organisk materiale (80 % organisk materiale i Bjørnstjerne Bjørnsonsgate og 50 % Deichmans gate). Den største forskjellen ligger i blandingenes næringsinnhold, der nitrogeninnholdet i Bjørnstjerne Bjørnsonsgate-blandinger var for lav, mens innholdet i Deichmans gate muligens er så høyt at det gir utlekking av næringsstoffer. Dette er imidlertid ikke undersøkt. Trolig ligger riktig andel organisk materiale - som både sikrer tilstrekkelig næring for plantene og samtidig forhindrer utlekking av næringsstoffer - et sted mellom de to blandinger.

Lindum-blanding 4

53,6 % Grovsand
26,3 % Siltig mellomsand
20 % Hage-parkavfallkompost

Skaaret-blanding 2

40 % Mellomsand
40 % Siltig mellomsand
20 % Hestegjødselkompost

De to jordblandingene som kom best ut etter pottetforsøkene i forbindelse med etablering av regnbed i Bjørnstjerne Bjørnsons gate. Begge blandingene ivaretok tilstrekkelig infiltrasjon og vannlagring, men hadde betydelig lavere nitrogeninnhold enn anbefalte verdier.

En modifisert utgave av disse jordblandingene er etablert i prøvefelt i Bjørnstjerne Bjørnsons gate. Erfaringer med jorda over tid undersøkes av Kirstine Laukli i hennes pågående doktorgradsarbeid. Resultatene fra dette arbeidet blir viktig for å komme nærmere en standardisert filtermedieblending for regnbed.

Det er ikke bare meitemarken som bidrar til omdanning og finfordeling av organisk materiale i jord. Også spretthaler, midd, insektlarver, sopp og bakterier spiller sin rolle. Med innblanding av stedlig jord, får man dette jordlivet på kjøpet. Foto fra Hørte Gård.



DEN ORGANISKE BITEN

I regnbed-tegningene vi har gjennomgått består den organiske andelen i filtermediet hovedsakelig av kompost og en større eller mindre andel torv. I noen av bedene er jordblandingen beskrevet uten torv, men inneholder i stedet tilsvarende større mengder kompost. Selv om torv bidrar med positive egenskaper for jordstrukturen, jordas vannlagringsevne og ved å senke pH-verdien, er konsekvensene ved uttak av torv så store at torv i jordblandinger må begrenses og fases helt ut på sikt.

Kompost har flere av de samme jordforbedrende egenskapene som torv, men det er likevel ikke uproblematisk å erstatte torv med kompost i vekstjord slik vi har sett i noen anlegg. Ren kompost har ofte pH godt over 7. Store mengder kompost i filtermedieblandingen kan dermed gi så høy pH at plantenes opptak av næringsstoffer hemmes, selv om det er eksempler på at det kan fungere godt. Barkkompost er noe surere enn for eksempel matavfallskompost eller hage-parkavfallskompost, og kan bidra til å balansere pH-nivået. Mange typer kompost er også svært næringsrike og ukritisk bruk kan dermed gi utlekking av næringsstoffer. For mer informasjon om jord og egenskapene til ulike typer kompost anbefales *Temahefte om jord til grøntanlegg* utgitt av Park & Anlegg som du finner [her](#).

I pottetforsøkene som ble gjennomført i forbindelse med etablering av regnbed i Bjørnstjerne Bjørnsonsgate inneholdt kun 2 av de 12 jordblandingene torv. Det var også blandingene uten torv som ga best samlet resultat for plantetrvisselen. Dette er gode nyheter for en fremtid uten torv i regnbed. Det ble konkludert med at alle de testede jordblandingene i prinsippet kunne benyttes i regnbed, men at innholdet av plantetilgjengelig nitrogen var for lavt i 11 av 12 blandinger. På bakgrunn av dette ble det anbefalt å øke kompostmengden til 30 vol. %, eventuelt i kombinasjon med tilførsel av organisk NPK-gjødsel (Haraldsen et al., 2019).

Vi mener det bør det være et mål å komme frem til jordblandinger for regnbed uten høyt innhold av kompost og som ikke krever bruk

av kunstgjødsel. Som beskrevet i forrige avsnitt kan store mengder kompost i jordblandinger for regnbed kan ha uheldige konsekvenser for jordas surhetsgrad, plantetilgjengelig nitrogen og fare for utlekking av næringsstoffer. Også bruk av NPK-gjødsel kan forårsake utvasking av næringsstoffer og skape problemer for sopp og jorddyr som bidrar i nedbrytningen av organisk materiale i jorda (Harald Smit, Personlig kommunikasjon, 2021). Det er nettopp aktiviteten fra mikroorganismer og jordfauna som over tid skaper en moldholdig jord med god grynstruktur gjennom bearbeiding og finfordeling av organisk materiale (Haraldsen & Krogstad, 2018).

Harald Smit i Treespace.eu mener løsningen ligger i innblanding av moldholdig, stedefen jord. Økt bruk av stedefne masser vil kunne redusere kostnader og miljøbelastninger ettersom en mindre andel av massene må fjernes og transporteres vekk. Stedefen jord er også «levende jord» som betyr at den har med seg sopp og mikroorganismer som bidrar til jordas egenskaper ved å bryte ned organisk materiale, frigjøre næringsstoffer og skape god grynstruktur. En levende jord har også bedre egenskaper som biofilter ved at mikroorganismer og sopp binder, bryter ned eller omdanner forurensningsstoffer som olje, veisalt og tungmetaller.

Bruk av stedlige masser innebærer også mulig innhold av ugressfrø. I Norge varmebehandles all anleggsjord for å kunne garantere at den er ugressfri, noe som også utradrer jordlivet. Harald Smit mener dette er unødvendig og kulturelt betinget. I andre land har man jobbet, f.eks. Nederland, er ikke varmebehandling av jord praksis. Tett planting, tilførsel av godt omdannet kompost, håndarbeid og tålmodighet er da nøkkelen til vellykkede grøntanlegg (Harald Smit, Personlig kommunikasjon, 2021).

I 2006-2010 ble det anlagt fire pilot-regnbed med ulik innblanding av stedefne masser. Jordsammensetningen og oppbygningen i pilot-regnbedene er senere evaluert med tanke på infiltrasjon og plantetrvsel. Både regnbed L34b som besto av 100 % stedlig morenemasser av siltig sand og regnbed NB21 der filtermediet er iblandet 5 % leirholdig hagejord fra stedet har vist seg å gi tilfredsstillende infiltrasjon og plantetrvsel (Braskerud et al., 2012). Også ved Landskapslaboratoriet ved NMBU er det nylig anlagt en kombinert regnbed og vadi der det er blandet inn henholdsvis 20 og 40 % stedlige masser.

Dersom det vurderes å blande inn stedefne masser i regnbedet må egenskapene til massene og forurensningsgrad først vurderes av fagkyndig person, og det må tas høyde for om det vil være mulig å mellomlagre og blande til masser på stedet i anleggsfasen.



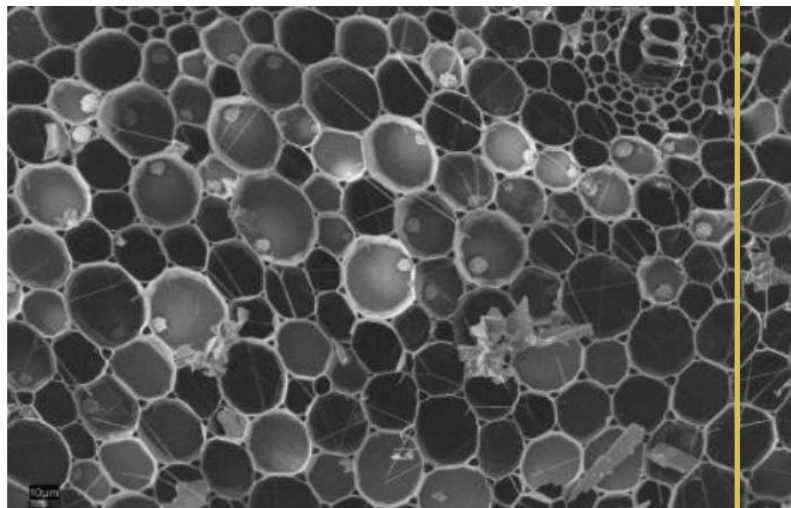
Ved anleggelse av regnbed NB21 i 2009 ble det blandet inn 5 % stedefen hagejord av god kvalitet sammen med sand og kompost. Regnbedet har vist seg å ivareta både tilstrekkelig infiltrasjon, vannlagringsevne og næringstilgang for plantene.
Foto: Bent Braskerud

BIOKULL

Tilsetning av biokull i filtermediet kan være en måte å ivareta god jordstruktur, vannlagringsevne og næringsinnhold uten å øke andelen kompost. Biokull består av avfall fra gårds- og skogbruk og fremstilles gjennom pyrolyse, det vil si forbrenning med begrenset tilgang på oksygen (Benjaminsen, 2019). Biokull brytes ikke ned i jorda og kan derfor utgjøre et bidrag til karbonlagring. Samtidig holder porene i kullet på fuktigheten i jorda og kan blant annet filtrere ut miljøgifter og tungmetaller som finnes i overvann fra vei (Norsk biokullnettverk, 2020).

I Norge har vi foreløpig få erfaringer med biokull, både i anleggsjord generelt og i regnbed, mens i Sverige har biokull allerede vært brukt i flere år. Erfaringer fra Stockholm viser at bytrærne utviklet seg bedre etter tilførsel av biokull i jorda. Dette skyldes både forbedrede forhold for rotutvikling, oksygen- og vanntilgang. I Stockholm er det også gjort analyser som viser lavere konsentrasjoner av miljøgifter og tungmetaller i jordblandingen hvor det er brukt biokull (Norsk biokullnettverk, 2020). I lys av resultatene fra Sverige er det relevant å finne ut hvordan biokull også kan benyttes i regnbed her til lands.

Hans Martin Hanslin i NIBIO påpeker at biokullets fraksjon, opphavsmateriale og næringsinnhold har mye å si for kulletts egenskaper i jorda. Kulletts opphavsmateriale påvirker pH og porestruktur og biokull fra trær har sannsynligvis de beste jordforbedrende egenskapene. Biokull i seg selv inneholder ikke tilgjengelige plantenæringsstoffer, og kullet må derfor etterbehandles ved å blande det med en form for gjødsel som vil frigjøres langsomt over tid. Dersom biokull ikke etterbehandles er det en fare for at kullet binder til seg næring fra resten av plantejorda slik at den på kort sikt ikke blir tilgjengelig for plantene (Hans Martin Hanslin, personlig kommunikasjon, 2021).



Biokull produseres ved ufullstendig forbrenning av tre- eller planterester. Etter forbrenningen er det kun de hule plantecellene som blir igjen, som gir biokullet en enormt stor overflate. I plantejord bidrar dette god struktur som er gunstig for lagring av vann og oksygen. Foto: NIBIO

Det finnes lite erfaringsdata på hvor stor andel biokull som er optimalt i jordblandinger til bruk i regnbed. I Stockholm brukes 15 vol. % i rotvennlige forsterkningslag for trær, men Hans Martin mener 10 vol. % er nærmere en riktig mengde for filtermedieblandinger til regnbed. Dette må undersøkes nærmere. Doseringen vil være helt avhengig av egenskapene og forbehandlingen til biokullet. Rune Skeie i Asplan Viak har vært pådriver for å teste blandinger med opptil 15 vol. % biokull i kommende prosjekter.

Andre fagpersoner vi har vært i kontakt med viser større skepsis til bruk av biokull, og har foreløpig til gode å finne positive effekter av kull i jordblandingen. Likevel tror vi de positive erfaringene med biokull fra Sverige vil føre til økt bruk og uttesting også i norske grøntanlegg og regnbed. Forhåpentligvis vil det ikke ta mange år før forskning og erfaringer fra etablerte anlegg vil gi et sikrere grunnlag for å velge riktig mengde, fraksjon og næringsinnhold i biokull til bruk i jordblandinger i regnbed.

OVERGANGSLAG OG DRENSLAG

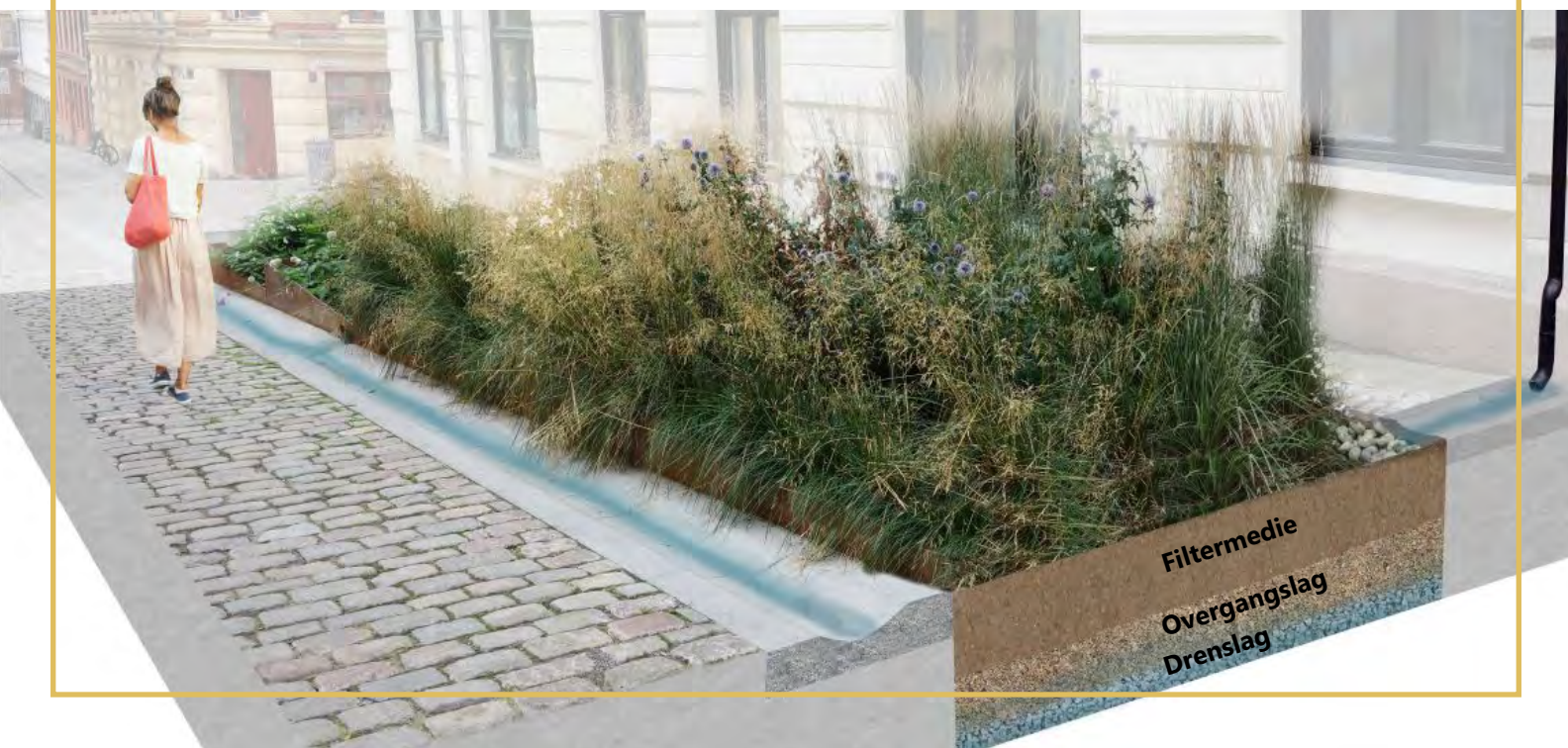
Avhengig av stedlige forhold kan det være behov for å drenere regnbedet, med bortledning av vann enten til vassdrag eller overvannsystemer. Gjennomgangen av anlagte regnbed viser at det ofte benyttes geotekstil mellom lagene for å unngå at de fine toppmassene vaskes ned i de grovere massene i drenslaget. Erfaringer fra prosjekter hvor det er benyttet fiberduk mellom filtermediet og drenslaget viser at fiberduken er sårbar for gjentetting av finstoff, og at regnbedets kapasitet kan bli betydelig redusert som følge av dette. Paus & Braskerud (2013) etterspør forskning på hvorvidt fiberduk mellom filtermedie og drenslag er nødvendig dersom lagene består av masser med relativt like kornstørrelser. De spør også i hvilken grad bruk av duk hemmer rotutvikling og infiltrasjon.

