



# FoU Lokal overvannshåndtering langs veg og gate

Status desember 2017

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 393



**Tittel**

FoU Lokal overvannshåndtering langs veg og gate

**Undertittel**

Status desember 2017

**Forfatter**

Kirstine Laukli

**Avdeling**

Ressursavdelingen

**Seksjon**

Plan og prosjektering Buskerud

**Prosjektnummer**

206963

**Rapportnummer**

Nr. 393

**Prosjektleder**

Kirstine Laukli

**Godkjent av**

Lene Jacobsen

**Emneord**

Lokal overvannshåndtering, Utforming av gater, Regnbed, Vegetasjon, Jord

**Sammendrag**

Se s. 5

**Title**

Stormwater management along streets and roads

**Subtitle**

Status december 2017

**Author**

Kirstine Laukli

**Department**

Planning and Engineering Services Department

**Section**

Planning and Detailed Design Buskerud

**Project number**

206963

**Report number**

No. 393

**Project manager**

Kirstine Laukli

**Approved by**

Lene Jacobsen

**Key words**

Stormwater management, Street design, Raingardens, Plants, Soil

**Summary**





# FORORD

Åpne overvannsløsninger i by er relativt nytt i Norge, og det er lite erfaringer og få eksempler på hvordan det kan løses. Spesielt langs veg og gate er dette noe som er lite utprøvd og som det er behov for mer kunnskap om.

I 2014 ble det besluttet å benytte lokal overvannshåndtering i Bjørnstjerne Bjørnsons gate, og prosjektet søkte om FoU-midler for å gjøre undersøkelser og samle erfaringer som kan nyttiggjøres i andre prosjekter. Prosjektet ble tildelt midler, og disse er brukt til forarbeid som grunnlag for undersøkelser som skal utføres når gata står ferdig bygget. Anlegget skal da følges opp videre slik at man kan høste erfaringer om hvordan det fungerer i praksis.

Denne rapporten er en sammenfatning av det forarbeidet som er gjort, samt vurderinger og konklusjoner som er trukket så langt i prosjektet. Det vil bli utarbeidet en endelig rapport etter at det ferdige anlegget er fulgt opp over noen år og man får faktiske erfaringer.

FoU-prosjektet har fokus på bruk av regnbed, og tar for seg flere temaer knyttet til dette. Det var Iren Piamonte Christensen som tok initiativ til bruk av regnbed i prosjektet, og som søkte om FoU-midler. Hun sluttet imidlertid i SVV før FoU-arbeidet kom i gang.

Mange personer har bidratt i de ulike delene av arbeidet. Utforming av gateprofil og siderabatter er utført i prosjektgruppen til Bjørnstjerne Bjørnsons gate med Norconsult som konsulent.

For øvrig har ulike arbeidsgrupper jobbet med forskjellige delprosjekter innen FoU-prosjektet. Følgende personer har deltatt i disse:

Utvikling av kjeftsluk: Line Brekke Rasmussen (Ulefos Jernværk), Geir Inge Wighus (Ulefos Jernværk), Tor Nøstdahl (Ulefos Jernværk), Thomas Holst (Holstconsult), Tore Braaten (SVV), Ivar Gaaserud Pettersen (SVV), Kirstine Laukli (SVV).

Jord til regnbed: Trond Haraldsen (NIBIO), Eva Vike (NMBU), Per Anker Pedersen (NMBU), Ingjerd Solfjeld (NMBU), Marina Gamborg (Masterstudent NMBU), Kim Haukeland Paus (Asplan Viak), Erik Solfjeld (SVV), Kirstine Laukli (SVV).

Plantevalg: Eva Vike (NMBU), Per Anker Pedersen (NMBU), Kirstine Laukli (SVV).

Prosjektleder for Bjørnstjerne Bjørnsonsgate i prosjekteringsfasen var Tore Braaten. I byggefasen er det Tom Hedalen som er prosjektleder. Kirstine Laukli er prosjektleder for FoU-prosjektet.

Denne rapporten er utarbeidet av Kirstine Laukli som også har tatt bildene og laget skissene der annet ikke er angitt.

Drammen, desember 2017



# SAMMENDRAG

Denne rapporten er en oppsummering av det arbeidet som hittil er gjort i forbindelse med FoU-prosjektet «Lokal overvannshåndtering langs veg og gate». Prosjektet har som mål å finne løsninger for gateutforming, oppbygging av jordprofil samt plantevalg som er tilpasset regnbed i norsk klima. Bjørnstjerne Bjørnsons gate er forsøksprosjekt.

I forbindelse med planleggingen av Bjørnstjerne Bjørnsons gate er det gjort vurderinger av hvordan gata bør utformes slik at den muliggjør lokal overvannshåndtering. Etter å ha vurdert ulike løsninger, konkluderte prosjektgruppa med at det beste er å drenere vannet til siderabattene og la det infiltrere der. Gruppa konkluderte også med at det må være normal vis (ca. 13 cm) på kantsteinen mellom gata og siderabatten. Det er derfor utviklet et nytt kjeftsluk som gjør at vannet kan passere kantsteinen og renne inn i siderabatten. I ettertid ser prosjektgruppa at gateprofilet med fordel kunne ha vært noe justert. Vi ser også at kjeftsluket kan modifieres noe og at det muligens bør være et fast dekke i den delen av regnbedene som grenser mot gata. Dette er beskrevet i kapittelet «Forbedringspotensial» helt bakerst i rapporten.

Jord til regnbed må være infiltrerende samtidig som den skal gi grunnlag for god plantevekst.

Dette er en vanskelig kombinasjon fordi god infiltrasjon kan medføre tørke i perioder med lite nedbør. Infiltrasjonskapasiteten er dessuten avhengig av temperatur, og det er derfor gjort forsøk med jord for å finne en egnet resept til bruk i norsk klima. Dette arbeidet utføres av NIBIO i samarbeid med NMBU, og avsluttes våren 2018. Hvordan forsøkene er utført og foreløpige resultater blir beskrevet i kapittelet «Jord til regnbed».

Planter er en viktig del av et regnbeds funksjon fordi røttene løser opp jordstrukturen og øker jordas infiltrasjonsevne. Det er derfor gjort vurderinger av egnethet for ulike planter til bruk i regnbed langs veg og gate i Norge. Dette arbeidet er nærmere beskrevet i kapittelet «Vegetasjon».

Etter at prosjektet står ferdig bygget høsten 2018/våren 2019, skal de valgte løsningene følges opp i flere år og evalueres. Dette skal danne grunnlag for råd og anbefalinger for senere prosjekter med lokal overvannshåndtering. Det vil legges vekt på funksjonelle problemstillinger som infiltrasjonskapasitet og plantetrivsel, men også estetiske problemstillinger som design og plassering av regnbed. Hvilke undersøkelser som skal utføres, er beskrevet i kapittelet «Videre arbeid».





# INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord.....	3
Sammendrag.....	5
Innledning.....	8
Mer nedbør, økt urbanisering og gamle overvannsystemer.....	8
Lokal overvannshåndtering som løsning.....	8
Prosjektområde.....	10
Arbeider som er utført.....	12
Gjenstående arbeider.....	12
Oppbygging av rapporten.....	12
Gateutforming.....	13
Gateprofil.....	13
Kantstein.....	15
Drenering til siderabatter.....	17
Plassering av trær og utforming av terreng.....	19
Utvikling av nytt kjeftsluk.....	22
Beskrivelse av kjeftsluket.....	22
Krav og løsninger.....	22
Sandfang.....	23
Jord til regnbed.....	24
Jordprofil og sammensetning av jord.....	24
Beskrivelse av jordforsøk.....	25
Andre forhold.....	29
Vegetasjon.....	31
Stauder og prydgress til regnbed.....	31
Plassering av regnbed.....	33
Sammensetning av plantefelt.....	34
Plantemønster.....	35
Videre arbeid.....	37
Kjeftsluk.....	37
Jord og vegetasjon.....	37
Forbedringspotensial.....	39
Utforming av gateprofil.....	39
Utforming av siderabatter.....	39
Kjeftsluk.....	40
Vedlegg.....	41
Vurdering av aktuelle planter for bruk i regnbed.....	43

# INNLEDNING

## MER NEDBØR, ØKT URBANISERING OG GAMLE OVERVANNSYSTEMER

Klimaet er i endring, og det er flere og mer intense nedbørshendelser nå enn tidligere. Det vil si at det stadig oftere kommer mye regn på en gang. Det er forventet at denne utviklingen vil fortsette og at frekvensen av ekstremvær vil øke i Norge fremover. Mer nedbør vil medføre økt overvannsvolum, høyere flomtopper og spredning av forurensning.

Samtidig gjør fortetting og utbygging i byer at grønne, åpne arealer blir bygget ned eller erstattet med tette flater. Resultatet er at mindre vann infiltreres i grunnen, og vannmengden på overflaten øker ytterligere.

Overvannsystemene våre er dessuten ikke dimensjonert for de store nedbørstoppene, og de begynner i tillegg å eldes. Skrot og sedimenter som over tid har samlet seg i rørene gjør at kapasiteten er betraktelig redusert i forhold til slik den opprinnelig var.

Til sammen medfører disse forholdene stadige flomhendelser med skader på eiendom og infrastruktur. I forbindelse med veg- og gatebygging, har løsningen tradisjonelt vært å lede overvannet ned i rør under bakken. I dette FoU-prosjektet skal nye og mer robuste overvannsløsninger for veier og gater undersøkes. Fv. 282 Bjørnstjerne Bjørnsons gate benyttes som forsøksprosjekt.

## LOKAL OVERVANNSHÅNDTERING SOM LØSNING

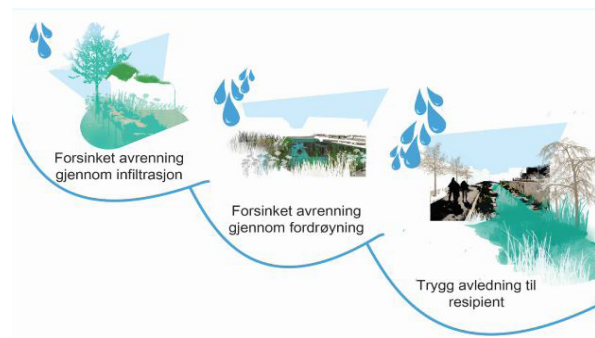
For å løse problemene med økt overvann, har man begynt å ta i bruk metoder for å håndtere og behandle overvannet lokalt ved kilden, og i stedet for å ta det i rør under bakken, benyttes åpne systemer. Da vil vannet forbli i området og man gjensker til en viss grad det naturlige hydrologiske kretsløpet man hadde før urbaniseringen.

Ved lokal overvannshåndtering benyttes ulike tiltak for å oppnå forsinket avrenning. Dette



Bjørnstjerne Bjørnsons gate 5. juli 2009. Da kom 90mm nedbør i løpet av under to timer, noe som tilsvarer en 200-års flom (Foto: Ukjent)

kan skje ved infiltrasjon, men ved større nedbørshendelser er det i tillegg behov for fordrøyning for å øke kapasiteten. Dersom det blir svært mye overvann, vil man ikke klare å håndtere alt vannet ved infiltrasjon og fordrøyning alene, og man må sørge for sikre flomveier. Det vil si at det legges til rette for at vannet kan renne til resipient på overflaten uten å gjøre store skader på eiendom eller infrastruktur. Denne måten å tenke på kalles «treleddstrategien», og er vist i skissen til høyre.

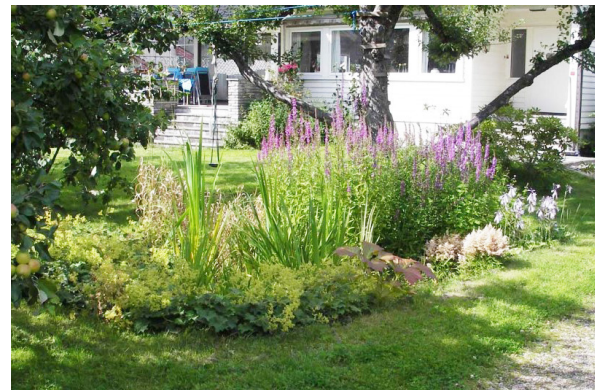


Treleddstrategien (Tegning: Miljøkommune.no)

I dette prosjektet har vi hatt fokus på ledd 1 og 2, dvs infiltrasjon og fordrøyning. Tiltakene vi har benyttet er regnbed og gresskledde forsengkinger, se nærmere beskrivelse nedenfor.

## REGNBED

Et regnbed er et plantefelt som ligger som et lavpunkt i terrenget slik at vann samler seg der før det siger ned i grunnen. Herifra dreneres det til vassdrag eller lokalt overvannsnett. Hensikten med regnbed er først og fremst å forsinke vannet slik at kapasiteten til å håndtere overvann øker.



Frittliggende regnbed (Foto: Bent C. Braskerud)

Regnbed bygges opp med drenerende masser slik at vannet blir infiltrert og borte i løpet av 1-2 døgn. Det stilles derfor spesielle krav til jorda som benyttes, men også valg av planter er viktig. Vekstforholdene i regnbed er ekstreme fordi de periodevis blir oversvømmet, men i lange perioder også kan bli utsatt for tørke. Samtidig er god plantevekst den viktigste enkeltfaktoren for å opprettholde infiltrasjonskapasiteten over tid fordi rotvekst løser opp jordstrukturen.



Regnbed i siderabatt (Foto: svrdesign.com)

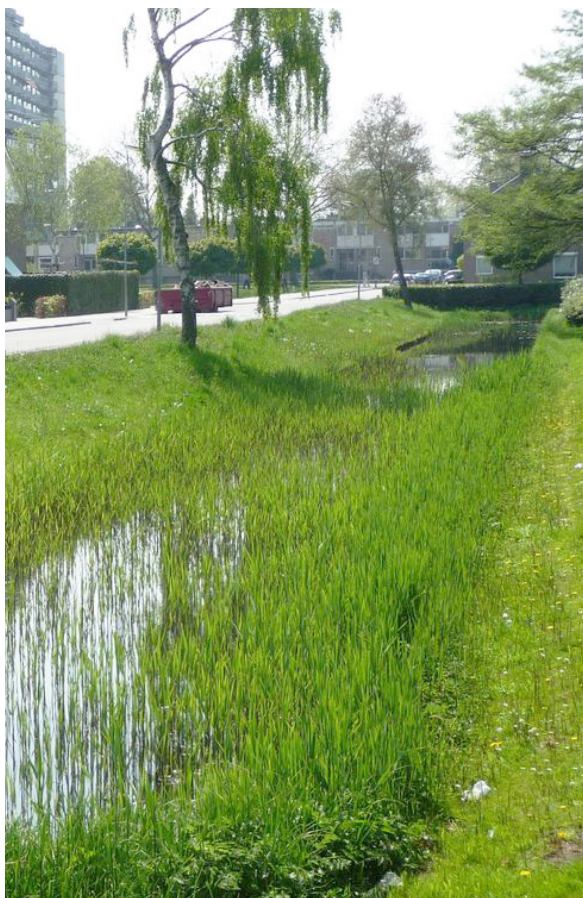
Regnbed regnes for å være økonomisk besparende i forhold til konvensjonelle, lukkede systemer. I tillegg kan regnbed holde tilbake forurensninger i overvannet, øke det biologiske mangfoldet og gi positiv opplevelse. På den negative siden er regnbed forholdsvis arealkrevende, og de krever vedlikehold for å fungere. Graden av driftsbehov vil avhenge av plantevalg og tilførsel av partikler og andre forurensninger i overvannet. I Norge er det i tillegg en del potensielle utfordringer rundt virkningen av regnbed i vinterhalvåret pga frost,

vinterhydrologi, veisalt og strøping. Det er derfor viktig å gjøre etterundersøkelser av regnbed etablert i Norge slik at man kan få erfaringer med hva som fungerer best i vårt klima.

Et regnbed kan ligge fritt i et grøntareal, og kan i så fall enkelt ettermonteres i eksisterende anlegg. Men man kan også bygge gater der rabattene utformes som regnbed. Det er dette vi har gjort i Bjørnstjerne Bjørnsons gate.

### GRESSKLEDDE FORSENKNINGER

Grønne arealer kan ta imot og infiltrere overvann. Dersom de utformes som forsenkninger i terrenget, vil vannet i tillegg kunne bli stående og fordrøye på slike områder. I Bjørnstjerne Bjørnsons gate vil det bli etablert gresskledde forsenkninger i de delene av siderabattene der det ikke er regnbed.



Gresskledde forsenkninger (Foto: landskapsarkitekt.tumblr.com)

### ANDRE TILTAK

Ut over dette, finnes det mange mulige tiltak innenfor treleddstrategien, som for eksempel:

- Grønne tak
- Kjørbare arealer med infiltrasjon
- Dammer
- Kanaler
- Kunstige bekker
- Gjenåpning av bekker

Dette FoU-prosjektet omfatter ikke disse tiltakene.

### PROSJEKTOMRÅDE

Bjørnstjerne Bjørnsons gate ligger på Strømsø i Drammen, og strekker seg fra Kreftingsgate i nord til Holmestrandsveien i sør. Den nordre delen av gata, fram til Telthusgata der Holmenbrua kommer i land, er fylkesveg. Det er denne delen som bygges nå og som skal stå ferdig høsten 2018/våren 2019. Resten av gata er riksveg og bygges senere.

