



ORBICON



HOFOR

HOFOR
Vurdering af LAR-projekter
Engvej
Marts 2017

HOFOR VURDERING AF LAR-PROJEKTER

Dispositionsforslag

Marts 2017

Redigering, visualisering og vurderinger: Orbicon A/S

Foto: Orbicon A/S

Kunde: Grundejerforeningerne ved Engvej
HOFOR

Konsulent: Orbicon A/S

Projektnummer: 3691600152

Udarbejdet af: JADA / SABA / MHAR / LMEI /
JSAN / BTPE / THLA / DIBA

Projektleder: Jacob Dahl-Hesselkilde

Kvalitetssikring: Kristoffer Volsing

Godkendt: ASTB

Version: 1. marts 2017

Forside: Bing Maps



INDHOLDSFORTEGNELSE

Introduktion	2
Baggrund	2
Ramme for opgaven	2
Formål og tilgang	2
Tidsplan	3
Det videre forløb	3
Projektering af anlægget	3
Gældende forhold	4
Hvorfor skal anlægget være grønt?	4
Jordbundsforhold/nedsivningsmuligheder	4
Mål for vandhåndtering	4
Indpasning af LAR-løsninger	4
Design	5
Referencer	5
Løsningskatalog	7
Regnbede	7
Konkave vejbumpe	7
Linjedræn	7
Beplantning	7
Vej	10
Teknisk design og hydraulisk effekt af regnbede	10
Regnbedets opbygning	11
Dispositionsforslag	13
Lavningskort	15
Bilag	
Tegning 1A, 2A	
Tegning 1B, 2B	
Tegning 1C, 2C	
Tegning 1D	
Tegning 1E, 2E	

INTRODUKTION

Klimaet ændrer sig, hvilket skaber udfordringer for blandt andet det nuværende kloaksystem, der ikke er dimensioneret til de øgede regnmængder det skal håndtere. Den øgede befæstelsesgrad i byerne i form af øgede arealer, hvor grønne overflader erstattes af fliser, asfalt, bygninger med videre, er samtidig med til at øge den mængde vand der strømmer til kloakken, og i høj grad også den hastighed hvormed vandet strømmer dertil. Dette, kombineret med de øgede mængder vand som følge af klimaændringerne, udfordrer kapaciteten i kloakkerne og resulterer i oversvømmelser.

Som alternativ til at udvide den eksisterende kloak har metoder baseret på at håndtere regnvandet væk fra kloakken, i grønne anlæg på overfladen, vundet indpas.

Ideen er at bruge de ændrede klimaforhold som anledning til at skabe mere grønne og bæredygtige områder, hvor de grønne elementer bidrager til en forskønnelse og mindsker omfanget af befæstede overflader.

Ved at skille regnvandet helt eller delvist fra kloakken sikres det at spildevandet kan ledes væk under sikre forhold, hvorved risikoen for at der sker oversvømmelser med opblandet spildevand i gader og kældre reduceres. Regnvandet ledes i stedet til grønne anlæg på overfladen, hvori det forsinkes eller nedsives, så det ikke belaster kloaksystemet når det er allermest belastet.

Regnvandet nedsiver i stedet i så høj grad det er muligt til grundvandet, hvor det på den måde vi blive en del af det naturlige vandkredsløb igen. Hvis ikke nedsivning er muligt på grund af lokale forhold, kan regnvandet i stedet magasineres i de grønne anlæg og ledes til kloakken, når belastningen er mindre, og der igen er plads til at lede regnvandet væk.

Samtidig bidrager de grønne anlæg til at erstatte nogle af de hårde overflader i byerne med grønne og dermed reducere afstrømningen.

Metoderne til at håndtere regnvandet i anlæg, væk fra kloakken, kaldes ofte LAR – lokal afledning af regnvand. LAR er en fællesbetegnelse for anlæg, hvor regnvand håndteres lokalt og sikrer at det ikke uforsinket ledes til kloakken og sammen med spildevandet til renseanlæggene, hvor det i perioder giver overbelastning. Ud over at tilbageholde og nedsive regnvand kan LAR-anlæggene bygges op, så regnvandet renses og uønskede partikler i for eksempel vejvand bliver tilbageholdt, så det ikke nedsives eller ledes til søer eller vandløb. LAR er dermed med til at skåne både afløbsnettet og miljøet, samt bidrage til at grundvandsressourcen øges.

BAGGRUND

Inden 1. januar 2016 modtog HOFOR 58 ansøgninger om medfinansiering af klimatilpasningsprojekter fra private grundejerforeninger i Københavnsområdet omhandlende afkobling/tilbageholdelse af vejvand ved etablering af regnbede og forsinkelingspladser samt etablering af skybrudsveje iht. Københavns Kommunes skybrudsplan.

HOFOR har i første omgang indgået aftaler med grundejerforeninger om 28 projekter, der skal udføres som spildevandstekniske anlæg. Dermed vil foreningerne ikke skulle optage lån til den del af projektet, der omfatter vandhåndtering, og de vil ikke stå med en økonomisk risiko i forbindelse med etableringen af anlæggene. Til gengæld vil foreningerne skulle indgå en frivillig aftale om, at HOFOR kan anvende arealerne til spildevandstekniske anlæg. Orbicon hjælper HOFOR med i alt 7 områder, som omfatter 13 grundejerforeninger.

LÆSEVEJLEDNING

Første del af notatet er generelt i forhold til projektets syv områder på Amager. Her beskrives de generelle forhold og løsningskataloget beskrives. I afsnittet "Dispositionsforslag" beskrives de specifikke forhold for det enkelte område. Bagerst er vedlagt principtegninger for alle løsninger. Til notatet hører baggrundsnotatet om vurdering af grundvand.

RAMME FOR OPGAVEN

Projektet afgrænses til at omfatte vejarealer, der indgår i grundejerforeningen og som ikke opdeles på vejmidten mellem en nabo grundejerforening eller offentligt areal. Halve veje indgår derfor ikke i løsningerne, men afvander til kloak som hidtil medmindre der foreligger en aftale herom.

Kun vejvand og regnvand fra fortove indgår i projektet. Tagvand og øvrigt regnvand fra private matrikler må ikke indenfor projektet håndteres i anlæggene i vejen – i stedet kan den enkelte grundejer etablere anlæg på egen matrikel til håndtering af disse. Der kan i så fald søges om refusion af tilslutningsbidrag fra forsyningen.

Kun elementer til vandhåndtering kan finansieres af HOFOR. Ønsker grundejerforeningerne træer, inventar eller lignende, skal det finansieres af grundejerforeningen. De steder, hvor der fra grundejerforeningens side er tilkendegivet ønske om træer i regnbedene er træerne indtegnet i forslaget og det er beskrevet hvordan det kan lade sig gøre i form af etablering af træfaskiner/plantehuller i regnbedene. Princippet er nærmere beskrevet under afsnittet om anlægsopbygning.

Regnbedene tilsås som udgangspunkt med en blomstergræsblanding. HOFOR udvælger to typer, som grundejerforeningen kan vælge imellem. Øvrig beplantning står grundejerforeningen selv for etablering og drift af. Grundejerforeningen kan vælge at overtage driften af bedene. De vil da få et mindre tilskud hertil.

FORMÅL OG TILGANG

Formålet med projektet er flerdelt. HOFOR ønsker at aflaste kloaksystemet for på den måde at mindske risikoen for store ødelæggende oversvømmelser. Derudover ønsker de at afprøve en proces for at se om det kan lade sig gøre at indgå frivillige aftaler med foreninger med henblik på at etablere spildevandstekniske anlæg på private fællesveje. Københavns Kommune er interesseret i at gøre byen mere grøn for at bidrage til en mere bæredygtig by.

Grundejerforeningen får mulighed for at omdanne deres veje med henblik på at begrønne deres område, gøre området mere trafikikkert og sikre en bæredygtig regnvandshåndtering. Foreningen indgår en frivillig aftale med HOFOR. Det er op til foreningens vedtægter, hvordan projektet skal vedtages eller forkastes.

Projektet håndterer hverdagsregnen og den dimensionsgivende regn. Der er ikke udarbejdet en skybrudsplan for området, men placeringen af bedene tager højde for, hvor regnvandet naturligt løber på overfladen. Dispositionsforslaget udarbejdes som udgangspunkt iht. FRI Anlæg og Planlægning afsnit 3.1, med undtagelse af pkt. 3.14: økonomi. Der er lagt særlig vægt på at foretage en screening af følgende:

- Jordforhold og grundvandsspejl (en indledende vurdering af, om det er teknisk muligt at nedsive og om det kan medføre problemer med grundvandsstanden i forhold til omkringliggende bygninger).
- Faldforhold (kan vandet eksempelvis strømme til løsningerne på vejen, eller skal der forbindelser fra nedlagte vejbrønde til anlæggene?).
- Udkørsler/trafik ift. til placering af løsninger.
- Andre ledninger i jorden/vejen ift. placering af løsninger og evt. omlægning.

TIDSPLAN, PROCES OG GRUNDEJERFORENINGERNES INDFLYDELSE

Projektet er beskrevet på dispositionsforslagsniveau.

Dispositionsforslaget indeholder en beskrivelse af forslagens forudsætninger, den æstetiske idé, funktioner, bæredygtighed og herunder også forslag til overordnet materialevalg, anlægstekniske principper samt overvejelser om drift og vedligehold.

Der har i processen, som er forløbet fra november 2016 til marts 2017 været afholdt to følgegruppemøder samt et beboermøde, hvor forslaget er blevet fremlagt og diskuteret og den enkelte grundejer har haft mulighed for at komme med kommentarer på løsningerne. I perioden fra februar til april 2017 bliver grundejerforeningerne præsenteret for deres projekt på deres respektive generalforsamlinger.

DET VIDERE FORLØB

Orbicons arbejde skal afsluttes 1. marts 2017, og foreningerne har derefter indtil den 1. juni til at træffe en beslutning om projektet.

Når HOFOR den 1. juni kender det endelige antal projekter, påbegynder HOFOR at projektere projekterne og udføre dem i en planlagt og prioriteret rækkefølge. Det er dog først muligt at blive helt præcis, når HOFOR kender det endelige antal projekter, der skal projekteres. Foreningerne kan melde ind, hvis de har ønsker i forhold til anlægstidspunkter.

Hvis et klimatilpasningsprojekt godkendes i foreningen, indgås der endnu en aftale – en aftale om udførelse af klimatilpasningsprojektet, ejerforhold, vedligehold og drift. Kort fortalt, så ejer HOFOR klimatilpasningsanlægget, og foreningen kan ikke ændre eller nedlægge det i anlæggets levetid. HOFOR drifter anlægget, og betaler ligeledes for driften.

Det er muligt at lave en aftale om, at foreningen selv varetager driften, og modtager betaling for dette. Resten af den private fællesvej driftes og vedligeholdes, som normalt, af foreningen selv. Desuden udpeges der en kontaktperson i hver forening,

som kan varetage kontakten til HOFOR i forbindelse med praktiske foranstaltninger når anlægsarbejdet går i gang.

Der er ikke foretaget en kortlægning af mindre lavninger og højder på kantsten. Det skal i forbindelse med projekteringen og en opmåling af området undersøges om der er lavninger, der skal rettes op eller kantsten der skal hæves, så vandet ikke bremses eller strømmer ind på private grunde.