Et bedre alternativ til geotekstil mellom lagene er å etablere et overgangslag på 10 cm av naturgrus med fraksjoner 4-8 mm som forhindrer at massene i filtermediet vaskes ned i drenslaget. Overgangslaget må ha grovere fraksjoner enn filtermediet, men finere fraksjoner enn drenslaget. På grunn av mengden finstoff i knust pukk er naturgrus å foretrekke i overgangslaget. Også her håper vi at steinindustrien kan komme opp med gode alternativer fremover, noe som krever etterspørsel fra bransjen.

Under overgangslaget etableres et drenslag som omslutter drensledningen. Avhengig av hvor regnbedet skal anlegges kan det foreligge krav og normer for hva slags type masser som skal benyttes i drenslaget. Det vanligste er å benytte pukk (8-16 eller 16-22 mm) eller hagesingel (8-12 mm). Denne pukken er såpass grov at det er liten fare for at drensledningen tettes igjen av grus på avveie. Andre fagpersoner tar til orde for mindre fraksjoner i drenslaget for å redusere sjansen for at massene i filtermediet vaskes ned i pukken, eksempelvis pukk med fraksjon 4-8 mm. Fraksjonen på overgangslaget kan da reduseres til 2-4 mm (Trond Knapp Haraldsen, Personlig kommunikasjon, 2021). Også glasopor eller andre gjenbruksmaterialer kan vurderes. Dybden på drenslaget bør være minimum 30-40 cm. Da vil drenslaget omslutte drensledningen selv om denne legges med fall og 10 – 15 cm over bunnen av regnbedet. Drenering er omtalt mer utførlig under *Drenering* på side 63.

Hvorvidt det er behov for fiberduk som masseseparasjonslag ned mot stedegne masser, eller om bedet bør etableres med geomembran eller tette masser i bunn må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Overgangslaget skaper en jevn overgang mellom de grove massene i drenslaget og de finere massene i filtermediet.



OPPSUMMERING - JORD

Riktig oppbygning og jordsammensetning for regnbed vil variere med stedlige forutsetninger som grunnforhold og infiltrasjonskapasitet, hvilke nedbørsmengder bedet skal håndtere og hvilken type beplantning regnbedet skal romme. Listen nedenfor oppsummerer viktige faktorer som påvirker jordas fysiske egenskaper, næringstilgang, vannledningsevne, vannlagringsevne, surhetsgrad, biologi og fotavtrykk i naturen.

- Massene i et regnbed skal både ivareta tilstrekkelig infiltrasjon og samtidig sikre god næringstilgang og vannlagring til beplantningen. Jordblandingen må heller ikke være så næringsrik at det oppstår stor utvasking av næringsstoffer.
- Det øverste sjiktet i et regnbed kalles filtermedie. Det består av en mineralsk og en organisk andel med dybde 40-80 cm.
- For å sikre god infiltrasjon i massene i bedet bør den mineralske andelen av filtermediet i hovedsak bestå av sand med ulike fraksjoner.
- Uttak av natursand innebærer inngrep i natur, men maskinsand, som er alternativet, har foreløpig ikke gode nok egenskaper til bruk i regnbed. Den kantete fasongen på maskinsand gir dårlig infiltrasjon og fører til at jorda lett kan pakkes og komprimeres. Maskinsand inneholder også finstoff som er uønsket i regnbed. Vi håper steinindustrien overkommer disse utfordringene slik at vi kan fase ut bruk av natursand i regnbed.
- Andel organisk materiale i filtermediet avhenger blant annet av størrelsessorteringen på sanda. Finere sandfraksjoner gjør det mulig å redusere andelen organisk materiale i filtermediet, noe som kan være en fordel for å unngå utvasking av næringsstoffer. Andel organisk materiale må likevel ikke være så lav at det går på bekostning av plantenes næringsbehov.
- Torv bør unngås av hensyn til klimagassutslipp og naturødeleggelser.
- Andel kompost bør begrenses til maksimalt 20-30 vol. %. Høyere andel kompost enn dette kan føre til utvasking av næringsstoffer eller for høy pH. Ulike typer kompost har ulike egenskaper. Barkkompost er noe surere enn for eksempel matavfallskompost eller hage-parkavfallskompost, og kan bidra til å balansere pH-nivået. Generelt bør komposten være godt omdannet.
- Biokull testes nå som jordforbedring i både vanlige grøntanlegg og regnbed i Norge. Biokull med opphavsmateriale fra trevirke anbefales. Biokull i seg selv inneholder ikke tilgjengelige plantenæringsstoffer og må derfor etterbehandles ved å blande det med en form for gjødsel som frigjøres langsomt over tid. I påvente av norske forskningsresultater anbefales maksimalt 10 vol. % biokull i filtermedieblandinger for regnbed.
- Innblanding av stedegen jord kan bidra positivt til jordas egenskaper, vannlagringsevne, næringsinnhold og jordliv, men innebærer også mulig innhold av ugressfrø eller forurensningsstoffer. Massene må ha riktige egenskaper for regnbed, og innblanding av stedegen jord må derfor vurderes av fagkyndig person. Det må tas høyde for om det vil være mulig å mellomlagre og blande masser på stedet i anleggelsesfasen.

- For regnbed med behov for drenering legges et drenslag som omslutter drensledningen. Det er vanlig å benytte pukk med størrelse 8-16 mm eller 16-22 mm for å unngå gjentetting av drensledningen, mens finere fraksjoner, eksempelvis 4-8 mm reduserer sjansen for at jorda i filtermediet vaskes ned i drenslaget.
- Mellom filtermediet og drenslaget bør det legges et 10 cm tykt overgangslag bestående av naturgrus (4-8 mm). Overgangslaget forhindrer at de fine massene i filtermediet vaskes ned i drenslaget. Dersom det velges finere pukk i drenslaget kan også fraksjonene i overgangslaget reduseres til f.eks. 2-4 mm.
- Behov for drenslag og eventuelt tette masser eller geomembran i bunn av bedet vurderes i hvert tilfelle. Det kan foreligge krav og normer som gir føring for valg av type masser og mektighet.
- Det er en god ide å involvere jordforskere eller fagpersoner med spesialkompetanse på jord ved sammensetning av filtermedieblandinger og oppbygning av regnbed slik at ulike hensyn kan balanseres.

VEGETASJON

UVURDERLIGE PLANTER

Jordas porøsitet, og dermed regnbedets infiltrasjonsevne over tid, påvirkes i stor grad av vegetasjonsdekket. Rotvekst og aktivitet fra meitemark og mikroliv lager porer som vannet kan infiltrere gjennom, og nedbrytning av organisk materiale etterlater små lommer som øker porøsiteten (Lunde, 2020). Plantevekst bidrar også til å punktere overflaten dersom den er slemmet til av finstoff. I tørr jord kan infiltrasjonshastigheten vært dobbelt så stor med vegetasjon som uten (Rossman 2010). En suksessfaktor for vellykkede regnbed er med andre ord å finne tilpasset plantemateriale. Egnede regnbedsplanter er også noe vi erfarer at landskapsarkitekter etterspør i økende grad.

HVILKE PLANTER EGNER SEG I REGNBED?

Til regnbed bør det generelt velges planter som er hardføre mot svingninger i fuktnivå og dermed tåler både periodevis oversvømmelse og tørke. Videre er valg av planter med god dekningsgrad hensiktsmessig med tanke på å beskytte jorda mot uttørking. Ofte er tørke et større problem for regnbedplantene enn de sporadiske oversvømmelsene ved nedbør. Filtermediet er designet for rask infiltrasjon og følgelig kan jorda blir svært tørr i perioder uten regn. Øistein Kvarme i Blomstertak AS erfarer likevel at det blir beskrevet og bestilt vannplanter til bruk i regnbed. Dette er arter som er tilpasset å stå nærmest kontinuerlig i vann, mens regnbed er tørre det meste av tiden (Øistein Kvarme, personlig kommunikasjon 2021). Det ser altså ut til at bransjen fortsatt har en vei å gå i å forstå vekstbetingelsene i et regnbed.

Uttørking er som regel en større utfordring for plantene i regnbed enn de sporadiske oversvømmelsene ved nedbør. Det bør derfor velges tørketålende arter og arter som er tilpasset varierende fuktforhold.



Fuktforholdene vil også variere internt i bedet. I regnbed med skrå sidekanter vil plantene langs kanten motta mindre vann og planter lengst vekk fra innløpet vil også få tilført vann sjeldnere enn resten av beplantningen. Variasjonene øker med størrelsen på regnbedet. (Ingrid M. Ødegård, personlig kommunikasjon, 2016). Varierende fuktforhold bør adresseres med tilpasset plantevalg der tørkesterke arter plasseres på de mest tørkeutsatte arealene. Spesielt i store regnbed er dette viktig.

Selv om regnbed har mange felles karakteristika som er styrende for beplantningsvalget, vil egnede planter også variere med stedlige forutsetninger som solforhold, grad av forurensning og partikler i tilført vann, størrelsen på nedbørsfeltet og hvilken type anlegg regnbedet inngår i. Inndelingen som er gjort i metodedelen, med «Torg, gate og vei», «Skole, leke- og aktivitetsområder» og «Borettslag og park» sier noe om hvilke ytre faktorer som vil påvirke beplantningen og følgelig må tas med i vurderingen ved utvalg av planter.

I et gate- eller vegmiljø, kan utfordringsbildet bestå av partikler, forurensningsstoffer og salt fra kjørearealer, tråkk og tøff bruk sammen med avføring og urin fra hunder, mens befaringene av skole, leke- og aktivitetsområder viser at her utgjør tråkk og aktivitet i bedene hovedbelastningen for beplantningen. Begge disse kategoriene krever robuste, gjerne kraftigvoksende planter som ikke innbyr til å trå i regnbedene, eksempelvis tuedannende pryddress.

I borettslag og parker er de urbane utfordringene mindre fremtredende. Her er pryddress og blomstring viktig, både med tanke på opplevelseskvaliteter og for å tilrettelegge for pollinerende insekter. Å redusere faktorene som påvirker regnbed negativt dreier seg ikke bare om rett plantevalg, men også om klok plassering og utforming av regnbed. Dette er omtalt på side 34.



*Det er stor forskjell på mengde og type belastninger regnbedplantene utsettes for i et veganlegg (over) sammenliknet med en park eller borettslag (til høyre). Plantevalget bør reflektere disse forskjellene slik at det velges mer robuste planter der det forventes mer ferdsel og trafikk.
Foto over: Statens vegvesen.*





Ferdige staudeblandinger kan gi robuste , skjøtseffektive og varige regnbed-beplantninger. Blandingene ersatt sammen spesielt for å gi pryddverdi gjennom hele sesongen. Blandingen på bildet heter "Veitshöchheimer Rubinsaum". Foto: Andreas Adelsberger.

Det er avgjørende at planter som går ut skiftes raskt, både av hensyn til regnbedets pryddverdi og funksjon. Følgelig er det viktig å velge planter som normalt er i handel i norske planteskoler, slik at utgåtte planter kan erstattes uten lang bestillingstid eller at gartneren må ta kontakt med landskapsarkitekten for å endre til en annen art (Ingrid Børsting, personlig kommunikasjon, 2021).

FERDIGE STAUDEBLANDINGER

Ved utarbeidelse av staudebeplantninger for regnbed er det vanlig at landskapsarkitekten velger ut egnede planter og deretter organiserer disse som felt eller klynger i en planteplan. Via en artikkel i ArkitekturN løfter landskapsarkitektene Andreas Adelsberger og Jan Bernigeroth frem ferdige staudeblandinger som et gunstig alternativ til denne praksisen (Adelsberger & Bernigeroth, 2020). Nye krav til åpen overvannshåndtering gjør at regnbed med staudebeplantning prosjekteres i en rekke

offentlige anlegg der stauder tidligere var lite brukt, som veganlegg og skolegårder. Ferdige staudeblandinger kan da være en måte å redusere kostnader og samtidig skape robuste og langvarige regnbedbeplantninger.

Artssammensetningen i ferdige staudeblandinger er nøye vurdert og testet og består av arter med lang levetid, tilpasset like vekstbetingelser. Blandingene er komponert for å gi blomstring gjennom hele sesongen, harmoniske fargekombinasjoner, høyde og struktur og de utvalgte plantene supplerer hverandres egenskaper slik at systemet som helhet er robust og dynamisk.

Undersøkelser fra Tyskland viser at vedlikeholdskostnadene ved ferdige staudeblandinger ligger så mye som 40-50 % lavere enn for klassiske staudebeplantninger. Samtidig spares ressurser både ved utplantning og prosjektering (Adelsberger & Bernigeroth, 2020). Disse fordelene gjør staudeblandinger til et spennende alternativ å teste i norske regnbed.

STAUEMATTER

Rask etablering av beplantningen er ofte avgjørende for et godt resultat fordi vegetasjonsdekket forhindrer tråkk og reduserer tilveksten av ugress. En respondent i spørreundersøkelsen gjorde oss oppmerksomme på muligheten for å bruke ferdige vegetasjonsmatter i regnbed for en raskere etablering.

Staudematter består av flere ulike arter, sammensatt for å etterlikne dynamiske staudesamfunn vi finner i naturen. Der man ønsker et fritt voksende planteuttrykk og tilfeldig beplantningsmønster, kan derfor bruk av staudematter være et godt alternativ. Staudematter gir mange av de samme fordelene som ferdige staudebeplantninger. Den dynamiske sammensetningen gir fordeler over tid, fordi arter med lang levetid kan erstatte plassen til planter som går ut, slik at beplantningen som helhet beholder sin dekkevne, estetikk og vitalitet.

Under etableringen vil bruk av staudematter også kunne redusere utfordringer med erosjon fordi jorda beskyttes av plantene og nettene de er festet i. Øistein Kvarme i Blomstertak AS bekrefter at de har utviklet egne staudematter tilpasset regnbed, bestående av tørketålende arter, som også tåler kortvarig oversvømmelse. Ved større leveranser, kan landskapsarkitekten også beskrive egne plantesammensetninger i staudemattene (Øistein Kvarme, personlig kommunikasjon 2021).

TRÆR OG BUSKER I REGNBED

Bruk av trær og busker i regnbed vil kunne gi større variasjon, volum og pryddverdi gjennom flere årstider, enn stauder alene. Dette påpekes både av flere respondenter i spørreundersøkelsen, og enkelte av fagpersonene vi har hatt dialog med i løpet av arbeidet. Det er fortsatt behov for mer kunnskap angående hvilke treslag som kan egne seg og hvilke tilpasninger som bør gjøres i jordsammensetning og oppbygning for å ivareta vekstvilkårene for trær i regnbed.

En bærekraftig og robust jordblanding for trær bør inneholde både sand, silt, leire og organisk materiale i et riktig blandingsforhold, mens en jordblanding egnet for regnbed gjerne inneholder kun sand og organisk materiale. Jordsammensetning for trær i regnbed vil således alltid være et kompromiss mellom gode vekstvilkår og nødvendig infiltrasjonskapasitet (Erik Solfeld, personlig kommunikasjon, 2021).

*Sørøst-norsk blomstereng finnes allerede på ferdige vegetasjonsmatter. Flere leverandører har også egne staudematter tilpasset regnbed, eller landskapsarkitekten kan sette sammen en egen blanding ved større bestillinger.
Foto: Bergknapp AS.*





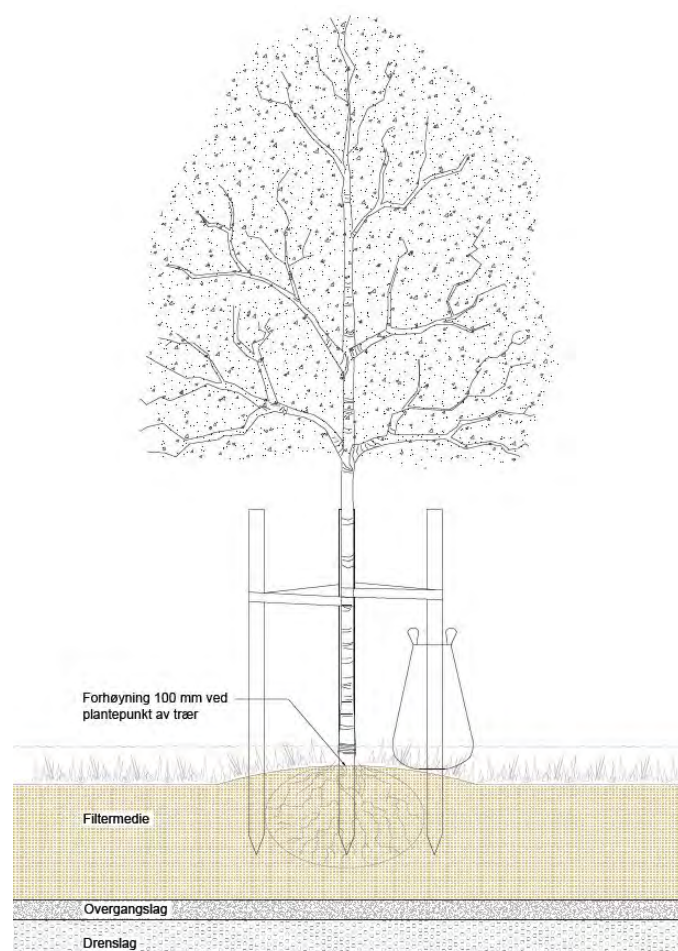
Trær og busker i regnbed kan gi større variasjon, volum og prydderdi gjennom året enn stauder alene.