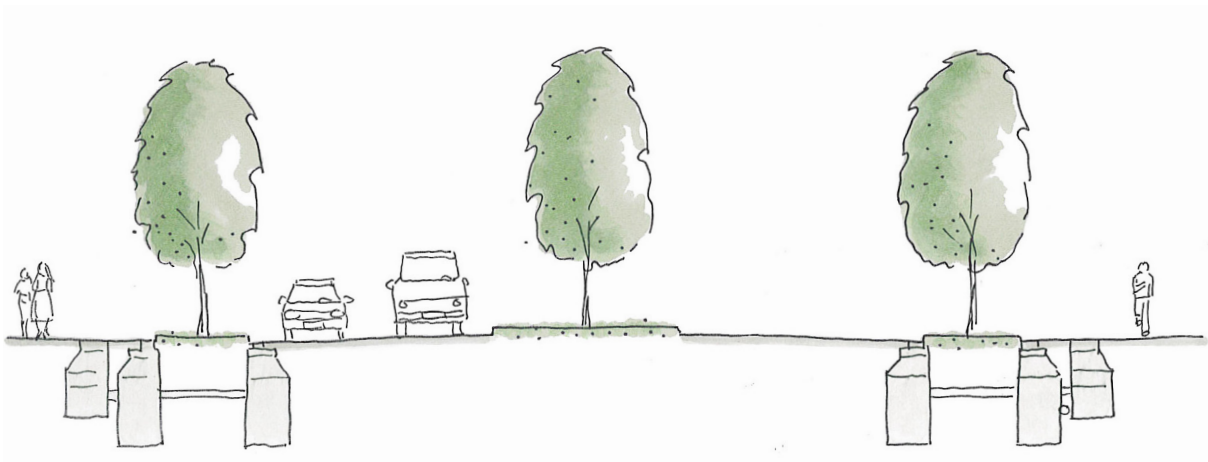
I dag framstår Bjørnstjerne Bjørnsons gate lite enhetlig. Gata er bygget ut i ulike etapper, noe som er tydelig ved at den har et varierende antall felt og en lite enhetlig utforming. I tillegg har den en svært dårlig løsning for myke trafikanter. På vestsiden av gata mangler fortau fullstendig, mens det på østsiden er et smalt og dårlig fortau som er lite fristende å benytte. Når prosjektet står ferdig, blir det en firefelts allégate med gang-/ sykkelveg på begge sider.

Drammen kommunes overvannsnett har ikke kapasitet til å ta imot vann fra Bjørnstjerne Bjørnsons gate, og prosjektet må selv sørge for håndtering av eget overvann. I reguleringsplanen ble det planlagt et lukket system der vannet skulle føres til et fordrøyningsmagasin, og derfra pumpes videre til Drammenselva, se skisse neste side. Et slikt anlegg er kostbart både i anlegg og drift.

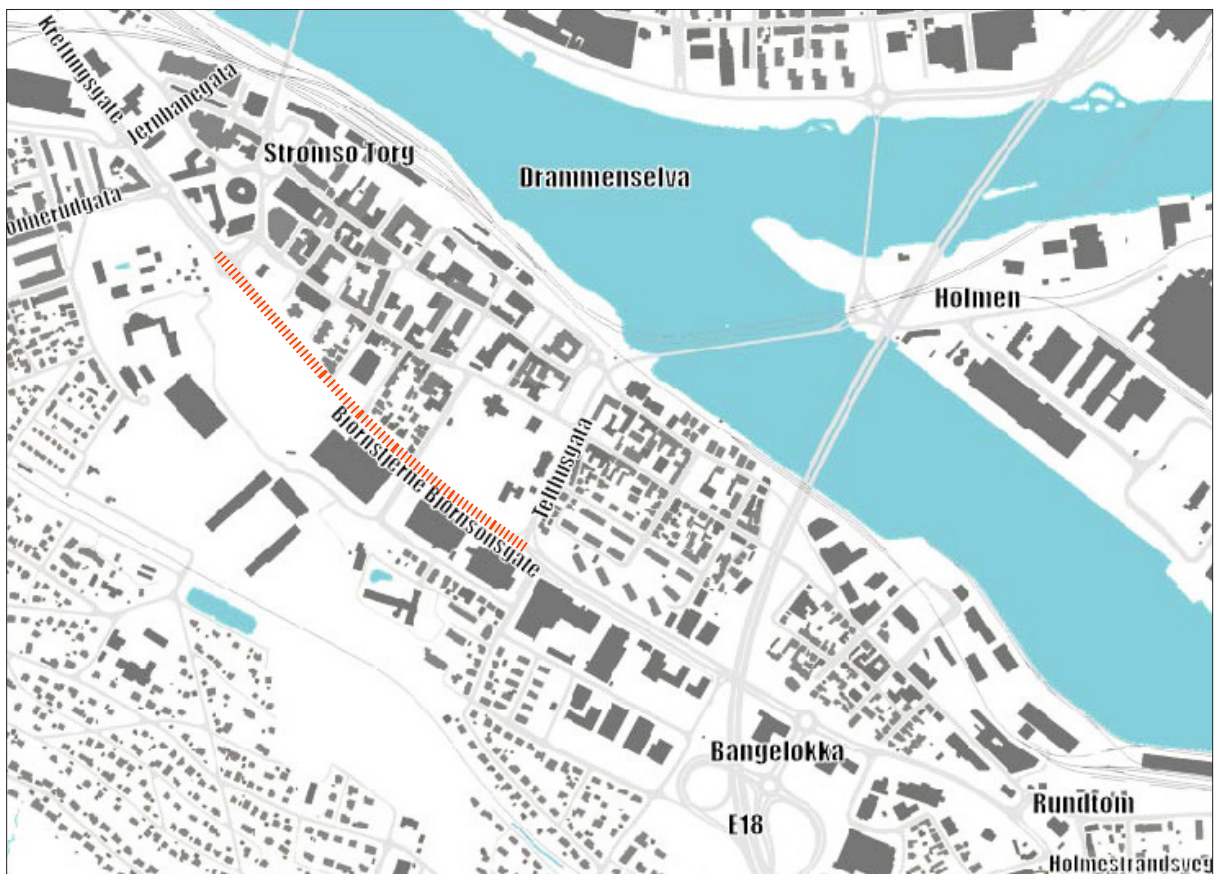
I byggeplanfasen ble det derfor besluttet at Bjørnstjerne Bjørnsons gate i stedet bygges med

åpen overvannsløsning og at vannet infiltreres i grunnen via synkekummer, grønne forsenkninger og regnbød. Grunnundersøkelser viser rimelig

god infiltrasjonskapasitet, slik at det ligger godt til rette for et slikt system.



Regulert gateprofil med lukket overvannssystem. Løsningen krever i tillegg pumping



Prosjektområde. Den delen av gata som bygges nå, er markert med rødt

## ARBEIDER SOM ER UTFØRT

Følgende arbeider er utført som en del av FoU-prosjektet:

1. Litteraturstudie. Innsamling og gjennomgang av eksisterende kunnskap og erfaringer, herunder undersøkelser av hva som er gjort i andre land.
2. Konkretisering av hva som skal undersøkes basert på innsamlet kunnskap og en vurdering av hva det er behov for å finne ut mer om.
3. Planlegging av regnbed og andre tiltak for å håndtere overvann.
4. Foreløpig rapport (denne).

## GJENSTÅENDE ARBEIDER

Følgende arbeider skal utføres når prosjektet er ferdig bygget:

1. Etterundersøkelser i felt. Så sant det blir bevilgninger til det, skal prosjektet følges opp i flere år etter at det er ferdig bygget. Det er først da man vil se hvordan overvannsystemet samt ulike jord- og plantetyper fungerer over tid. Hvilke undersøkelser som skal utføres, er summert opp i kapittelet «Videre arbeider» lenger bak i rapporten.
2. Endelig rapport som viser resultater.

## OPPBYGGING AV RAPPORTEN

Det er en del utfordringer med lokal overvannshåndtering i by, for eksempel knyttet til kantstein og hvordan vannet skal renne fra gata og ut i sidearealene. Dette er det jobbet mye med i prosjektet, og i den forbindelse ble det også utviklet et nytt kjeftsluk. Både arbeidet med gateutforming og utviklingen av kjeftsluket blir oppsummert i denne rapporten.

Siden overvannsløsningen i Bjørnstjerne Bjørnsons gate i stor grad baserer seg på bruk av regnbed, har vegetasjonsbruk og jordsammensetning også hatt stort fokus. Dette er viktige suksessfaktorer for regnbed, og siden klimaet i Norge skiller seg fra klimaet i land som har mer erfaring med regnbed, kan ikke kunnskap fra andre land overføres direkte.

FOU-prosjektet har dermed følgende fokusområder:

- Gateutforming
- Utvikling av nytt kjeftsluk
- Jord til regnbed
- Vegetasjon

Rapporten er bygget opp slik at disse fire temaene har fått hvert sitt kapittel. Til slutt kommer et kapittel der behovet for videre arbeid blir oppsummert, samt et kapittel der forbedringspotensial blir beskrevet.

# GATEUTFORMING

I forbindelse med Bjørnstjerne Bjørnsons gate har vi hatt mange problemstillinger knyttet til utforming som man ikke har når overvannet behandles konvensjonelt. I kapitlene nedenfor har vi summert opp noen av disse, og beskrevet hvordan de ble løst.

For de ulike alternativene er følgende forhold vurdert:

- Effektiv bortledning av overvann til siderabattene (VA)
- Trafikksikkerhet
- Framkommelighet for utrykningskjøretøy
- Drift og vedlikehold
- Estetikk

## GATEPROFIL

### PROBLEMSTILLING

Hvor skal vannet ledes, og hvor skal det infiltrere?

### VALGT LØSNING

#### Infiltrasjon i siderabatt

I Prosjektet Bjørnstjerne Bjørnsons gate har vi valgt å lede vannet til siderabattene og infiltrere det der, se skisse nedenfor.

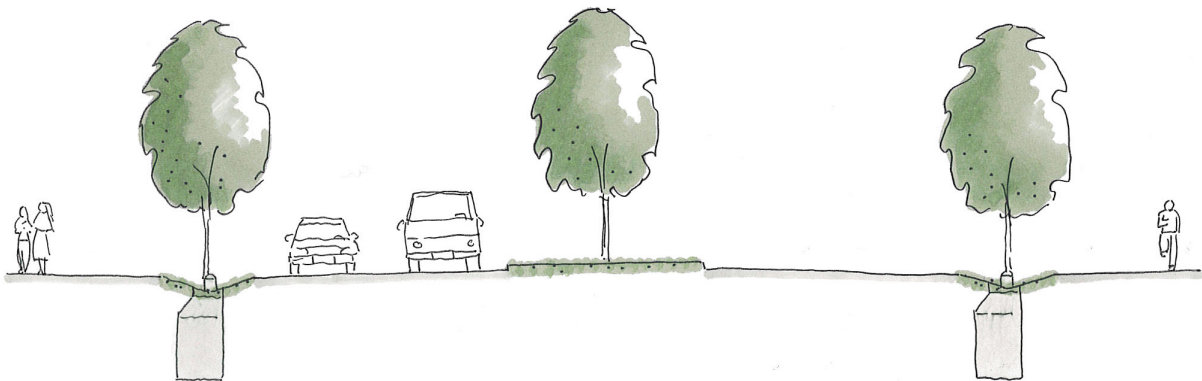
Ved å ha infiltrasjon i siderabattene framfor i midtrabatten, får man drøyt 30% større infiltrasjonsareal. Fallforholdene i kryssene var dessuten enklere å få til, og estetisk sett er det bedre at trærne i midtrabatten ligger noe høyere enn de i siderabattene enn motsatt. Det ble også vurdert som estetisk best at regnbedene kommer nært der folk går og sykler. På den måten vil beplantningen i regnbedene kunne oppleves i sakte fart og på nært hold.

Løsningen baserer seg på infiltrasjon og fordrøyning, men i tillegg blir det etablert overløpsledning med sandfangkummer i siderabattene. Dette vil fungere som et sekundærsystem, og trår i kraft når grunnen er mettet og vannet begynner å stå i grøftene. Sandfangene er koblet på et noe underdimensjonert rørsystem. Det ligger med minimumsfall på hele strekket og har utløp til Drammenselva.

### ANDRE VURDERTE LØSNINGER

#### Infiltrasjon i midtrabatt

Dersom infiltrasjonen legges til midtrabatten, vil fallet måtte vris i kryssene, noe som blir unødvendig komplisert. Infiltrasjonsarealet blir dessuten en god del mindre på grunn av venstresvingefelt og manglende midtrabatt der



Gateprofil med infiltrasjon i siderabatt, prinsipsnitt

det er kryss.

Løsningen er i tillegg estetisk lite ønskelig da man får et hengekøypeprofil som virker visuelt uheldig. Myke trafikanter vil dessuten få liten glede av regnbedene siden de ligger langt unna der man går og sykler.

### Infiltrasjon i både side- og midtrabatt

I denne løsningen dreneres vannet fra gangvegen til siderabattene, mens vannet fra kjørearealet renner til midtrabatten. Også denne løsningen medfører vridd fall i kryssene og vurderes som unødvendig komplisert. Det ble også vurdert at det ikke var behov for så mye

infiltrasjonskapasitet.

Løsningen kan imidlertid være aktuell i prosjekter der man har behov for mer areal til infiltrasjon og fordrøyning.

### Løsninger med vannkanaler

Det ble også vurdert løsninger med vannkanal i midtrabatt eller siderabatter kombinert med infiltrasjon. Drammen kommune ønsket imidlertid ikke vannkanaler da de var redde for hvordan de ville bli seende ut i tørre perioder. Disse løsningene ble derfor forkastet uten videre utredninger.



Gateprofil med infiltrasjon i midtrabatt, prinsippnutt



Gateprofil med infiltrasjon både i midtrabatt og i siderabatter, prinsippnutt



## KANTSTEIN

### PROBLEMSTILLING

Hvordan skal siderabattene avgrenses mot gata slik at overvannet drenerer inn i rabattene samtidig som andre fag blir ivaretatt?

### VALGT LØSNING

#### Avvisende kantstein med 13 cm vis

I Prosjektet Bjørnstjerne Bjørnsons gate ledes vannet til siderabattene og infiltreres der. Siderabattene avgrenses med en avvisende platekantstein med 13 cm vis mot kjørebanelinjen. Mot gang-/sykkelvegen benyttes kantstein med vanlig bredde. Denne settes uten vis slik at vannet fra gang-/sykkelvegen renner fritt til grøfta, se skisse nedenfor.

Løsningen medfører at det må gjøres tiltak i kantsteinsrekken mot gata for å få vannet ut i siderabattene. Dette kan gjøres på ulike måter, se vurderinger i neste kapittel.

Den valgte løsningen vurderes som den beste i forhold til trafiksikkerhet, drift og estetikk. For trafiksikkerhet og drift er det viktig at biler ikke kan kjøre inn i siderabattene. På denne måten vil både folk og grønne arealer beskyttes. Løsningen er dessuten estetisk bra fordi kantsteinen markerer overgangen mellom kjøreareal og grønne rabatter på en tydelig og urban måte.

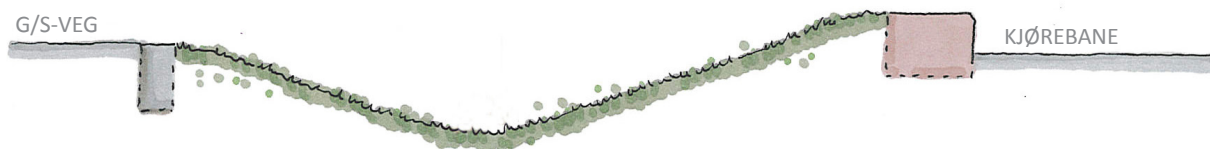
Med denne løsningen vil ikke vannet renne fritt til siderabattene, men stoppe mot viskanten. Dette er ikke optimalt for VA, men løsbart.

For utrykningskjøretøy er løsningen dårligere enn dersom siderabattene hadde vært overkjørbare. Bjørnstjerne Bjørnsons gate er viktig for blålysetatene, og spesielt i rushtiden må annen trafikk kunne kjøre ut til siden slik at utrykningskjøretøy slipper forbi. Ulempene for andre fag vurderes imidlertid som såpass store at prosjektet har valgt å gjøre bare midtrabatten overkjørbare.

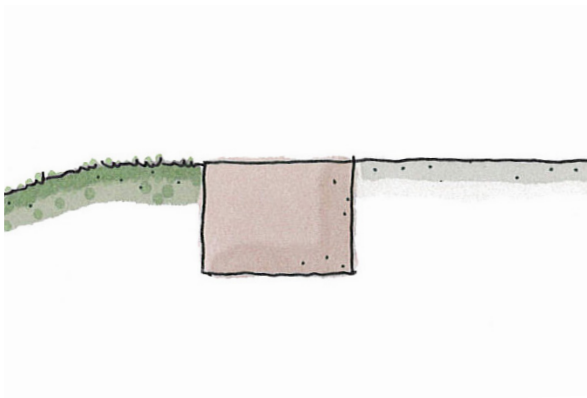
### ANDRE VURDERTE LØSNINGER

#### Ingen kantstein

Den enkleste løsningen for å drenere vannet til siderabattene, er å bygge dem uten kantstein. Da vil vannet kunne renne fritt til rabattene. Overkjørbare siderabatter er dessuten gunstig i forhold til utrykning, og løsningen vil være lett å drifte om vinteren. Rabatter uten avgrensning vil imidlertid være sårbare i forhold til ødeleggelse fordi det er lett å kjøre på dem. I tillegg er det en lite trafiksikker løsning fordi biler kan kjøre på overløpskummene eller inn på gangarealet på motsatt side av rabatten. Løsningen vil dessuten gi en dårlig visuell markering av gateløpet og en lite bymessig form. Den er heller ikke i tråd med vegnormalene eller gatenormen til Drammen kommune.



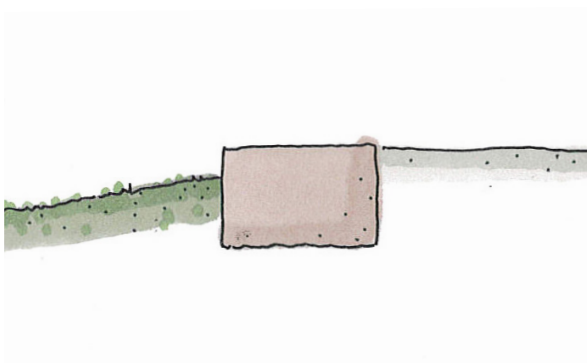
Utforming av siderabatter, valgt løsning



Kantstein med 0-vis

### Kantstein med 0-vis

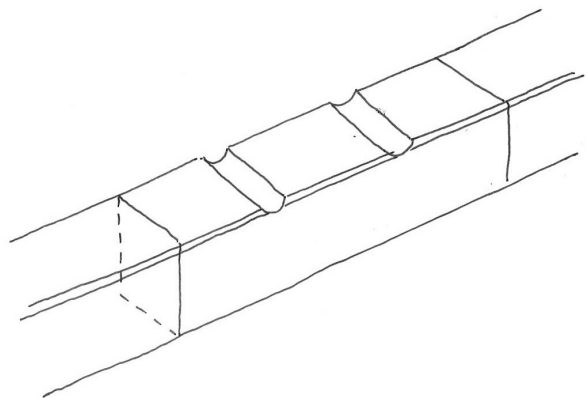
I likhet med løsningen uten kantstein, vil kantstein med 0-vis være fordelaktig for avrenning, utrykning og vinterdrift, mens faren for ødeleggelse, situasjonen for trafikksikkerhet og forholdet til vegnormalene og gatenormen for Drammen kommune er det samme. Kantsteinen vil gi noe markering av gateløpet, men gateprofilen vil fortsatt få en lite bymessig form og framstå som flatt. Visuelt sett er derfor heller ikke dette en god løsning, selv om den er noe bedre enn den uten kantstein.