PROJEKTERING AF ANLÆGGET

I projekterings- og anlægsfasen kan der opstå uforudsete hændelser, der kan påvirke projektet og forårsage ændringer. Hvis der er tale om væsentlige ændringer i forhold til dispositionsforslaget, får foreningen projektet til godkendelse igen. Hvis der derimod er tale om mindre ændringer, orienteres foreningen. Det bemærkes, at HOFOR forbeholder sig retten til at standse et projekt, hvis det under projekteringen viser sig at være økonomisk eller teknisk ufordelagtigt.

GÆLDENDE FORHOLD

HVORFOR SKAL ANLÆGGET VÆRE GRØNT?

HOFOR har af Københavns Kommune fået lov til at etablere og eje klimatilpasningsløsninger på private fællesveje. København Kommune ønsker en grønnere by og har stillet det som en betingelse, at klimatilpasningsløsningerne indeholder et grønt element, der kan give byen et rekreativt løft. Derudover skal anlæggene være grønne, så det beskidte vejvand renses inden det siver ned til grundvandet.

JORDBUNDSFORHOLD/ NEDSIVNINGSMULIGHEDER

Der er i forbindelse med projektet udført en vurdering af mulighederne for nedsivning. Vurderingerne er udført på baggrund af tilgængelige jordbunds- og grundvandsdata samt viden omkring forureninger i området.

Vurderingerne er udført som en samlet vurdering for de i alt syv områder, som Orbicon arbejder med på Amager. Dette er valgt, da de omkringliggende områder vil blive påvirket af en øget nedsivning.

Generelt vurderes mulighederne for nedsivning i områderne at være rimelige. De overfladenære jordlag er relativt permeable og hovedparten af foreningerne ligger, hvor der er en afstand på 3-4 m til grundvandsspejlet. De to mest kritiske områder er sandsynligvis GF Gefion og GF Fredenshøj og Landlyst, hvor der er kun 1-2 m ned til grundvandsspejlet.

Der er imidlertid en relativt begrænset transmissivitet i de underliggende morænesand/grus lag og kalken, der gør at vandet vil stuve op når det afstrømmer horisontalt. Dette bevirker, at mere lavtliggende arealer nedstrøms selve de afkoblede arealer risikerer at få vand tæt ved eller over terræn.

Hovedparten af en eventuel nedsivning vil formentlig ende i et oppumpningsanlæg, eksklusivt for arealerne ved GF Fredenshøj og Landlyst samt GF Gefion, der nok afstrømmer til Øresund. Det skal vurderes nærmere, hvor stor grad af nedsivning, der skal tillades i de enkelte anlæg. Læs mere i bilaget om nedsivningsmulighederne og under afsnittet om dimensionering.

MÅL FOR VANDHÅNDTERING

Dispositionsforslaget er lavet på baggrund af følgende mål for vandhåndteringen:

Hverdagsregn

- Sikre håndtering af regnvand gennem grønne anlæg.
- Sikre nedsivning af regnvand i så høj grad som muligt med mulighed for drosling til eksisterende kloak.
- Sikre at droslingen til eksisterende kloak kan justeres, så nedsivningen eller udløb til kloak kan øges eller mindskes.
- Sikre at regnvandet kan ledes direkte til eksisterende kloak om vinteren, når vandet er kloridholdig via en omkoblingsbrønd.
- Sikre at regnvandet bliver rensat gennem filtermuld i sommerperioden.
- Sikre at eventuelle underliggende ledninger bliver beskyttet mod nedsivning.
- Sikre en dimensionering til min. T=2 med mulighed for justering af droslingen til eksisterende kloak.

Skybrud

- Placeringen af løsninger er valgt på baggrund af en strømningsvejs-analyse og muliggør en fremtidig afledning til de af Københavns Kommunes definerede skybrudsveje.
- Der er således ikke foretaget en skybrudskortlægning af selve områderne.

INDPASNING AF LAR LØSNINGER

Ved indpasning af LAR løsninger er der en række forholdsregler der skal tages.

Jordbundsforhold og grundvand har en stor betydning for valget af løsning. Hvis grundvandsstanden er høj eller det vurderes at den vil blive det som følge af den øgede nedsivning, designes anlæggene med ingen eller kun delvis nedsivning. Kapaciteten i anlægget anvendes i stedet til at tilbageholde vandet og langsomt lede det droslet til kloakken, når der igen er plads. Jordbundsforholdene har meget at sige, hvis der vælges løsninger baseret på nedsivning. Sammensætningen af jorden er med til at bestemme, hvor hurtigt vandet

vil forsvinde ned gennem jordlagene, og dermed hvor hurtigt anlæggene vil være tømte efter et regnskyl.

Faldforholdene på projektområdet er i høj grad bestemmende for placeringen af anlæggene. Anlæggene skal placeres bedst muligt i forhold til at håndtere vandet, hvor det strømmer, så det så vidt muligt håndteres på overfladen og der undgås at skulle etableres ledninger. Enkelte steder er ledninger dog nødvendige, hvis også øvrige forhold beskrevet i dette afsnit skal tilgodeses.

Vejteknisk er der forhold vedr. oversigtsforhold, aflæselighed af trafikken, afstande mellem indsnævring/hastighedsdæmpende foranstaltninger samt afstands zoner og svingradier fra sideveje og indkørsler der skal tages med i løsningerne. Det er vigtigt, at anlæggene ikke forringer tilgængelighed og trafikafviklingen.

Under veje og fortove er der en betydelig mængde **ledning**. I forbindelse med skitseringen af løsninger er der blevet indhentet oplysninger om alle indberettede ledninger i vejene. Anlæggene skal så vidt muligt placeres, hvor der ikke er ledninger. Enkelte ledninger er mulige at flytte, andre kan dækkes af, så der ikke sker nedsivning direkte over dem. Regnbedene på overfladen har en begrænset dybde, og kan derfor anlægges, hvor der ligger ledninger når blot der tages de nødvendige forholdsregler. Etablering af faskiner under regnbedene skal ske om muligt, hvor der ikke er ledninger. Faskinerne er dog fleksible i deres opbygning og kan bygges op, så de bedst muligt udnytter pladsen under regnbedene på trods af ledninger.

Parkering vs. renskrav og magasinvolmen. Der er ønske om at bevare så mange parkeringspladser som muligt på vejene. Dette ønske søges så vidt muligt efterkommet. Antallet af parkeringspladser vil dog som følge af indpasningen af regnbede blive reduceret, da der for at sikre tilstrækkelig rensning af vandet fra vejene, skal etableres et grønt filterareal i regnbedene svarende til cirka 5-10% af vejarealet.

DESIGN

Ved etablering af regnbede i vejarealer gives ud over vandhåndteringen også en mulighed for at tilføre områderne grønt i form af beplantning og træer. Anlæggene skal gerne underbygge eller tilføre de eksisterende forhold noget værdi og det er derfor vigtigt at løsningerne indpasses forholdene og den måde områderne i dag er indrettet på.

I designet af regnbedene er det tilstræbt at skabe en løsning, der på den ene side er let aflæselig i forhold til fortællingen om håndteringen af vand, så vandets vej umiddelbart kan følges og aflæses. Designet skal være rent i sit udtryk og tilføre så meget grønt til området som muligt inden for de rammer der gives.

I projektområdet er der i dag borter mellem rækken af fortovsfliser og vejarealet. Borterne er 60-80 cm brede. Hvor der placeres regnbede inddrages borten i løsningen, for hermed at øge det grønne areal og for visuelt at give et indtryk af at regnbedene griber fat i fortovsarealerne og ikke blot lægger sig uden på de eksisterende kantsten.

Det er tilstræbt at regnbedene i projektområdet får en ensartethed i størrelsen og et roligt udtryk. Der er dog små variationer på grund af indpasningen i forhold til indkørsler, ledninger og varierende vejbredder. Fordelingen af regnbedene er ligeledes forsøgt gjort så jævn som muligt både på grund af udtrykket og i forhold til at der skabes et ensartet opland til det enkelte bed for at fordele belastningen bedst muligt.

Regnbedene bygges op med kantsten svarende til de eksisterende i området, så anlæggene integreres bedst muligt i de eksisterende forhold. Kantstenen skal have en lysning på 10 cm for at sikre en klar afgrænsning mod vejen. De steder hvor vandet skal løbe ind i regnbedene sænkes et enkelt af kantstenselementerne til vejniveau. Overfladen i regnbedene tilsås med en blomstergæsblanding, så der opnås en høj grad af frodighed og tæthed i beplantningen. HOFOR vil efterfølgende facilitere plantevalget.

Vandet vil strømme til regnbedene i vejprofilet langs kantstenen. I den side af vejen hvor regnbedet er placeret strømmer vandet direkte til regnbedet. For at styre vandet fra den modsatte side af vejen over til regnbedet etableres der ved regnbedene konkave vejbump eller linjedræn, for at føre vandet på tværs af vejen. I løsningskataloget er de to principper beskrevet nærmere.

REFERENCER



Regnbed med varieret beplantning og indløb gennem åben rist.



Regnbede på begge sider af vejen med varieret beplantning.



Et eksempel på vej med dobbelt regnbede og plads til parkering på begge sider af vejen.



Regnbed med varieret beplantning, træer og længdeparkering mellem bedene.



Detaljeringsseksempler : til venstre linjedræn i belægning og til højre åben kantsten til regnbedet.

LØSNINGSKATALOG



Isometrisk princip af regnbed og gade med konkavt vejbump belagt med asfalt.



Isometrisk princip af regnbed og gade med konkavt vejbump belagt med chaussesten.

REGNBEDE:

Et regnbed er et anlæg, som opsamler regnvandet og lader det nedsive igennem en grøn overflade med underliggende filtermuld til at tilbageholde de miljøfremmede stoffer. Under filtermulden placeres i de fleste tilfælde faskiner for at øge kapaciteten af anlægget. Bedet kan ligeledes udføres i sammenhæng med en brønd, så der kan ske drosling til den eksisterende kloak i tilfælde af, at nedsivning enten ikke er muligt eller begrænset eller blot ikke ønskeligt.

KONKAVE VEJBUMP:

Et konkavt vejbump fungerer som en lavning i vejen, der kan lede vandet på tværs. Almindeligvis er veje udformet med tagfald, hvor midten af vejen fungerer som toppunkt. Det er derfor nødvendigt at kunne

føre vandet på tværs, hvis regnbedet er placeret i den modsatte side. Det konkave vejbump kan udføres i enten asfalt eller belægningsten. Det konkave vejbump bliver til tider også kaldt for Irish Crossing.