I Norge har vi fortsatt ikke tilstrekkelige erfaringer med trær i regnbed til å si om og eventuelt *hvordan* disse hensynene lar seg kombinere. Her kan vi ikke annet enn å oppfordre til å prøve! Trær er et kjærkomment element i gatebildet. Det kommer blant annet tydelig frem i spørreundersøkelsen utført av masterstudenter Nevedda Sivakumar og Mallory Petersen Chamberlain. Respondentene ble bedt om å sette karakter på de ulike elementene i gata, og trærne kom aller best ut. Totalt 94,5 % av 36 respondenter er *tilfreds* eller *svært tilfreds* med trærne i Deichmans gate. Trærne er ikke en del av regnbedbeplantningen i gata, men inngår i helheten i anlegget.

Bytrær bør anlegges med et jordvolum på minimum 15 kubikkmeter for å trives og utvikle seg normalt (Oslo kommune, faktaark om bytrær og overvann, 2018). Også i regnbed bør dette volumkravet innfris. Videre bør trær plasseres på små forhøyninger i regnbedet for å unngå drukning når regnbedet fylles med vann (Laukli, 2017). Det er avgjørende at regnbed med trær anlegges med drenerør, spesielt i situasjoner med tette undergrunsmasser, slik at det ikke blir stående vann i bunnen av de drenerende regnbedmassene over tid. Dette vil skade treets røtter og i verste tilfelle drukne treet (Oslo kommune, faktaark om bytrær og overvann, 2018).

I overvannsanlegg anbefaler Oslo kommune arter av *Alnus*, *Salix* og *Populus* som selje, pil, poppel, osp, gråor og svartor, grunnet deres evne til å ta opp vann straks det blir tilgjengelig i jorda, samt tåle perioder med oversvømmelse (Oslo kommune, faktaark om bytrær og overvann, 2018). Kristin Moldestad i Norsk Trepleieforum foreslår i tillegg *Sorbus hybrida* f.k. Stord - rognasal, *Prunus padus* - hegg, *Sambucus nigra* - svarthyll og *Coryllus avellana* - hassel via FAGUS sin rådgivningstjeneste.

Videre påpeker Moldestad at dersom trærne plasseres på terrenghauger som ikke oversvømmes, kan sannsynligvis en rekke treslag kunne benyttes i regnbed. I tillegg til foreslåtte løvtrær vil det av hensyn til prydderdi i vinterhalvåret være interessant å komme frem til egnede vintergrønne trær og busker for regnbed. For mer informasjon om trær i overvannshåndteringen anbefales [Oslo kommunes faktaark om tematikken](#).



Ved å plassere trærne på små terrenghauger i regnbedet, reduseres drukningsfaren. Da kan sannsynligvis et større utvalg av treslag benyttes.

Det er verdt å merke seg at løvfellende trær og busker i regnbed utgjør en driftsutfordring ved at løv tetter renner, sluk, innløp og utløp. Dette problemet gjør seg også gjeldende dersom trærne er plassert rett oppstrøms regnbedet (Ingrid Børsting, personlig kommunikasjon, 2021). Bruk av trær og busker i regnbed øker dermed driftskostnadene og bør avstemmes mot byggherres ambisjoner for driftsfasen slik at det budsjetteres for nødvendig skjøtsel.

I regnbed med både trær og stauder, kan også konkurranse om vann og næringsstoffer redusere plantetrivsel og tilvekst. Vanningsposen på trærne i etableringsfasen er da spesielt viktig. Videre kan skjøtsel av stauder i trærnes rotsone hemme veksten. I samplantinger med både trær og stauder, bør derfor regnbedet utformes slik at staudene kan skjøttes fra kanten, uten at gartneren må trække ut i bedet (Ingrid Børsting, personlig kommunikasjon, 2021).

PLEN I REGNBED

Befaringsresultatene antyder at plen eller lavtvoksende gress er uegnet som vegetasjon i urbane regnbed fordi det innbyr til bruk og slitasje som regnbed ikke tåler. Der gresset slites vekk eller jorda komprimeres, hemmes også regnbedets infiltrasjonsevne. Regnbedene vi har befart med gress ligger i områder med intensiv bruk, der hvert regnbed har liten utstrekning og er omgitt av harde flater. Dette øker trolig påvirkningene fra tråkk og lek. I fordrøyningsarealer som inngår i større grøntområder i parker eller borettslag kan trolig plen fungere bedre enn i smale regnbed som utsettes for mange urbane påvirkninger.

LÆRDOM FRA ETABLERTE ANLEGG

Etterspørselen etter kunnskap om egnede regnbedplanter tydeliggjør behovet for å samle erfaringer fra de anleggene som nå er etablert, sortert etter ulike stedlige forhold. I den sammenheng ønsker vi å trekke frem det pågående doktorgradsarbeidet til Kirstine Laukli, der hun evaluerer staudene i regnbedene i Bjørnstjerne Bjørnsons gate i Drammen.



I Deichmans gate er det ikke plantet trær direkte i regnbedene, men det inngår flere store trær i anlegget. Løvet utgjør en ekstra driftsutfordring om høsten. Hvis det ikke fjernes fra renner og innløp, kan det blokkere vannets vei inn i regnbedene. Foto: Jan Inge Rygh

I anlegget er det gjort et utvalg av 26 arter med god dekningsgrad, høy pryddverdi, høy toleranse for skiftende fuktforhold og lav risiko for spredning. De samme plantene er brukt i regnbedene og i referansebed med vanlig vekstjord der beplantningen ikke blir utsatt for salt og forurensningsstoffer fra vegen. Plantene skal vurderes ut fra kriterier om både funksjon og pryddverdi (Laukli, 2017).

Resultatene fra dette arbeidet vil kunne gi oss verdifulle erfaringer med regnbedplanter egnet for et tungt vegmiljø med mye trafikk. Basert på utvelgelseskriteriene er det sannsynlig at mange av plantene som fungerer i Bjørnstjerne Bjørnsons gate også egner seg for regnbed i mindre trafikkutsatte områder.

Det pågår også viktig forskning ved Landskapslaboratoriet ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, NMBU. I universitetsparken ble det i 2020 anlagt en kombinert vadi og regnbed med bruk av 27 norske naturplanter i tillegg til trær og busker. Formålet er å etterlikne kulturlandskap der plantene, etter etableringsfasen, skal kunne skjøttes ved hjelp av slått (Fredriksen & Ødegård, 2020). Tiltaket ligger i universitetsparken og mottar takvann og vann fra en parkeringsplass. Det vil derfor i mindre grad være utsatt for forurensningsstoffer, tråkk og andre utfordringer vi kjenner fra mer urbane miljøer. Beplantningen følges opp og evalueres av forskere tilknyttet Landskapslaboratoriet. Erfaringene herfra vil være viktige med tanke på å utarbeide mer naturliknende beplantninger med redusert skjøtselsbehov.

ERFARINGER FRA DEICHMANS GATE

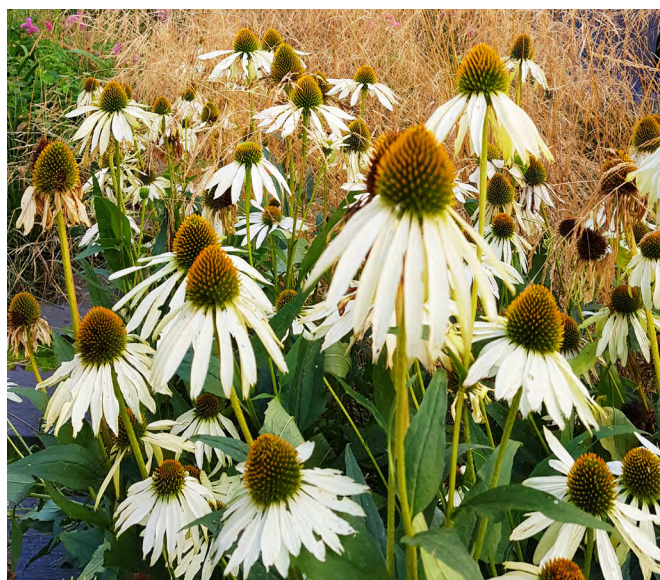
Etter fire vekstsesonger har vi også mulighet til å si noe om erfaringer med plantene i Deichmans gate. Beplantningen er inspirert av frodig engvegetasjon og består av 23 stauder og pryddress. Kombinasjonen av høyvokste og lavere stauder skaper dybde og variasjon og fokus har vært på blomstring gjennom sesongen. Artene som er brukt i regnbedene er også brukt i vanlige plantebed som referanse.

I løpet av etableringsfasen har det både vært lange perioder med ekstrem varme og tørke og kalde perioder med mye nedbør. Skiftende forhold til tross, har alle plantene etablert seg godt og kan anbefales for regnbed med liknende stedlige forutsetninger. Der plantemateriale har gått ut skyldes det ikke vekstbetingelsene i regnbedjorda, men tråkk, lagring og parkering i bedene. Enkelte planter av *Carex Morrowii* 'Ice Dance' hadde dårlig vekst første sesong og ble erstattet med *Carex siderosticha* 'Variegata', men etter tre sesonger har begge sortene etablert seg godt. Det er ikke observert forskjell i tilvekst og trivsel mellom planter i regnbedene og de vanlige plantebedene (Gerd Minde, personlig kommunikasjon, 2020).

I Deichmans gate ligger bedene i skygge eller halvskygge store deler av dagen. Det kan ha betydning for hvor raskt beplantningen tørker ut i varme perioder. Deichmans gate er kjørbar, men det er likevel lite påvirkning fra vegtrafikk og forurensning. Gatene saltes ikke. Det er dermed ikke gitt at samme utvalg planter egner seg i en situasjon med større trafikkbelastning eller i full sol. Beplantningskonseptet må alltid tilpasses oppdragsgivers ønsker og stedlige forutsetninger som solforhold, type avrenning, forventet bruk av anlegget og ønsket vegetasjonsuttrykk.

Planteliste Deichmans gate

Anemone japonica 'Honorine Jobert' - Høstanemone
Alchemilla mollis - Praktmarikåpe
Astrantia major 'Snow star' - Stjerneskjerm
Calamagrostis x acutiflora 'Karl Foerster' - Fagerrørkvein
Calamagrostis x acutiflora 'Overdam', Fagerrørkvein
Carex morrowii 'Ice Dance' - Spraglete starr
Deschampsia cespitosa 'Goldschuleier' - Sølvbunke
Echinops bannaticus - Grå kuletistel
Eryngium giganteum 'Silver Chost' - Kjempemannstro
Echinacea purpurea - Rosa purpursolhatt
Echinacea purpurea 'White Swan' - Hvit purpursolhatt
Geranium renardii - Rynkestorkenebb
Hosta 'Guacamole' - *Hosta* 'Guacamole' - flere grønne nyanser
Hosta sieboldiana 'Elegans', Dogghosta - blålig
Helenium 'Rubinzwerg' - Solbrud
Iris chrysographes 'Black form' - Svart iris
Iris white hybrid - Hvit iris
Nepeta rasemosa 'Snowflake' - Hvit kattermynte
Rodgersia aesculifolia - Bronsjeblad,
Sesleria autumnalis - Svenskegras
Sanguisorba officinalis 'Purpurea' - Mørkerød kvesurt
Sanguisorba tenuifolia 'White Tanna' - Hvit kvesurt
Partenocissus quinquefolia - Klatrevillvin



Hvit solhatt og pryddress i Deichmans gate.



Staudbeplantningen i Deichmans gate er inspirert av frodig engvegetasjon.

OPPSUMMERING - RETT PLANTEVALG FOR REGNBED

- Velg tørketålede arter. Fordi regnbedjorda raskt drenerer vekk vann, utgjør tørke et større problem for plantene enn sporadisk oversvømmelse ved regnskyll.
- Tilpass planteplanen etter interne variasjoner i fuktforholdene. Langs skrånende sidekanter og lengst vekk fra innløpet vil det være tørrere enn nærmest innløpet.
- Velg planter med god dekningsgrad. Det reduserer faren for uttørking, men også faren for tråkk i regnbedet.
- Tilpass plantevalget etter forventet bruk av anlegget. Vegmiljø eller områder med intensiv bruk og lek krever mer robuste planter enn park og borettslag. Ferdige staudeblandinger eller vegetasjonsmatter kan være et robust alternativ i anlegg der det forventes intensiv bruk.
- Vurder bruk av trær og busker i eller oppstrøms regnbed mot byggherres ressurser i driftsfasen. Løvfellende trær og busker øker driftsbehovet og kostnadene fordi løv må fjernes fra renner, innløp, utløp og sluk.
- Lag en plan for å evaluere plantevalget etter etableringsfasen. På denne måten kan vi høste erfaringer fra regnbedene som etableres.

HERLIGHETSVERDIER

Regnbed og andre åpne overvannstiltak fyller flere funksjoner enn kun håndtering av vann. Med rett utforming, kan åpen overvannshåndtering bidra til både økt biologisk mangfold eller sosiale gevinster som rekreasjon, lek, læring og undring. Det er dette som kalles herlighetsverdier. For at disse tilleggskvalitetene skal la seg realisere, må de også planlegges for og forankres tidlig i prosjekteringen. Herlighetsverdier kan eksempelvis bestå i integrering av kunst, lekeelementer, pollinatorvennlig vegetasjon eller informasjonsskilt. Nedenfor er noen slike elementene beskrevet.

TRÅKKHELLER

I Deichmans gate er det installert tråkkheller som danner små stier og labyrinter gjennom enkelte av plantebedene og regnbedene. Spørreundersøkelsen gjennomført av Nevedda Sivakumar og Mallory Petersen Chamberlain viser at blant beboerne svarer 75 % av 36 respondenter at de er tilfreds eller svært tilfreds med dette tiltaket. Tråkkhellene er spesielt attraktive for skolebarna som stedvis kan forsvinne helt innimellom det høye pryddresset. Også i andre anlegg har vi sett vellykkede eksempler på tråkkheller gjennom regnbed og vegetasjonsfelt. Dette er et relativt billig og enkelt tiltak som også kan bidra til å kanalisere uønsket tråkk til definerte passasjer.

Tråkkhellene i Deichmans gate danner passasjer og små labyrinter gjennom det høye pryddresset.





Vannskulpturene i Deichmans gate er både dekor og lekeplass.

LEKEN KUNST

Vannskulpturene i Deichmans gate er et godt eksempel på at brukskunst og lek er en attraktiv kombinasjon. Ved regnvær samler de massive granittelementene takvann i små, sirkulære bassenger som fremstår som oaser for lek innimellom den frodige regnbedvegetasjonen. Innen neste regnskyll har bassengene tørket ut igjen og fremhever på denne måten kontrastene mellom vått og tørt og overvannet som en ressurs som har evnen til å danne midlertidige kvaliteter i uterom. I det hellende terrenget ned mot Møllergata danner vannskulpturene sittekanter som er naturlig integrert i helheten. Også mens staudebeplantningene er visnet ned gjennom vinterhalvåret, bidrar vannskulpturene til et positivt helhetsinntrykk av anlegget. Spørreundersøkelsen fra Nevedda og Mallory viser at skulpturene er godt mottatt blant beboerne i Deichmans gate, og vi kan trygt anbefale liknende installasjoner i andre anlegg.