Kantstein med 0-vis mot gata og 5 cm vis mot siderabatt

### Kantstein med 0-vis mot gata og 5 cm vis mot siderabatt

En løsning med 0-vis mot gata og en lav viskant ned mot siderabatten vil sikre god avrenning samtidig som gata markeres og avsluttes visuelt. Løsningen er imidlertid ikke optimal estetisk da det vil kunne se rart ut at viskanten ligger på «feil» side. For trafikksikkerhet er løsningen bedre enn de to andre alternativene med null vis mot gata, men likevel ikke god. Også for utrykning vil løsningen fungere, selv om det kan virke avskrekkende at man må kjøre ned på et lavere nivå for å komme ut av vegbanen. Vinterdriften antas å fungere greit med denne løsningen, men siderabattene vil også her være sårbare i forhold til ødeleggelse.



Kantstein med utfresede renner

### Kantstein med 4 cm vis og utfresede renner for avrenning

Dersom kantsteinen settes med 4 cm vis mot gata, vil den fortsatt være overkjørbar, noe som er en fordel for utrykning. Viskanten vil imidlertid hindre vannet i å renne fra vegen til siderabattene, og det må i så fall lages renner eller slisser i kantsteinen for å sikre avvanning av vegen. Løsningen gir en bedre visuell markering av gata enn alternativene uten vis, men de stadige slissene vil kunne gi et uryddig og lite stilrent uttrykk. Rabattene vil dessuten fortsatt være sårbare i forhold til ødeleggelse fordi det er enkelt å kjøre opp på dem. Løsningen er heller ikke god for trafikksikkerheten, selv om den antas å være noe bedre enn med 0-vis. For vinterdriften er løsningen grei.

## DRENERING TIL SIDERABATTER

### PROBLEMSTILLING

Hvordan skal vann fra vegen slippe forbi kantstein med 13 cm vis slik at det renner inn i siderabattene?

### VALGT LØSNING

#### Kjeftsluk

Kjeftsluk er en kjent løsning og vil fungere godt for alle fag. Ordinære kjeftsluk leder imidlertid vannet ned i bakken. Det kan infiltreres i kummer der, men prosjektet ønsker at vannet skal tilføres på overflaten og infiltreres derfra. Dette gir en mer robust løsning mot ekstremvær fordi arealet vannet infiltreres på er større enn i infiltrasjonskummer. Vi har derfor utviklet en ny type kjeftsluk som sender vannet igjennom kantsteinsrekken og ut i siderabatten i stedet for ned i infiltrasjonskummer. For nærmere beskrivelse av utviklingsprosessen og resultatet, se eget kapittel.



Ordinært kjeftsluk

### ANDRE VURDERTE LØSNINGER

#### Opphold i kantsteinsrekken

Løsninger med opphold i kantsteinsrekken er vanlig i mange land, men er lite egnet for norske forhold på grunn av vinterdriften. Ved brøyting vil brøyteskjæret lett kunne hekte seg fast i hjørnene på kantsteinen. Dette kan medføre skader på gata, brøytemateriell og mannskap.

Dersom åpningene er for store, vil dessuten hjørnene utgjøre en fare for personbiler ved påkjørsel.

Løsningen vil også medføre at terrenget i siderabatten må senkes inn mot hver enkelt åpning. Hvis åpningene kommer tett, noe de må hvis ikke glipen skal være for stor, vil terrenget på baksiden framstå som noe rotete i en bygate.



Kantstein satt med opphold

### Spesialkantstein med nedsenk

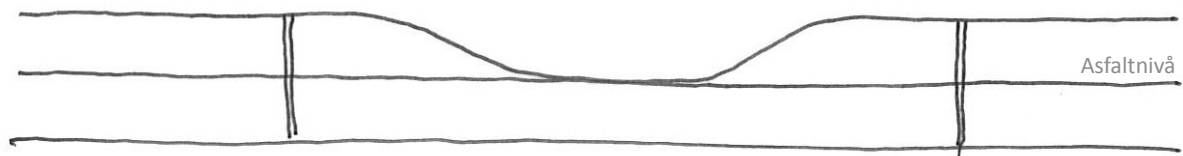
Det kan lages ulike spesialløsninger der kantstein utformes slik at vannet slippes inn til siderabattene. En mulighet er å lage kantstein med nedsenk, se skisse nedenfor. Denne vil bli mindre utsatt ved brøyting enn åpninger i kantsteinrekken. Løsningen vil imidlertid gi en ujevn linjeføring på topp kantstein i tillegg til at terrenget bak vil måtte variere som beskrevet i alternativet ovenfor. Løsningen vil derfor medføre en rotete linjeføring både på kantsteinsrekken og terrenget bak.

### Spesialkantstein med åpning

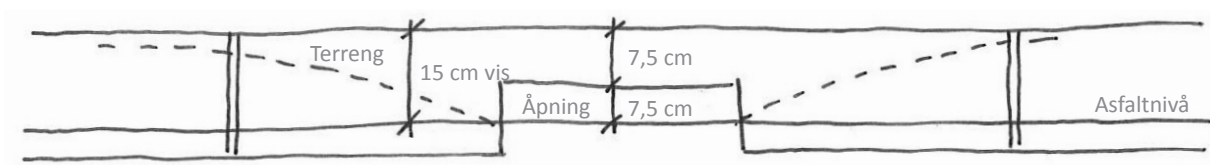
En visuelt bedre løsning er en spesialkantstein der linjen holdes jevn på toppen, men der det lages en åpning ned mot bakken. Denne løsningen vurderes imidlertid som lite hensiktsmessig i forhold til drift. Også her kan brøyteskjæret hekte seg fast, i tillegg til at steinen kan bli utsatt for brekkasje.



Opphold i kantsteinsrekken er en mye brukt løsning i andre land, men er en dårlig løsning der det er behov for brøyting



Spesialkantstein med nedsenk



Spesialkantstein med åpning

## PLASSERING AV TRÆR OG UTFORMING AV TERRENG

### PROBLEMSTILLING

Hvor skal trærne plasseres for å unngå drukning, og hvordan skal terrenget i siderabattene utformes?

### VALGT LØSNING

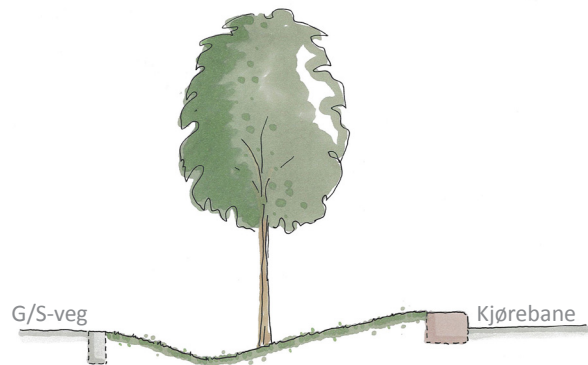
#### Tre midt i siderabatt med asymmetrisk, slyngende grøftebunn

I prosjektet Bjørnstjerne Bjørnsons gate har vi valgt å plassere trærne midt i siderabattene som vist på snittet nedenfor. En slik plassering vil gi fri sikt til skilt, og trærne vil ikke komme i fysisk konflikt med store kjøretøy. En midtstilt plassering vil dessuten gi trærne best mulig vekstvilkår fordi det blir like mye jord på begge sider. Dette gir grunnlag for å utvikle en jevn og fin krone.

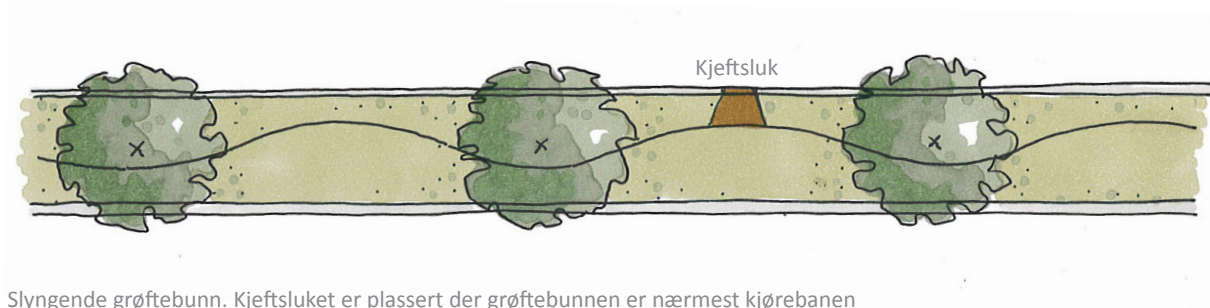
For å unngå at trærne blir stående der vannet samler seg, er grøftebunnen lagt mot gangvegen. Profilet blir dermed asymmetrisk, og det blir stor avstand fra gata til bunnen av grøfta. Fordi vannbrettene har en begrenset lengde, er det imidlertid ønskelig at grøftebunnen ligger nært gata ved kjeftslukene. Dette fordi det vil bli erosjon dersom vannbrettet avsluttes før grøftebunnen. Vi har derfor valgt å la grøftebunnen slyng seg som vist på skissen nedenfor.



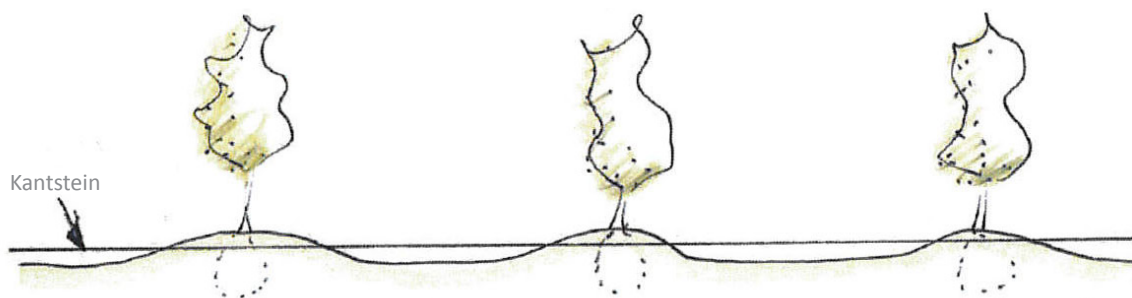
Trær må plasseres slik at drukning unngås (Foto: Nacto.org)



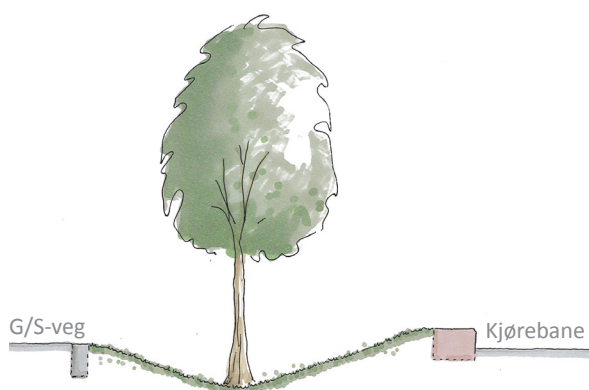
Valgt plassering av trær



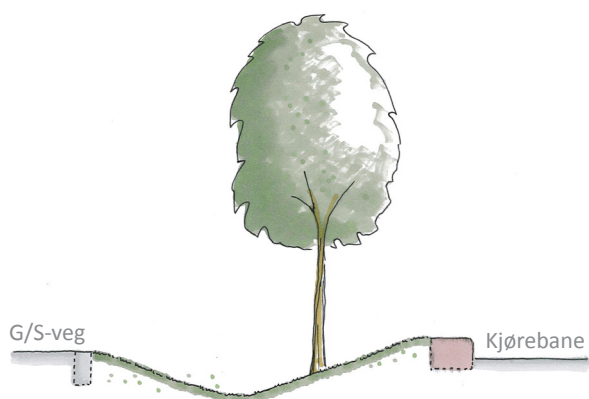
Slyngende grøftebunn. Kjeftsluket er plassert der grøftebunnen er nærmest kjørebane



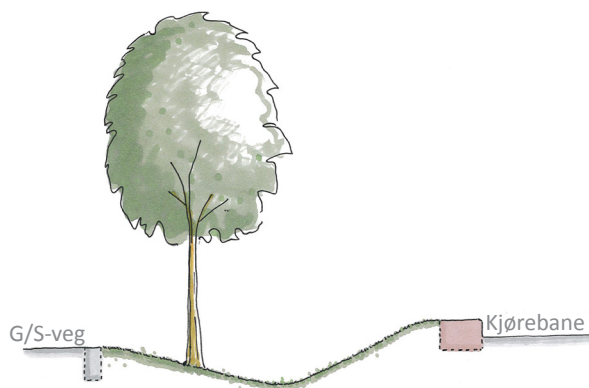
Dersom trærne plasseres i bunn grøft, må det lages en forhøyning ved hvert tre for å unngå drukning (Tegning: Line Løvlien)



Tre midt i siderabatt, midtstilt grøftebunn



Tre mot kjørebane, midtstilt grøftebunn



Tre mot gangveg, noe sideforskjøvet grøftebunn

## ANDRE VURDERTE LØSNINGER

### Tre midt i siderabatt. Midtstilt grøftebunn

Det er en lite gunstig løsning da trærne vil bli stående der vannet samler seg og dermed vil bli utsatt for drukning. For å unngå dette, kan det lages en forhøyning ved hvert tre. Dette vil imidlertid kunne medføre oppstuvning av vann i grøfta i tillegg til at det vil se rart ut.

### Tre mot kjørebane. Midtstilt grøftebunn

I stedet for å la trærne stå i bunnen av grøfta, kan de trekkes ut mot enten vegen eller g/s-vegen. Dersom terrenget utformes med samme fall på begge sider av grøfta, vil den flaten som ligger nærmest vegen bli noe større enn den som ligger nærmest gangvegen. Dette fordi kantsteinen mot vegen har vis, og høydeforskjellen fra toppen av denne blir større enn fra kantsteinen med 0 vis langs gangarealet. Med en slik utforming er det mest naturlig å plassere trærne på den største flaten, det vil si ut mot vegen, se skisse. Med en slik plassering, vil imidlertid trærne komme nært kjørebane, og vil kunne komme i konflikt med store kjøretøy. De vil også medføre problemer med sikt.

### Tre mot gangveg. Noe sideforskjøvet grøftebunn

Ved å legge terrenget i grøfta med noe slakere fall fra gangvegen enn fra vegen, vil flaten mot gangvegen bli den største, og trærne kan plasseres her på en naturlig måte. En fordel med denne løsningen er at sideplasserte skilt vil bli godt synlige. Trærne vil imidlertid få dårlige vekstvilkår fordi det blir svært lite jord på den siden som vender mot gangvegen. Dette kan gi trær med ujevne kroner.

### Tre midt i siderabatt. Bratt helling mot gata, slak helling mot gangveg

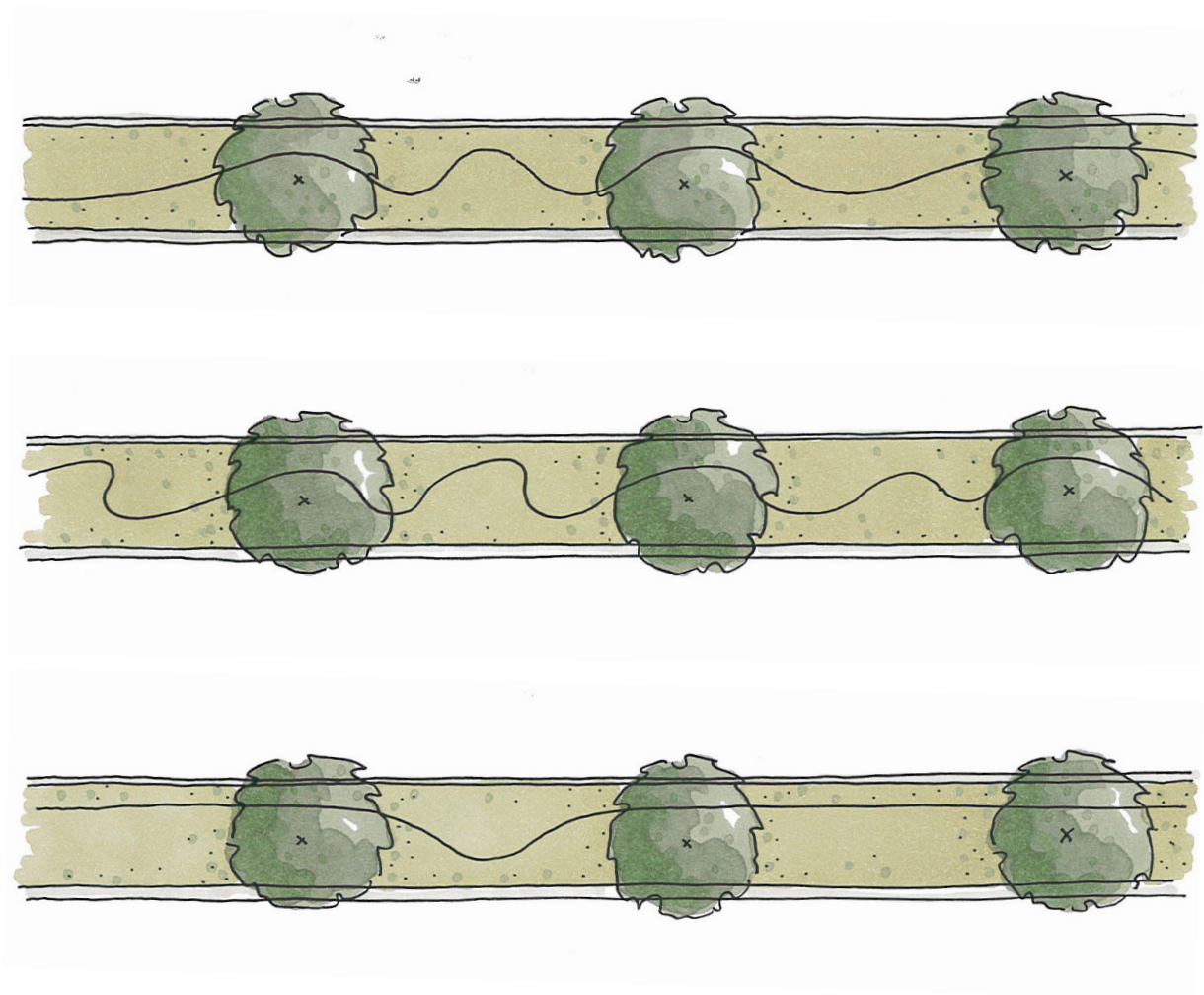
I denne løsningen blir trærne stående tilnærmet midt i grøfta, men uten at de står der terrenget er lavest. Vannbrettet vil dessuten nå grøftebunnen, og erosjon vil dermed unngås. Løsningen vurderes imidlertid som lite ønskelig estetisk da det vil se rart ut at hellingen på de to sidene av grøfta er så forskjellig.