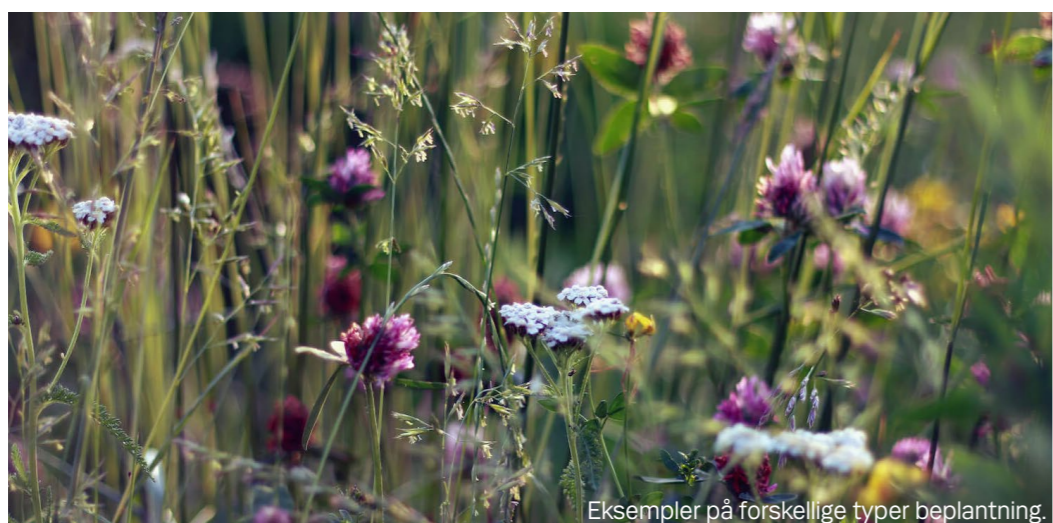
LINJEDRÆN:

Et linjedræn har samme funktion som et konkavt vejbump med at transportere regnvandet på tværs af vejen. Linjedrænet fungerer ved at en betonrende med en overliggende rist etableres på tværs af vejen og som fører vandet hen til regnbedet.

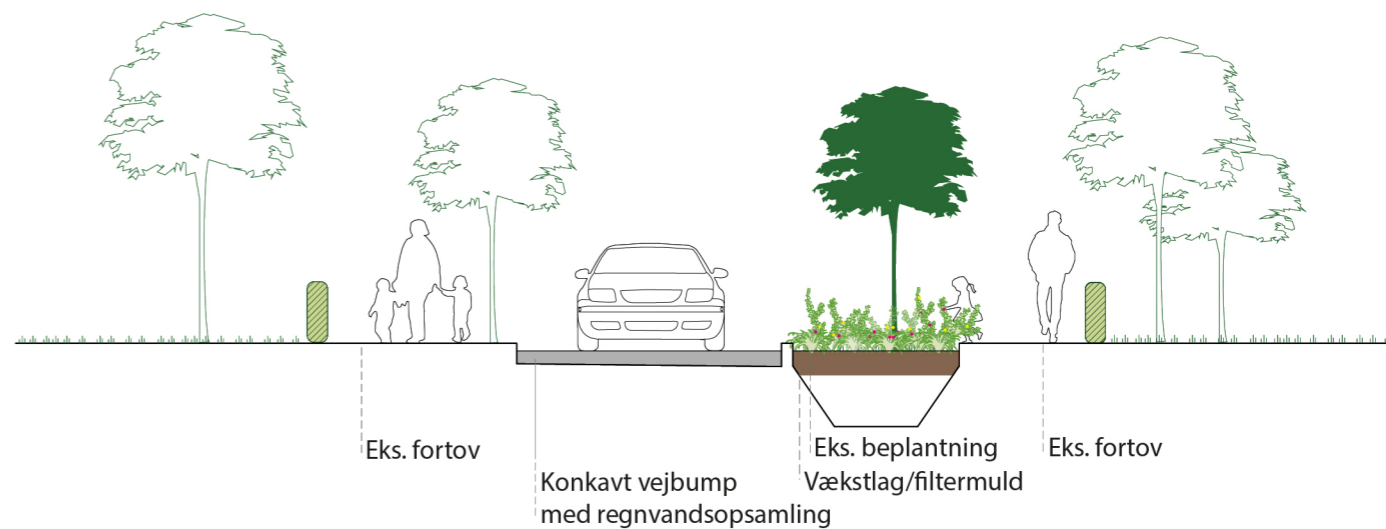
BEPLANTNING:

Regnbedene skal plantes til, så den hydrauliske funktion opretholdes. Beplantningen er med til at sikre, at regnvandet kan sive ned gennem filtermulden. HOFOR har valgt at beplante bedene med blomstergræs,

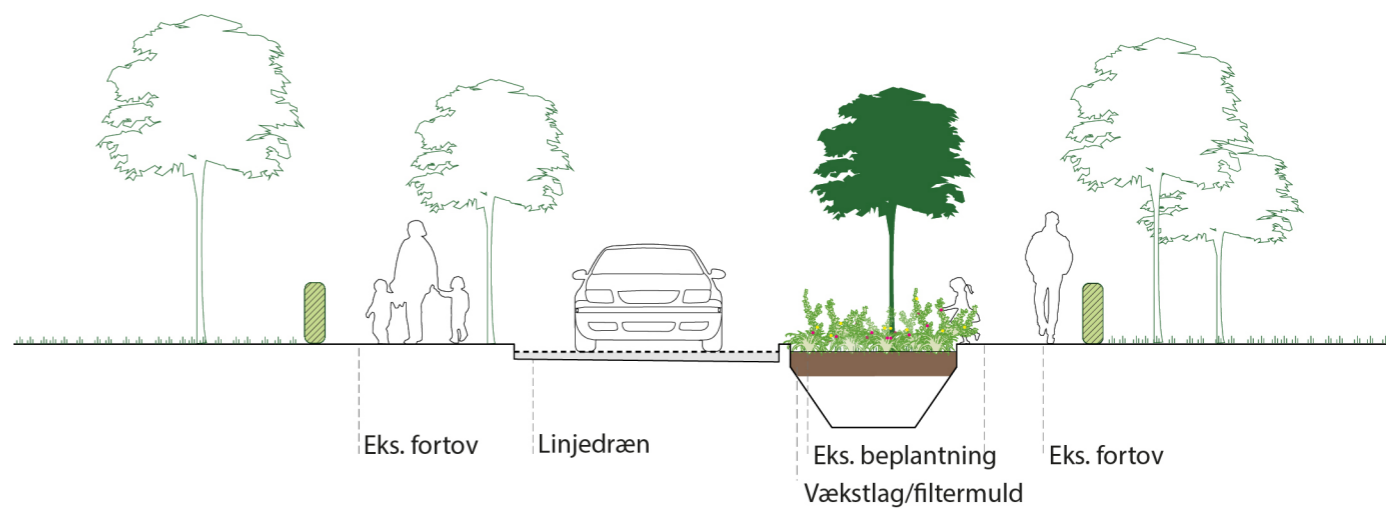
som de vil slå 1-2 gange årligt. Det endelige valg af blomstergræstype bliver truffet i næste fase. HOFOR lægger op til at foreningen kan få to valgmuligheder. Hvis foreningen ønsker det, så kan de overtage bedet og tilplante det med stauder. I så fald skal foreningen selv stå for indkøb af planter og driften efterfølgende. Regnbedene er gjort klar til, at der kan etableres træer hos de foreninger, som ønsker dette. Foreningen står selv for indkøb og den efterfølgende vedligeholdelse. Københavns Kommune har en træpulje, som foreningen kan søge for at få træerne betalt. Valget af træer skal derfor godkendes af Københavns Kommune. Det skal her sikres, at træerne ikke mindske oversigtsforhold på vejene i forhold til opstamning ikke konflikter med eksisterende ledninger eller faskiner mm.



Eksempler på forskellige typer beplantning.



Principsnit med konkavt vejbump .



Principsnit med linjedræn til regnbed.



Konkavt vejbump
med regnvandsopsamling

Eks. beplantning

Principsnit med konkavt vejnump .



Linjedræn

Eks. beplantning

Principsnit med linjedræn til regnbed.

VEJ

Der er tilstræbt en afstand mellem de hastighedsdæmpende tiltag (bump og indsnævring af vejen) på 30 meter. Da regnbedene på samme tid fungerer som hastighedsdæmpende foranstaltning og til håndtering af overfladevand er det ikke muligt at efterleve de vejledende krav om 75 meter mellem de hastighedsdæmpende tiltag, da antallet af regnbede i så fald ikke vil være tilstrækkeligt til håndtering og rensning af vandet. Det skal endeligt afklares af Københavns Kommune, hvad der stilles af krav til afstandene under de konkrete forhold.

Det er i så høj udtrækning som muligt forsøgt at bevare de eksisterende vejbump, dog med forbehold for myndighedernes eventuelle krav til større afstand mellem hastighedsdæmpende foranstaltninger jf. forrige afsnit. Der er tilstræbt en afstand på 30 meter mellem eksisterende bump og regnbede. Hvor dette ikke har været muligt på grund af de øvrige faktorer for indpasning af regnbedene er de eksisterende bump sløjfet.

Ved vejkryds og tilkørsler fra sideveje er der sikret en afstandszone på 12 meter til nærmeste indsnævring, der snævrer vejen ind til mindre end 5,5 meter.

Ved alle indkørsler hvor der er placeret regnbede umiddelbart op ad er der sikret en drejeradius på 45 grader. Beplantningen i regnbedene holdes under 0,5 meter for at sikre oversigtsforholdene. Der kan i regnbedene plantes højstammede træer.

Hvor der etableres regnbede overfor eksisterende indkørsler indsnævres vejen til 4 meter. Herved sikres ind- og udkørsel fra private matrikler på den anden side af vejen. Der er lavet kørekurver for de enkelte udkørsler for at kontrollere adgangsforholdene.

TEKNISK DESIGN OG HYDRAULISK EFFEKT AF REGNBED

Formålet med etablering af regnbede på vejene er at aflaste fælleskloakken til en T(2)-hændelse. Den hydrauliske effekt af regnbedene på fælleskloakken er betinget af fem parametre:

1. Størrelsen af oplandet til det enkelte regnbed.
2. Størrelsen af magasinvolumenet i det enkelte regnbed.
3. Nedsivningshastighed til grundvandet.
4. Droslingens-hastighed til fælleskloakken.
5. "Mulighed"/"Ikke mulighed" for overløb til fælleskloakken.

I det følgende uddybes disse fem parametre:

1) Oplandsarealet til hvert enkelt regnbed er varierende. Regnbedene er i udgangspunkt distribueret jævnt i forhold til de vejarealer, der skal håndteres. Men lokale forhold betyder, at denne distribution ikke vil være helt jævn. Ved projektering af de enkelte regnbede skal det specifikke oplandsareal til hvert enkelt regnbed bestemmes.

2) Størrelsen på magasinvolumenet i det enkelte regnbed er ligeledes betinget af de lokale forhold. Selve regnbedet vil have et magasin på 1,5 - 2,5 m³ (alt efter størrelsen på det beplantede areal), mens de underliggende faskiner vil have et volumen på 20 - 50 m³. Det er særligt fremmedledninger, som har betydning for hvor stort et faskine-volumen, der kan etableres lokalt under og omkring regnbedet. Alle regnbede er dog placeret i forhold til fremmedledninger, så der realistisk kan etableres mindst 20 m³ faskine under regnbedet.

3) Det er vurderet at nedsivning i de fleste af grundejerforeningerne er muligt, men også at det ikke nødvendigvis er hensigtsmæssigt. Det infiltrerende regnvand kan i praksis afstrømme til grundvandssænkninger, omfangsdræn, utætte ledninger eller resultere i lokale stigninger i grundvandsspejlet. Til hver enkel grundejerforening bør det vurderes yderligere, hvor stor en andel af årsnedbøren der hensigtsmæssigt kan afskæres til nedsivning. Lokal nedsivning vil have en væsentlig aflastende effekt på fælleskloakken.