Størrelsen på bassengene er avgjørende for at det oppsamlede vannet skal utgjøre et positivt element. Blir bassengene for store, blir også vannet stående lenger, noe som kan gi algeoppblomstring, luktproblematikk, klekking av stikkemygg eller misfarging av steinoverflaten. For å unngå at partikler og forurensningsstoffer forringer vannkvaliteten på denne typen midlertidige bassenger, bør de kun motta takvann.



Dette anlegget mottar forurenset vann fra vei- og gatearealer, og bassenget på bildet er dimensjonert så det sjelden tømmes. Det gir et sumpaktig uttrykk som forringer helhetsinntrykket av anlegget. Bassenget kunne heller vært anlagt som et regnbed med vegetasjon og permeabel bunn – og slamlomme ved innløpet.



Befaringene har vist oss flere gode eksempler der midlertidig vann danner små fuglebad eller gir grunnlag for plaskende lek. Her er en miniatyrvariant til glede for fugler og den observante besøkende.
Foto: Magnus Greni



INFORMASJONSSKILT

Som påpekt under *Utforming og plassering* på side 34 er det mange som ikke kjenner funksjonen til regnbed og andre åpne overvannstiltak. Urbane regnbed gir en god mulighet til å fortelle historien om håndtering av nedbør etter naturens egne prinsipper. I mange prosjekter vi kjenner fra utlandet, er informasjonsskilt en naturlig del av overvannsanleggene. Skiltene forteller om hydrologi, klimaendringer, urban overvannshåndtering, hvilke arter som kan forventes å finnes i dette miljøet og hvilke tiltak man selv kan gjøre for å redusere avrenning og forurensning av overvann. På denne måten kan informasjonsskilt heve opplevelsen av et regnbed fra noe rent rekreativt, til et element som kan by på læring og undring, men også inspirasjon til å gjøre tiltak på egen eiendom. Skilting kan også bidra til større toleranse for mer naturlige beplantningskonsepter, fordi de besøkende har forståelse for at anlegget har funksjoner utover pyrd.

Informasjonsskiltene gir merverdi til dette anlegget i Portland. På skiltene kan besøkende lese om parkens bidrag til overvannshåndtering og om arter og natur som hører hjemme i området og som er gjenskapt i parken. Foto: Rambøll.



Dette skiltet fra Seattle er et fint eksempel på lettfattelig informasjon om hvordan overvannsanlegget fungerer.

ÅRSTIDSASPEKTET

I Norge har vi en lang og kald vintersesong der vegetasjonen gjør lite ut av seg. For å forlenge perioden med prydd, både i vanlige plantebed og i regnbed, må man spille på hele repertoaret av planter, fra tidligblomstrende løk til rikt blomstrende stauder, vintergrønne planter og pryddress med aks som står gjennom den kalde årstiden. Det er ikke alltid mulig å implementere alle disse variasjonene i et regnbed, men også trær, løk og vintergrønne planter i andre deler av anlegget kan bidra til å heve helhetsinntrykket gjennom vinteren. Også andre elementer, som tråkkheller, vannskulpturer eller informasjonsskilt, vil gjøre anleggene mer interessante når plantene er visnet ned for sesongen.

BUFFET FOR BIER

Åpen overvannshåndtering innebærer flere grønne overflater som kan utgjøre leveområder, matfat og forbindelser for et mangfold av insekter og pollinatorer, fugler, flaggermus, amfibier og pattedyr. Ved valg av beplantning til regnbed er det nærliggende å ta hensyn til pollinerende insekter ved å velge planter med mye tilgjengelig nektar og pollen. Ikke bare bier og humler har glede av gode pollenplanter, men også sommerfugler, blomsterfluer, biller og veps. Spesielt tidligblomstrende arter er verdifulle for pollinatoren våre. Da er matmangelen størst og matreservene tomme etter en lang vinter.

Åpen overvannshåndtering gir mulighet for å tilrettelegge for pollinerende insekter med blomstrende planter fra tidlig til sent i sesongen.

OPPSUMMERING - IMPLEMENTERING AV HERLIGHETSVERDIER

- Planlegg for herlighetsverdier fra starten av prosjektet slik at dette forankres og budsjetteres for.
- Spill på registeret av tiltak for å skape variasjon, interaksjon, kontraster, aktivitet, lek, læring, undring, inspirasjon og inntrykk.
- Bruk informasjonsskilt for å formidle regnbedets funksjon.
- Ta hensyn til årstidsaspektet ved å bruke planter med pryddverdi fra tidlig til sent i sesongen.
- Bruk arter med mye nektar og pollen for å legge til rette for pollinatorer.



DRENERING

Et regnbed skal både **infiltrere små regnskyll** ved å lede overvannet til grunnen og **fordrøye større nedbørshendelser** ved at vannet stuves opp på overflaten av regnbedet.

Når fordrøyningskapasiteten i regnbedet overskrides kan overvannet ledes via et overløp til tilgrensende arealer som tåler oversvømmelse. Dersom dette ikke lar seg gjøre, kan overløpet ledes til det kommunale overvannsnett, da gjerne med strupet utløp som begrenser videreført vannmengde. Dette skal kun skje ved nedbørshendelser større enn hva regnbedet er prosjektert for.

En helhetlig og god plan for overvannshåndtering forutsetter også at overløpet fra regnbed ledes til en flomvei ved nedbørshendelser som er så store at kapasiteten på det kommunale overvannsnett overskrides. Å sikre **avrenning til trygge flomveier** anses som det viktigste tiltaket mot lokal oversvømmelse.

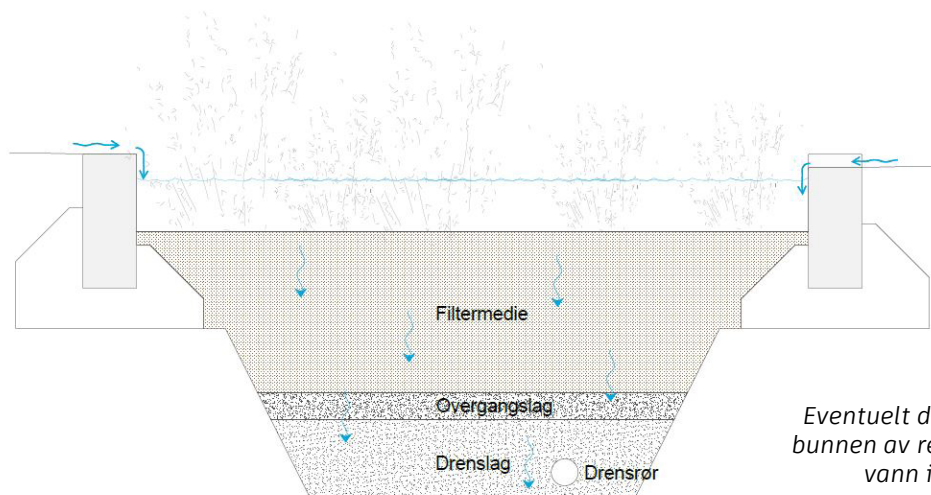
Dersom regnbedet er planlagt etablert i områder med forurensset grunn eller deponiområder må det etableres med tette masser eller membran i bunnen for å hindre spredning av forurensning og eventuelle stabilitetsforandringer som følge av endringer i grunnvannstand. Er det dårlige grunnforhold, høy grunnvannstand eller de stedlige massene består av tett leire er det behov for en dreneringsledning som leder overvannet vekk fra området.

DRENSLEDNING

Som beskrevet i kapittel 1 vil det i urbane områder ofte være faktorer som gjør at regnbed bør dreneres, blant annet fordi man ikke har kontroll på hvor infiltrert vann havner. Vannet kan følge eksisterende grøfte- og rørtraseer under bakken og skape problemer med fukt i kjellere eller vannansamlinger på uønskede steder nedstrøms. Ved etablering av drensledning kan det infiltrerte vannet ledes kontrollert til et vassdrag, nærliggende områder som tåler oversvømmelser eller til en etablert overvannsledning. Det er et mål å lede minst mulig overvann til det kommunale ledningsnett, og muligheten for grunn og dyp infiltrasjon lokalt bør derfor vurderes.

Drensledningen legges i det nederste sjiktet i regnbedet, men kan med fordel ligge litt over bunnen i drenslaget. Ved å plassere drensledningen 10-15 cm over bunnen av drenslaget vil det også kunne stå noe vann i de drenerende massene under røret. Dette gir en viss fordrøyende effekt, som i mange tilfeller være gunstig med tanke på å holde vann tilbake lokalt.

Drensledningen må dimensjoneres slik at den har kapasitet til å lede overvannet videre. Det er også kritisk at drensledningen legges over normal grunnvannstand. Dersom drensledningen etableres under grunnvannstand, vil man drenere vekk grunnvannet, noe som verken er gunstig for vannbalansen i området eller belastningen på overvannsnett drensledningen leder til.



Eventuelt drensledning anlegges 10 - 15 cm over bunnen av regnbedet slik at det også kan stå noe vann i de drenerende massene under røret.

Ved etablering av regnbed i nærheten av bygg er det viktig å legge drensledningen slik at den ikke samtidig tar med seg drensvannet fra bygget. Disse to drenssystemene skal helst ikke blandes.

Ved anleggelse av drensledning må det også tilrettelegges for drift og vedlikehold. Om drensrøret skulle gå tett må man ha tilgang til å spyle røret. Dette kan løses på flere måter. En mulighet er etablering av overløp som leder ned til drensledningen, og dermed gir tilgang til spyling via overløpet. Dette legger også til rette for transport av vann til grunnen dersom regnbedoverflaten er tett av snø eller is i en vintersituasjon. En annen mulighet er å legge drensrøret opp i dagen med terset ende i toppet av regnbedet. Det kan også anlegges en stake/spylekum for å sikre tilgang til drensledningen.

De fleste kommuner har krav til maksimal tillatt videreført vannmengde til kommunalt nett. Ved påslipp til kommunalt ledningsnett, eller om man av annen grunn har behov for å ha kontroll på det hydrauliske utløpet fra regnbedet bør drensledningen strupes (Kim & Braskerud 2013). Ved å strupe drensledningen vil man både kunne begrense videreført vannmengde og ha kontroll på hvor vannet havner. En strupet løsning vil i tillegg øke regnbedets evne til å holde tilbake vann (Kim & Braskerud 2013). Et alternativ til strupet drensledning er å lede vannet videre til en kum med mengderegulator, eksempelvis et virvelkammer, som begrenser videreført vannmengde ut av kummen.

OVERLØP

Når regnbedvolumet er fylt opp er det viktig å ha et velfungerende overløp som leder vannet videre til vassdrag, tilgrensende arealer som tåler oversvømmelse eller kommunalt overvannsnett. Det er to hovedprinsipper for overløp ut fra regnbed; enten sluk i regnbedet som leder overvannet til det kommunale overvannsnettet eller overløp over kanten av regnbedet og ut på terreng.

Ved bruk av sluk som overløp må sluket anlegges opphøyd i regnbedet. Høyden på overløpet bestemmes ut ifra hvor mye oppstuvning som er nødvendig for å oppfylle fordrøyningskravet, ofte 10 – 20 cm over regnbedoverflaten. Ved bruk av overløp må kanten på regnbedet anlegges noen centimeter høyere enn overløpet. Dette gir en sikkerhetsmargin ved anleggelse, og sørger for at overvannet ledes til sluket før det ledes ut over kanten av regnbedet.

I situasjoner der det ikke er ønskelig med overløp til kommunalt overvannsnett, kan det etableres et utløp i kanten av regnbedet som leder vannet ut på terreng. Et v-overløp er egnet for utløp til terreng fordi utløpsmengden da vil øke med økt vannstand i regnbedet. Et v-overløp kan kombineres med et større utløp, hvor v-overløpet eksempelvis er dimensjonert for en 5-års nedbørhendelse og det øvrige overløpet er dimensjonert for nedbør som overskrider dette. Ved utløp på terreng er det viktig at overvannet ledes videre til en sikker flomvei.

UTLØP TIL FLOMVEI

En helhetlig og robust overvannshåndtering sikres ved å lede vann fra regnbedets utløp til en flomvei nedstrøms. Dette kan sikres med en renne, lavbrekk eller godt terrengfall.

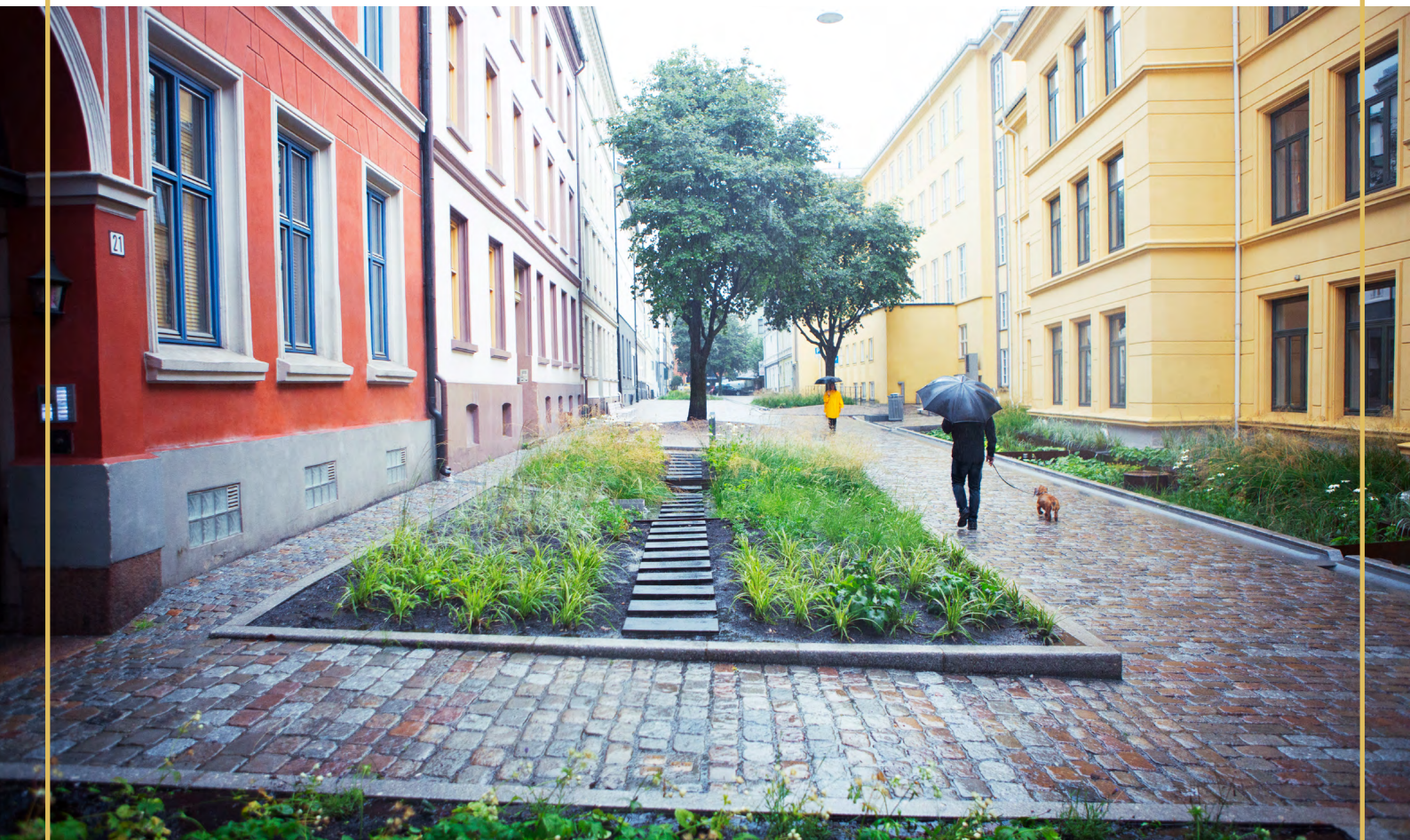


V-overløp ut fra regnbed på Risvollan, Trondheim.
Foto: Arvid Ekle

OPPSUMMERING - DRENERING AV REGNBED

Å sikre avrenning til og ut av regnbedet er kanskje de to viktigste faktorene for en helhetlig og god håndtering av overvann.

- I tett bykjerne med dårlige grunnforhold må urbane regnbed anlegges med drensledning slik at man har kontroll på hvor vannet tar veien. Man bør da etterstrebe og lede vannet til vassdrag eller områder nedstrøms som tåler oversvømmelse.
- Drensledningen må dimensjoneres ut ifra forventet infiltrasjonskapasitet og kan med fordel monteres 10-15 cm over bunnen av drenslaget.
- Overløp via sluk til kommunal ledning eller vassdrag må anlegges slik at man oppnår ønsket oppstuvning i regnbedet. Utløp over kanten av regnbedet må da anlegges noen centimeter høyere enn planlagt sluk.
- Det må sikres at avrenning fra utløpet over kanten av regnbedet ledes til flomvei eller annet oversvømmelsesareal.