Tre midt i siderabatt. Bratt helling fra gata, slak helling fra gangveg

### ALTERNATIVE MÅTER Å SLYNGE GRØFTEN

Vi har også vurdert andre måter å slynge grøftebunnen på, se skisser nedenfor. Vi vurderte imidlertid den valgte som den roligste og mest stilrene utformingen, og vil benytte den på mesteparten av strekningen. I tillegg vil den øverste av de skisserte løsningene nedenfor prøves ut på en kortere strekning.



Alternative utforminger av grøften: Bue med «dobbeltslag», uregelmessig bue og endring av profilet bare ved kjeftslukene

# UTVIKLING AV NYTT KJEFTSLUK

Ved utviklingen at kjeftsluk tilpasset regnbed i gate, var det naturlig å ta utgangspunkt i et eksisterende produkt og utvikle dette videre slik at det tilfredsstillt ønsket behov. Vi tok derfor kontakt med Ulefoss Jærnverk som produserer konvensjonelle kjeftsluk, og utviklet et nytt sluk i samarbeid med dem.

## BESKRIVELSE AV KJEFTSLUKET

Vanlige sluk tar imot regnvann fra vegbanen og leder det rett ned i avløpsnettet. Det spesialutviklede kjeftsluket leder noe av vannet ut igjen på baksiden og inn i regnbedet via en kanal.

Kjeftsluket støpes i 3 deler: En overramme, en underramme og et vannbrett. Vannbrettet er festet med hengsler til overrammen slik at det kan tilpasses ulike hellinger på grøfta der det monteres. I tillegg er det et lokk inne i kanalen mellom underdelen og overdelen av sluket. Gjennomstrømning i sluket kan justeres ved å fjerne lokket helt eller delvis.

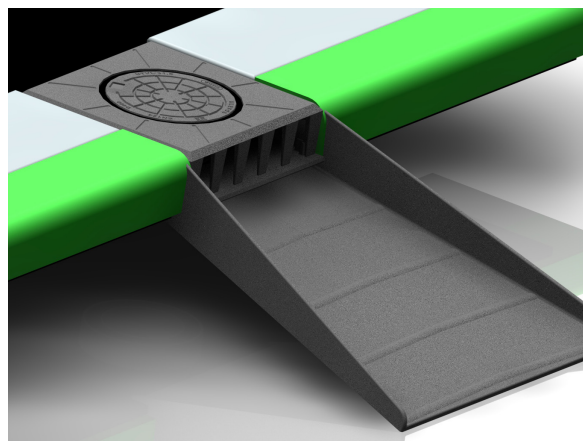
Vannbrettet vider seg ut mot bunnen av grøfta og sprer vannet ved hjelp av ribber. Ribbene er relativt lave, men bidrar til å øke styrken på brettet. Ribbene har en vinkel på ca. 170° for å spre vannet bedre.

Sluket har fått navnet LOD Drammen, der LOD står for Lokal Overvanns Disponering. Siden dette er et helt nytt produkt, vil det sannsynligvis bli behov for justeringer og tilpasninger etter hvert.

## KRAV OG LØSNINGER

Vi hadde følgende krav til det nye kjeftsluket:

- *Løsningen må være robust og ta høyde for ulike værforhold (snø og is).*
- *Profilen på sluket må være slik mot gata at skjæret på brøytebiler ikke henger seg fast.* Det ble derfor tatt utgangspunkt i et ordinært kjeftsluk. På denne måten fikk



Modell av kjeftsluket som ble utviklet i samarbeid med Ulefoss Jærnverk



Prototyp av kjeftsluk utviklet for regnbed i vegmiljø



Kjeftsluk under montering i Bjørnstjerne Bjørnsons gate



vi en kjent løsning mot vegen som tåler påkjenningene i en gate.

- *Sluket må ha en viss tyngde slik at det ikke flytter seg ved for eksempel påkjørsler eller brøyting.* Dette er løst ved at det lages en kum/konstruksjon som sluket festes i.
- *Det må unngås at slam og grus samler seg i hauger i bunnen av grøfta ved utløpet til sluket.* Dette er løst ved at det etableres et lite sandfang under sluket. Dette vil også kunne gi ønsket tyngde til konstruksjonen (se punktet ovenfor).
- *Topplata på overrammen må flukte med sideflatene slik at kantstein kan settes helt inntil og likevel flukte med toppen av sluket.*
- *Underrammen må være tett, men samtidig slippe noe vann ned i infiltrasjonskummen nedenfor.* Det bør dessuten være mulighet til å stenge av røret som går ned i bakken, og la vannet renne rett gjennom sluket og inn i grøfta bak. Dette er løst med et lokk i underrammen.
- *Erosjon der vannet kommer inn i grøfta bør unngås.* Dette er løst ved at det etableres et brett i støpejern fra utløpet og ned til bunnen av grøfta. Brettet er utformet slik at det bremses og sprer vannet, og er derfor bredere i bunnen av grøfta enn ved utløpet. Det er dessuten tilpasset ulike hellingsvinkler, og kan dermed også brukes i andre prosjekter, uavhengig av terrenghelling.
- *Monteringen av vannbrettet må være enkel.* Sluket er utformet slik at montering av vannbrettet kan skje horisontalt uten at det blir kollisjon med andre deler under monteringen.
- *Alle deler som skal støpes kan ha en maks størrelse på 1139x939 fordi dette er størrelsen på rammene fabrikken benytter i støpeprosessen.*

## SANDFANG

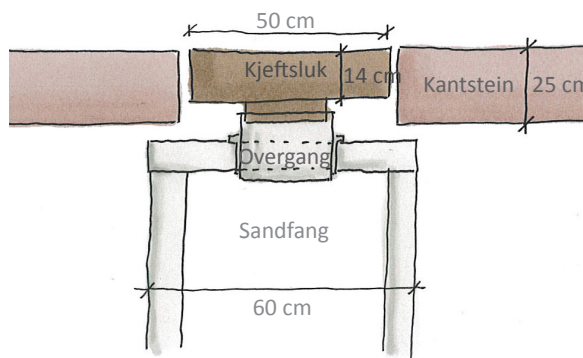
Løsningen baserer seg på at det benyttes sandfang i form av en betongkum, Ø650. Under utviklingsarbeidet, kom det fram at denne kummen vil kollidere med kantsteinens

underside siden kjeftsluket er 500x500x140 og dermed lavere enn kantsteinen og mindre enn diameteren på kummen, se skisse nedenfor. For å unngå dette, må det lages en overgang mellom lokket på sandfangkummen og undersiden av kjeftsluket. Vi vurderte å forlenge skjørtet på underrammen slik at det var langt nok til å stikke ned i betonglokkets utsparing, men monteringen av sluket blir enklere dersom man lager en hals som stikker opp fra betonglokket. Man vil da kunne fylle rundt denne halsen før man monterer slukets underramme, og på den måten kan sluket settes enkelt på plass på de utlagte fyllmassene.

Halsen festes i en utsparing i betonglokket på sandfangkummen. Denne er plassert noe eksentrisk slik at man har en justeringsmulighet i forhold til kantsteinslinjen når kjeftslukene monteres.



Vannbrettet skal hindre erosjon der vannet kommer inn i siderabattene (Foto: Ukjent)



Overgang mellom kjeftsluk og sandfangkum

# JORD TIL REGNBED

Kravene til jord i regnbed er spesielle. Det kreves god infiltrasjonskapasitet for at vannet skal renne fort igjennom massene ved store nedbørsmengder. Men samtidig må den ikke holde så lite på vannet at plantene tørker ut og dør. I tillegg må den ha evne til å holde på næringsstoffer. Kim Paus fant i sitt doktorgradsarbeid<sup>1)</sup> at den viktigste enkeltfaktoren for å opprettholde god infiltrasjonskapasitet over tid er god plantevekst. Uten røttenes bearbeiding av jorda, vil regnbed tilslammes, og funksjonen reduseres/ødelegges. Paus fant også at hvis man får god infiltrasjon og vekst fra starten, utvikler jordprofilene seg over en tiårsperiode til å bli ganske like. Det er altså like viktig å fokusere på vekstfaktorer som på infiltrasjonsegenskapene til jorda.

I USA har man brukt regnbed i stor skala de siste årene. Her brukes følgende anbefaling til jordsammensetning: 50-60% sand, 20-30% matjord og 10-20% løvkompost. De klimatiske forholdene i USA og Norge er imidlertid ikke helt like. Mer nedbør og kjøligere somre gjør at jord i norske regnbed må ha noe annerledes egenskaper enn den som benyttes i USA. Hos oss vil jorda bli noe mindre utsatt for uttørking, og andelen kompost kan dermed sannsynligvis begrenses. Vintersituasjonen er dessuten annerledes. Infiltrasjonskapasiteten til jord reduseres betraktelig når temperaturen blir lav,

og også dette taler for at norsk regnbedjord må infiltrere bedre enn den de bruker i USA. Anbefalt infiltrasjonskapasitet i USA er 2,5 cm/t målt ved romtemperatur. Kim Paus fant i sitt doktorgradsarbeid at denne bør økes til minst 10 cm/t hos oss.

## JORDPROFIL OG SAMMENSETNING AV JORD

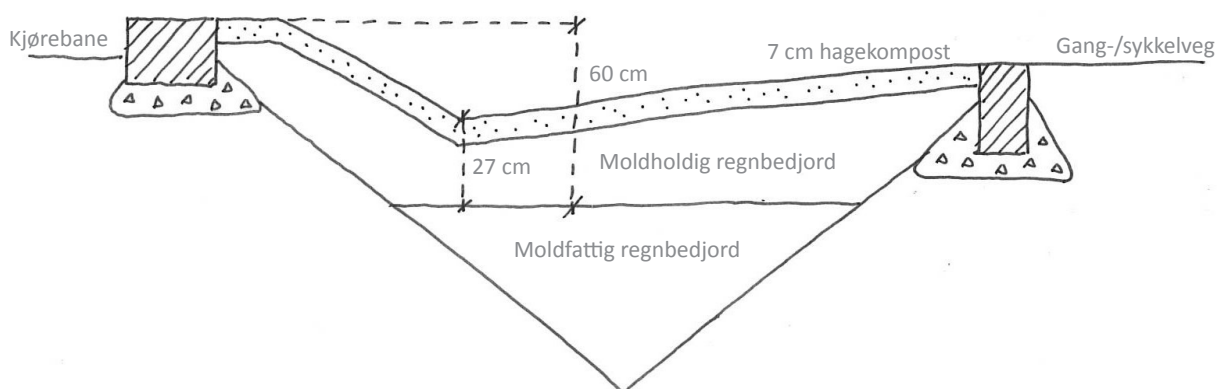
### PROBLEMSTILLING

Hvordan bygges jordprofilen i regnbed opp slik at både infiltrasjonskapasitet og vekstbetingelser for planter blir ivaretatt, og hva slags jordblanding fungerer best under norske forhold?

### VALGT LØSNING

Siderabattene i Bjørnstjerne Bjørnsons gate skal fungere som regnbed, og jordprofilen bygges opp som vist på snittet nedenfor.

Oppbyggingen består av et undergrunnslag av mineraljord og et topplag av samme mineraljord, men med innblanding av organisk materiale. På den måten oppnås samme kornstørrelsesfordeling i undergrunnsjorda som i topplaget. Tykkelsen av topplaget bør være



Jordprofil i regnbed, Bjørnstjerne Bjørnsons gate. Snittet er vist der det er kjeftsluk (bratt helling fra gata)

1) Kim H. Paus (2016). Toxic Metal Removal and Hydraulic Capacity in Bioretention Cells in Cold Climate Regions. NTNU

rundt 30 cm, men vil variere noe i Bjørnstjerne Bjørnsons gate på grunn av terrengformen i siderabatten.

De to jordblandingene som er brukt i Bjørnstjerne Bjørnsons gate er satt sammen av materialer fra Lindum Vekst. Det er benyttet følgende materialer:

#### **Underlagsjord til regnbed**

Like deler av Wigdal mellomsand og siltig mellomsand (1:1). Dette er en basisblending som også blir benyttet i toppjorda, se nedenfor.

#### **Toppjord til regnbed**

7 deler basisblending (av like deler Wigdal sand og siltig mellomsand) og 3 deler hage/parkkompost. For optimalt næringsinnhold er det tilsatt organisk gjødsel (4 l Grønn 8K gjødsel pr m<sup>3</sup> jordblending).

I tillegg til denne løsningen, skal det prøves ut andre jordblandinger i mindre felt, se beskrivelse senere i dette kapittelet.

## **BESKRIVELSE AV JORDFORSØK**

FoU-prosjektet har som mål å framstille en jordblending anbefalt for regnbed i Norge. Denne testes ut fullskala i regnbedene i Bjørnstjerne Bjørnsons gate. For å finne en anbefalt jord, har vi gjort forsøk med ulike blandinger. Disse er laget av NIBIO, som i samarbeid med NMBU har gjort vekstforsøk i pletter med de ulike jordtypene. I tillegg skal det gjøres fysiske og kjemiske analyser. Ved design av jordblandingene, er det tatt utgangspunkt i materialer fra to lokale jordprodusenter, Lindum Vekst og Skaaret Landskap. Det blir også skrevet en masteroppgave i tilknytning til forsøkene, og endelige resultater vil dermed ikke foreligge før denne er ferdig i juni 2018.

## **KRAV OG FORUTSETNINGER**

Det er viktig at man tenker hele konstruksjonen når man lager regnbed, dvs både det øvre vekstjordlaget og de mer infiltrerende



Regnbedjord under utlegging. Den lyse jorda er underlagsjord, mens den mørke er toppjord

mineralske massene under. For at jordprofilen skal fungere optimalt, må det være samme tekstur i hele dybden av profilet. Moldinnholdet må imidlertid være størst i øvre sjikt, anslagsvis 3-6%, mens det i undergrunnsjorda må være <1%.

Den største utfordringen er at jorda i regnbedene skal ha vannlagringsevne og samtidig ha evne til å transportere unna store vannmengder ved ekstremnedbør. Infiltrasjon krever store porer, mens porestørrelsesfordelingen bestemmer hvor mye vann som lagres. Porestørrelsesfordelingen er invers av kornfordelingen, og målet er å finne det optimale forholdet mellom infiltrasjon og vannlagringsevne.

I et regnbed vil det periodevis være vannmetning i hele konstruksjonen og samtidig fritt vann på overflaten. Det er derfor viktig at luftfylte porer i topplaget raskt reetableres etter at vannet er trukket ned.

Det må dessuten være mulighet for rotutvikling i hele vekstmediet. Jorda i prosess 74.44 er en god vekstjord. Det er derfor ønskelig å bruke kravene derifra da det gir en kornfordeling og et næringsinnhold som sikrer god plantevekst. For å sikre god infiltrasjon, må imidlertid fraksjonene være noe grovere enn i vanlig vekstjord.

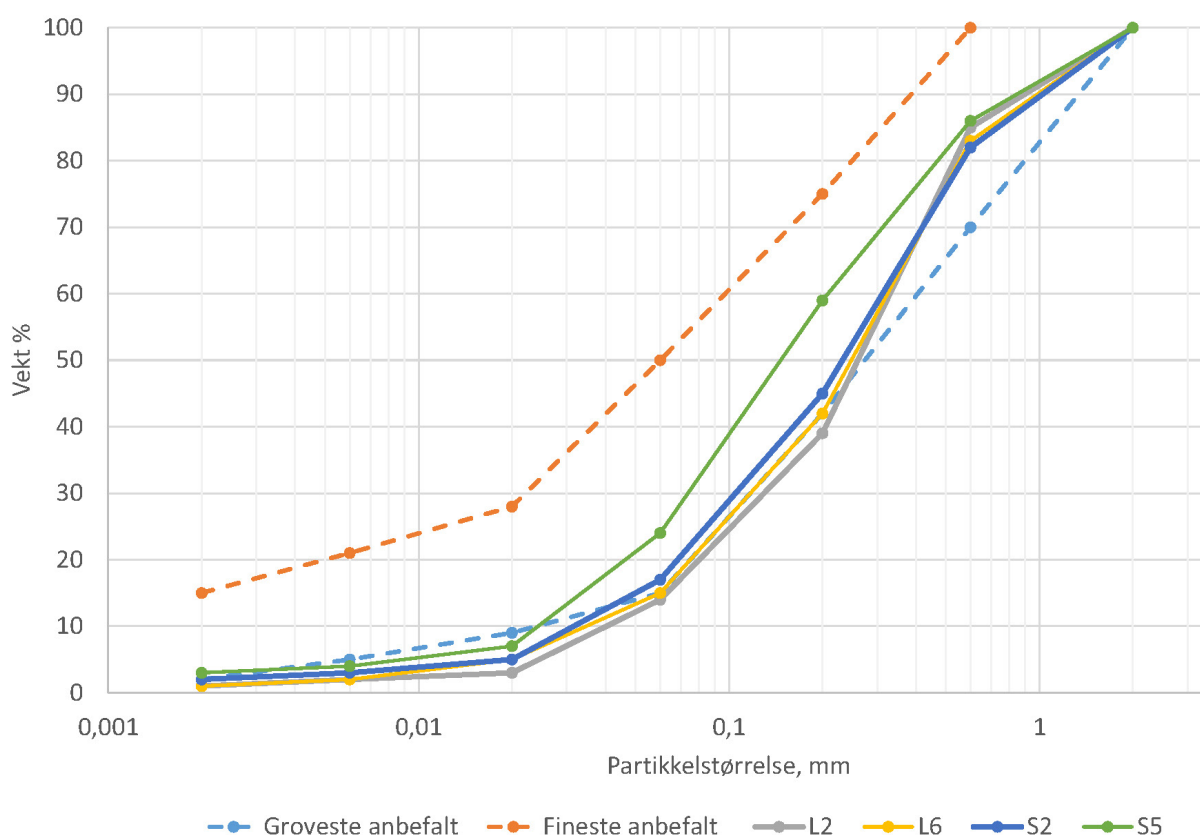
Mengden vann som skal renne gjennom et regnbed er minst ti ganger større enn i vanlige grøntareal. Næringsrike kompostmaterialer kan derfor medføre store utvaskingstap av næringsstoffer, og det er bedre at jordblandingene har litt lite næring enn at de har for mye. På denne måten kan veksten kontrolleres ved tilførsel av gjødsel. Nitrogen er en minimumsfaktor for veksten. Et annet pågående vekstforsøk i regi av NIBIO viser at det er stor forskjell på hvor mye nitrogen som frigjøres fra ulike organiske materialer. Hageparkkompost frigjør for eksempel nesten ikke nitrogen da den allerede er brukt opp i komposteringsprosessen. Tilsvarende har matavfall et høyt innhold av nitrogen, og er dermed lite ønskelig som tilslag i jordblandingene.