4) Alle regnbede skal etableres med et droslet afløb til fælleskloakken. Herved sikres et hydraulisk robust design, hvor regnbedsvolumenet altid er afdrænet. Ønskes der nedsivning fra regnbedet, kan højden for droslingen justeres, således at der ikke sker afløb fra den nederste del af faskinen. Selve

Grundejerforening	Reduceret areal [ha]	Normal afl. [l/s]	Drosling ved 20 m ³ pr. regnbed [l/s]	Drosling ved 50 m ³ pr. regnbed [l/s]
Verner	0.68	75	8	1.5
Fredensbo	1.04	115	6	0.5
Odin/Heimdal	3.24	356	50	2
Gimle	1.26	139	0,5	-
Sundbyvang	0.82	90	8	1.5
Fredenshøj / Landlyst	0.98	108	5	0.5
Gefion	0.53	58	1	-

Tabel 1. Drosseeffekt ved etablering af hhv. 20 og 50 m³ magasinvolumenet pr. regnbed.

droslingens hastighed beregnes ud fra regnbedets: 1) tilsluttede oplandsareal, 2) det etablerede volumen og 3) evt. nedsivningshastighed fra regnbedet. Ud fra disse tre parametre beregnes droslingsagtigheden, så regnbedet først går i overløb ved en T(2)-hændelse.

5) Regnbedene kan etableres både "med" og "uden" direkte overløb til fælleskloakken. Overløbet sker under regnhændelser, hvor hele regnbedsvolumenet står vandfyldt, altså hvor T(2)-hændelsen overskrides. Overløbet sikrer at grundejerne aldrig vil være hydraulisk dårligere stillet end før regnbedet blev etableret. I områder, hvor et overløb kan ske (uden skader) til en skybrudsstruktur, er det dog hensigtsmæssigt at afskære overløb helt fra fælleskloakken, da overbelastning af fælleskloakken kan medføre lokale kælderoversvømmelser.

Den hydrauliske effekt af regnbedene er overordnet vurderet på grundejerforenings-niveau. Nedenstående tabel viser droslingseffekten ved etablering af hhv. 20 og 50 m³ forsinkelsesvolumen pr. regnbed. Effekten er varierende grundejerforeningerne imellem, fordi der i nogle områder relativt, er flere regnbede pr. m² befæstet overflade.

Det "reducerede areal" er det areal der skal afskæres i den enkelte grundejerforening. "Normalafledningen" er afstrømningen fra det reducerede areal, bestemt ved 110 l/s pr. red. ha. Droslingen ved etablering af hhv. 20 og 50 m³ faskine pr. regnbed, angiver hvor stor effekt samlet drosseeffekt, der kan opnås i i den enkelte grundejerforening. Effekt ved implementering af regnbedene er således differensen mellem

normalafledningen og droslingen. Beregningerne er lavet med anvendelse af spildevandskomiteens regneark til bassindimensionering. Ved beregningerne er anvendt en klimafaktor på 1.3.

Beregningerne viser at der kan opnås en væsentlig droslingseffekt, hvis der etableres 20 m³ faskine pr. regnbed. Men også at droslingseffekten kan øges yderligere, hvis der etableres op mod 50 m³ faskine pr. regnbed.

Ud over selve regnbeds-løsningen, er der også arbejdet med to varianter:

1. Regnbed med træ.
2. Vejtræer uden regnbed.

Disse to varianter følger samme tekniske principper som det beskrevne regnbed mht. drosling ud fra tilsluttet oplandsareal og faskine-volumen.

Træer kan plantes i særlige faskiner med "vækstceller" hvor trærødderne trives. Fordelen ved at arbejde med træer i regnbede og vej, er dels en aflastning af fælleskloakken ved fordampning, men også at det er efterspurgt i grundejerforeningerne. Ulempen er at faskine-volumenet er forholdsvis mindre end i traditionelle plastfaskiner.

1) Regnbede med vejtræer er således en oplagt løsning hvor der uproblematisk kan etableres meget faskine volumen.

2) Vejtræer uden regnbed er en løsning der kan etableres, hvor der ikke er plads til et regnbed, volumen vil igen være mindre end i regulære regnbede.

REGNBEDETS OPBYGNING

I det følgende beskrives regnbedets opbygning og de specifikke elementer der indgår i designet. Løsningerne der generet defineret efter ”standart-regnbedet” skal kunne tilpasses de lokale forhold.

Tegningsmaterialer er udarbejdet med udgangspunkt i de produkter der findes markedet, således at der er sikkerhed for, at regnbede realistisk kan udføres. Der er dog ikke peget på specifikke produktløsninger, og der er derfor en vid ramme for i projekteringsfasen, at have en dialog med forskellige leverandører.

Til beskrivelse af regnbedets opbygning er der udarbejdet et tegningsmateriale på 6 tegninger, bestående af principielle planer og snit. I de enkelte beskrivelser henvises løbende til dette tegningsmateriale.

- Tegningsbilag 1A. Plantegning af regnbed.
- Tegningsbilag 2A. Snittegning af regnbed.
- Tegningsbilag 1B. Plantegning af regnbed med træ.
- Tegningsbilag 2B. Snittegning af regnbed med træ.
- Tegningsbilag 1C. Plantegning af vejtræ uden regnbed.
- Tegningsbilag 2C. Snittegning af vejtræ uden regnbed.
- Tegningsbilag 1D. Plantegning af to regnbede.
- Tegningsbilag 1E. Plantegning af vejtræ uden regnbed og med linjedræn.
- Tegningsbilag 2E. Snittegning af regnbed med linjedræn.

1. Kantsætning

Kantsætningen omkring regnbedet etableres i 30 cm høje granit eller beton sten indstøbt i cementfod. Faskinerne skal kunne placeres fleksibelt i forhold til fremmedledninger. Derfor skal kantsætningen i nogen situationer etableres over selve faskinen. Ved udførelse af projektet, skal det i samarbejdet med faskine-producenten afklares, hvordan denne kantsætning skal udføres, særligt i forhold til kraftoverførsel mellem kantsten, vejkasse og faskine. Snit B viser en situation, hvor faskinen er placeret under kantstenen. Snit C viser en situation, hvor faskinen grundet en fremmedledning,

er trukket ud under kantstenen.

2. Vinterstyring og ”First-Flush”

Om vinteren afledes vejvandet direkte til fælleskloakken uden om regnbedene. Det sker ved hjælp af en nedløbsbrønd placeret ved alle indløb til regnbedet. I brønden er en ventil, som manuelt åbnes lukkes og åbnes før og efter vinteren. Derved belastes regnbedet ikke med salt.

En sideeffekt ved vinterstyringen er, at indløbsbrønden også vil lede det til såkaldte ”first-flush” til kloakken, og i øvrigt fungere som sandfang. Ventilen er nemlig ikke helt tæt, så den første andel af en regnhændelse vil ikke løbe ind i regnbedet, men stuve op i brønden, og langsomt løbe direkte til kloakken.

Indløbsbrønden er vist i alle tværsnit.

3. Filtermuld + beplantning

Alle regnbede etableres med filtermuld, som er en muldjord opblandet med sand og kalk. Når vejvandet løber ind i regnbedet vil filtermulden tilbageholde og i begrænset grad også nedbryde miljøfremmede stoffer fra kørebanen. Filtermulden tilbageholder også sand og grus, der ellers vil aflejres i de underliggende faskiner. Beplantning af regnbedene har flere funktioner, først og fremmest giver den rekreativ værdi til området, men her ud over sikrer beplantningen, at filtermulden ikke clogger til.

4. Faskine

Faskinerne udgør langt hovedparten af regnbedets samlede volumen. I tegningsmaterialet er der arbejdet med et faskine-modul på 0,6*1,2 m. med besigtigelsesgang. Tilsvarende moduler med andre dimensioner kan også anvendes.

På tegningsbilag 1A, er det vist hvordan faskinen ideelt kan placeres under selve regnbedet. Fremmedledninger kan dog betyde, at faskinen ofte må placeres anderledes, og at volumen evt. må reduceres. Det er vurderet, at alle forslåede regnbede kan etableres med 20-50 m³ faskine-volumen.

5. Faskine til træer

Der findes særlige faskiner til træer. Disse er opbygget af to elementer; øverst ligger en fordelingskassette, nedenunder ligger en vækstkassette. Fordelingskassetten sikrer at der ledes vand i ud til alle vækstkassetterne, hvor selve rodnettet fra træet etableres. Nogle producenter af træfaskiner anbefaler, at regnvandet ledes til fordelingskassetterne via en brønd. Derved bliver det muligt at etablere træer i faskiner, uden et overliggende regnbed.

Ved udførelse af projektet, skal der indledes en dialog med forskellige producenter af faskiner til træer. Detaljeringen skal afklares i samarbejde med den valgte producent. Snit af faskiner til træer fremgår både af tegningsbilag 2B, og 2C.

6. Bypass, besigtigelse og rensning af faskine

Midt i regnbedet placeres en kombineret bypass og besigtigelsesbrønd. Hvis det regner så kraftigt, at regnbedet fyldes, vil regnvandet løbe direkte ned i faskinen gennem en kuppelrist. Herved sikres det, at der kun kan ske overløb til kloakken, når hele faskinens volumen er udnyttet. Når regnvandet ledes direkte ind i faskinen, er det risiko for at sand og grus skyller med ned, og på sigt reducerer faskinens volumen. Faskinen kan besigtiges og renses ved spuling og sug fra bypass-brønden. Dog vil der kun være adgang til den modulrække, som bypass-brønden står i. Hvis denne modulrække indpakkes selvstændigt i fiberdug sikres det, at sand og grus ikke spredes til de øvrige modulrækker.

Bypass-brønden fremgår af plantegning 1A og 2A, samt længdesnit A og D. Den særlige indpakning af inspektionsmoduler i fiberdug fremgår af tværsnit B og C.

7. Drosling og Nedsivning

I bypassbrønden er også anbragt en vandbremse, der via et rør afleder regnvandet droslet til overløbsbrønden. Droslingshastigheden justeres efter regnbedets specifikke tilsluttede areal og volumen, som beskrevet i afsnittet om regnbedets tekniske design.

I overløbsbrønden kan højden på droslingen reguleres

ved at montere rør af forskellig længde. Derved kan det simpelt justeres, hvor stor en andel af faskinens volumen, der skal dedikeres til infiltration.