DEL 3 - ANLEGGELSE

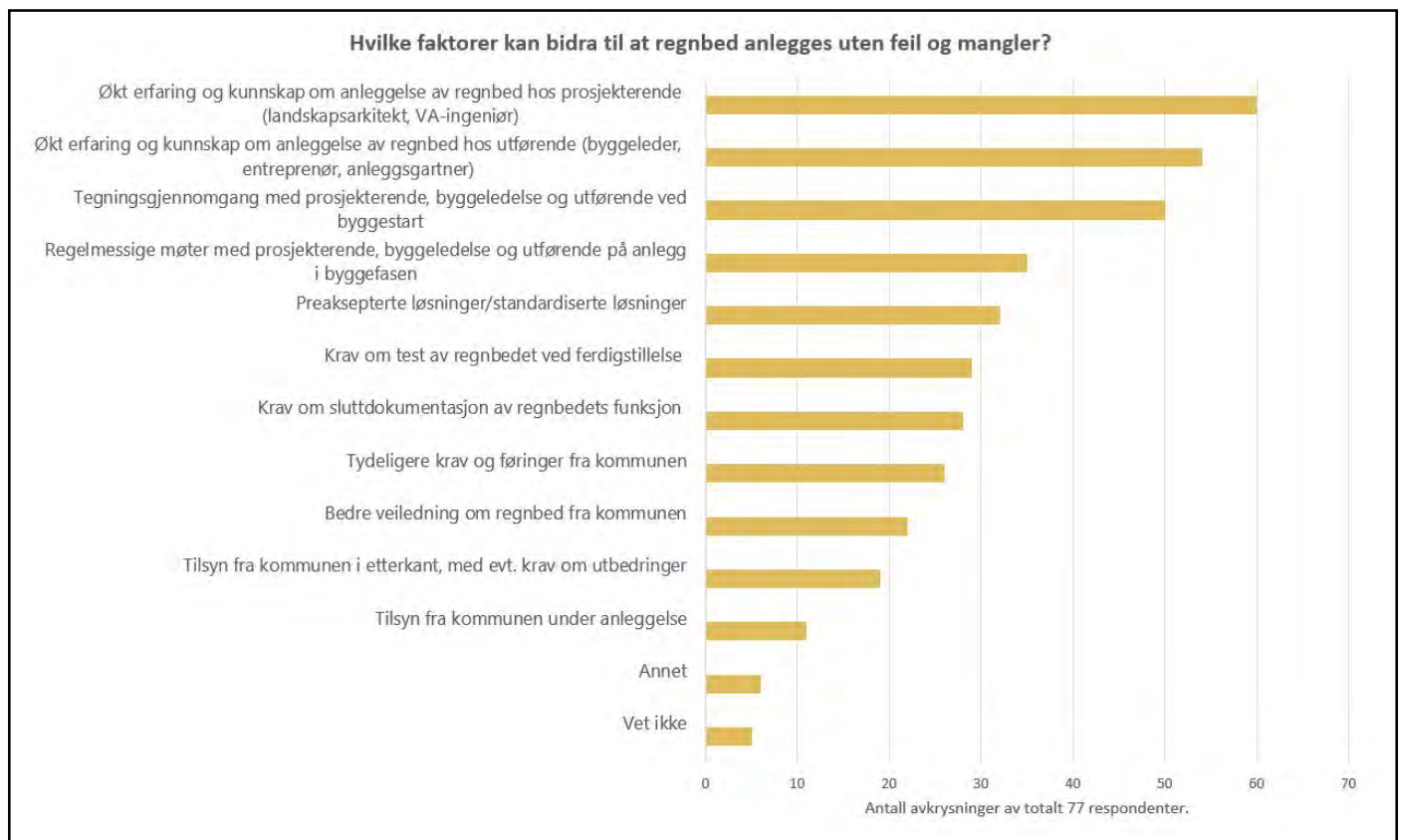


Å ANLEGGE VELFUNGERENDE REGNBED

Vi har erfart at riktig anleggelse er kritisk for regnbeds funksjon og at selv marginale feil under bygging kan ha store konsekvenser. Resultatene fra spørreundersøkelsen tyder på at noen av hovedutfordringene ved anleggelse er å oppnå tilstrekkelig fall mot regnbedet og å anlegge fungerende innløp, overløp og utløp. De samme utfordringene observerte vi også på befaringene hvor vi så at en stor andel av regnbedene hadde feil på fallforhold, forhøyede kanter og uhensiktsmessige innløpsarrangementer som førte til at regnbedene ikke mottok vann som planlagt. En evaluering av 17 overvannsanlegg i Oslo viste at feil på tilrenning eller avrenning var den hyppigst indentifiserte feilen og forekom i hele 71 % av prosjektene (Drageset, prosjektoppgave NTNU, 2018).



Fordrøyningsvolumet i dette regnbedet er rammet inn av plater i cortenstål. Ved anleggelse har ikke stålplatene blitt montert helt inntil hverandre. Selv om dette er en relativt liten feil, er resultatet at fordroyning på overflaten forhindres. Ved store nedbørshendelser vil vannet i stedet havne i veien og bygårdene nedstrøms regnbedet.



Deltagerne i spørreundersøkelsen svarte blant annet på hvilke faktorer som kan bidra til at regnbed anlegges uten feil og mangler. Svaralternativene som handler om økt kunnskap, erfaring og dialog i anleggsfase får flest avkryssninger.

Respondentene som krysset av alternativ «annet» ble bedt om å spesifisere svaret sitt. Det ble da påpekt at det er nødvendig med tilstrekkelig engasjement og interesse hos de involverte, at det er nødvendig med oppfølging av etablerte anlegg over tid og at det ofte beskrives filtermasser og vekstmasser som ikke produseres i Norge. En kommenterer at det er lurt med «alle disse punktene», men at dersom det blir for komplisert kan det være en fare for at utbygger dropper det.

DETALJERT PROSJEKTERINGSGRUNNLAG

Respondentene i spørreundersøkelsen med erfaring fra anleggelse svarer at årsakene til at regnbed anlegges med feil og mangler ofte er at tegninger og beskrivelser mangler, er ufullstendige, uhensiktsmessige eller med feil.

Drageset (2018) fant i sin evaluering av overvannsanlegg i Oslo at det tilsynelatende forelå detaljprosjektering i plan og snitt i kun 3 av 11 undersøkte prosjekter med planlagte regnbed. Regnbedene som var anlagt med et mangelfullt tegningsmateriale hadde også flere feil og mangler, noe som indikerer at det er sterk korrelasjon mellom suksessfull overvannshåndtering og god og tilstrekkelig detaljert prosjektering. Et mulig tiltak for å forbedre fremtidige anlegg er strengere krav til detaljprosjektering før det gis igangsettingstillatelse (Drageset, 2018).

Arbeidsunderlaget må være detaljert nok til at selv utførende med lite erfaring kan bygge et funksjonelt anlegg. Tegningsleveransen bør minimum inneholde en overordnet dreneringsplan, en godt detaljert teknisk landskapsplan, relevante snittegninger og beskrivelse. Hva som bør inngå i tegninger og beskrivelse er angitt som huskelister bakerst i dette kapitlet.



FORSTÅELSE AV REGNBEDETS FUNKSJON

I prosjektoppgaven til Drageset (2018) ble det konstatert at selv i prosjekter der det forelå delvis eller fullstendig detaljprosjektering ble anleggene likevel bygget med feil. Et eksempel er et prosjekt der landskapsplanen viste fallpiler mot regnbed og infiltrasjonsområder, men flatene rundt likevel ble anlagt med fall mot sluk. Utførende forsto trolig ikke hensikten med fallpilene og anla derfor fall mot sluk etter tradisjonell praksis i stedet for mot regnbedet (Drageset, prosjektoppgave NTNU, 2018).

Manglende kunnskap om regnbedets tiltenkte funksjon trekkes frem av både de prosjekterende og utførende i spørreundersøkelsen som en mulig årsak til at regnbed blir anlagt med feil og mangler. I spørreundersøkelsen blir det kommentert at det er viktig at entreprenørene behandler regnbed som noe annet enn et vanlig terrenginngrep. De som anlegger regnbedet må kjenne til regnbedets tiltenkte funksjon for å gjøre en god jobb, og dette må sikres i dialog med de som prosjekter bedet.

Landskapsingeniør Ingrid Børsting i Sten og Lund bekrefter at både anleggsgartneren som skal bygge og vedkommende som skal skjøtte og drifte regnbed har nytte av å kjenne til det overordnede overvannskonseptet og regnbedets funksjon. Hun etterlyser større innsikt i planlagte avrenningsmønstre, flomveier og hvordan vannet er tenkt å renne mellom tiltakene i anlegget. Når anleggsgartneren forstår bakgrunnen for utformingsvalgene bedre, gir det også mindre sjanse for feil og mangler ved anleggelse (Ingrid Børsting, Personlig kommunikasjon, 2021). At utførende må ha forståelse av anlegget og at målet med regnbed må formidles tydelig fra byggherre og prosjekterende til utførende er også en av konklusjonene i rapporten *Overvann som ressurs* (Vasseljen et al., 2014).

Sluket er anlagt ved innløpet og på samme høyde som overflaten på bedet. Overvannet som ledes til bedet vil derfor ikke stuves opp på overflaten, men gå direkte i sluket. Hvorvidt dette skyldes manglende kunnskap fra prosjekterende eller feil ved anleggelse, er ikke kjent.

DIALOG I ANLEGGSFASE: TEGNINGSGJENNOMGANG OG BYGGEOPPFØLGING

Større mulighet for samarbeid og oppfølging mellom prosjekterende og utførende anses som et suksesskriterium for riktig anleggelse. Det etterlyses av både prosjekterende og utførende, men likevel avdekker spørreundersøkelsen at tegningsgjennomgang, byggeoppfølging og ferdigbefaring i liten grad gjennomføres ved anleggelse av regnbed - kun 12 av 61 respondenter med bakgrunn som prosjekterende huket av for at dette var gjennomført i deres prosjekter. Erfaring tilser at prosjekterende sjeldent blir involvert videre i prosessen etter at tegninger og rapporter er levert til byggherre, og at de derfor har begrenset mulighet til å følge opp, formidle kritiske faktorer og oppdage feil i tide.

Selv om det foreligger godt detaljerte tegninger og beskrivelse i et prosjekt er det hensiktsmessig med en muntlig gjennomgang der prosjekterende kan spesifisere kritiske punkter og fortelle om anleggets tiltenkte funksjon. Et eksempel som gjerne krever muntlig dialog for riktig etablering, er viktigheten av at viskanter anlegges helt i flukt med øvrig dekke der overvannet skal strømme inn i et regnbed.

Et annet punkt som er viktig å få fram i dialog med utførende er hvorfor det er nødvendig at jordoverflaten i et regnbed anlegges helt plant. Vi har sett flere eksempler der helning på jordoverflaten har fått konsekvenser for regnbedets funksjon, blant annet i Deichmans gate der et av bedene er anlagt feil, med en svakt hellende overflate. I en oversvømmelsestest gjennomført av Vann- og avløpsetaten og masterstudenter Nevedda Sivakumar og Mallory Petersen Chamberlain sammen Brann- og redningsetaten ble det tydelig at denne feilen førte til at overvannet rant over kanten av bedet lenge før fordrøyningskapasiteten var utnyttet (Sivakumar, 2020).

“Største utfordring har vært at utførende ikke har kontaktet prosjekterende ved tvil om tegningen er rett forstått.”

Fritekstkommentarer fra spørreundersøkelsen.

“Burde nok bedt om å få bilder og tilbakemelding i etterkant. Prosjektet er ofte over når tegningene er levert.”

Vi har også erfart at filtermediet i regnbed lett komprimeres i anleggsperioden dersom det ikke plantes samtidig med at filtermediet etableres. Under bygging benyttes tunge maskiner og det foregår mye aktivitet ved bedene. Jorda er derfor spesielt utsatt for komprimering i anleggsfasen. Vi har observert prosjekter der regnbedet i anleggsfase er komprimert av gravemaskiner, det har stått firmabiler parkert i bedene eller vært lagret tunge byggematerialer på jordoverflaten til bruk i prosjektet. Ved rask utplantning vil det være mer intuitivt for alle på byggeplassen at bedene ikke tåler tråkk og lagring. Samtidig er planter ansett som den viktigste faktoren for å opprettholde god infiltrasjonskapasitet i regnbed over tid (Paus, 2014) og bør derfor etableres tidlig.

Det kan være krevende å formidle disse viktige suksessfaktorene tydelig via tegninger og beskrivelse. Tegningsgjennomgang og dialog mellom prosjekterende og utførende i forkant av og underveis i byggingen kan derfor være helt avgjørende for et godt resultat. Mulighetene for nødvendig kommunikasjon under bygging øker dersom prosjekterende legger inn kostnader for tegningsgjennomgang, oppfølging og ferdigbefaring i budsjett og kontrakt fra start, og formidler viktigheten av dette til byggherre tidlig.

FUNKSJONSTEST OG FERDIGBEFARING

Den betydelige forekomsten av feil og avvik i overvannsanleggene evaluert av Drageset (2018) tydeliggjør behovet for å kontrollere regnbedets funksjon ved ferdigstillelse av anlegg. Dette avsnittet inneholder punkter som vi mener vil kunne luke vekk de vanligste feilene som oppstår ved anleggelse av regnbed. Anbefalinger for kontrollpunkter og rutiner må bearbeides etter hvert som vi får mer erfaring med ferdigbefaring og kontroll.

Kontroll av avrenningsforhold, jordoverflate, beplantning og plassering av sluk og innløp anses som forholdsvis enkle og rimelig tiltak for kvalitetssikre anleggelsen og bekrefte at regnbedet fungerer som tiltenkt. I byggeprosjekter kreves det allerede at flate tak oversvømmes for å bekrefte at membranen er tett. Endre Langeland i Oslo kommune, VAV påpeker at det trolig er både lettere og rimeligere å gjennomføre oversvømmelsestester av regnbed i og med at de er på bakkenivå og derfor lettere å komme til enn takarealer.

Det viktigste er å kontrollere at vannet renner inn i regnbedet som tiltenkt ved å spyle flatene rundt bedet med en hageslange, brannslange eller ved hjelp av vanntank med pumpe. Et laservater er et enkelt og effektivt hjelpemiddel for å sjekke fall og eventuelle ujevnheter på jordoverflaten (Endre Langeland, personlig kommunikasjon, 2020). Regnbedets nedsenk og høyde på sluk og overløp kontrolleres med tomrestokk. Regnbedets infiltrasjonskapasitet ved ferdigstillelse kan kontrolleres ved hjelp av et MPD-infiltrometer. Det er en god idé å legge inn MPD-målinger hver vekstsesong for å se hvordan plantevekst, nedbrytning av organisk materiale og tilførsel av urbane forurensningsstoffer påvirker regnbedets infiltrasjonskapasitet over tid. Kostnader for kontrollbefaring og funksjonstest av regnbed må forankres tidlig hos byggherre og inkluderes i beskrivelsen.



Testing av regnbedene i Deichmans gate viste at terskelementet ved innløpet ikke var dypt nok til å lede tiltenkte overvannsmengder til bedet. Testingen avdekket også at jordoverflaten i et av regnbedene var anlagt skjevt slik at vannet gikk i overløp over kanten lenge før det prosjekterte fordrøyningsvolumet var fylt opp. Foto: Nevedda Sivakumar og Gerd Minde.

OPPSUMMERING - HUSKELISTER FOR ANLEGGELSE

Som en oppsummering av kapittelet om utførelse presenteres her fire huskelister som kan brukes av prosjekterende ved utarbeidelse av tegninger og beskrivelse, ved tegningsgjennomgang og ved ferdigbefaring. Listene inneholder viktige faktorer vi har blitt gjort oppmerksomme på i arbeidet med denne FoU-en, men kan sannsynligvis suppleres med flere punkter etter hvert som vi får økt erfaring med etablering av regnbed. Huskelistene er også basert på erfaringer og vedlegg 9-10 i prosjektoppgaven til Drageset (2018).