Bruk av torv i jordblandingene bør unngås, både på grunn av klimagassutslipp og naturmangfold.

Torv magasinerer store mengder CO<sup>2</sup> så lenge den ligger i myra, men denne blir frigjort når torva blandes i jord og dermed blir nedbrutt. I tillegg forsvinner en naturtype sakte med sikkert dersom vi fortsetter å utvinne torvmyrer. SVV har derfor som mål å benytte jord uten tilsatt torv. Torv har imidlertid den egenskapen at den senker pH. Dersom pH blir for høy, slik den lett blir ved bruk av kompost, vil ikke næringen i jorda kunne nyttiggjøres av plantene. Hovedmålet er likevel å lage blandinger uten torv, men som en del av FoU-prosjektet kan det i tillegg lages en eller flere jordblandinger der effekten av torv testes ut.

#### SAMMENSETNING AV JORDBLANDINGER

Det er laget 12 jordblandinger som alle i utgangspunktet bør kunne fungere som regnbedjord. Disse har variasjoner i tekstur



Kornfordelingen i vekstjord skal ihht Prosesskoden ligge mellom rød og blå stiplet kurve. Fordi regnbedjord må være mer infiltrerende enn vanlig jord, er jordblandingene i jordforsøket laget slik at de ligger i området med grovest anbefalt kornfordeling

samt mengde og type organisk materiale. Seks av blandingene er laget med Lindummaterialer, seks med Skaarematerialer. Alle blandingene ligger innenfor siltig mellomsand, men med ulik sorteringsgrad.

Det er brukt ulike typer organisk materiale i tillegg til at typen sand, silt og leire varierer i blandingene. Dette vil gi en god spennvidde både i fysiske og kjemiske egenskaper i de jordblandingene som testes.

Av organisk materiale er det brukt vanlig hage/parkkompost, sur hage/parkkompost, meitemarkkompost, hestegjødselkompost, flis/barkkompost og torv i ulike blandingsforhold. Sand og silt er hentet fra forskjellige sandtak der materialene har ulike fysiske og kjemiske egenskaper. Her er det benyttet sortert mellomsand fra Wigdal og Helgelandsmoen, siltig mellomsand fra Egge samt siltig finsand fra Helgelandsmoen.

Jordblandingene er laget slik at de tilfredsstiller kravene i prosess 74.44 (Innkjøpt vekstjord/ anleggsjord) både når det gjelder moldinnhold, næringsinnhold og kornfordeling, men det er brukt noe grovere materiale slik at siktekurven kommer noe lenger til høyre enn i vanlig anleggsjord, se kornfordelingskurve på foregående side.

## UNDERSØKELSER

Jordblandingene skal testes i forhold til følgende egenskaper:

- **Infiltrasjonskapasitet.** Jorda testes både når den er nyblandet og gjentatte ganger senere. Det forventes at infiltrasjonskapasiteten vil reduseres når jorda har «satt seg». Målingene av infiltrasjonskapasitet må gjøres i vannmettet jord (Mettet konduktivitetstest). Fordi infiltrasjonskapasiteten synker ved lavere temperaturer, er det viktig at denne er lik i alle forsøk. Det er vannets temperatur

som har betydning for dette, ikke lufttemperaturen.

- **Næringsinnhold.** Det utføres næringsanalyse som viser pH, AL-løselige næringsstoffer, mineralisk N, total N TOC.
- **Kornfordeling**
- **Porevolum og densitet.** Fysisk analyse som viser vannlagringsevne og vannledningsevne
- **Porestørrelsesfordeling.** PF-analyse med 5, 10, 50 og 100 cm dreneringssug. Hvor stor andel av porene som blir luftfylt ved de ulike sugene måles.
- **Plantevekst/trivsel**
- **Planteutgang** (over vinteren)

For å se om de ulike jordblandingene gir ulik effekt på vekst og utvikling, gjøres det vekstforsøk i pletter. Til vekstforsøkene benyttes staudearter som skal testes i Bjørnstjerne Bjørnsonsgate senere. Det benyttes 4 ulike arter, og for hver jordblanding gjøres det 4 gjentak. Med 12 jordblandinger og 4 gjentak blir det 48 planter av hver art, til sammen 192 pletter. Plantene utsettes for perioder med stress i form av vekselvis stående vann og tørke. For to av jordblandingene etableres det i tillegg noen pletter (kontroll) der det vannes normalt slik at disse kan sammenlignes med de plettene som blir utsatt for store vannmengder og deretter uttørking.

Følgende arter benyttes i vekstforsøkene:

- *Amsonia orientalis* - Amsonia
- *Aster divaricatus* - Skogsaster
- *Hemerocallis hybrida* - Daglilije
- *Luzula sylvatica* - Storfrytle

Siden disse artene også skal benyttes i anlegget, vil man kunne sammenligne resultatene fra undersøkelsene som gjøres i forkant med de resultatene man får ved oppfølgingen av anlegget over tid.

Følgende undersøkes i vekstforsøket:

**Visuell bedømming** gjennom sesongen. Før og etter flooding. Før og etter tørke:

- **Helhet:** Skala 0-9. Vurdering av plantens sunnhetstilstand og vitalitet, der 0=død plante, 9=friske, frodige planter i svært god utvikling
- **Bladskade:** Skala 0-9, der 0=ingen skade-/ mangelsymptomer, 9= svært sterke symptomer på hele planta. Beskrivelse av symptomene.
- **Sykdomsgrad** (skadedyr og patogener), samt symptomer registreres.

**Klorofyllmålinger.** Utviklingen følges gjennom vekstsesongen, avhengig av vanningsregime. Før og 2-3 dager etter flooding. Før og i slutten av tørkeperiode. Sluttmåling.

**Tilvekst.** Ved oppstart og avslutning registreres høyde og antall skudd.

Ved avslutning undersøkes følgende:

- **Visuell bedømming** som beskrevet over.

- **Klorofyllmåling**
- **Tørrvekt**, både bladmasse og røtter.

To gjentak overvintres ute i pottene og registreringer fortsetter i 2018.

## STATUS OG FORELØPIGE RESULTATER

De 12 jordblandingene ble laget og de fire artene plantet i slutten av juni. Forsøket ble etablert under tak, men med åpne sider ved NMBU. Den første måneden ble det gjennomført optimal vanning, slik at vannivået i pottene lå mellom 25 og 30 vol. % vann. Den første vannmetningen ble gjennomført i juli. Det ble da tilført en vannmengde tilsvarende 50 mm nedbør, noe som ga vann på skålene. Dette ble stående på skålene i to døgn etter vanningen. Med denne metoden rant en del av sanden ut på skålene, og det ble derfor lagt en duk under hver potte som deretter ble satt i en annen potte. Dette hindret videre utflytning av sand. Plantene



Vekstforsøk (Foto: Marina Gamborg)

ble nå stående uten vanning til vanninnholdet i de fleste pottene lå mellom 5 og 10 vol. % vann. Pottene ble så vannet opp til optimalt fuktighetsnivå.

I neste «drukningsperiode» ble en annen metodikk benyttet. Pottene ble senket ned i en bøtte med vann, slik at de sto vannmettet i et døgn før de ble satt til opptørking. Dette ble gjennomført i august etter at værforholdene hadde endret seg fra tørre og relativt varme forhold til mer fuktig og kjølig vær. Det tok derfor lang tid før plantene nådde optimalt fuktighetsnivå, og de nådde ikke ned i tørre forhold igjen innen den tredje og siste «drukningsperioden» ble gjennomført med samme metodikk. Forsøket ble avsluttet i uke 41 og 42. Resultatene blir presentert i masteroppgaven.

Ved avslutning av forsøket ble røttene fra to av de fire gjentakene vasket og fotografert før tørking og veiing. Som ventet, var det tydelige forskjeller i rotutviklingen mellom artene. I et fåtall potter var det også tegn på anaerobe forhold som hadde ført til at røttene hadde begynt å råtne. To gjentak er for lite til å gjøre en statistisk sikker beregning av dette, og det ble derfor undersøkt om røttene i de to gjenværende pottene også viste tegn på anaerobe forhold. Dette ble gjort uten rotvasking da disse plantene skal overvintres. Observasjonene danner et grunnlag for senere vurdering av overvintring.

Helhetsinntrykket er at forsøksmetodikken har fungert bra. Stresset av plantene ser ut til å ha hatt effekt på røttene. Det er mye som tyder på at gjentatte perioder med overmetning på slutten av vekstsesongen medfører lange perioder med høy jordfuktighet og dermed liten oksygentilgang i deler av rotsonen. Det blir interessant å se om det er noen av jordblandingene som viser seg å gi plantene bedre forhold under slike fuktige betingelser.

Det var noe varierende egnethet på plantematerialet som ble benyttet. Dagliljene

var for eksempel kommet for langt i utviklingen da de allerede var i ferd med å begynne å blomstre kort tid etter oppstart av forsøket. Det var dessuten en utfordring at plantene hadde med seg jord fra potta de ble levert i. Dette gjorde at det tok tid før røttene kom ut i vekstmediet som skulle undersøkes, og det ble dermed små forskjeller i begynnelsen av sesongen. Utviklingen av plantene viste noe større forskjeller etter hvert.

Plantene har blitt utsatt for en periode med tørkestress og tre flomhendelser. I ettertid ser det ut til at plantene kunne ha tørket enda litt mer for å bli stresset nok. Det var imidlertid en risiko for at plantene kunne bli sterkt skadet, og for å unngå at hele forsøket ble ødelagt, ble tørkeperioden avsluttet noe tidlig.

Resultatene fra jordforsøkene blir ferdige i juni 2018, og blir presentert i en egen rapport i tillegg til masteroppgaven. På grunn av prosjektets framdrift, er det allerede nå valgt en type jord som brukes til regnbedene i Bjørnstjerne Bjørnsons gate. Men i tillegg til denne, skal de fire jordblandingene som vurderes som de beste etter at masteroppgaven er gjennomført benyttes i prøvefelt, se nærmere beskrivelse i kapittelet om vegetasjon. På denne måten kan de beste jordblandingene følges opp og sammenlignes over tid.

## ANDRE FORHOLD

### TRÆR

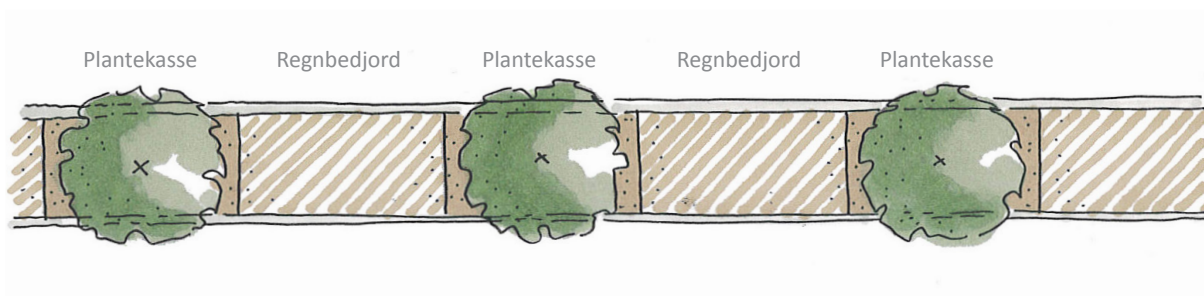
I tillegg til regnbed, skal det plantes trær i siderabattene i Bjørnstjerne Bjørnsons gate. Det er et mål at gata skal framstå som en grønn og frodig allégate, og for å få til dette, må trærne ha gode vekstbetingelser. Det er derfor laget store plantekasser for hvert av trærne. Disse er 4 meter lange og så brede som det er mulig i forhold til rabattens bredde, dvs 2 meter for de fleste kassene. Siden trærne står med 8-9 meters avstand, vil jordprofilen i siderabatten variere, se skisse på neste side.

For å sikre gode vekstvilkår for trærne, er det brukt vanlig anleggsjord etter prosess 74.44 i plantekassene. Denne er bygget opp med moldfattig anleggsjord i bunnen, mens det er lagt moldholdig anleggsjord i de øverste 40 centimetrene. I resten av siderabattene benyttes spesiallaget regnbedjord som beskrevet tidligere.

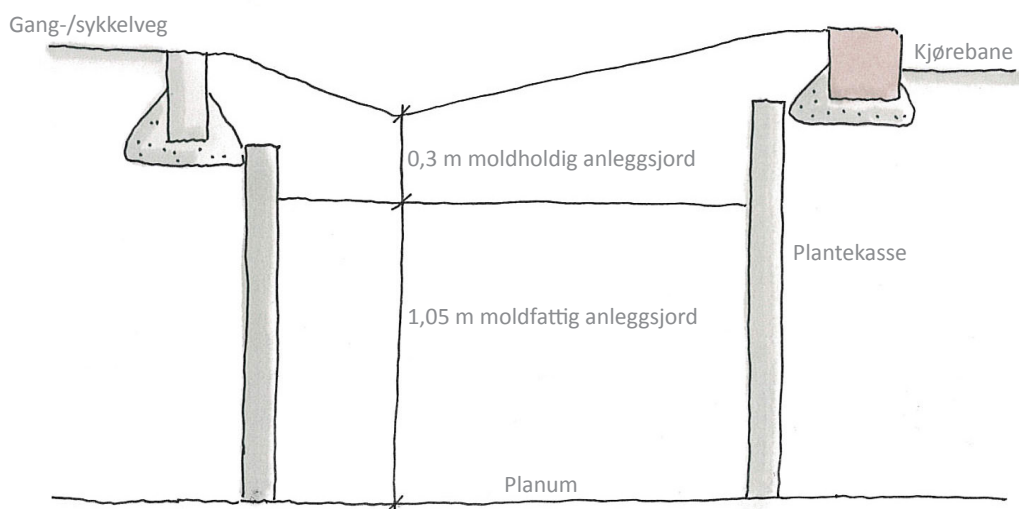
Anleggsjord etter prosess 74.44 er ikke spesielt infiltrerende, men siden noe over halvparten av siderabatten vil få regnbedjord, vil infiltrasjonskapasiteten totalt sett likevel være ganske god. I tillegg er det etablert overløpskummer som vil ta unna vannet på overflaten dersom det blir over et visst nivå. Dette gir en økt sikkerhet mot oversvømmelse.

## VANNTILGANG

Siden prosjektet Bjørnstjerne Bjørnsons gate ligger midt i en by, er det viktig at beplantningen i regnbedene framstår best mulig estetisk. Som beskrevet tidligere, er vekstforholdene i regnbed ekstreme, og det er særlig tørkeperioder som ansees som problematiske fordi regnbedjord holder dårligere på vann enn vanlig anleggsjord. Siden vi har lite erfaring med hvordan regnbed langs veg vil fungere, er det en risiko for at anlegget ikke utvikler seg som ønsket. Det er derfor planlagt vanningsanlegg for å kompensere for denne usikkerheten. Vanningsanlegget blir helautomatisk og styres av fuktsensorer. Det må vurderes om vanningsanlegget er nødvendig over tid, eller om det etter hvert kan kobles fra.



Skisse som viser rytmen mellom plantekasser og regnbedjord



Snitt jord i plantekasser



# VEGETASJON

Planter har mange funksjoner i regnbred. Den viktigste er at planterøtter løser opp jorda og gjør dreneringen mer effektiv. Det viser seg at infiltrasjonskapasiteten i regnbred ofte øker over tid, selv om det tilføres nye partikler fra veien. Hovedforklaringen på dette, er at vegetasjon har fått etablert seg. En av suksessfaktorene for et velfungerende regnbred er altså en vellykket beplantning, og det er derfor viktig å finne de artene som klarer seg i regnbred i veg- og gatemiljø.

I tillegg til at planter øker infiltrasjonskapasiteten, holder de tilbake vann og renser det. De påvirker også mikroorganismer og er gunstige for det biologiske mangfoldet. Vakkert komponerte regnbred vil dessuten være en estetisk opplevelse.

Vegetasjonen i regnbred kan være trær, busker, stauder og løk. Det mest brukte er stauder, men også trær er viktige for lokal overvannshåndtering. Kronene forsinker regnvannet i å nå bakken fordi regndråpene blir liggende på bladene og samles opp der først. I en skog vil for eksempel bare halvparten av regnvannet nå bakken, resten fanges opp i trekronene. I tillegg kommer effekten av at røttene tar opp vann, samt fordampingen fra bladene.

I dette FoU-prosjektet er det lagt vekt på å finne egnede stauder og prydgress til regnbred, mens valg av trær er gjort ut fra visuelle mål i prosjektet Bjørnstjerne Bjørnsons gate. Disse er nærmere beskrevet i prosjektets formingsveileder, men går i korte trekk ut på at gata som helhet deles inn i sekvenser basert på karakteren til de ulike delene av gata. De to artene som skal plantes i siderabattene (regnbredene) i Bjørnstjerne Bjørnsons gate er *Acer freemanii* 'Jeffersred' Autumn Blaze og *Ulmus rebona* 'Resista'.

Se for øvrig formingsveilederen til prosjektet for en nærmere beskrivelse av sekvenser og valg av trær.

## STAUDER OG PRYDGRESS TIL REGNBRED

### PROBLEMSTILLING

Hvilke stauder og prydgress vil trives i regnbred langs veg og gate i Norge?