8. Overløbsbrønd og kontraventil

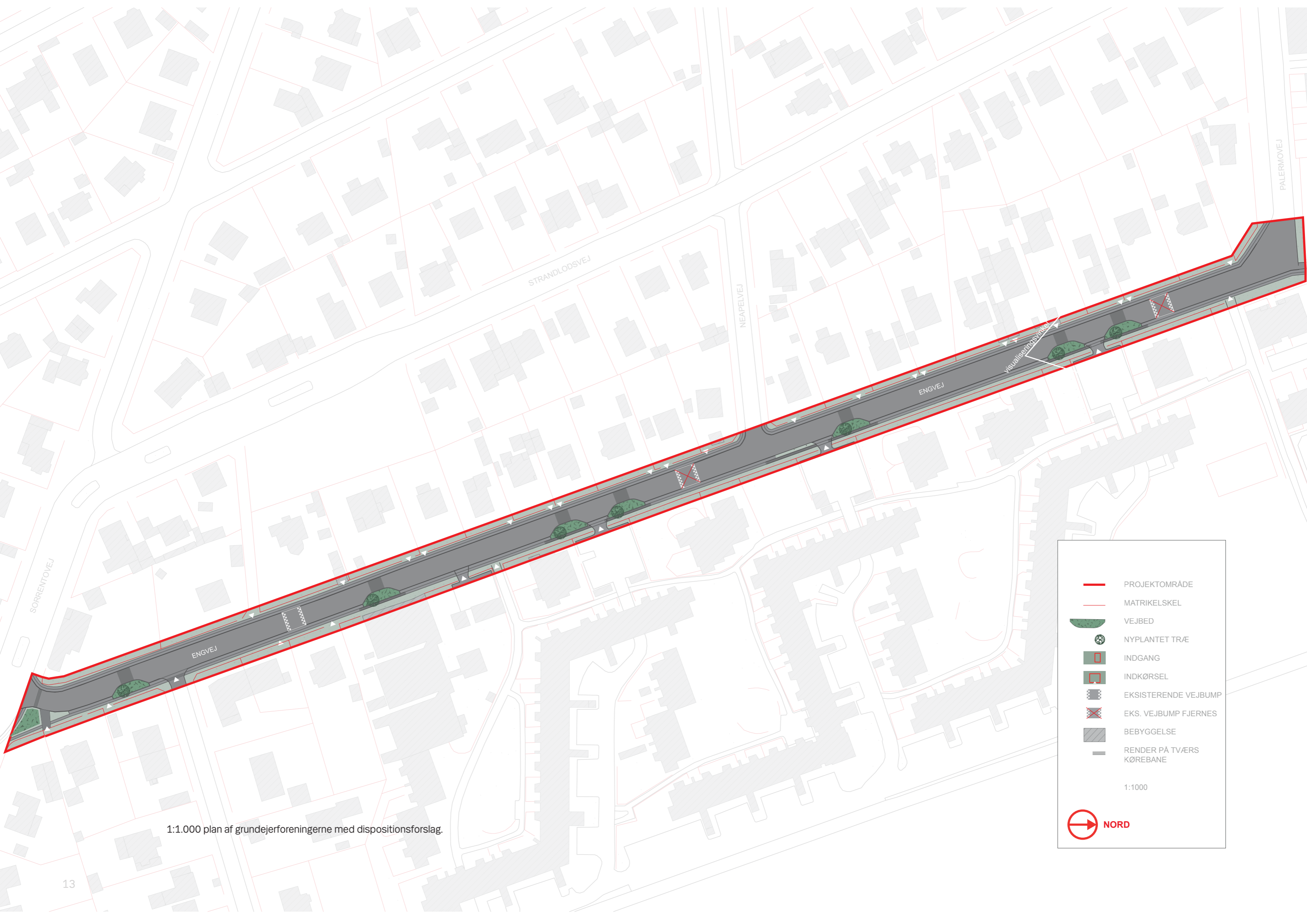
En overløbsbrønd er placeret efter regnbedet. Overløbsbrønden sikrer, at der kan ske overløb til fælleskloakken. Som beskrevet i afsnittet om regnbedets tekniske design, kan det dog være oplagt at afskære overløb fra fælleskloakken. I så fald kan brønden etableres med et tæt dæksel, i stedet for en rist. Denne løsning er oplagt, hvor overløbet kan ledes ud på skybrudsveje, eller ind i lavninger på grønne arealer. Det droslede udløb til overløbsbrønden skal også sikres med en kontraventil. Dette forhindrer at spildevand kan stuve baglæns ind i regnbedet. Men også at rotter ikke kan tage bolig i faskinens volumen.

9. Linjedræn eller konkave vejbump

På tegningerne er vist konkave vejbump, der transporterer regnvandet fra modsatte side til regnbedet. Alle veje i de pågældende grundejerforeninger har tagfald og de underliggende fremmede ledninger ligger således at det i de fleste tilfælde ikke er muligt at placere regnbede skiftevis i hver side. Derfor er det nødvendigt at transportere vandet på tværs af vejen. De konkave vejbump etableres som før beskrevet i enten belægningsten eller asfalt. Enkelte foreninger har valgt at få linjedræn i stedet for. Linjedrænet leder, ligesom det konkave vejbump, regnvandet på tværs af vejen til sideindløbet og vinterafløbet.



Visualisering, der giver et eksempel på grundejerforeningens LAR-løsning.



1:1.000 plan af grundejerforeningerne med dispositionsforslag.

	PROJEKTOMRÅDE
	MATRIKELSKEL
	VEJBED
	NYPLANTET TRÆ
	INDGANG
	INDKØRSEL
	EKSISTERENDE VEJBUMP
	EKS. VEJBUMP FJERNES
	BEBYGGELSE
	RENDER PÅ TVÆRS KØREBANE
1:1000	
NORD	

DISPOSITIONSFORSLAG

ENGVEJ

Området omfatter Engvej afgrænset af Palermovej i nord og Strandlodsvej i syd. Området er ejet af fire grundejerforeninger og en andelsforening.

Der indpasses syv regnbede på Engvej i den østlige side. Hvor der placeres regnbede smalles vejen ind til 4 meter og der etableres konkave vejbumper til at føre vandet på tværs af vejen. Det har været et udbredt ønske at etablere gode oversigtsforhold ud fra de store parkeringspladser mod øst. Der er problemer med oversigtsforholdene i dag, da det er muligt at parkere op til udkørslerne til parkeringspladserne. Regnbenedene kan sikre, at det ikke er muligt at holde op til udkørslerne og oversigtsforholdene sikres, hvis beplantningen holdes under 50 cm.

De nordligste bede fra Nepalvej og op placeres i umiddelbar nærhed til fjernvarmeledningen. Dette er valgt for at prioritere gode oversigtsforhold ved de førnævnte parkeringspladser samt sikre et ensartet udtryk på vejen. Nedsivning omkring ledningen forhindres ved at etablere en tæt membran omkring denne.

Ifølge strømningskortet viser det en generel strømningsvej syd over Engvej. Dog er der enkelte lunger mm. som først skal fyldes op før at strømningsvejen begynder at fungere. I næste fase vurderes det enkelte opland til hvert bed, hvorefter drøslingen kan justeres, så lungerne ikke skaber problemer inden for dimensioneringskriterierne.

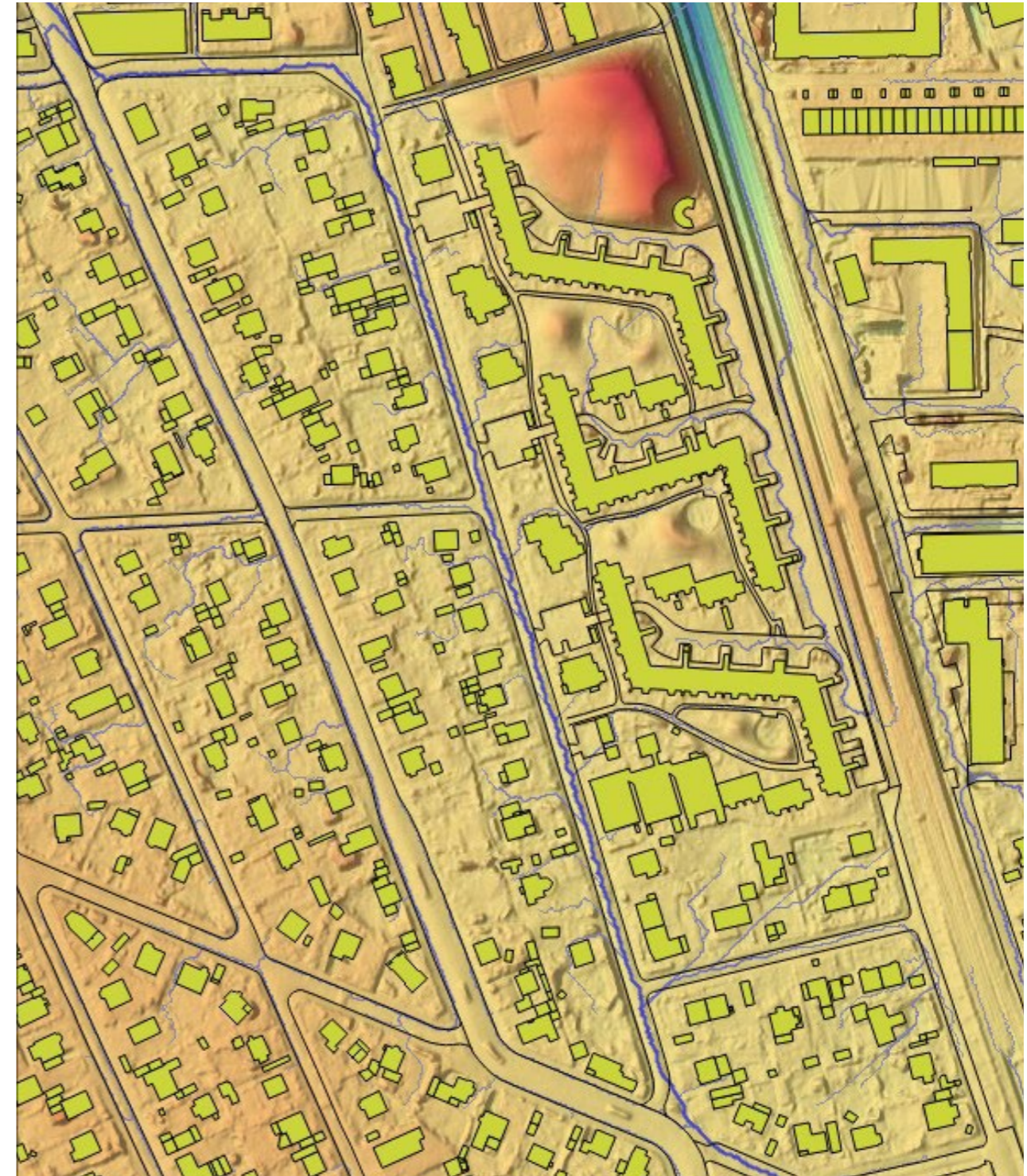
Engvej er udpeget som skybrudsvej af Københavns Kommune. Projektet konflikter ikke med planerne om at omdanne Engvej til en kommende skybrudsvej i fremtiden. Det har dog af administrative grunde ikke været ønskeligt at etablere vejen som skybrudsvej på nuværende tidspunkt, da Italiensvej endnu ikke er blevet etableret som modtagne skybrudsvej.

Der etableres faskiner under alle regnbede. Faskinerne indpasses i forhold til eksisterende ledninger under vejene jf. anlægsbeskrivelserne. Der skal i projekteringen tages stilling til, hvordan indpasningen skal ske for hvert enkelt regnbed, herunder om der er kabler der kan flyttes for at skabe bedre plads til faskinerne.