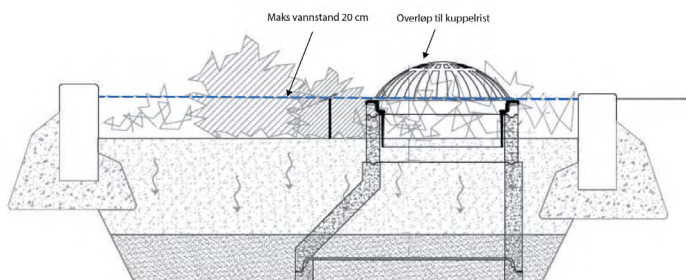
Dreneringsplanen skal vise det overordnede konseptet for overvannshåndtering med piler og polygoner som indikerer avrenningsmønstre og arealer for fordrøyning. Denne dreneringsplanen er utarbeidet av Asplan Viak, mens landskapsplanen er laget av A-lab.

HUSKELISTE FOR TEGNING

- Arbeidsunderlaget må være detaljert nok til at selv utførende med lite erfaring kan bygge et funksjonelt anlegg. Tegningsleveransen bør minimum inneholde en overordnet dreneringsplan, en godt detaljert teknisk landskapsplan, relevante snittegninger og beskrivelse.
- Det må utarbeides en dreneringsplan som viser det overordnede konseptet for overvannshåndteringen med piler som indikerer avrenningsmønstre, fordrøyningsvolum og flomvei gjennom og ut av området.
- Den tekniske landskapsplanen må inneholde informasjon om fallforhold og tilrenning angitt med fallpiler, punkthøyder, kotelinjer og kotehøyder.
- Alle elementer med relevans for overvannshåndteringen må markeres tydelig, eksempelvis taknedløp, renner, kanter, innløp, utløp, overløp og sandfang.
- Landskapsplanen må vise hvordan flomveier skal etableres og opprettholdes.
- Dybden på regnbedets nedsenk og informasjon om høyder på innløp, utløp, overløp og kanter vises i målsatte snitt.
- Viskanter med relevans for tilrenning, avrenning eller flomveier må komme tydelig frem i tegningsmaterialet. Der det skal være 0-vis som innløpsløsning må det formidles tydelig at denne skal være helt plan.
- Bruk av spesialelementer, for eksempel i forbindelse med renner og innløp krever ytterligere detaljtegninger.

HUSKELISTE FOR BESKRIVELSE

- Spesifiser hvilke kanter som skal anlegges med 0-vis.
- Sammensetning av filtermedieblending med mengder angis i vol. %. Det må komme frem hvilken type kompost og hvilke sandfraksjoner som inngår og at det skal benyttes natursand (enn så lenge). Ved tilsetning av biokull må beskrivelsen angi opphavsmateriale, fraksjon og at kullet skal være iblandet en form for gjødsel.
- For å opprettholde infiltrasjon må ikke massene i filtermediet komprimeres under anleggelse. Det spesifiseres i beskrivelsen.
- Spesifiser at utplanting skal skje samtidig med utlegging av filtermediet.
- Funksjonstesting av regnbedet ved ferdigstillelse bør inngå som en del av beskrivelsen slik at dette kan prises inn av entreprenøren.
- Skjøtselsplan vedlegges slik at intensjonene for beplantningen blir med inn i byggefasen.



Under tegningsgjennomgangen må prosjekterende formidle hvilke høyder og fall som er viktige. En snitttegning som viser at overløpet skal monteres med en angitt ans vand over regnbedoverflaten er et godt kommunikasjonsverktøy.

HUSKELISTE FOR TEGNINGSGJENNOMGANG

- Etabler god kontakt med utførende. Oppfordre til videre samarbeid og lav terskel for å ta kontakt dersom det oppstår spørsmål på byggeplassen.
- Se på dreneringsplanen sammen for å skape forståelse for helheten i overvannskonseptet. Formidle anleggets tiltenkte funksjon og formålet med de ulike løsningene som er valgt.
- For at regnbedet skal motta vann må det være fall mot regnbedet og renner, innløp og kanter må anlegges med riktig høyde. Små feil her har stor betydning og vil fort kunne føre til at vannet ikke renner inn i regnbedet. Formidle hvilke prosjekterte fallretninger og punkthøyder som er vesentlige for at vannet skal havne riktig sted.
- Formidle at jordoverflaten må anlegges helt plan slik at vannet fordeles i hele bedet.
- Gjennomgå snitttegning som viser nedsenk. Formidle at regnbedet skal fungere som et midlertidig basseng som må være nedsenket i forhold til omkringliggende terreng.
- Vis at utløp og overløp skal plasseres med en angitt avstand over bunnen av regnbedet slik at det kan stå et volum med vann her. Avstanden er i henhold til beregninger for regnbedet.
- Vis hvilke kanter som skal være uten vis og at de må være anlagt helt plant for at overvannet skal kunne passere.
- Fortell hvorfor det er viktig at massene ikke komprimeres og at utplantning derfor må skje samtidig med utleggelse av filtermediet.
- Formidle behov for midlertidig gjerde for å minimere tråkk under etablering.

HUSKELISTE FOR FERDIGBEFARING OG FUNKSJONSTESTING

- Kostnader for kontrollbefaring og funksjonstest må forankres hos byggherre og inkluderes i beskrivelsen.
- Kontroll av tilrenning til regnbedet kan utføres ved å spyle tilgrensende flater med en hageslange, brannslange eller vanntank med pumpe.
- Sjekk at innløpsarrangementene fungerer og at regnbedet mottar vann fra planlagte flater.
- Er utløp og overløp plassert i riktig høyde? Kontrolleres med tomrestokk.
- Er kanter etablert med riktig vis og nedsenk? Kontrolleres med tomrestokk.
- Er jordoverflaten anlagt helt plan? Kontrolleres med et laservater.
- Er det tette sammenhengende kanter og nedsenk i bedet slik at planlagt maksimal vannstand kan oppnås?
- Kan vannet flomme uhindret til etablerte flomveier, eventuelt annet areal som tåler å oversvømmes?
- Er erosjonskontroll og slamlomme anlagt i henhold til tegning?
- Test mettet hydraulisk konduktivitet, eksempelvis ved hjelp av MPD-infiltrometer. Det bør gjøres mer enn én test i hvert regnbed for å fange opp variasjoner internt i bedet og få en representativ måling. Regnbeds hydrauliske konduktivitet over tid kan undersøkes med årlige MPD-målinger.
- Kontroller beplantningen i henhold til planteplan og planteliste.
- Det foreligger en skjøtselsplan og denne er overlevert til byggherre og gjennomgått med ansvarlig gartner for etableringsskjøtselen.



Foto: Gerd Minde



DEL 4 - SKJØTSEL OG DRIFT



DET URBANE UTFORDRINGSBILDET

Det er skjøtsel- og driftsfasen som avgjør hvorvidt regnbed opprettholder den tiltenkte funksjonen og attraktiviteten over tid.

Erfaringer fra gartnerne vi har vært i dialog med viser at det er liten forskjell på skjøtsel av vegetasjon i regnbed og andre staudebeplantninger i by. I Deichmans gate hadde gartneren mulighet til å sammenlikne dette direkte, fordi de samme plantene er brukt i regnbed og bed med vanlig vekstjord i anlegget. I begge tilfeller er det nødvendig med vanning og lusing under etablering. Selv om skjøtselsbehovet avtar etter de første vekstsesongene, krever beplantning, både i regnbed og regulære staudebed, også oppfølging og skjøtsel over tid.

Det er andre faktorer som påvirker skjøtsel og driftsbehovet i langt større grad enn regnbedjord versus vanlig vekstjord. I en urban kontekst, er det påvirkning og slitasje fra tråkk, avføring og urin fra hunder, forurensningsstoffer, veisalt, hærverk, tyveri av planter, snøopplag i bedene og tilfeller der bed er brukt til parkering eller lagring av bygningsmaterialer som gir størst konsekvens for hvor mye skjøtsel, oppfølging og erstatning av planter som må påregnes (Gerd Minde, personlig kommunikasjon, 2020).

Å opprettholde god plantevekst i regnbed handler ikke bare om den estetiske opplevelsen. Dersom beplantningen dør eller har dårlig tilvekst, er det også stor fare for at jorda komprimeres og mister sin tiltenkte infiltrasjonsevne. Omvendt, ser vi at i regnbed der en klarer å ivareta et robust vegetasjonsdekke, opprettholdes og forbedres infiltrasjonskapasiteten over tid (Lunde, 2020). Vi har også sett at negative påvirkninger forsterker hverandre. Bed med dårlig plantetrvsel og lav prydverdi er i større grad utsatt og også mer sårbare for tråkk, kjøring og avføring eller urin fra hunder. Utforming og skjøtsel av regnbed som sikrer plantetrvsel og minimerer tråkk er med andre ord helt essensielt for å opprettholde regnbedets funksjon over tid.

Regnbed som ikke fungerer er også dårlige ambassadører for åpen overvannshåndtering. De kan påvirke både publikums opplevelse av regnbed som positive innslag i bybildet og utbyggers vilje til å investere i denne typen tiltak.

Tråkk, hundebesøk, lagring av bygningsmaterialer er bare noen av de urbane utfordringene bedene og regnbedene i Deichmans gate har vært utsatt for. På bildene ser vi hvordan et av bedene brukes som oppbevaringsplass for gatestein og hvordan hjørnene på bedene er utsatt for mye tråkk som både sliter vekk plantene og komprimerer jorda.

Foto: Gerd Minde



GARTNER PÅ BUDSJETT

Spørreundersøkelsen avdekker at det største hinderet for en vellykket drift av regnbed er at det ikke settes av tilstrekkelige midler til å utføre nødvendig skjøtsel og oppfølging. Flere av intervjuobjektene i dette arbeidet betegner det som en offentlig tragedie at det legges så mye ressurser i å prosjektere og bygge regnbed, som i neste omgang forfaller og mister sin funksjon som følge av for små driftsbudsjetter. På den annen side, opplyser representanter fra den kommunale forvaltningen at driftsbudsjettet til regnbed ikke uten videre kan oppskaleres. Kommunenes driftsavdelinger har begrensede midler, og må jobbe kontinuerlig for å optimalisere driften slik at kostnadene holdes nede.

Løsningen for å oppnå tilfredsstillende skjøtsel og oppfølging av regnbed ligger trolig i å anerkjenne og adressere begge disse synspunktene. Etter hvert som stadig mer av overvannsutfordringen løses over bakken, er det åpenbart nødvendig at det settes av noe mer midler til drift av urbane regnbed. Samtidig ligger svaret på driftsutfordringen også i å finne utformingsalternativer og løsninger som sikrer en rasjonell og effektiv drift.

Erfaringer fra blant annet New York, Oregon og flere byer i Danmark viser at det kan være positivt og kostnadsbesparende å involvere lokalbefolkningen i drift og vedlikehold av regnbed. Beboere i nærområdet har eierskap til sitt sted og har fordelen av å være «tett på» slik at bedene kan følges opp jevnlig. Tidlig involvering, fellesskapsfølelse rundt prosjektet og kommunikasjon om betydningen av regnbed er da viktige suksessfaktorer

Respondentene i vår spørreundersøkelse har generelt liten tro på at en liknende modell vil fungere i Norge. Deres erfaringer er at også «privat drift» må følges tett opp av fagkyndige for at anleggene ikke skal forfalle. Det er en fare for at frivillig skjøtsel ikke oppleves forpliktende nok og at innsatsen svinger i takt med tilgjengelig fritid og engasjement. Det er ikke bare det estetiske som forfaller hvis skjøtselen ikke blir fagmessig utført, men potensielt også regnbedets funksjon.

Det kan likevel være verdifullt å se nærmere på modeller som gir befolkningen større eierskap til regnbed i sitt nærområde. En idé er å innføre en fadderordning for kommunalt driftede regnbed. Regnbed-fadderer følger spesielt med og kan melde ifra til kommunen dersom det oppstår hendelser som krever særskilt oppfølging (Magnus Greni, personlig kommunikasjon, 2021). Bare i Deichmans gate har det vært episoder med parkering og plassering av stillaser, container, byggematerialer og gatestein i regnbedene (Gerd Minde, personlig kommunikasjon, 2020). Gjennom fadderordningen, har kommunen mulighet til å fange opp denne typen hendelser raskt, sørge for at skadene repareres og evt. bøtelegge eller kreve erstatning fra den som er skyld i skadene. Kommunene må på banen hvis det skal settes i system i stor skala, men landskapsarkitekten har mulighet til å fremme forslag om fadderordning i enkeltprosjekter.



En «regnbed-fadder» kan melde ifra til kommunen om uønsket aktivitet i regnbedene, slik som parkering, kjøring eller oppbevaring slik at dette fanges opp og kan utbedres raskt og eventuelt belastes den som er skyld i skadene. Her er står en bil parkert i et av de vanlige plantebedene i Deichmans gate. Foto: Gerd Minde

DEN VIKTIGE SKJØTSELSPLANEN

Blant anleggsgartnerne vi har fått innspill fra i spørreundersøkelsen, er det generelt stor enighet om at skjøtselsplaner utarbeidet av prosjekterende landskapsarkitekt er en suksessfaktor for god drift. Det gjør at driftskostnader lettere kan prises inn og bli mer forutsigbare for byggherre, som igjen kan gi bedre rammer for driftsfasen.

Samtidig pekes det på behovet for helhetlige skjøtselsplaner som, i tillegg til det grønne, inkluderer oppfølging av renner, innløp og tilstøtende gatearealer. Feiing av gate- og gangarealer, tømning av slamlommer og søppelbøtter og fjerning av søppel, løv og sedimenter i renner og innløp kan med fordel inngå i skjøtselsavtalen til gartner (Gerd Minde, personlig kommunikasjon, 2020). Slik ivaretas et godt helhetsinntrykk og man unngår at vannets vei til regnbedet blokkeres av søppel, løv eller sedimenter.

Igjen handler dette om mer enn det visuelle - helhetlig drift sikrer også opprettholdelse av regnbedets funksjon. At gartneren, som likevel skal innom anlegget for å følge opp beplantningen, også har oppgaver knyttet til drift av resten av anlegget, vil nok i mange tilfeller kunne bidra til å senke de totale kostnadene. Behovet for gode, helhetlige skjøtselsavtaler må påpekes av landskapsarkitekten allerede under prosjektering, og forankres i en skjøtselsplan.

Det poengteres dog i spørreundersøkelsen at dersom skjøtselsplanen skal ha noen funksjon, må den være fagmessig god. En skjøtselsplan er et levende dokument som i stor grad styres av årstidsvariasjoner. Eksempelvis, varierer behovet for lusing gjennom sesongen, og i perioder med mye finvær, akkumuleres også mer søppel i gatene. Det er derfor vesentlig at skjøtselspunktene ikke beskrives for detaljert, men at planen åpner for at gartner kan gjøre egne vurderinger rundt når det er behov for vanning, lusing, gjødsling eller fjerning av søppel og sedimenter. Følgelig er «Slamlommer tømmes når de er halvfulle med sedimenter» en bedre formulering enn «Slamlommer tømmes hver 14. dag».

Det er viktigere at skjøtselsplanen beskriver intensjonen og hvordan det er ønskelig at regnbedet skal fremstå enn konkrete skjøtselspunkter (Gerd Minde, Ingrid Børsting, personlig kommunikasjon, 2020/21). Her kan det eksempelvis spesifiseres hvorvidt beplantningen skal være relativt fritt voksende, eller om skjøtselen skal opprettholde et stammere uttrykk. Landskapsingeniør Ingrid Børsting i Sten og Lund påpeker at skjøtselsplanen gjerne kan inneholde bilder som gir et inntrykk av hvordan beplantningen er tenkt å se ut. Bilder sier ofte mer enn ord!



I Deichmans gate vedlikeholdes bed og regnbed av gartner, mens kommunens driftavdeling har ansvar for selve gata, renner og tømning av slamlommer. En helhetlig forvaltning av hele anlegget ville sannsynligvis vært både kostnadsbesparende og gitt et enda bedre helhetsinntrykk med hyppigere tilsyn av renner, innløp og slamlommer. Foto: Gerd Minde

Selv om skjøtsel av regnbed ikke skiller seg vesentlig fra skjøtsel av andre urbane bed, er det noen elementer som krever særskilt oppmerksomhet. Punktene nedenfor kan være aktuelle å si noe om i skjøtselsplaner for regnbed, slik at nødvendige hensyn ivaretas.