### VALGTE ARTER

Følgende stauder og prydgress skal plantes i Bjørnstjerne Bjørnsons gate:

- *Amsonia orientalis*, amsonia
- *Amsonia taebernaemontana*, amsonia
- *Aster divaricatus*, skogsaster
- *Aster macrophyllus* 'Twilight', storbladet aster 'Twilight'
- *Astilbe chinensis* 'Purpurlanze', kinaspir 'Purpurlanze'
- *Baptisia australis*, fagerskolm
- *Calamagrostis brachytricha*, koreansk rørkvein
- *Carex muskingumensis*, skråningstarr
- *Chelone oblique*, duehode
- *Dryopteris filix-mas*, ormetelg
- *Eupatorium dubium* 'Baby Joe', hjortetrøst 'Baby Joe'
- *Geranium* 'Rozanne', hybridstorkenebb 'Rozanne'
- *Hakonechloa macra*, hakonegress
- *Helenium* 'Pumilum Magnificum', solbrudhybrid 'Pumilum Magnificum'
- *Hemerocallis lilioasphodelus*, gul daglilje
- *Hemerocallis hybrida*, daglilje (Sortene 'Camden Gold Dollar' og 'Sovereign')
- *Hosta fortunei*, breibladlilje (Sortene 'Francee', 'Striptease' og 'Sum and Substance')
- *Hosta sieboldiana* 'Elegans', doggbladlilje 'Elegans'
- *Iris pseudacorus*, sverdlilje
- *Kalimeris incisa* 'Madiva', fjøraster 'Madiva'
- *Luzula sylvatica*, storfrytle
- *Lythrum salicaria* 'Zigeunerblut', strandkattehale 'Zigeunerblut'
- *Molinia caerulea* 'Overdam', blåtopp 'Overdam'



Astilbe chinensis 'Purpurlanze'

- Polygonatum multiflorum, storkonvall
- Sesleria autumnalis, høstsvenskegras
- Spodipogon sibiricus, gråskjegg

I tillegg til at disse artene plantes i regnbedene, skal de plantes i referansefelt på utsiden av gangvegen. Her blir det vanlig anleggsgjord, og disse plantene vil i liten grad bli påvirket av salt og annen forurensning. Utviklingen til plantene i regnbedet kan dermed sammenlignes med planter med normale vekstforhold. Dersom en plante vokser dårlig både i regnbedet og i referansefeltet, er dette en indikasjon på at det er noe annet enn regnbedsituasjonen som er årsaken.



Dryopteris filix-mas

Det er ikke sannsynlig at alle de valgte artene vil trives, men for å få et bredest mulig erfaringsgrunnlag, har vi valgt å plante også arter vi er usikre på om vil klare seg.

#### BEGRUNNELSE FOR VALG AV ARTER

Ved utvelgelse av planter til regnbedene i Bjørnstjerne Bjørnsons gate, ble det tatt utgangspunkt i litteratur og erfaringer fra tidligere prosjekter. Vi så hovedsakelig på plantelister fra regnbed som er etablert i Norge, herunder «Campus Ås» og de fire regnbedene Kim Paus etablerte i forbindelse med sin doktorgrad. I tillegg tok vi for oss «Haveselskabets liste av egnede regnbedplanter» samt boka «The blue thumb guide to Raingardens»<sup>2)</sup>. Sistnevnte er en amerikansk bok med en lang liste anbefalte planter fra et klimatisk område som ligner vårt. Det er derfor sannsynlig at mange av disse artene også kan trives i Norge. I tillegg er anbefalte planter fra seminaret «Stauder i Fokus» på NMBU høsten 2016 tatt med, samt planter anbefalt av Eva Vike (NMBU). Ut fra dette, satte vi opp en liste med mulige planter til regnbed. Listen omfattet ca. 160 arter, og for å velge blant disse, gjennomførte vi en siling. Alle planter med «svært høy risiko», «høy risiko» og «potensielt høy risiko» i Norsk svarteliste ble silt ut. En del av plantene var ikke risikovurdert i Norsk svarteliste. Av disse



Hakonechloa macra

2) Rusty Schmidt, Dan Shaw, David Dods (2007). The Blue Thumb Guide to Raingardens. Waterdrop Innovations, LCC

er de som frør seg mye eller har utløpere som sprer seg kraftig silt bort, både fordi de utgjør en potensiell spredningsfare og fordi de vil være et vedlikeholdsproblem. Planter med svak vekst og dårlig dekningsgrad er også silt ut fordi de ikke vil holde ugraset unna og dermed blir et driftsproblem.

Vekstforholdene i et regnbed vil variere kraftig, både fordi det vil være både våte og tørre perioder, men også fordi det vil være tørrere jord på kanten av et regnbed enn i bunnen. Likeledes vil det være fuktigere ved innløpet enn ved utløpet. Ved silingen har vi derfor lagt vekt på plantenes elastisitet i forhold til miljøbelastning. Det vil si at de artene som ikke tåler et varierende fuktighetsnivå er silt bort. Dette vil gi en mer robust regnbedbeplantning.

Etter silingen, satt vi igjen med ca. 100 arter som er mulig å plante i Bjørnstjerne Bjørnsons gate. Av disse valgte vi ut de 26 artene som er gjengitt ovenfor. Siden vi er i by, er dette utvalget gjort blant annet på bakgrunn av pryddverdi, slik at planter som har et utpreget naturalistisk preg eller gjør lite ut av seg er valgt bort.

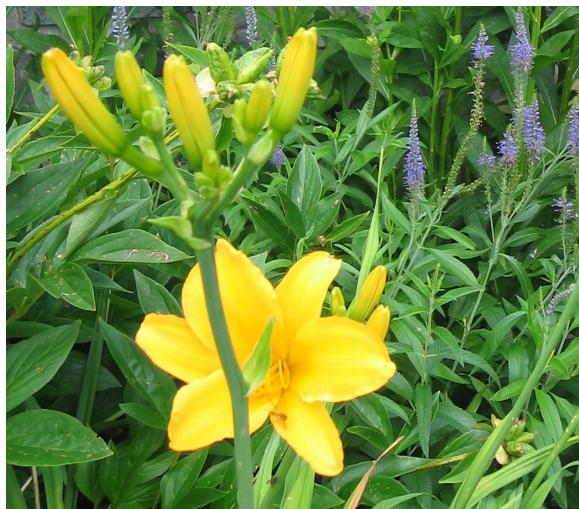
For fullstendig liste av vurderte arter, se vedlegg.

## PLASSERING AV REGNBED

Ved plassering av regnbedene har vi forsøkt å oppnå en viss rytme i gata. Det blir flest regnbed på sørsiden fordi gata her grenser til et grøntområde og dermed vil falle mer naturlig inn i omgivelsene.

Tamburgata er en del av byaksen, og denne er derfor markert mest. Her blir det regnbed på alle de fire sidene. I tillegg har vi plassert regnbed i synsaksen i T-kryssene (Langesgt og Blicksgate) slik at de framstår som fondmotiv i enden av disse gatene. Vi har også valgt å markere krysset ved Knoffsgate på begge sider av Bjørnstjerne Bjørnsons gate fordi dette er firearmet.

Det bør undersøkes i ettertid om det har visuell betydning hvor regnbedene plasseres.



*Hemerocallis hybrida*



*Hosta sieboldiana* 'Elegans'



*Lythrum salicaria* 'Zigeunerblut'

## SAMMENSETNING AV PLANTEFELT

Ved sammensetning av plantefelt, må man ta hensyn til både funksjon og design. Siden dette prosjektet skal følges opp forskningsmessig, måtte vi i tillegg ta en del spesielle hensyn. Nedenfor er forutsetningene som har ligget til grunn ved sammensetning av plantefeltene summert opp.

### DESIGN

- Plantene må passe sammen innenfor hvert felt, både når det gjelder farge, bladstruktur, blomsterform og blomstringstid. I gata som helhet er det viktig at det blomstrer noe til enhver tid i vekstsesongen. Innenfor feltet

er det vanskelig å få til dette da det er for få arter å spille på.

- Det antas at 4-6 arter er ideelt i hvert felt. For få arter kan bli kjedelig, mens flere kan gi et rotete inntrykk.
- Ulike typer plantemønster skal prøves ut, se beskrivelse i neste kapittel.

### FUNKSJON

Noen steder, for eksempel ved gangfelt, er det behov for sikt. Her må det benyttes arter som ikke blir for høye (maks 40-50 cm). Også trærnes plassering setter begrensninger for hvordan staudene kan plasseres da de vil innvirke på solforhold og vanntilgang.



Plantefelt som er satt sammen av planter som kler hverandre (Foto: Jan Erik Nilsson)

## FORSKNINGSMESSIGE FORHOLD

For at vi skal kunne følge opp beplantningen over tid og ha et best mulig forskningsmessig grunnlag, må plantene plasseres etter noen bestemte prinsipper. Det må kunne identifiseres ruter av hver art som er sammenlignbare. For hver rute med planter som skal sammenlignes, må alle variabler være like. Slike variabler kan være avstand til veg, avstand til tre, side på grøfta, avstand til sluk osv. I en virkelig situasjon som her, får man ikke dette til 100%, men det er tilstrebet så godt som mulig. I tillegg må det være gjentak slik at man kan se om resultatene er typiske.

For de feltene der jordtyper skal testes, er det benyttet 4 arter som er satt sammen i et spesielt system. Vi tenkte først å benytte en og samme art i hele feltet, men dersom noe skulle gå galt med denne arten, vil vi ikke få brukbare resultater. Vi har derfor valgt å benytte fire arter. Dette er de samme fire artene som er brukt i pottforsøkene, se kapittelet om jord til regnbed. Disse plantes på samme måte for hver av jordtypene, se skisse nedenfor. Hver art må plantes i ruter på minimum 1x1 meter, og hver av artene plantes både nær vegen og lengst vekk fra vegen. Under trærne har vi valgt å plante hosta for å bryte opp det rutete systemet. Her er det uansett en annen jord siden de står i plantekasser.

Siden testfeltene for jord ligger delvis innenfor siktsonen til gangfelt, er det valgt lave arter i disse feltene. Følgende arter skal benyttes:

- Amsonia orientalis - Amsonia
- Aster divaricatus - Skogsaster
- Hemerocallis hybrida - Daglilje
- Luzula sylvatica - Storfrytle

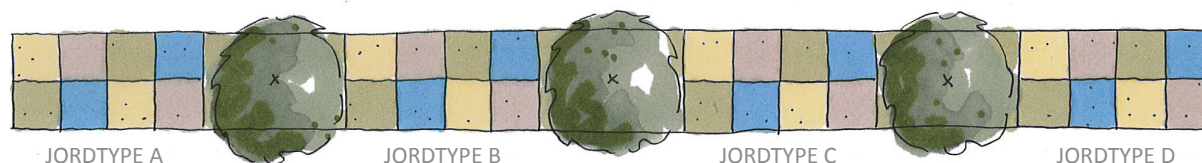
Prøvefeltene må gjentas slik at man kan kontrollere og sammenligne resultatene. Det er derfor to regnbed som er bygget opp etter prinsippene som beskrevet ovenfor.

## PLANTEMØNSTER

Dersom regnbed legges i rabatter som i Bjørnstjerne Bjørnsons gate, vil de nødvendigvis bli lange og smale. Vi har valgt å sette sammen plantefelt der plantemønsteret varierer slik at man i ettertid kan gjøre studier av hvilke design som gir best estetikk. Vi har brukt følgende prinsipper for plantemønster:

- Bare en art i hele feltet
- Rektangulært plantemønster
- Bølgende plantemønster med 2 arter
- Bølgende plantemønster med flere arter
- Skrått plantemønster (skrår samme vei)
- Variert plantemønster (skrår begge veier og er noen steder rett)
- Ruter med 4 arter som gjentar seg (forskningsfeltene)

De siste trendene innen design av staudefelt går ut på å blande arter framfor å plante dem i store felt. Komposisjonen bygges opp om strukturelle planter, i tillegg til at det legges inn planter med sesongvariasjon, utfyllende

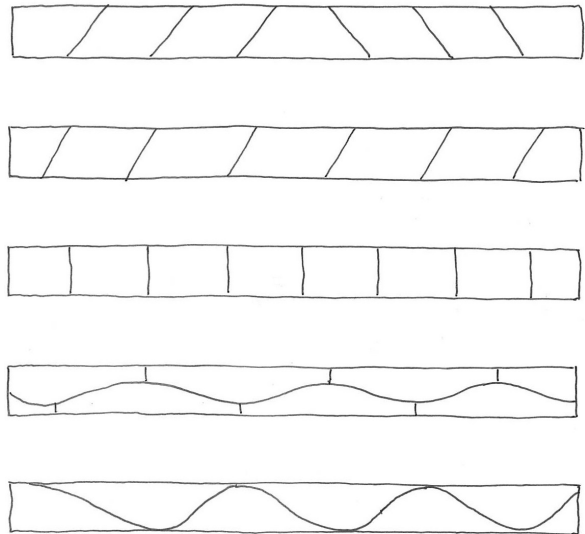


Plantemønster i testfelt for jord

planter og bunndekkerne. Dette gir et mer naturalistisk bilde, og ideelt sett skulle vi i tillegg til plantemønstrene beskrevet ovenfor ha prøvd ut denne måten å sette sammen plantefelt på. Et slikt plantemønster vil imidlertid ikke gi ruter der plantenes vekst og trivsel kan sammenlignes, og er derfor ikke benyttet i dette prosjektet.

I tillegg til plantemønstrene som er beskrevet ovenfor, er det benyttet ulike sammensetninger av plantehøyder:

- Høye og lave sammen
- Middels høye sammen
- Lave sammen



Ulike plantemønstre som skal prøves ut



Kombinasjon av ulike plantehøyder

# VIDERE ARBEID

## KJEFTSLUK

Det må gjøres en vurdering av hvordan kjeftsluket fungerer og eventuelle modifiseringer. Den største usikkerhetene rundt løsningen er hvordan den fungerer om vinteren. Dessuten er det uvisst hvor mye vann som bør slippe inn i grøfta og hvor mye som bør gå ned i sandfangkummen. Det er et mål at sand og grus samler seg i kummen, samtidig som det er ønskelig at mest mulig overvann går ut i grøftene og infiltrerer derifra. For å teste ut ulike vanngjennomslipp, kan underlokket i kjeftsluket kappes slik at det får inntil 40% gjennomslipp. På den måten håper prosjektet å finne en optimal åpning som balanserer disse to hensynene.

Det må også sees på hva man gjør hvis sluket tetter seg om vinteren og vannet ikke renner igjennom. Det er mulig dette kan løses ved at man tar av lokene på underrammene seint på høsten slik at vannet renner ned i sandfangkummene i vintersesongen.

## JORD OG VEGETASJON

De undersøkelsene som er gjort med regnbed tidligere, dreier seg stort sett om funksjonelle problemstillinger. Dette er viktig, og er også noe vi vil følge opp i dette prosjektet. Men i tillegg ønsker vi å undersøke de estetiske aspektene med regnbed.

### FUNKSJONELLE PROBLEMSTILLINGER

I det videre arbeidet må følgende funksjonelle problemstillinger undersøkes:

#### Jord

- Hvor mye vann tar regnbedene faktisk unna? Vannmengden i regnbedene ved store regnskylt måles, og tiden det tar for vannet å infiltrere ned i grunnen registreres.
- Endrer infiltrasjonskapasiteten seg over tid, og i så fall på hvilken måte? Målinger som beskrevet i punktet ovenfor utføres over flere år. I tillegg måles mettet

vannledningsevne i jorda og hvordan den endrer seg over tid.

- Hvordan endrer næringsinnholdet i jorda seg over tid? Jordprøver tas når jorda er ny og påfølgende år.
- Hvilken jordblanding fungerer best? Dette vurderes både i forhold til infiltrasjonskapasitet og plantevekst.
- Hvor mye forurensning og salt akkumuleres i jorda? Det tas jordprøver i nyetablert jord samt underveis for å kartlegge hvor mye som akkumuleres samt bladprøver for å se hva som blir tatt opp av plantene. Det antas at forurensning og salt ikke vil være noe stort problem for plantene fordi det blir stor tilførsel av vann og jorda er drenerende. Slike stoffer vil derfor sannsynligvis bli vasket ut før konsentrasjonen blir så stor at det blir et problem for planteveksten. Men dersom dette likevel blir et problem: Hvordan behandler man den forurensede jorda? Må den skiftes ut, og hvilke konsekvenser har i så fall det?
- Siden Bjørnstjerne Bjørnsonsgate ligger midt i byen, skal det benyttes magnesiumklorid mot veistøv og finpartikler. Har dette andre konsekvenser enn vanlig veisalt (NaCl)? Klorid er giftig for plantene, mens magnesium vil kunne virke gjødselende. Store konsentrasjoner av magnesium vil imidlertid kunne hindre opptak av andre næringsstoffer.
- Meitemark kan øke infiltrasjonsevnen betraktelig. Det vurderes derfor om det skal gjøres forsøk med utsetting av meitemark. Flere arter bør i så fall settes ut.

#### Vegetasjon

- Hvordan påvirker de varierende vekstforholdene (bunn/kant) plantenes utvikling?
- Hvilke planter egner seg for regnbed? Hvilke planter tåler både tørke og overmetning av vann i tillegg til salt og annen forurensning? Vegetasjonsutvikling, dekningssevne og rotvekst registreres.

- Hvilken salttoleranse har de ulike artene? Det tas bladprøver for å kartlegge dette i tillegg til at det måles hva som akkumuleres i jorda. I tillegg utføres registreringer med visuelle vurderinger.
- Hvilken skade gjør frost på regnbedene?
- Hvilken dekningsgrad har de ulike artene, og hva slags planteavstand er optimal?
- Hva kreves av skjøtsel for at regnbedene skal fungere optimalt?
- Hvilken effekt har det å kutte ned plantene, både funksjonelt og estetisk? Gir det bedre infiltrasjon å vente med å kutte ned staudene til våren? Hvordan påvirker i så fall dette opplevelsen av gata?



Vakker plantekombinasjon

## ESTETISKE PROBLEMSTILLINGER

I det videre arbeidet må følgende estetiske problemstillinger undersøkes:

- Hvilke planter gir en god estetisk opplevelse langs veg og gate? I ulike omgivelser og langs ulike typer veg og gate?
- Hvilke planter er vakre sammen i et regnbed? Hvordan bør de settes sammen og hvor mange ulike arter?
- Hvilken attraksjonsverdi har regnbedene for bruken av gata?

## UTVALG AV VILLE NORSKE ARTER

I Bjørnstjerne Bjørnsonsgate er det lagt vekt på det visuelle og opplevelsesmessige ved utvalg av planter. I prosjekter som ligger utenfor byer og tettsteder, vil mange av de artene som prøves ut i Bjørnstjerne Bjørnsonsgate ikke være ønskelige. I slike prosjekter er det norske, stedeigne arter som bør benyttes.