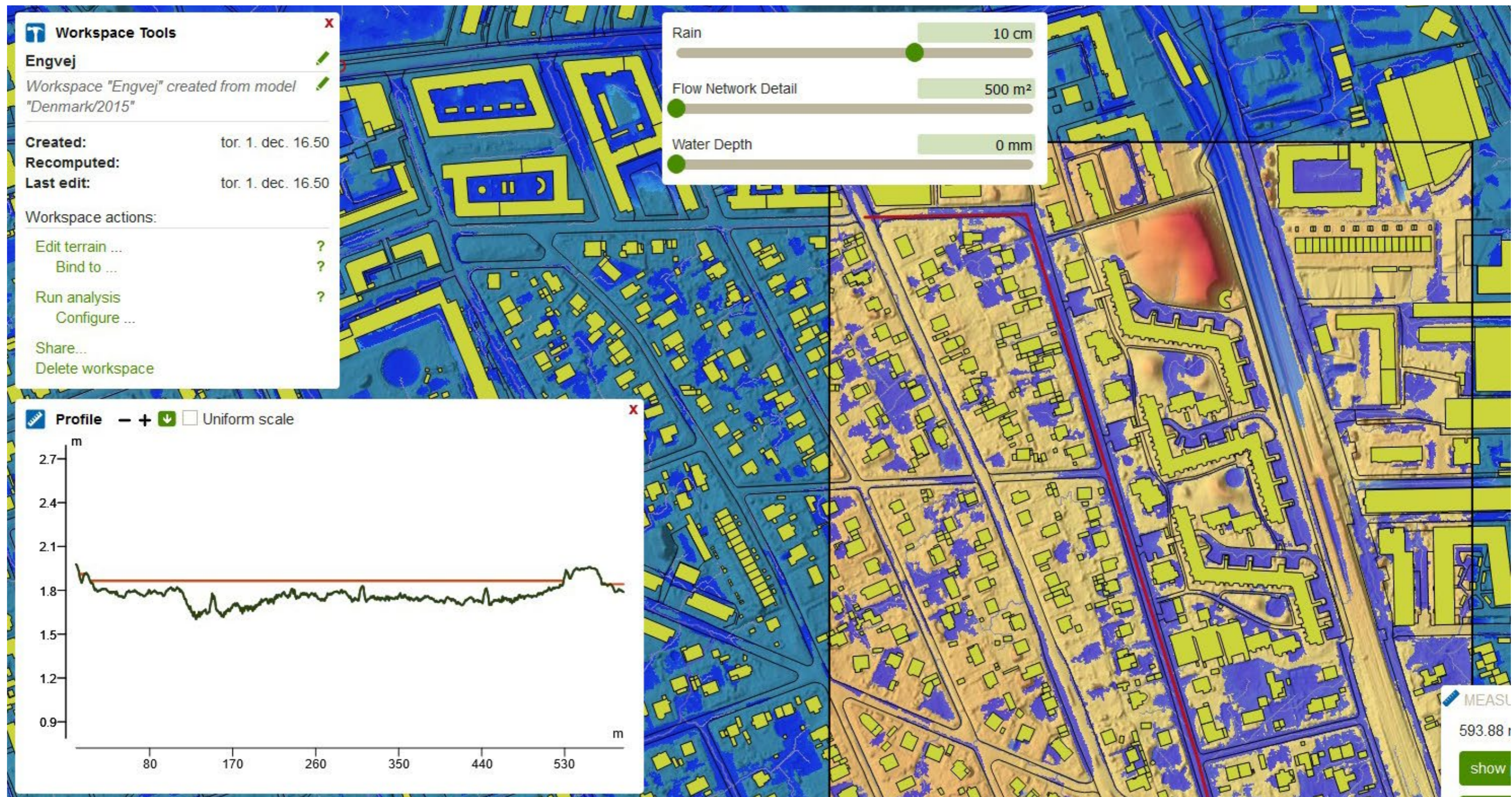
LAVNINGSKORT

De eksisterende vejbump ønskes bevaret og forhøjet. Det skal dog vurderes nærmere af Københavns Kommunes vejafdeling om de eksisterende bump kan forhøjes og om de konflikter med regnbedene.

Det skal i projekteringen vurderes i hvor høj grad det er nødvendigt at hæve kantstenene i området for at sikre vandets strømning - både under hverdagsregn og skybrud. De steder hvor der i vejene er mindre lavninger, som kan forhindre vandets strømning skal disse rettes op i forbindelse med etableringen af anlæggene. Lavningerne som blandet andet opstår, når de eksisterende vejbrønde nedlægges, skal kortlægges i forbindelse med projekteringen.



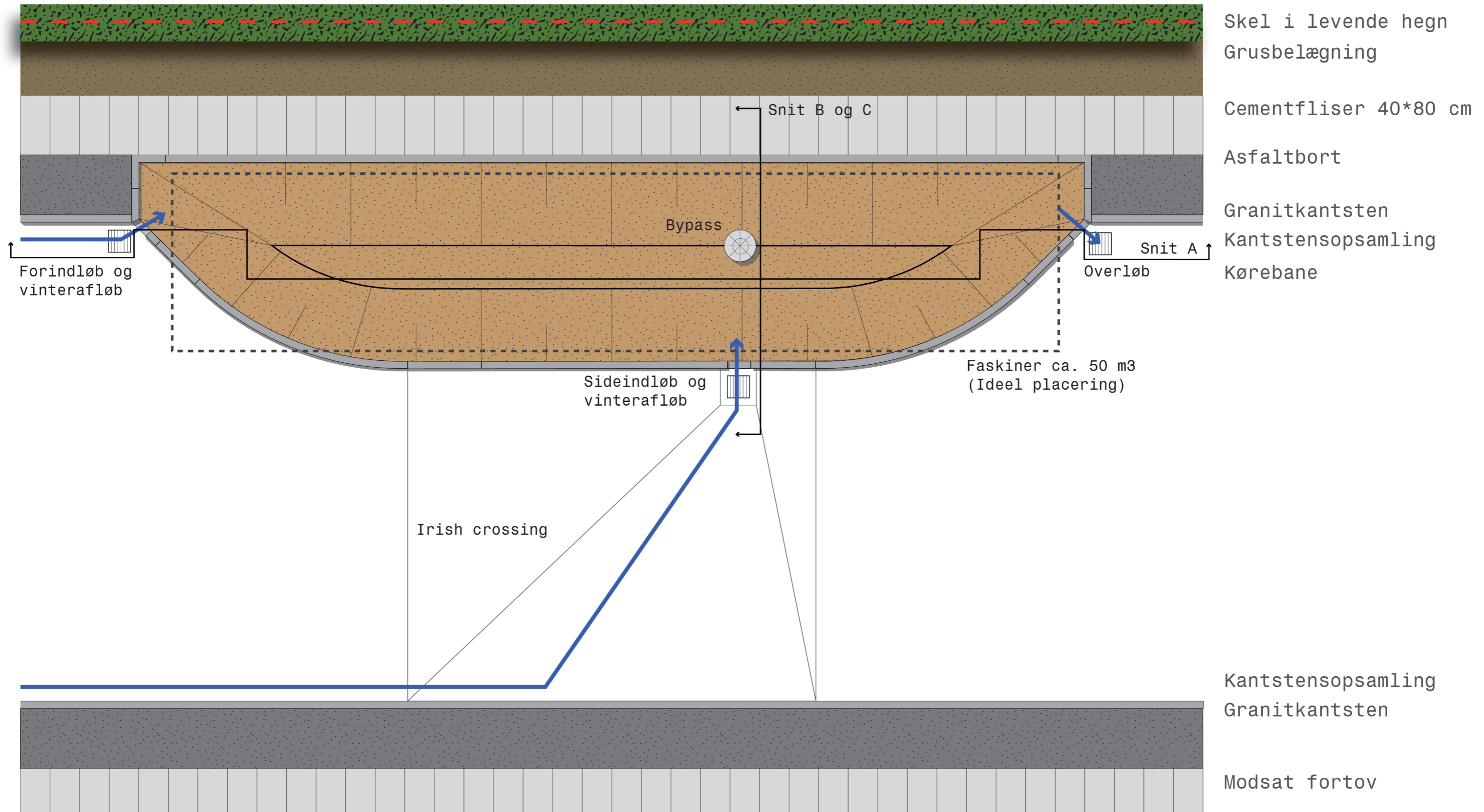
Terrænkort, der angiver hvor terrænet er højest (orange) og lavest (blå).



Lavningskort, der viser, hvordan regnvandet vil strømme i terræn og samle sig i lavninger under skybrud. Kortet er anvendt til indplacering af regnbede og hævede vejflader til at styre regnen mod skybrudsveje. Kortet er generet i Scalgo hvor der ikke tages højde for eksisterende ledninger.

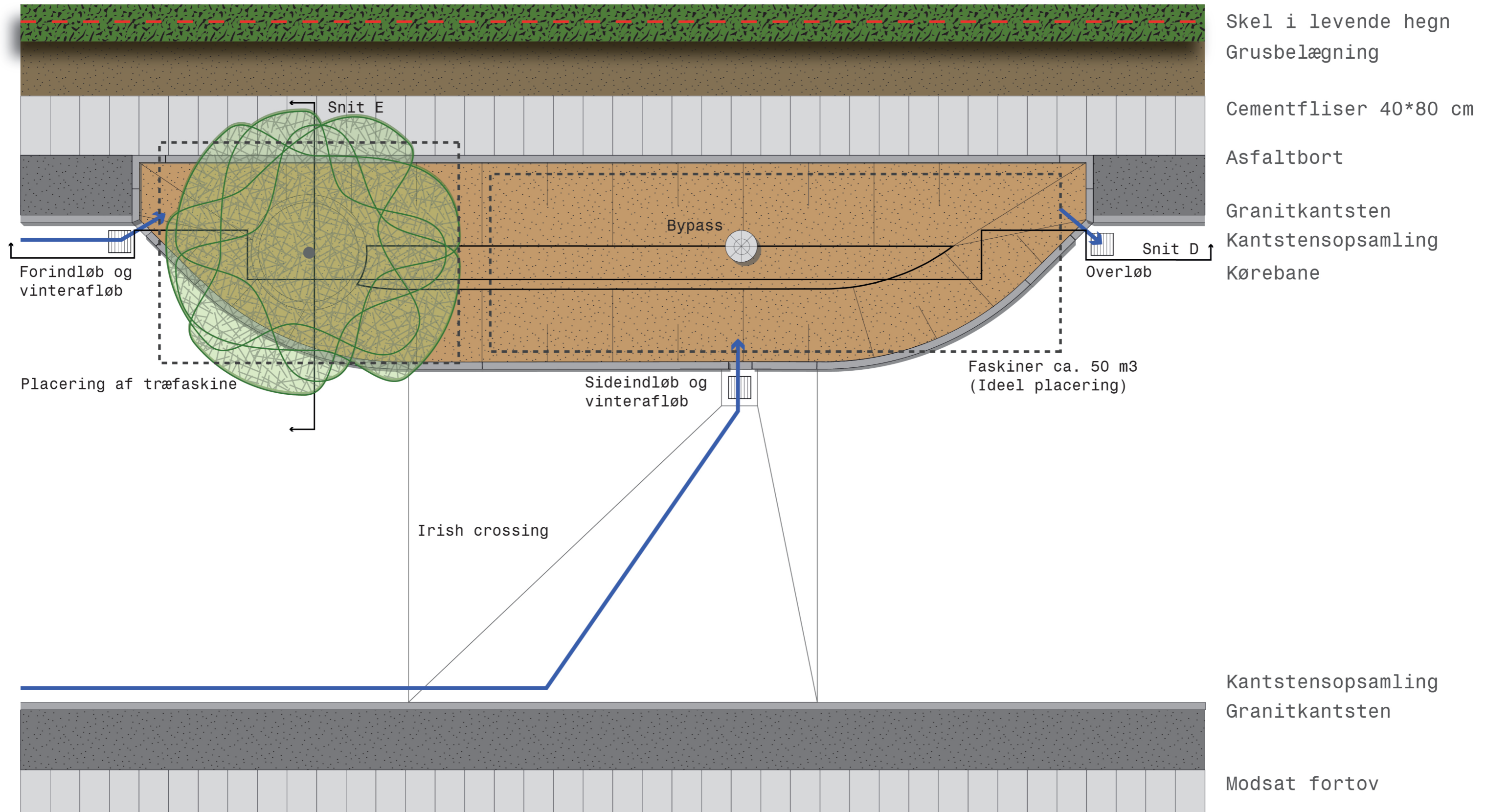
Tegning 1A - Principplan af regnbed med faskine