- Det er avgjørende for regnbedets funksjon som overvannstiltak at innløpet holdes fritt for søppel og partikler som kan blokkere vannet. Skjøtselsplaner for regnbed bør derfor inkludere jevnlig oppfølging av renner og innløp. Dersom det er trær i regnbedet, må renner og innløp ha ekstra ettersyn om høsten. Slamlommer må tømmes jevnlig.
- Regnbed er ofte utsatt for tråkk og belastninger som gjør at jorda pakkes. Dersom jorda komprimeres, reduseres også infiltrasjonsevnen. Skjøtselsplaner for regnbed bør derfor inneholde et punkt om at jorda løsnes dersom den er blitt hardpakket.
- Jordblandinger for regnbed har et høyt innhold av sand for å ivareta rask infiltrasjon. Dette øker også faren for at lettløselig mineralgjødsel og sprøytemidler vaskes raskt ut av jordsmonnet og forurensner grunnvannet (Harald Smit, personlig kommunikasjon, 2021). Vi vet ikke nok om konsekvensene av dette, men som en føre-var-regel bør sprøytemidler og mineralgjødsel begrenses eller unngås i regnbed.

Alternativer til kjemisk ugressbekjempelse er luking. Eddikkblanding eller Heat weed, dvs. ugressbekjempelse med kokende vann kan være et alternativ for å fjerne ugress i tilgrensende dekker som leder vann til regnbedet. Alternativer til mineralgjødsel kan være kompost som legges på overflaten av bedet om våren, 3-5 cm i staudebed og 5-7 cm for busker (Gerd Minde, personlig kommunikasjon, 2021). Hageparkkompost inneholder lite tilgjengelig nitrogen, og er derfor å foretrekke fremfor matavfallskompost eller kompost av avløpsslam med høyt næringsinnhold som dermed gir større fare for utvasking (Laukli, 2017).

Tilførsel av kompost kan kombineres med gjødsel av typen 'Lupin & Høne Pøne'. I motsetning til både mineralgjødsel og andre typer organisk gjødsel som inneholder lettopptakelig plantenæring, gir 'Lupin & Høne Pøne' primært næring til mikroorganismene i jorda. På denne måten får man en levende jord som sørger for en jevn tilførsel av essensielle næringsstoffer til plantene gjennom vekstsesongen.

- Mange pryddress er egnet for de skiftende forholdene i regnbed. Gress med dekorativt bladverk eller aks kan gi pryddverdi til regnbedene også utover høsten og gjennom vinteren. Anleggsgartnere foretrekker gjerne å skjære ned pryddress på høst fordi våren er en travlere tid. Skjøtselsplanen bør derfor spesifisere at pryddress skjæres ned som en del av våroppryddingen i bedet, dersom hensikten er at dekorative strå eller aks skal bli stående gjennom vinteren.
- Selv om regnbed mottar vann fra omkringliggende arealer, kan den gode infiltrasjonsskapasiteten også føre til at beplantningen er utsatt for tørke i lange perioder uten nedbør. Skjøtselsplanen bør spesifisere at beplantningen skal vannes ved behov. Spesielt i etableringsfasen er dette viktig.
- I anlegg som brøytes bør kant og hjørner på regnbedene markeres med stikker for å unngå at brøytebilen kjører i bedet. Dette kan spesifiseres i skjøtselsplanen.

EN VELLYKKET SKJØTSELSFASE STARTER HOS LANDSKAPSARKITEKTEN

Gode, helhetlige skjøtseplaner til tross, er det et utbredt problem at skjøtseplan fra landskapsarkitekten ikke når frem til de som skal skjøtte anleggene. Dette kan skyldes at det ofte går lang tid fra landskapsarkitekten leverer sine planer til anleggsgartner er kontrahert, slik at det ikke er noe naturlig kontaktpunkt mellom landskapsarkitekt og gartner. Viktig informasjon har en tendens til å forsvinne på veien når det skal formidles via flere ledd.

Anleggsgartnere vi har intervjuet og fått innspill fra via spørreundersøkelsen, mener det er mye å hente på bedre dialog og samarbeid mellom landskapsarkitekt og gartner. Det er ikke tilstrekkelig at landskapsarkitekten er involvert under bygging av regnbed, fordi mange anleggsgartnerfirmaer har organisert nyanlegg og skjøtsel i ulike avdelinger. Etter perioden med etableringsskjøtsel, er det som regel en tredje aktør som skal inn for å ta over den langsiktige skjøtselen.

For å sikre at skjøtseplanen og følger anlegget gjennom alle disse fasene, er det avgjørende med eierskap og forankring hos byggherre og driftseiere. Dersom byggherre har god innsikt i intensjon for beplantningen og hovedpunkter for skjøtsel, er det også mer sannsynlig at dette blir med fra prosjekterende, via utførende til ansvarlig for etableringsskjøtsel til videre drift. Dette krever at landskapsarkitekten bringer skjøtsel på banen tidlig, for å skape interesse for og formidle viktigheten av driftsfasen. Det kan være en fordel at noen på byggherresiden «eier» oppgaven med å følge opp bedet i driftsfasen.

Videre bør landskapsarkitekten initiere til gjennomgang av skjøtseplanen med byggherre, driftseier og ansvarlig gartner for etableringsskjøtsel ved ferdigstilling av anlegget, og igjen ved overgangen mellom etableringsskjøtsel og løpende skjøtsel. I tillegg til skjøtseplanen, har driftsansvarlig utbytte av å forstå helheten i hvordan anlegget er konstruert, hvilke flater vannet kommer fra, og hvordan det er tenkt å bevege seg gjennom og infiltrere i regnbedet ved store og små regnskyll. Det er derfor hensiktsmessig at dreneringsplan og relevante snitt og planer legges ved skjøtseplanen og gjennomgås i overføringsmøtet med gartner (Ingrid Børsting, personlig kommunikasjon, 2021).

Det er et selvstendig poeng at drift og skjøtsel adresseres allerede under prosjektering. Mange av faktorene som påvirker regnbed negativt kan reduseres gjennom gode valg ved plassering og utforming, sammen med et tilpasset plantevalg som sikrer rask etablering og god plantetrivsel. Tidlig dialog om skjøtsel, gir også mulighet til å justere utformingen og beplantningskonseptet i tråd med fremtidige ressurser til drift. Under *Utforming og plassering* i del 2 finnes en oversikt over elementer som bør adresseres ved prosjektering for å redusere urbane belastninger og dermed ressursbruken til drift og vedlikehold av regnbed.

OPPSUMMERING - PRINSIPPER FOR EN VELLYKKET SKJØTSELSFASE

Nedenfor følger en oversikt over hovedmomentene som er gjennomgått i dette kapittelet. Mye av driftsutfordringen kan adresseres allerede i prosjekteringsfasen. Punktene er ment som en huskeliste for prosjekterende landskapsarkitekter.

- Påpek viktigheten av skjøtsel tidlig i prosjektet.
- Gjør smarte utformingsvalg som muliggjør en rasjonell drift – se oversikt over tiltak under *Utforming og plassering* i del 2.
- Tilpass designet og beplantningen etter fremtidige ressurser i driftsfasen.
- Lag helhetlige skjøtelsesplaner som også inkluderer oppfølging av renner, innløp, slamlommer og tilstøtende gatearealer. Skjøtelsesplanen må beskrive intensjonen bak regnbedet og være på et slikt nivå at den kan tilpasses sesongvariasjoner.
- Ta initiativ til gjennomgang av skjøtelsesplanen med byggherre, driftseier og ansvarlig gartner, både ved oppstart av etableringsskjøtsel og den løpende skjøtselen.

Foto: Gerd Minde





AVSLUTTENDE ORD

Dette arbeidet har tatt oss fra planlegging og prosjektering av urbane regnbed på tegnebordet og ut i felt til problemstillinger som gjør seg gjeldende ved anleggelse, skjøtsel og drift. Vi har fått erfare at velfungerende regnbed som er frodige og tiltalende over tid krever at mange aspekter forstås og adresseres gjennom ulike faser. Vi har sett at mer kontakt mellom prosjekterende, utførende, byggherre og driftsansvarlig er essensielt for å heve kunnskapsnivået hos alle parter og at mange skjøtselsutfordringer kan adresseres allerede under prosjektering av regnbed. Vi vet at det fortsatt kreves forskning og nysgjerrighet for å kunne svare godt på mange spørsmål. Hvordan tilrettelegger vi for trær i regnbed? Og hva er egentlig en perfekt oppbygning og sammensetning av jordprofilet? Befaringene har lært oss at overvannet ofte havner helt andre steder enn i regnbedene og at regnbeds kvalitet og funksjon reduseres av tråkk, saltsprut og andre urbane utfordringer. Vi har fotografert erosjon og slitasje, ihjelkjørte planter og komprimert jord og vi har fått høre historier om hundebæsj og stjalne stauder.

Likevel ser vi fremover med frisk mot. Vann er egentlig ganske ukomplisert – det renner fra høyt til lavt. Vi tror at ved å tenke litt enklere og snakke mer sammen kan vi i enda større grad utnytte vannet til å skape fantastiske byrom der lek, læring, blomstring, kunst og insekter skaper inntrykk, undring, kontraster og opplevelser. På veien mot økt innsikt trenger vi modige byggherrer, nysgjerrige landskapsarkitekter, kunnskapsrike VA-ingeniører og hydrogeologer, engasjerte gartnere og ambisiøse kommuner som tørr å teste nye løsninger og lære av de feilene vi gjør på veien. Etablerte anlegg er fantastiske læringsarenaer og erfaringer vi gjør oss må dokumenteres, diskuteres og bli med inn i nye prosjekter. Denne rapporten er et bidrag til nettopp det. Vi håper at du som har lest rapporten nå har fått påfyll av kunnskap og er inspirert til å bli med og fylle kunnskapshullene ved å utvikle, teste og evaluere nye løsninger i dine prosjekter!

LITTERATURLISTE

- Adelsberger, A. & Bernigeroth, J. (2020). Naturnære staudeblandinger. Enkle veier for å etablere bærekraftige staudebeplantninger. *Arkitektur N*, 2020(3), s. 42 – 49.
- Al-Rubaei, A.M., Stenglein, A.L., Viklander, M. & Blecken, G. (2013). Long-Term Hydraulic Performance of Porous Asphalt Pavements in Northern Sweden. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 139 (6)
- Ballard, B. W., Wilson, S., Udale-Clarke, H., Illman, S., Scott, T., Ashley, R. & Kellagher, R. (2015). *The SuDS Manual* (Rapport nr. 992) CIRIA
- Balstad, S. N., Lohne, J. Muthanna, T. M. & Sivertsen, E. (2018). *Seasonal variations in infiltration in cold climate raingardens – a case study from Norway* (Vann 01 | 2018).
- Benjaminsen, C. (2019). *Dette kullet gjør planter og bytrær til «klimaaktivister»*. SINTEF.
<https://www.sintef.no/siste-nytt/2019/denne-kullet-gjør-planter-og-bytrær-til-klimaaktivister>
- Bothner, N. V. & Aanderaa, T. (2017). *Før flommen – bærekraftig overvannshåndtering for økt klimaresiliens i norske byer og tettsteder* [Masteroppgave] Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, NMBU
- Braskerud, B. C., Kihlgren, K., Saksaether, V. & Bjerkhold, J. (2012). *Hydrologisk testing av regnbed for bruk som LOD-tiltak i småhusbebyggelse* (Vann 04 | 2012).
- Braskerud, B. C., Paus, K.H. & Ekle, A. (2013). *Anlegging av regnbed. En billedkavalkade over 4 anlagte regnbed*. NVE rapport nr. 3-2013. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, Norge
- Braskerud, B. C. (2016). *Tilpasning til en våt framtid – Oppsummerte inntrykk fra seminarer om klimatilpasning i praksis* (Vann 01 | 2016).
- Braskerud, B. C. & Paus, K.H. (2020). *FNs bærekraftsmål og bruk av lokal overvannsdistribusjon – et sammendrag fra utvalgte foredrag og ekskursjoner fra NORDIWA-konferansen i Helsinki 2019* (Vann 01 | 2020).
- Braskerud, B. C., Azhar, S. Q., Barkved, L. J., de Bruin, K., Christiansen, A. K. F., Isager, E. B., Iversen, H., Kristensen, K., Li, H., Seifert-Dähnn, I., Skaugen, T., Sjødahl, E. U., & Volden, E. P. (2019). *Hver dråpe teller – Blågrønn infrastruktur i byer. Eksempler på tiltak basert på studietur til Amsterdam og Rotterdam* (NIVA rapport, løpenr. 7382-2019).
- Brødrene Dahl. (ukjent år). *VMT (VA) Konsept Overvannshåndtering* [Brosjyre]
- Butler, D. (2010). *Urban Drainage*. CRC Press.
- Dalen, T. (2012). *Hydrologisk dimensjonering av regnbed i kaldt klima* [Masteroppgave] Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU

- Drageset, A. (2018). *Co-Creating Nature-Based Solutions and Green Spaces in a Nordic Municipality. The Case of Tampere UNaLab* [Masteroppgave] Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU
- Drageset, A. (2018). Prosjektoppgave ved NTNU, *ikke utgitt*.
- Fredriksen, B. A. & Ødegaard, I. M. (2020). Grønn vannvei – en framtidig overvannsløsning. *Park & anlegg*, 2020(9).
- Fremstad, M. Ø. (2020). *Bærekraftig overvannshåndtering - begrepsforståelse og utvikling av indikatorer*. [Masteroppgave] Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU
- Gamborg, M. (2018). *Virkninger av simulert flom og tørke på stauder i jordblandinger til regnbed* [Masteroppgave] Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, NMBU
- Gjessing, E., L. & Hansen, A., A. (2020). *Tretrinnsstrategien: Trinn 0 – Vurdering av overvannshåndtering i tidlig fase* [Masteroppgave] Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, NMBU
- Haraldsen, T. K & Krogstad, T. (2018) Temahefte: Jord til grøntanlegg – sammensetning, egenskaper og vekstenes vitalitet. *Park & anlegg*.
- Haraldsen, T. K., Gamborg, M. & Vike, E. (2019). *Utvikling av jordblandinger til regnbed i Drammen. Potteforsøk med periodevis vannmetning og uttørring* (NIBIO rapport. Rapport nr. 1-2019)
- Hovind, J. (2020). Klimavennlig og kostnadseffektiv skjøtsel. *Park & Anlegg*, 2020(3).
- Hovind, J. (2020). Vakker, kostnadseffektiv og klimavennlig skjøtsel av grasarealer. *Park & anlegg*, 2020(4)
- Klima- og miljødepartementet (2015). *Overvann i byer og tettsteder*. NOU (Norges offentlige utredninger) 2015:16
- Laukli, K. (2017). *FoU Lokal overvannshåndtering langs veg og gate. Status desember 2017*. (Statens vegvesens rapporter. Rapport nr. 393). Statens vegvesen.
- Lindholm, O., Endresen, S., Thorolfsson, S., Sægrov, S., Jakobsen, G. & Aaby, I. (2008). *Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering* (Norsk Vann rapport. Rapport nr. 168 | 2008).
- Lindholm, O., Endresen, S., Smith, B. T. & Thorolfsson, S. (2012). *Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem* (Norsk Vann rapport. Rapport nr. 193 | 2012).
- Lovdata (2018). *Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning*. Kommunal- og moderniseringsdepartementet.
- Lunde, E. W. (2020). *Infiltrasjon i regnbed og val av verdi for metta hydraulisk konduktivitet ved dimensjonering* [Masteroppgave] Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, NMBU
- Miljødirektoratet (2018). *Mellomlagring og sluttdisponering av jord og steinmasser som ikke er forurensset* (Faktaark, M-1243 | 2018).

Muthanna, T. M. (2007). *Bioretention as a sustainable stormwater management option in cold climates* [Doktorgradsavhandling] Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU

NOU 2015: 16. (2015). *Overvann i byer og tettsteder. Som problem og ressurs*. Klima- og miljødepartementet.

Norsk biokullnettverk (2020, 12.08). *Biokull i bymiljø*. Norsk biokullnettverk.
[Ulike bruksområder for biokull — Norsk Biokullnettverk](#)

Oslo kommune (2016). *Faktaark om overvannsløsninger*. Tilgjengelig på:
<https://www.oslo.kommune.no/vann-og-avlop/arbeider-pa-vann-og-avlopsnett/overvannshandtering/#gref>

Paus, K. H. & Braskerud, B. C. (2013). *Forslag til dimensjonering og utforming av regnbed for norske forhold* (Vann 01 | 2013).