For å få erfaringer med ville norske arter til regnbed, bør det etableres forsøksfelt med slike arter. Det vil sannsynligvis bli slike regnbed på rv. 23 Dagslett-Linnes. Arbeidet med utvalg av planter til dette prosjektet er bare så vidt påbegynt, og dette vil derfor presenteres senere.

## UTVALG AV BUSKER TIL REGNBED

Regnbed kan også beplantes med busker, og i likhet med for ville stauder, er det behov for et prøveprosjekt der man kan få erfaring med ulike arter. Det er mulig man kan få til dette i forbindelse med E134 på Kongsberg, men dette er foreløpig svært usikkert.



# FORBEDRINGSPOTENSIAL

Nedenfor beskrives mulige forbedringer som bør vurderes i senere prosjekter. Dette er løsninger som vi ser i etterkant at burde vært justert, men som det er for sent å gjøre noe med i vårt prosjekt.

## UTFORMING AV GATEPROFIL

I Bjørnstjerne Bjørnsons gate viklet vi oss inn i en del problemer med utformingen som kunne vært løst bedre med en noe justert løsning av gateprofilen. Gateprofilen ble valgt helt i starten av prosjekteringen, og var et prinsipp der vann ble drenert til siderabattene. Men det vi ikke diskuterte, var høyden på gang og sykkelarealet i forhold til kjørearealet. Vanligvis blir siderabattene skilt fra asfaltarealene på hver side med kantstein med vis, og høyden på asfaltarealene er dermed lik på gangarealet og kjørearealet. Dette gjorde vi automatisk også i vårt prosjekt, og vi så ikke før det var for sent at denne forutsetningen kanskje ikke var riktig i vårt prosjekt. Siden kantsteinen mot gata ligger med 13 centimeter vis og den mot gang- og sykkelarealet ligger nedsenket, ville det blitt finere å heve gangvegen. Da ville toppen av kantsteinen langs gangarealet ligget i samme høyde som kantsteinen i gata, og man ville unngått blant annet en skå overgang fra 0 til 13 cm vis ved fotgjengerkryssingene.

Med en løsning som skissert ovenfor, vil området for myke trafikanter bli noe opphevet i forhold til kjørebane. Estetisk sett er dette en flottere løsning.

## UTFORMING AV SIDERABATTER

Underveis i arbeidet har vi sett at arealet bak kantsteinen mot gata vil få veldig lite jordoverdekning. Her er det bakstøp på kantsteinen i tillegg til at terrenget i siderabatten skrår nedover mot grøftebunnen. I tillegg er vekstforholdene her vanskelige fordi konsentrasjonen av salt og forurensning blir ekstra stor i tillegg til at plantene blir påvirket av vind som følge av trafikken som passerer. Ideelt sett bør den delen av regnbedet som ligger rett bak kantsteinen bestå av et dekke av for eksempel gatestein eller elvegrus. Vi har foreslått dette i prosjektet, men ikke kommet i mål med det. Dersom det legges gatestein, vil også de trenge bakstøp, og problemet med lite jord vil dermed bare forskyve seg innover i bedet. Løsningen med elvegrus ble også forkastet fordi det ikke er en akseptabel løsning for drift. Hvis en kantklipper kommer borti løse stein, vil de kunne sprute på trafikanter og gjøre skade. Brøytebiler vil også kunne være et problem. Erfaringer fra andre steder tilsier dessuten at det gror ugras i elvegrus etter noen



Forslag til forbedret gateprofil der gang-/sykkelvegen ligger høyere enn kjørebane. På denne måten blir høyden på toppen av kantsteinene på hver side av rabattene lik

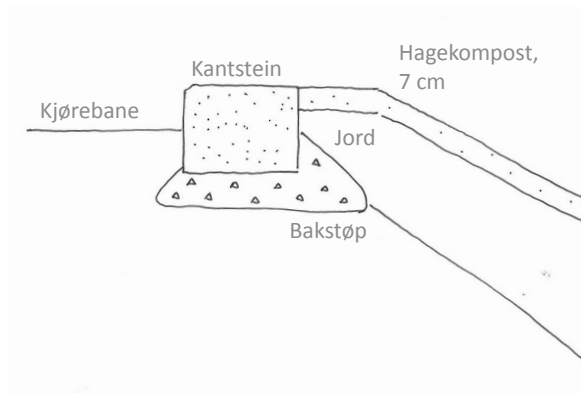
år, og at dette ugraset er vanskeligere å få bukt med enn det som kommer på åpen jord.

Grus og asfalt har også blitt vurdert, men heller ikke grus er akseptabelt for drift, og asfalt er ikke ønskelig fra et estetisk synspunkt. Vi har derfor valgt åpen jord som løsning, og forsøker om planter likevel vil kunne overleve i denne sonen. Kanskje det i det minste er en eller flere arter som vil kunne klare seg i dette området.

I senere prosjekter bør det ses nærmere på denne sonen og om det finnes andre løsninger som bør benyttes.

## KJEFTSLUK

Ved monteringen av kjeftslukene i gata, viser det seg at de er tilpasset 12 cm vis. Bjørnstjerne Bjørnsons gate var planlagt med 13 cm vis, noe som er mye brukt i gater. Kjeftsluket bør derfor modifiseres slik at det kan tilpasses ulike vishøyder.



Sonen bak kantsteinen langs kjørebane får lite jordoverdekning. Her bør det vurderes å sette gatestein eller legge elvegrus

## VEDLEGG



## VURDERING AV AKTUELLE PLANTER FOR BRUK I REGNBEI

For planter som er vurdert at ikke bør brukes, er årsaken til vurderingen skrevet med *kursiv* i tabellen nedenfor. De artene som er markert at kan benyttes, må vurderes nærmere før de eventuelt plantes.

Artene som er valgt benyttet i Bjørnstjerne Bjørnsonsgate er vist med grønn bakgrunn.

### STAUER

Latinsk navn	Norsk navn	Spredningsfare (Artsdatabanken)	Herdighet	Voksekrav og erfaringer	Ikke brukes	Kan brukes
<i>Aconitum napellus</i>	Storhjelms	<i>Potensielt høy risiko</i>	H8	Skygge/halvskygge Meget giftig	x	
<i>Alchemilla acutiloba</i>	Stjernemariåkåpe	Vill i norsk natur	Herdig	Nokså vanlig på tørr til fuktig jord (Gyldendals Flora)		x
<i>Alchemilla mollis</i>	Stormariåkåpe	<i>Høy risiko</i>	Herdig	Gode erfaringer fra regnbed i Norge	x	
<i>Achillea 'Moonshine'</i>	Gyllenryllik	Ikke reproduserende	Amerikansk sone 4-8, bør være herdig her	Sol. Sider og front av regnbed. <i>Må beskyttes mot fuktighet og kulde (Staudaboka) Må deles med jevne mellomrom for å holdes i god vekst (Gyldendals bok om Stauder) =&gt; vedlikeholdsproblem</i>	x	
<i>Adiantum pedatum</i>		Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 3-8, herdig her	Skygge. Bunnan av regnbed		x
<i>Amsonia orientalis</i>	Amsonia	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 4-8, bør være herdig her	Fuktig, veldrenert jord. Sol og halvskygge		x
<i>Amsonia tabernaemontana</i>	Amsonia	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 3-8, herdig her	Sol-lett skygge. Bak og på siden av regnbed		x
<i>Aquilegia canadensis</i>	Kanadaakeleie	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 3-8, herdig her. Gammel hageplante i Norge	Sol og skygge Sider og foran i regnbed		x
<i>Aquilegia vulgaris</i>	Akeleie	Rødlistet art. Angitt som livskraftig i Artsdatabanken	H8	<i>Bør klippe tilbake bladverket for at det skal holde seg tett / friskt =&gt; vedlikeholdsproblem</i> Sol-halvskygge	x	
<i>Aruncus dioicus</i>	Skogskjegg	<i>Høy risiko</i>			x	
<i>Asarum canadense</i>	Kanadahasselurt	Ingen kjent risiko	Amerikansk sone 3-5, herdig her	Halvskygge – skygge Sider og front		x
<i>Asclepias incarnata</i>	Silkeurt	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken. <i>Er</i>	Amerikansk sone 3-9, Herdig her.	Sol-lett skygge. Bunnan av regnbed	x	

				<i>angitt andre steder at den brer seg med utløpere og er uregjerlig</i>						
<b>Aster divaricatus</b>	Skogsaster			Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	H4			Halvskygge. Får ikke meldugg		x
<b>Aster macrophyllus 'Twilight'</b>	Storbladet aster 'Twilight'			Kunnskapsstatus ikke angitt	Amerikansk sone 3-8. Herdig her			Skygge-halvskygge Middels salttolerant. Fuktig til tørt		x
<b>Aster novae-angliae 'Alma Poetschke'</b>	Kleineaster			Ingen kjent risiko	Hardfør			Jevnt fuktig, godt drenert Sol		x
<b>Astrantia major</b>	Storstjerneskjerm			<i>Potensielt høy risiko</i>	Hardfør		x	Jevnt fuktig, godt drenert <i>Frør seg veldig =&gt; vedlikeholdsproblem</i>		
<b>Astilbe chinensis</b>	Kinaspir			Lav risiko	Herdig			Jevnt fuktig Halvskygge-skygge Front og side		x
<b>Athyrium filix-femina</b>	Skogburkne			Vill i norsk natur	Herdig			Halvskygge-skygge Bunn og sider		x
<b>Baptisia australis</b>	Fagerskolm			Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 3-9. Herdig her.			Helst full sol. Eventuelt halvskygge. Bunn og bak. Tåler både tørke og oversvømmelse. (www.missouri-botanicalgarden.org). Valgt til årets staude i 2010 av Perennial Plant Assosiation		x
<b>Bistorta officinalis</b>	Ormerot			<i>Potensielt høy risiko</i>			x			
<b>Blephilia ciliata</b>	Ohio hestemynte			Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 4-8. Herdig her.			Sol-Halvskygge Sider og front		x
<b>Brunnera macrophylla</b>	Forglemmegei-søster			Lav risiko	Hardfør			Moldrik og fuktig <i>Selvsår seg =&gt; vedlikeholdsproblem og potensiell spredningsfare</i>	x	
<b>Butomus umbellatus</b>	Brudelys			Vill i norsk natur Sterkt truet	Meget hardfør			Sumpplante, blir antagelig for fuktighetskrevende	x	
<b>Caltha palustris 'Alba' eller 'Multiplex'</b>	Bekkeblom			Arten er vill i norsk natur	Hardfør			Gode erfaringer med 'Multiplex' (Anlegging av regnbed)		x
<b>Cardamine pratensis</b>	Engkarse			Vill i norsk natur	Hardfør			Vanlig på frisk – fuktig eng		x
<b>Chelone glabra</b>	Snauduehode			Ingen kjent risiko	Amerikansk sone 3-8. Herdig her.			Middels skygge. Side og bunn		x
<b>Chelone obliqua</b>	Duehode			Ikke reproduserende	H5			Sol og skygge Side og bunn		x
<b>Coreopsis verticillata</b>	Kransøye			Ikke reproduserende	H5			Sol.		x

<b>Corydalis lutea</b>	Gul lerkespore	Potensielt høy risiko	H6/7	Siden av regnbed Selvsår seg => vedlikeholdsproblem og mulig spredningsfare	x	
<b>Dalea purpurea</b>	Præriekløver	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 3-8. Herdig her.	Sol. Foran og sider av regnbed. Tørt til middels tørt, men tåler oversvømming. Er enkel å vedlikeholde, men selvsår seg.	x	
<b>Dicentra spectabilis</b>	Løytnantshjerte	Ingen kjent risiko	Herdig	Middels skygge – skygge. Sider av regnbed	x	
<b>Dryopteris filix-mas</b>	Ormetelg	Vill i norsk natur	Herdig	Sol-skygge (Staudeboka) Lett skygge, men tåler sol bare det ikke blir for tørt (Gyldendals bok om stauder)	x	
<b>Echinacea purpurea</b>	Rød solhatt	Ikke reproduserende	H5	Sol til lett skygge. Sider og bak i regnbed. Lett og godt drenerert jord (Gyldendals bok om stauder). Tåler tørke og oversvømmelse ( <a href="http://www.missouri-botanicalgarden.org">www.missouri-botanicalgarden.org</a> ) <i>Ikke en langlivet art.</i> Evt bruke noen innimellom.	x	
<b>Eryngium yuccifolium</b>		Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 3-8. Herdig her.	Sol-lett skygge. Sider og bak i regnbed	x	
<b>Eupatorium dubium 'Little Joe'</b>	Hjortetrøst	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 3-9. Herdig her.	Sol-lett skygge. Bunn og bak i regnbed. Middels til våt jord ( <a href="http://www.perennials.com">www.perennials.com</a> ) Tørr til fuktig jord, men kan bli litt inntørket i bladene hvis det blir for tørt. ( <a href="http://www.abnativeplants.com">www.abnativeplants.com</a> )	x	
<b>Eupatorium purpureum</b>	Storhjortetrøst	Ingen kjent risiko	Nokså herdig	Sol-lett skygge. Moldrik, gjerne fuktige steder, men godt drenerert. Bunn og bak i regnbed	x	
<b>Filipendula rubra 'Venusta'</b>	Præriemjøddurt	Ingen kjent risiko	Hardfør	Fuktig, humusrik <i>Sprer seg nokså aggressivt (Erfaring fra NMBU)</i>	x	
<b>Filipendula ulmaria</b>	Sumpmjøddurt	Vill i norsk natur	Hardfør	Fuktige steder, næringsrik jord. På tørre steder blir planten lett angrepet av mjøldagg.	x	
<b>Filipendula vulgaris</b>	Knollmjøddurt	Vill i norsk natur	H7	Tørr, mager, gjerne kalkholdig jord. Tørrenger, vegskrånger (Gyldendals Flora)	x	
<b>Fragaria vesca</b>	Marikjørbær	Vill i norsk natur	Hardfør	<i>Liten og spe. Lite egnet til offentlige veganlegg</i>	x	
<b>Gaillardia x grandiflora</b>	Staudekokarde	Ingen kjent risiko	Amerikansk sone 3-10. Herdig her.	Sol. Sider av regnbed.	x	

<b>Geranium himalayense 'Johnson Blue'</b>	Praktstorkenebb	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	H6	Lett skygge. Tåler ikke så godt full sol. Tørre og fuktige vekstforhold. <i>Har en tendens til å falle sammen etter blomstring hvis den ikke klippes</i>	x	
<b>Geranium 'Rozanne'</b>	Hybridstorkenebb	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	H4	Sol-lett skygge. Tørre og fuktige vekstforhold. Kåret til årets staude i Storbritannia i 2008		x
<b>Geranium macrorrhizum</b>	Rosestorkenebb	Ingen kjent risiko	Herdig	Kan vokse både i sol og skygge, både tørt og fuktig. Arten en av de beste markdekkerne (Staudeboka). <i>Egner seg best alene fordi den sprer seg kraftig med utløpere. Utsatt for råtning på vinteren hvis det blir for vått (Ljono)</i>	x	
<b>Geranium maculatum</b>	Flekkstorkenebb	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 3-8. Herdig her	Lett skygge-skygge. Sider og front		x
<b>Geranium pratense</b>	Engstorkenebb	Vill i norsk natur	Herdig	<i>Frør seg lett - vedlikeholdsproblem</i>	x	
<b>Geranium sanguineum</b>	Blodstorkenebb	Vill i norsk natur	H5	Solrikt til halvskygget. Middels tørr, leir- og kalkholdig sandjord. Vokser i all hagejord bare den ikke er for fuktig. (Blomsterleksikon)		x
<b>Geranium sylvaticum ('Army Doncaster')</b>	Skogstorkenebb	Arten er vill i norsk natur	Hardfør	Lett- til halvskygget. Vanlig god til fuktig, næringsrik og leirholdig jord. (Blomsterleksikon)		x
<b>Geum rivale</b>	Enghumleblom	Vill i norsk natur	Hardfør	Liker fuktig jord (Staudeboka)		x
<b>Helenium 'Pumilum Magnificum'</b>	Solbrud hybrid 'Pumilum Magnificum'	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Middels hardfør	Næringsrik, humusrik, jevnt fuktig Bunn av regnbed. Sol-lett skygge. Populær hos biene. Vanning i tørkeperioder (Blomsterleksikon) <i>Bør deles hvert 4-5 år (Gyldendals bok om stauder)</i>		x
<b>Heliopsis helianthoides</b>	Glattsøløye	Kunnskapsstatus ikke angitt	Hardfør	Sol-lett skygge. Bak og bunn av regnbed		x
<b>Hemerocallis lilioasphodelus</b>	Gul daglilje	Lav risiko	Herdig	Sol-lett skygge. Sider av regnbed. Næringsrik, fuktig, ikke mager og tørr		x
<b>Hemerocallis</b>	Daglilje hybrider	Lav risiko	Herdig	Sol-lett skygge. Sider av regnbed. Næringsrik, fuktig, ikke mager og tørr		x
<b>Hosta</b>	Breibladiilje	Ikke reproduserende	Herdig	Middels skygge-skygge. Front, bunn, sider og bak i regnbed		x
<b>Hyloeleoium telephium</b>	Hagesmørbukkk	<i>Potensielt høy risiko</i>			x	
<b>Iris chrysographes</b>	Stråleiris	Ingen kjent risiko	H5	Sol/halvskygge Lett fuktig jord		x