Eksisterende forhold



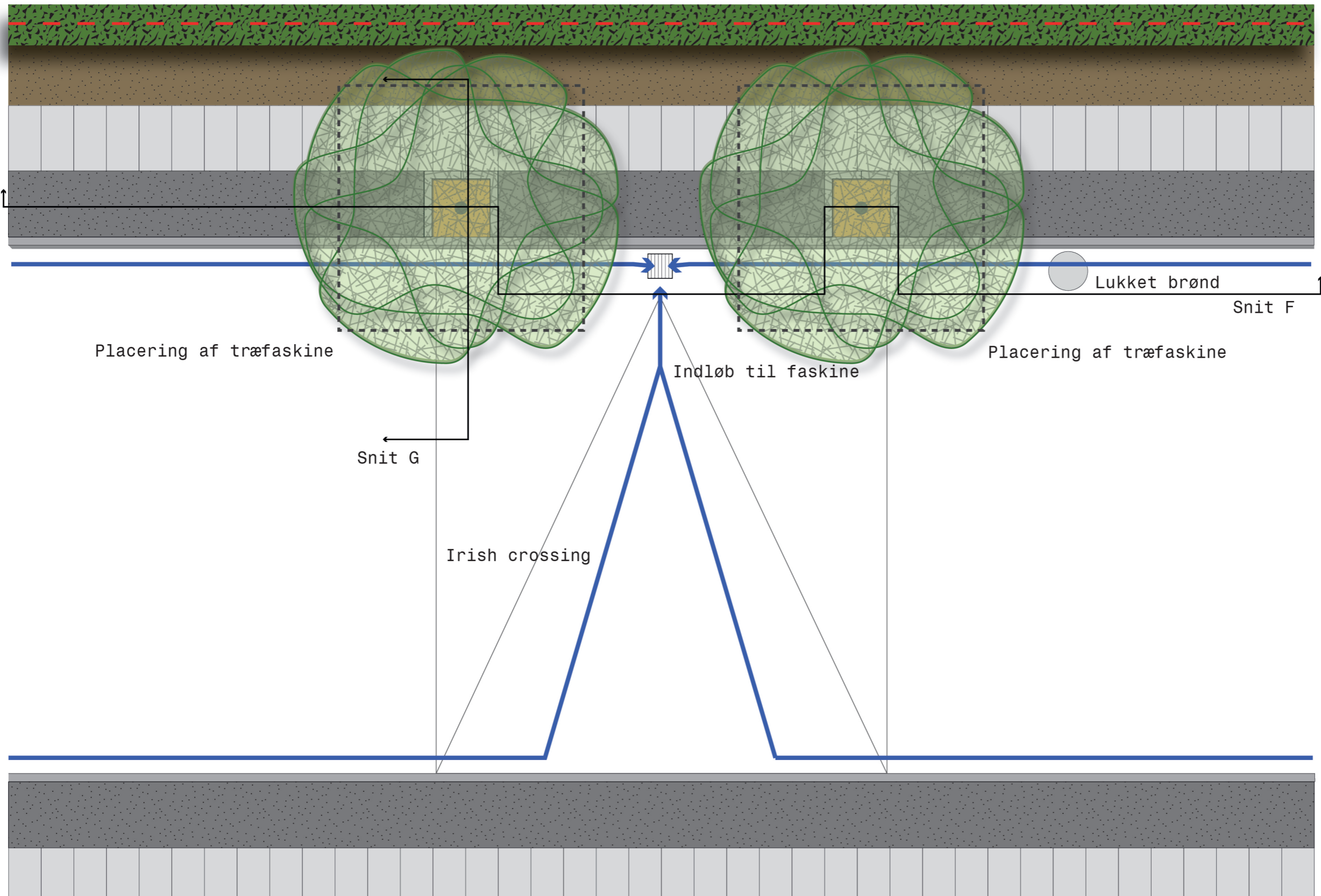
Tegning 1B - Principplan af regnbed

Eksisterende forhold



Tegning 1C - Principplan af vejtræer med faskine

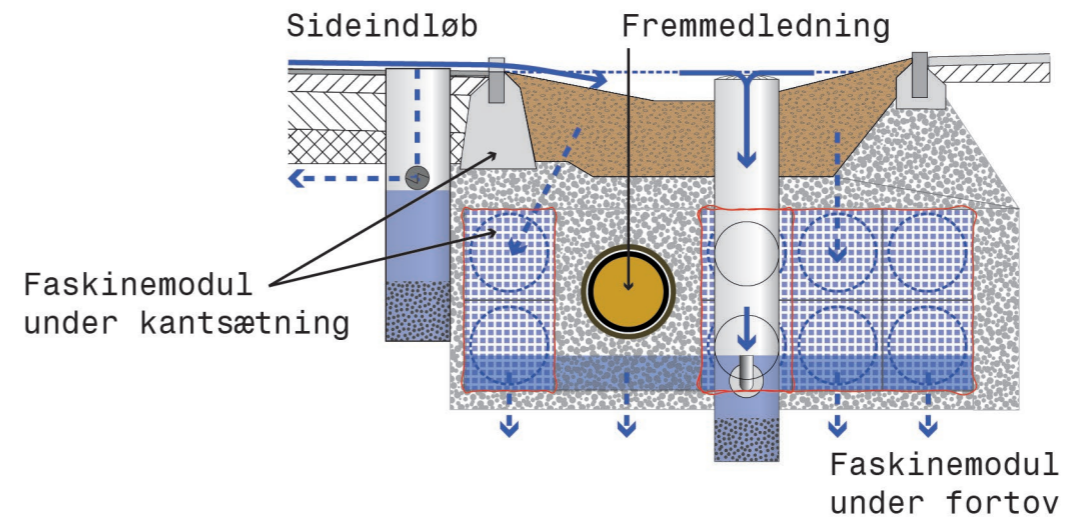
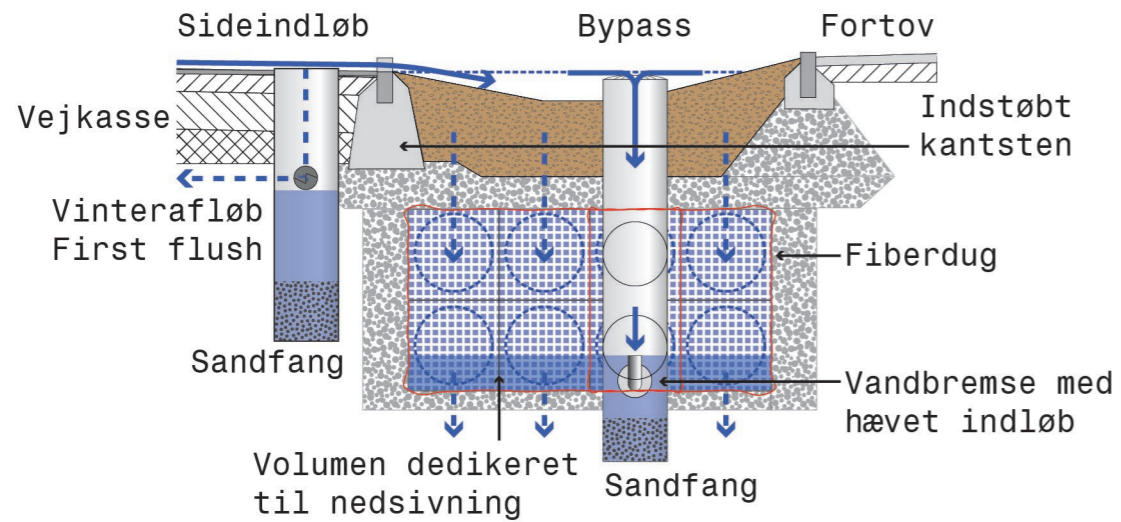
Eksisterende forhold



- Skel i levende hegn
- Grusbelægning
- Cementfliser 40*80 cm
- Asfaltbort
- Granitkantsten
- Kantstensopsamling
- Kørebane

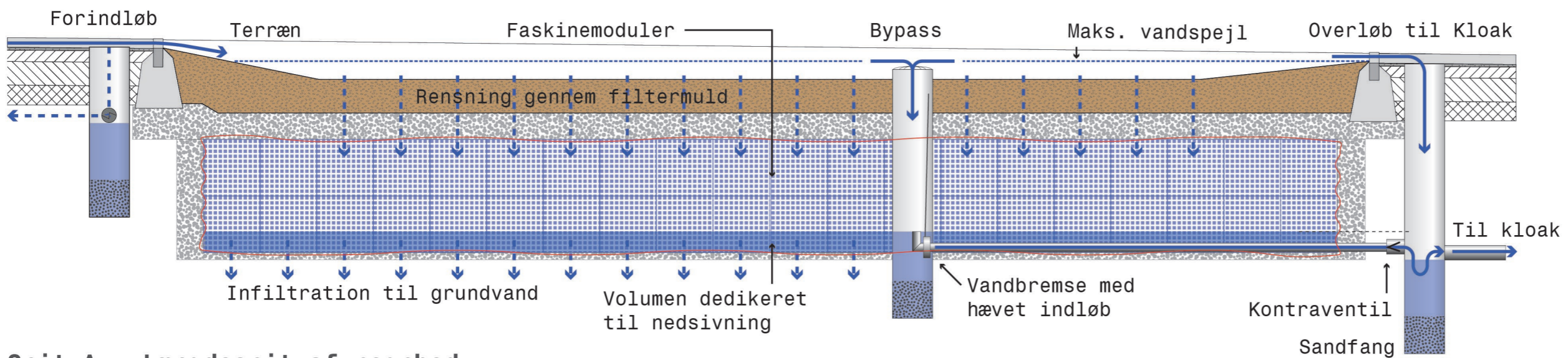
- Kantstensopsamling
- Granitkantsten
- Modsat fortovej