Paus, K. H. (2014). *Assessment of the Hydraulic and Toxic Metal Removal Capacities of Bioretention Cells After 2 to 8 Years of Service*. [Assessment of the Hydraulic and Toxic Metal Removal Capacities of Bioretention Cells After 2 to 8 Years of Service | Request PDF \(researchgate.net\)](#)

Paus, K. H. (2018). *Forslag til dimensjonerende verdier for trinn 1 i Norsk Vann sin tre-trinns strategi for håndtering av overvann* (Vann 01 | 2018).

Paus, K.H. (2020). *Kunnskapsbehov innen overvann og klimatilpasning*. Norsk Vann forprosjekt. Rapport nr. B26 – 2020.

Rossman, L. A. (2010). *Storm water management model user's manual, version 5.0*. U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, OH. Tilgjengelig fra:
<https://www.owp.csus.edu/LIDTool/Content/PDF/SWMM5Manual.pdf>

Sivakumar, N. (2020). *Regnbed i gate – Evaluering av ni regnbed i Deichmans gate med hensyn til overvannshåndtering, drift og vedlikehold* [Masteroppgave] Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, NMBU

Skoglund, J. (2020, 06.07). *Utviklet resepter: Nå kan maskinsand erstatte natursand i alle betongkvaliteter*. Veier24.no <https://www.veier24.no/artikler/utviklet-resepter-na-kan-maskinsand-erstatte-natursand-i-alle-betongkvaliteter/495493>

VA/Miljø blad nr. 106. (2013). Regnbed, renner og nedsivningsarealer. *VA/Miljø blad*.

Vasseljen, S., Haug, L., Ødegaard, I. M., Knotten, V., Knotten, H., Zaccariotto, G., Skaug, Aa., Syversen, N., Aarset, I., Leinonen, E. & Rishaug, V. S. (2016). *Overvann som ressurs. Økt bruk av overvann som miljøskapende element i byer og tettsteder*. (p. nr. 535485-01).

Ødegaard, I. M., Clewing, C. S. & Thorén, K. H. (2013). Urban overflatevannhåndtering. Erfaringer fra Institutt for landskapsplanlegging. *KART OG PLAN, 2013 (5)*.

VEDLEGG 1 - REGISTRERINGSSKJEMA FOR BEFARING AV REGNED

0. Regnbed Regnbed-ID: _____ Utfører: _____ Sted: _____ Dato: _____ ☐ Størrelse ☐ Flere regnbed i serie ☐ Type område ☐ Privathage ☐ Gårdsrom i borettslag etc. ☐ Offentlig uteområde	Kommentarer:
1. Avrenningsfelt ☐ Areal-fordeling ☐ Tak ☐ Minimalt trafikkert areal ☐ Moderat trafikkert areal ☐ Betydelig trafikkert areal ☐ Grus ☐ Gress / plen / vegetert areal ☐ Annet ☐ Ansamling av sedimenter, søppel i evt. tilløpsrenner etc. ☐ Fallforhold (kommenter)	Kommentarer:
2. Innløpsarrangement ☐ Antall innløp ☐ Innløp over sidekant (linje-innløp) ☐ Eget innløp (punkt-innløp) ☐ Innløp fra rist ☐ Innløp fra rør ☐ Innløp fra kanal ☐ Annet innløp ☐ Synlig ansamling av søppel, sedimenter, kvist etc. i innløpet ☐ Mulighet for uttak av sedimenter i innløp ☐ Nødvendig med fjerning av sedimenter etc.? ☐ Blokkert innløp som følge av sedimenter etc.? ☐ Synlig erosjon ved innløp ☐ Nødvendig med utbedring av erosjonsforhold ☐ Tiltak for erosjonssikring ☐ Stein ☐ Plate ☐ Annet ☐ Evt. dimensjoner innløp (kommenter) ☐ Andre forhold (kommenter)	Kommentarer:

3.Overflate ☐ Fall på overflate ☐ Topografi på overflate ☐ Maksimal vannstand før overløp (kommenter) ☐ Maksimal vannstand før utløp (kommenter) ☐ Synlig vannansamling ☐ Bark-lag ☐ Fuktighetsforhold filtermedium ☐ Tørt ☐ Fuktig ☐ Vått ☐ Evt. føletest (kommenter) ☐ Synlig membran ☐ Synlig drenslag ☐ Inspeksjonskummer, peilerør etc. (kommenter) ☐ Andre forhold (kommenter)	Kommentarer:
4.Overløp ☐ Overløpsarrangement ☐ Samme som innløp ☐ Overløp over kant ☐ Overløp til vertikalt rør ☐ Overløp til kuppelrist ☐ Eget utløpsarrangement (kommenter) ☐ Konsekvenser ved overtopping ☐ Minimale (kommenter) ☐ Moderate (kommenter) ☐ Betydelige (kommenter) ☐ Andre forhold (kommenter)	Kommentarer:
5.Utløpsarrangement ☐ Kjent utløp ☐ Ukjent utløp ☐ Type utløp ☐ Offentlig avløpsledning (AF) ☐ Offentlig avløpsledning (OV) ☐ Vassdrag ☐ Sjø/fjord ☐ Grunnvann (infiltrasjon) ☐ Andre forhold (kommenter)	Kommentarer:

6.Eстетikk og landskapstilpasning ☐ Spor av tråkk på overflaten ☐ Spor av parkering etc. på overflaten ☐ Fysisk skille mellom regnbed og «bevegelsesareal» ☐ Nedsenket overflate ☐ opphevet kant ☐ Vegetasjon ☐ Kantstein ☐ Gatestein ☐ Cortenstål ☐ Betong ☐ Naturstein ☐ Annet (kommenter) ☐ Helhetsinntrykk design (materialbruk, form, størrelse, fargepalett) ☐ Dårlig ☐ Moderat ☐ God ☐ Andre forhold (kommenter)	Kommentarer:
7.Vegetasjon ☐ Vegetasjonstyper ☐ Ettårige ☐ Stauder ☐ Prydgress ☐ Busker ☐ Trær ☐ Arter (kommenter) ☐ Rødlistearter ☐ Fremmedlistearter ☐ Årstidsaspektet ☐ Vegetasjonstetthet ☐ Fullstendig dekke ☐ Moderat ☐ Delvis - lite ☐ Ugress ☐ Minimal ☐ Moderat ☐ Betydelig ☐ Skjøtsel (søppel, rusk, sedimenter) ☐ Minimal ☐ Moderat ☐ Betydelig ☐ Helhetsinntrykk ☐ Dårlig ☐ Moderat ☐ God	Kommentarer:
8.Annet	

Vedlegg 2 - Spørreundersøkelse: Erfaringer fra anleggelse og drift av regnbed

Formål:

Formålet med undersøkelsen er å kartlegge utfordringer knyttet til anleggelse og drift av regnbed, og hva som skal til for å bedre kvaliteten på regnbed som anlegges framover. Med regnbed menes vegeterte forsenkninger som er designet for å ta imot overvann for infiltrasjon og forsinkelse. Undersøkelsen er motivert av befaringer av regnbed i Oslo-området, hvor en overvekt av de anlagte regnbedene ikke mottar overvann som planlagt, eller har andre betydelige feil og mangler som går på bekostningen av funksjonen.

Undersøkelsen gjennomføres anonymt. Svarene vil ikke kunne knyttes til personer i etterkant. Grunnen til dette er at vi ønsker en åpen dialog for å få et godt kunnskapsgrunnlag i vårt videre arbeid.

Forventet tidsbruk: ca. 10 minutter

1. Hvor mye erfaring har du med regnbed?

Kun et svar mulig

- Har jobbet i 1-3 prosjekter med regnbed
- Har jobbet i 4-9 prosjekter med regnbed
- Har jobbet i 10 eller flere prosjekter med regnbed
- Har jobbet i prosjekter der regnbed har blitt vurdert, men valgt bort
- Har ikke jobbet i prosjekter med regnbed
- Har ikke jobbet med regnbed, men med andre/lignende løsninger
- Annet, spesifiser: **fritekst**

2. Hvilken rolle har du hatt i prosjekter med regnbed?

Mulig å huke av på flere

- Byggeledelse
- Entreprenør, utførende/anleggsgartner – nyanlegg
- Produktleverandør
- Anleggsgartner – drift
- Saksbehandler i kommunal etat
- Byggherre, tiltakshaver
- Prosjekterende LARK
- Prosjekterende RIVA
- Akademia, forskning
- Annet, spesifiser: fritekst

Videre vil sorte spørsmål gå til alle, grønne spørsmål gå til de som haker av for et av de fire øverste alternativene i dette spørsmålet og oransje spørsmål gå til de som haker av på de seks nederste alternativene i dette spørsmålet.

3. I hvilke faser har du jobbet med regnbed?

Mulig å huke av på flere

- Tidlig fase/planlegging
- Prosjektering
- Anleggelse, byggeoppfølging
- Drift
- Annet, spesifiser: **fritekst**

4. Ut fra din erfaring, hva er årsakene til at regnbed anlegges med feil eller mangler?

Mulig å huke av på flere

- Regnbedene var ikke detaljprosjektert
- Tegninger manglet
- Tegninger manglet nødvendige mål, detaljer eller spesifikasjoner, f.eks. høyder og fall kom ikke tydelig fram
- Beskrivelse manglet
- Beskrivelse manglet nødvendige spesifikasjoner
- Store avvik mellom høydesetting i tegning og reell situasjon
- Nødvendige hensyn var ikke ivaretatt i detaljprosjekt, f.eks. tilstrekkelig fall mot regnbed var ikke løst av prosjekterende
- Regnbed var prosjektert på uegnet sted, f.eks. øverst i prosjektområdet
- Regnbed hadde en uhensiktsmessig utforming eller løsning i tegning/beskrivelse
- Uforutsette forhold dukket opp på anlegg
- Regnbed måtte flyttes i byggefasen
- Byggeledelse manglet kunnskap om regnbedets tiltenkte funksjon
- Entreprenør, utførende/anleggsgartner manglet kunnskap om regnbedets tiltenkte funksjon
- Mangel på kommunikasjon og oppfølging fra prosjekterende ved anleggelse
- Uklar ansvarsfordeling mellom utførende for ulike komponenter i regnbedet, f.eks. VA-teknisk, kanter, jord/planter.
- Uklar framdrift og avhengigheter ved anleggelse av regnbed, f.eks. utplantingstidspunkt
- Annet, spesifiser: **fritekst**

5. Hvilke elementer har du erfart at gir utfordringer ved anleggelse av regnbed?

Mulig å huke av på flere

- Oppnå tilstrekkelig fall mot regnbedet
- Tilpasning av høyder ved innløpet slik at vannet renner inn i regnbedet
- Anlegge utsparing (åpning) i regnbed-kant slik at vannet kan renne uhindret fra renne og/eller gateareal til regnbed
- Lede takvann til regnbed
- Anlegge beregnet nedsenkingsvolum i regnbed
- Anlegge en plan jordoverflate
- Anlegge fungerende utløp til vann- og avløpsnett
- Anlegge fungerende overløp*
- Anlegge utearealer slik at flomveier opprettholdes inn, gjennom og ut av området
- Grunnforholdene på stedet har for dårlig infiltrasjonsevne

- Planlagte regnbed ble ikke anlagt
- Annet, spesifiser: fritekst

** Dersom regnbedet og utløpets kapasitet overstiges vil vannet gå i overløp over kanten av bedet. Overløp leder typisk til områdets flomveier.*

6. Ut fra dine erfaringer i prosjekter med regnbed, ble det gjennomført:

- Undersøkelser av grunnforhold og infiltrasjonskapasitet?
- Kartlegging av dreneringslinjer/vannveier?
- Områdets nedbørsfelt?
- Beregninger av nødvendig fordrøyningsvolum?
- En vurdering av regnbedets areal vs. dybde (nedsenk)?
- 3d-modell for å avdekke fallforhold?
- Høydesetting i plan ved regnbedets innløp og overflate?
- Tegningsgjennomgang med prosjekterende, byggeledelse og utførende ved byggestart?
- Regelmessige møter med prosjekterende, byggeledelse og utførende på anlegg i byggefasen?
- Ferdigbefaring?
- Annet, spesifiser: fritekst

**7. Ut fra dine erfaringer i prosjekter med regnbed:
i liten grad, i noe grad, i stor grad, ivaretatt av andre**

- I hvilken grad hadde du tilstrekkelig kunnskap om regnbedets funksjon, areal og utforming
- I hvilken grad hadde du tilstrekkelig kunnskap løsninger for innløp og utløp i regnbedet?
- I hvilken grad hadde du tilstrekkelig kunnskap om jordblanding egnet for regnbed (øverste sjikt)?
- I hvilken grad hadde du tilstrekkelig kunnskap om oppbygning av regnbed (drenerende sjikt)?
- I hvilken grad hadde du tilstrekkelig kunnskap om planter egnet for regnbed?
- I hvilken grad opplevde du et godt, tverrfaglig samarbeid
- Annet, spesifiser: fritekst

8. Hvilke utfordringer har du opplevd ved prosjektering og bygging av regnbed?

- Fritekst:

9. Ut fra dine erfaringer, hva er suksesskriteriene ved detaljprosjektering av et velfungerende regnbed?

- Gode forutsetninger lagt i planfasen
- Godt nok prosjekteringsgrunnlag og innmålingsdata
- God nok kjennskap til grunnforhold og infiltrasjonskapasitet på stedet
- God nok kunnskap om regnbed hos prosjekterende
- God tverrfaglig dialog under prosjektering
- Annet, spesifiser: fritekst

10. Ut fra dine erfaringer: Hvilke faktorer kan bidra til at regnbed anlegges uten feil og mangler?

Mulig å huke av på flere

- Tegningsgjennomgang med prosjekterende, byggeledelse og utførende ved byggestart
- Regelmessige møter med prosjekterende, byggeledelse og utførende på anlegg i byggefasen
- Økt kunnskap og erfaring om anleggelse av regnbed hos prosjekterende (landskapsarkitekt, VA-ingeniør)
- Økt kunnskap og erfaring om anleggelse av regnbed hos utførende (byggeleder, entreprenør, anleggsgartner)
- Preaksepterte løsninger/standardiserte løsninger
- Bedre veiledning om regnbed fra kommunen
- Tilsyn fra kommunen under anleggelse
- Tydeligere krav og føringer fra kommunen
- Tilsyn fra kommunen i etterkant, med evt. krav om utbedringer
- Krav om test av regnbedet ved ferdigstillelse
- Krav om sluttokumentasjon av regnbedets funksjon
- Annet, spesifiser: **fritekst (stor)**

11. Ut fra din er erfaring, hva er suksesskriteriene for å anlegge et velfungerende regnbed?

- **Fritekst:**

12. Ut fra dine erfaringer, hva er de viktigste utfordringene ved drift og vedlikehold av regnbed?

Mulig å huke av på flere

- Krevende å opprettholde ønsket uttrykk over tid
- Krevende å få plantene til å trives
- Behov for mye lusing
- Behov for mer vanning enn tiltenkt*
- Mangel på vannuttak på stedet
- Det blir ikke avsatt tilstrekkelig med midler til denne fasen
- Tråkk, avføring/urin forårsaker plantedød
- Sjøppel, tægging, hærverk ødelegger helhetsinntrykk
- Forurensning av salt, partikler og bensin/olje fra veitrafikk
- Skjøtselsplan fra prosjekterende landskapsarkitekt mangler
- Annet, spesifiser: **fritekst**

**i utgangspunktet skal beplantning i regnbed kun vannes under etablering og ved lange tørkeperioder*

13. Ut fra dine egne erfaringer, hva er suksesskriteriene for å oppnå god kvalitet på regnbed i driftsfasen?

- Fritekst:

14. Hvilken betydning har skjøtelsesplan utarbeidet av prosjekterende landskapsarkitekt for et godt resultat i skjøtelses- og driftsfasen av regnbed?

- Fritekst:

15. Hvordan kan valg under planlegging og prosjektering redusere behovet for drift og vedlikehold av regnbed? F.eks. plassering, plantevalg eller utforming av regnbedet

- Fritekst:

16. Har du ideer for hvordan skjøtsel og drift av regnbed kan bidra til å heve den positive opplevelsen og bruksverdien av regnbed gjennom alle årstider?

- Fritekst:

17. Er det andre driftsmodeller enn dagens praksis som kan sikre god skjøtsel av regnbed i offentlige anlegg? F.eks. involvering av beboere, skoler etc.?

- Fritekst:

18. Har du ytterligere kommentarer til tematikken i denne undersøkelsen?

- Fritekst:

Tusen takk for ditt bidrag til denne undersøkelsen!