<b>Iris ensata 'Gracieuse'</b>	Tvillingiris	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	H4-5 (www.Gardenliving.no)	I dammer eller kanten av dammer. Kan stå tørt om vinteren. (www.hagedammen.no) Vokser helst på kalkfattig grunn som er sumpete om våren og sommeren men tørr høst og vinter. (Staubeboka)	x
<b>Iris x germanica</b>	Hageiris	Ingen kjent risiko	H5-6	Gode erfaringer fra regnbed i Norge. <i>Må deles regelmessig på sommeren med 2-3 års mellomrom (Staubeboka) - vedlikeholdsproblem</i>	x
<b>Iris pseudacorus</b>	Sverdlilje	Vill i norsk natur	Herdig	Gode erfaringer fra regnbed i Norge	x
<b>Iris sibirica</b>	Sibiriris	<i>Potensielt høy risiko</i>	Herdig		x
<b>Iris versicolor</b>	Praktiris	Ingen kjent risiko	Amerikansk sone 3-9. Herdig her	Sol-lett skygge. Bunn av regnbed. <i>Virker noe spe til bruk i offentlige veganlegg</i>	x
<b>Iris virginica</b>		Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 4-9. Herdig her	Sol-middels skygge. Bunn av regnbed	x
<b>Kalimeris incisa 'Madiva'</b>	Fjøraster	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 4-9, herdig her	Sol-halvskygge. Fuktig - tørt	x
<b>Liatris pycnostachya</b>		Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 3-9. Herdig her	Sol. Sider og bunn av regnbed. I følge «Staubeboka» vokser denne på tørrere steder enn <i>Liatris spicata</i> .	x
<b>Liatris spicata</b>	Akssøyleblom	Ikke reproduserende	Herdig	Sol. Bunn og sider av regnbed	x
<b>Lobelia cardinalis</b>	Kardinallobelia	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	<i>Lite herdig</i>	Lett skygge-skygge. Bunn av regnbed.	x
<b>Lobelia siphilitica</b>	Blåakslobelia	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 3-9. Herdig her	Sol-middels skygge. Bunn og front. Vokser best på svært fuktig jord.	x
<b>Lunaria rediviva</b>	Månefiol / månejudaspenge	Finnes i norsk natur, men sjelden. Innført etter 1800. Ikke reproduserende (artsdatabanken) Vill nord til Skåne (Gyldendals Flora)	<i>Usikker herdighet</i>	Sjelden på skyggefull, fuktig, næringsrik og steinete moldjord. Løvsog, helst ved kildedrag og bekker (Gyldendals Flora).	x
<b>Lychnis flos-cuculi</b>	Hanekam	Vill i norsk natur	Forholdsvis utbredt / herdig	<i>Spe – antagelig vanskelig å vedlikeholde i offentlig veganlegg.</i>	x

<b>Lysimachia vulgaris</b>	Fredløs	Vill i norsk natur	Vanlig på Østlandet	Fuktig, næringsrik torvjord. Sumpskog, myr, strender, bekkekanter, grøfter. <i>Brer seg med utløpere</i> (Gyldendals Flora)	x	
<b>Lythrum salicaria</b>	Kattehale	Vill i norsk natur	Herdig	Gode erfaringer fra regnbed i Norge. Solrik, fuktig til våt vokseplass (Blomsterleksikon)	x	
<b>Jasione laevis</b>	Fransk munke / sandmunke	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Hardfør	Sterkt sandholdig jord. Sol til halvskygge	x	
<b>Maianthemum racemosum</b>	Toppkonvall	Ingen kjent risiko	Amerikansk sone 3-7. Herdig her	Lett skygge-skygge. Sider og bak i regnbed	x	
<b>Matteuccia struthiopteris</b>	Strutseving	Vill i norsk natur	Herdig	Lett skygge-skygge. Bunn av regnbed. Jevnt fuktig. <i>Sprer seg veldig og fortrenger andre arter</i>	x	
<b>Mentha aquatica</b>	Vassmynte	Vill i norsk natur	H3	Våt, næringsrik jord. Strender, myrer, grøfter, fuktenger (Gyldendals Flora)	x	
<b>Mertensia virginica</b>	Klokkeøstersurt	Ikke reproduserende	Amerikansk sone 3-8. Herdig her	Sol-skygge. Sider og bunn av regnbed	x	
<b>Monarda didyma</b>	Hestemynte	Ikke reproduserende	Herdig H7	<i>Får lett meldugg hvis tørt. Må deles etter hvert – vedlikeholdsproblem.</i>	x	
<b>Myostis scorpioides</b>	Engforglemmegei	Vill i norsk natur	Herdig på Østlandet	Fuktig, næringsrik jord. Strender, fukteng, myr, grøfter. (Gyldendals Flora)	x	
<b>Onoclea sensibilis</b>	Perlebrøgne	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	H5	Lett skygge-skygge. Bunn av regnbed. Fuktig jord i halvskygge (Gyldendals Flora) Humusrik jord, skygge (www.staude.no)	x	
<b>Paeonia</b>	Pion	Ikke reproduserende	H7-8	Sol-lett skygge. Sider og bak i regnbed	x	
<b>Penstemon digitalis</b>	Rørblomst	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	H3-4?	Full sol. Vokser best i middels fuktig til tørr jord. Unngå våt, dårlig drenert jord – kan føre til at rota råtner. (www.missouri.botanicalgarden.org)	x	
<b>Perovskia atriplicifolia</b>	Russisk salvie / steppeblåbusk	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	H3, men fryser lett tilbake	Sol. Sider og bak. I sortlista står det at den krever en varm plass på lett, godt drenert jord.	x	
<b>Persicaria amplexicaulis</b>	Blodlirekne	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Gunsige strøk (Blomsterleksikon)	Solrik til lettskygget. Vanlig god til middels fuktig, næringsrik jord. Vanning i tørkeperioder. <i>Skades av nattefrost</i> (Blomsterleksikon)	x	
<b>Phlomis russeliana</b>	Pagodeblomst	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	H3	Varm og godt drenert vokseplass. Sol. (www.gardenliving.no)	x	

					Full sol til lettskygget. Vanlig god, ikke for fuktig jord. <i>Vinterdekket</i> . (Blomsterleksikon) <i>Sprer seg med utløpere</i> (Blomsterleksikon)				
<b>Phlox divaricata</b>		Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Hardfør. <i>Kortlivet</i> (Blomsterleksikon)				x		
<b>Phlox glaberrima</b>		Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 3-9. Herdig her		Sol. Sider og grunn.			x	
<b>Phlox paniculata</b>	Høstfloks	Ingen kjent risiko	Herdig		Noe fuktig / jevnt fuktig. <i>Liker ikke tørke – øker sjansen for angrep av nematoder eller meldugg</i> (Blomsterleksikon).		x		
<b>Phlox stolonifera</b>	Krypfloks	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Herdig		Sol-middels skygge. Front			x	
<b>Physostegia virginiana</b> 'Schneekrone'	Virginia leddblomst	Kunnskapsstatus ikke angitt	Herdig		Jevnt fuktig. Solrik. Vanlig god til middels fuktig næringsrik jord (Blomsterleksikon)			x	
<b>Polemonium reptans</b>	Krypflokk	Ingen kjent risiko	H6-7		Skygge. Sider og front			x	
<b>Polygonatum biflorum</b>	Kantkonvall	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 3-9. Herdig her		Lett skygge-skygge. Sider og bak i regnbed			x	
<b>Polygonatum multiflorum</b>	Storkonvall	Vill i norsk natur	H6		Sol-skygge (sortslista) Skyggefull, fuktig næringsrikt (wikipedia)			x	
<b>Polystichum acrostichoides</b>	Taggbregne	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 3-9. Herdig her Brukt i «oldemors hage»		Lett skygge-skygge. Bunn og sider av regnbed. Tåler alt fra veldig tørr til veldig våt jord (www.finegardening.com) Vintergrønn ( <a href="http://carolynsshadegardens.com">http://carolynsshadegardens.com</a> )			x	
<b>Potentilla palustris</b>	Myrhatt	Vill i norsk natur	Herdig		Vanlig på våt, næringsfattig gjørme eller torvjord. Strender, hengemyr, fuktenger, grøfter (Gyldendals Flora)			x	
<b>Primula x bulleesiana</b>	Etasjprimula	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	H4		Sol-halvskygge. Fuktig			x	
<b>Primula florindae</b>	Augustprimula	Ikke reproduserende	Hardfør		Fuktig og humusrik, litt skyggefull => <i>vedlikeholdsproblem</i> . (Staudaboka)		x		
<b>Rheum palmatum</b>	Prydrabarbara	Kunnskapsstatus ikke angitt	H2 <i>Ikke hardfør</i>				x		

<b>Rodgersia aesculifolia</b>	Kastanjebronseblad	Kunnskapsstatus ikke angitt	H7	Gode erfaringer fra regnbed i Norge Sol til full skygge. Næringsrik og fuktig jord (www.staude.no) Skygge, fuktig (sortslista)		x
<b>Rodgersia pinnata</b>	Flikbronseblad	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	H5	Lett-halvskygget. Ved tilstrekkelig fuktighet også solrikt. Vanlig god til middels fuktig, veldrenert og næringsrik humusjord.		x
<b>Rodgersia podophylla</b>	Koreabronseblad	Ingen kjent risiko	H7	Skygge, fuktig (sortslista)		x
<b>Rudbeckia fulgida 'Goldsturm'</b>	Praktsohlhatt	Kunnskapsstatus ikke angitt	H5	Sol. Sider og bunn. Noen sorter går gjerne ut etter noen år (Ljono, muntlig). <i>Tåler ikke tørke, og må vannes i tørkeperioder.</i> R. f. deamii (stjernesolhatt) tåler tørke bedre	x	
<b>Rudbeckia hirta</b>	Lodhesolhatt	Ingen kjent risiko		<i>Ettårig</i>	x	
<b>Rudbeckia laciniata</b>	Kyss meg over gjerdet	Ingen kjent risiko		<i>Trenger oppbinding - vedlikeholdsproblem</i>	x	
<b>Salvia x superba 'Mainacht'</b> (Synonym med <i>Salvia nemorosa</i> 'Mainacht' og <i>Salvia x sylvestris</i> 'Mainacht')	Steppesalvie	Ingen kjent risiko	Amerikansk sone 5-9, noe som tilsier at den er på grensen her. Men ifølge sortslista har andre sorter av <i>Salvia nemorosa</i> herdighet H6	Sol. Front og sider av regnbed. Tørketolerant (www.finegardening.com)		x
<b>Sanguisorba officinalis 'Purpurea'</b>	Blodtopp	Vill i norsk natur. Livskraftig	Middels hardfør	Fuktige enger (Staubeboka) Sol. Fuktig og ganske næringsrik (Gyldendals bok om stauder)		x
<b>Sedum telephium 'Autumn Joy'</b>	Evigbergknapp	Potensielt høy risiko	H6	Sol-middels skygge. Sider av regnbed. Råtner hvis det blir for fuktig	x	
<b>Silene dioica</b>	Rød jonsokblom	Vill i norsk natur	Herdig	Vanlig på fuktig, næringsrik moldjord (Gyldendals Flora)		x
<b>Silphium laciniatum</b>	Kompassplante	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 3-8. Herdig her	Bunn og bak i regnbed. Veldig høy (opptil 3 meter)		x
<b>Smilacina racemosa</b>	Klasefjær	Ingen kjent risiko	Herdig store deler av landet (Blomsterleksikon)	Skygge-lett skygge. <i>Sprer seg aggressivt, og kan bli ugrasaktig</i> (Staubeboka)	x	
<b>Solidago rugosa</b>	Strigullris	Ikke reproduserende		<i>Funnet lite om denne. Ingen bilder, ikke omtalt i Gyldendals store Nordiske flora.</i>	x	

<b>Solidago speciosa</b>			Ikke risikovurdert i Artsdatabanken, men i nær slekt med <i>Solidago canadensis</i> som har svært høy risiko og er forbudt å plante. Bør derfor være forsiktig	Amerikansk sone 3-8. Herdig her		x	
<b>Stylophorum diphyllum</b>			Ikke risikovurdert i Artsdatabanken Utrydningstruet i Ontario, USA, så lite trolig at den er invasiv	Amerikansk sone 4-9. Herdig her			x
<b>Succisa pratensis</b>	Blåknapp		Vill i norsk natur	Herdig		x	
<b>Telekia speciosa</b>			Potensielt høy risiko			x	
<b>Tiarella cordifolia</b>	Klaseskumbloom		Ingen kjent risiko	H7			x
<b>Tradescantia ohiensis</b>	Blomstervandrer		Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	H5			x
<b>Trollius europaeus</b>	Engballblom		Vill i norsk natur	H7			x
<b>Vernonia fasciculata</b>			Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 4-9. Herdig her			x
<b>Veronica longifolia</b>	Storveronika		Vill i norsk natur	Herdig			x
<b>Veronica spicata</b>	Aksveronika		Vill i norsk natur	Herdig		x	
<b>Veronicastrum virginicum</b> (‘Facination’)	Kransveronika		Vill i norsk natur				x

GRESS

Latinsk navn	Norsk navn	Svarteliste	Herdighet	Krav til jord/ fukt	Ikke brukes	Kan brukes
<i>Acorus calamus</i>	Kalmusrot	Vill i norsk natur		<i>Damplante</i> <i>Dårlig erfaringer i regnbed, fryser ut første frostnatt.</i>	x	
<i>Andropogon gerardi</i>	Kalkunfot. 3-4 meter høyt gress	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 4-8, bør være herdig her	Sol-lett skygge. Bak og bunnen av regnbed		x
<i>Bouteloua curtipendula</i>	Stort moskitogress	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 4-9, bør være herdig her	Sol Sider av regnbed		x
<i>Carex crinitia</i>	Præriestarr	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 3-9, bør være herdig her	Sol-middels skygge. Bunn 100 cm høy		x
<i>Carex flacca</i>	Blåstarr	Vill i norsk natur	Herdig	Vanlig på fuktig-nokså tørr, kalkrik leirjord. (Flora)		x
<i>Carex grayi</i>	Morgenstjernerstarr	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Herdig	Fuktig, kalkfattig jord, klarer også tørrere voksested		x
<i>Carex nigra</i>	Småstarr	Vill i norsk natur	Herdig	Valig på fuktig jord (Flora)		x
<i>Carex morrowi</i>	Japanstarr	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	H4	Sol-skygge. Sider og bunn. Vanlig jord <i>Har en tendens til å fryse om vinteren</i>	x	
<i>Carex muskingumensis</i>	Skråningsstarr	Kunnskapsstatus ikke angitt	H5	Sol-skygge. Sider og bunn av regnbed. Kan være noe spredningsvillig – brukes med forsiktighet.		x
<i>Carex pendula</i>	Hengestarr	Ingen kjent risiko	H4	Vintergrønn. Skygge, fukt og humus (sortslista)		x
<i>Carex pennsylvanica</i>	Pennsylvania starr	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 3-9, bør være herdig her	Sol-skygge. Front og sider		x
<i>Carex pseudocyperus</i>	Dronningstarr	Vill i norsk natur. Rødlistekategori: Nær truet	H5	Fuktig Sol-skygge. (Sortslista)		x
<i>Carex stricta</i> (syn. <i>Carex elata</i> )	Bunkestarr	Vill i norsk natur	H5	Sol. Fuktig (sortslista)		x
<i>Carex vulpinoidea</i>	Starr	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 3-7, bør være herdig her	Sol-middels skygge. Bunn, side og front av regnbed		x
<i>Calamagrostis brachytricha</i>	Koreansk rørkvein	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Nokså herdig	All slags jord, trives mange steder		x

<b>Calamagrostis x acutiflora 'Karl Foerster'</b>	Hybridørkvein	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Herdig	Sol til lett skygge. Bak og bunn. Fuktig, gjerne leirholdig jord		x
<b>Chasmanthium latifolium</b>	Amerikahavre	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	H3-4	Sol-halvskygge. Fuktig. Tåler salt (Sortslista)		x
<b>Cortaderia selloana</b>	Pampasgrass	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	<i>Ikke herdig</i>		x	
<b>Deschampsia cespitosa 'Bronzeschleier'</b>	Sølvbunke	Arten er vill i norsk natur	Herdig H7	<i>Selvstår seg - vedlikeholdsproblem</i>		
<b>Fargesia muriei</b>	Gulbambus	Kunnskapsstatus ikke angitt	<i>Risikabel (H3)</i>	Fuktig, næringsrik, jord som aldri skal tørke helt ut. Varmt og solrikt	x	
<b>Glyceria maxima 'Variegata'</b>	Kjempesøtgress	<i>Høy risiko</i>	Herdig		x	
<b>Hakonechloa macra</b>	Hakonegress	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	H3	Liker best skygge og noe risikabel herdighet. Er veldig fin hvis den først slår til. Kan prøves i mindre skala.		x
<b>Juncus effusus</b>	Lyssiv	Vill i norsk natur	H7	Fuktig. Bunn av regnbed. Sol-lett skygge.		x
<b>Luzula sylvatica</b>	Storfrytle	Vill i norsk natur	H4-5	Halvskygge-skygge. Fuktig jord, men kan stå tørt. Liker sur jord ( <a href="http://www.staude.no">www.staude.no</a> ) Skygge. Vintergrønn, men noe vissen om vinteren. (Sortslista)		x
<b>Mischanthus sinensis</b>	Silkekinagras	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Nokså herdig	Fuktig, moidrik og veldrenert. Salttolerant.		x
<b>Molinia caerulea</b>	Blåtopp	Vill i norsk natur	H8	Sol-halvskygge, noe fuktig (sortslista)		x
<b>Molinia litoralis</b>	Stor blåtopp	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken				
<b>Panicum virgatum</b>	Staudehirse	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	H3	Sol-halvskygge, noe fuktig. <i>Spredende.</i> (Sortslista).	x	
<b>Phalaris arundinacea 'Picta'</b>	Striegras / strandrør	Vill i norsk natur	H6	<i>Dårlig erfaringer fra norske regnbed – får lett bladlus</i>	x	
<b>Schizachyrium scoparium</b>		Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 3-9. Herdig her	Sider og bak		x

<b>Sesleria autumnalis</b>	Høstsvenskegras	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 4-9. Herdig her	Sol-halvskygge Svært tolerant for fuktighet. Tørketålende		x
<b>Sorghastrum nutans</b>	Indiansk gress	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken		Sol-lett skygge. Bak og bunn av regnbed. Bronseaktig aks		x
<b>Spodipogon sibiricus</b>	Gråskjegg	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Herdig	Litt fuktig jord, også tørke		x
<b>Sporobolus heterolepis</b>		Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	Amerikansk sone 3-9. Herdig her	Sol. Side og bak i regnbed. Svært tørketolerant.		x
<b>Stipa calmagrostis (Achnatherum)</b>	Sølvfjørgras	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	H3	Veldrenert.	x	
<b>Stipa pennata</b>	Penselfjørgras	Ikke risikovurdert i Artsdatabanken	H5	Sol, tørt, gjerne kalk (Sortslista) Fin men ikke veldig egnet til regnbed	x	
<b>Typha latifolia</b>	Brei dunkjevle	Vill i norsk natur		Dårlig erfaringer fra norske regnbed – får ikke nok fuktighet	x	







Statens vegvesen  
Region sør  
Ressursavdelingen  
Postboks 723 Stoa 4808 ARENDAL  
Tlf: (+47) 22073000  
firmapost-sor@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

**Trygt fram sammen**