Tegning 2A - Principsnit af regnbed



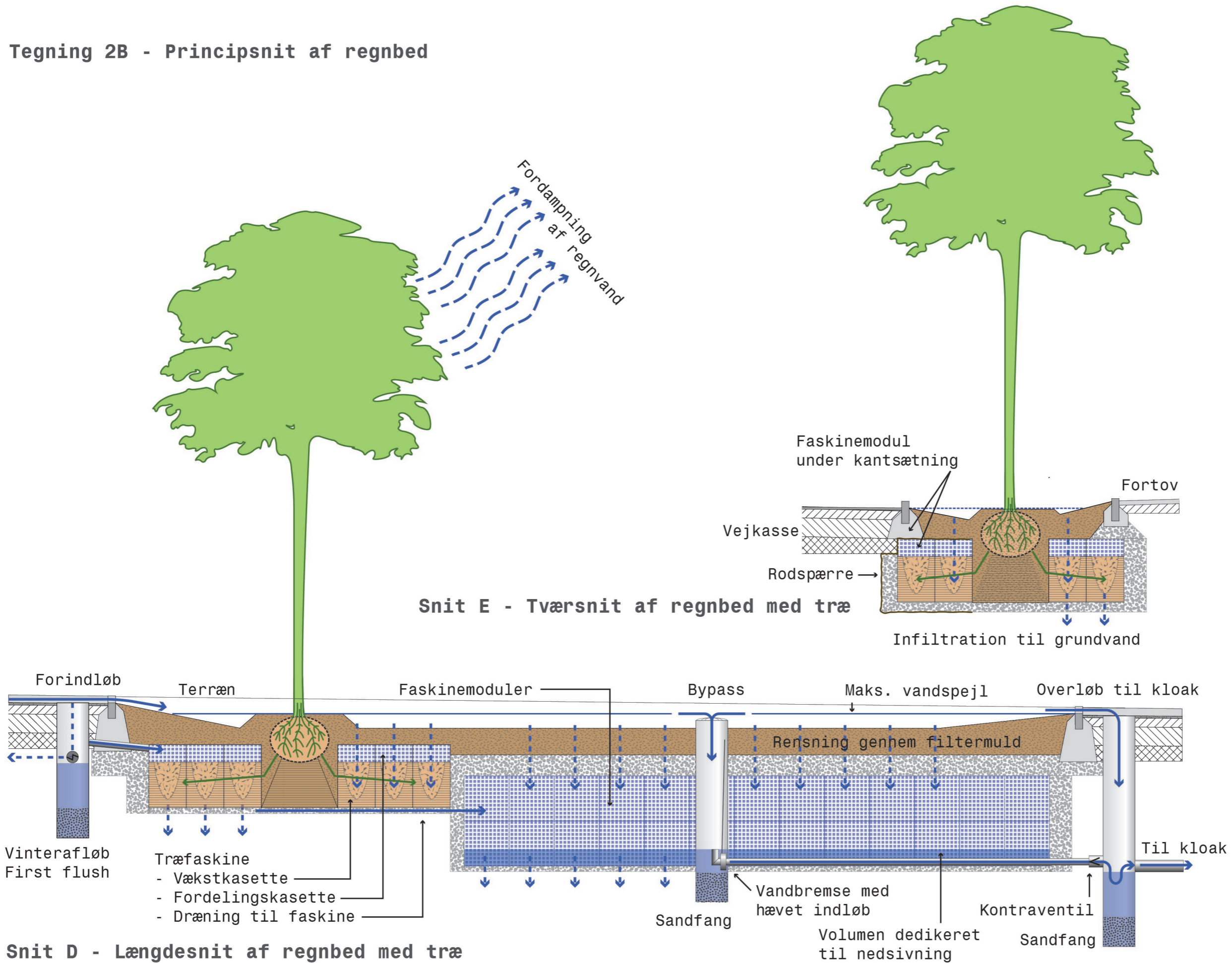
Snit B - Tværsnit af regnbed

Snit C - Tværsnit af regnbed med fremmedledning

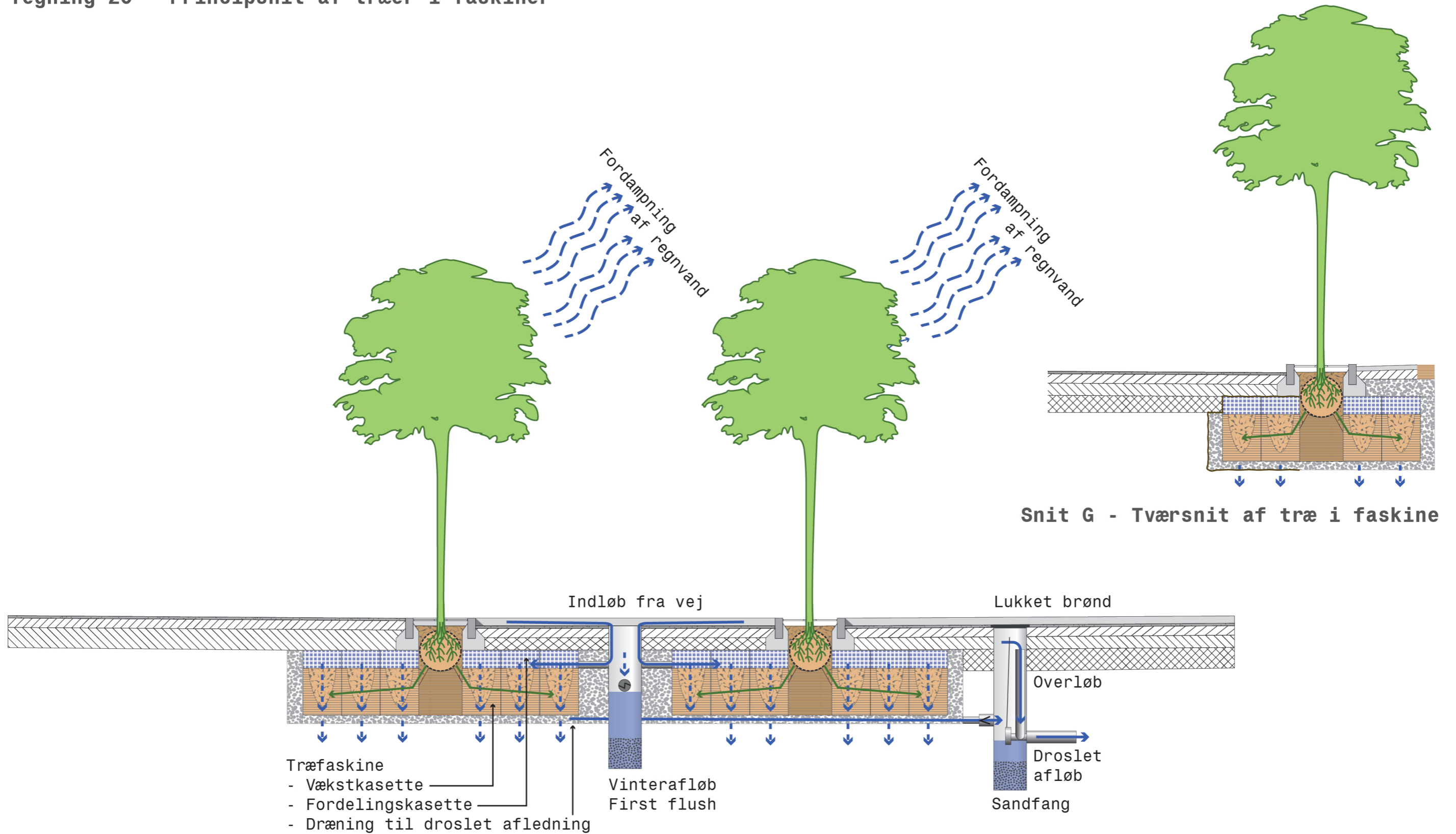


Snit A - Længdesnit af regnbed

Tegning 2B - Principsnit af regnbed

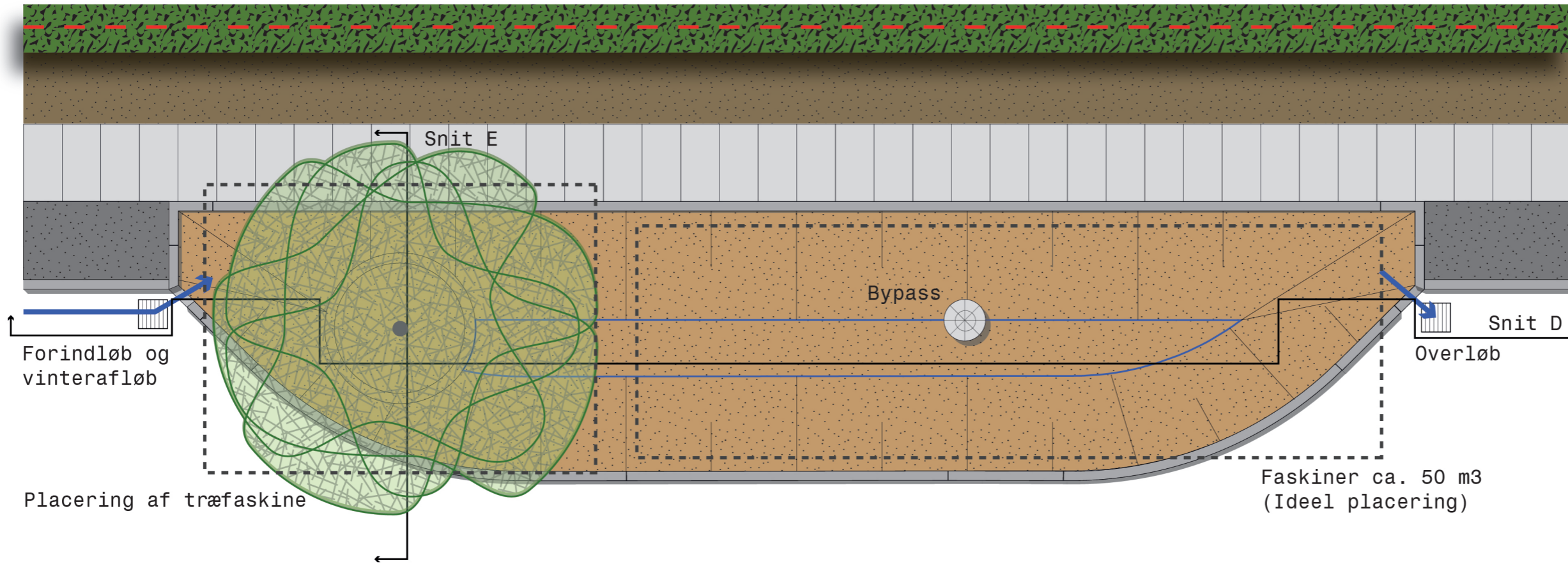


Tegning 2C - Principsnit af træer i faskiner



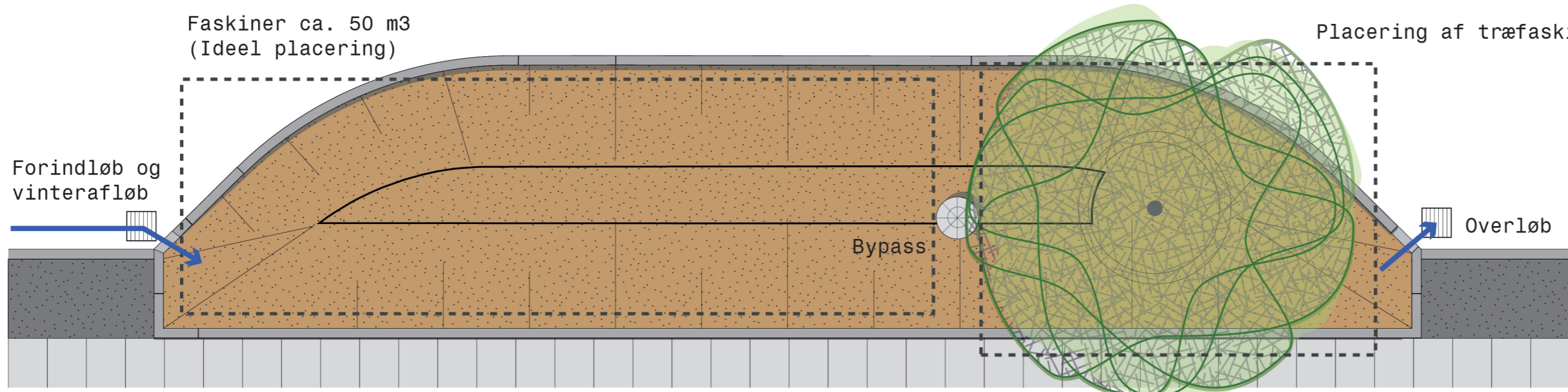
Snit F - Længdesnit af træer i faskiner

Tegning 1D - Principplan af regnbed



Eksisterende forhold

- Skel i levende hegn
- Grusbelægning
- Cementfliser 40*80 cm
- Asfaltbort
- Granitkantsten
- Kantstensopsamling
- Kørebane

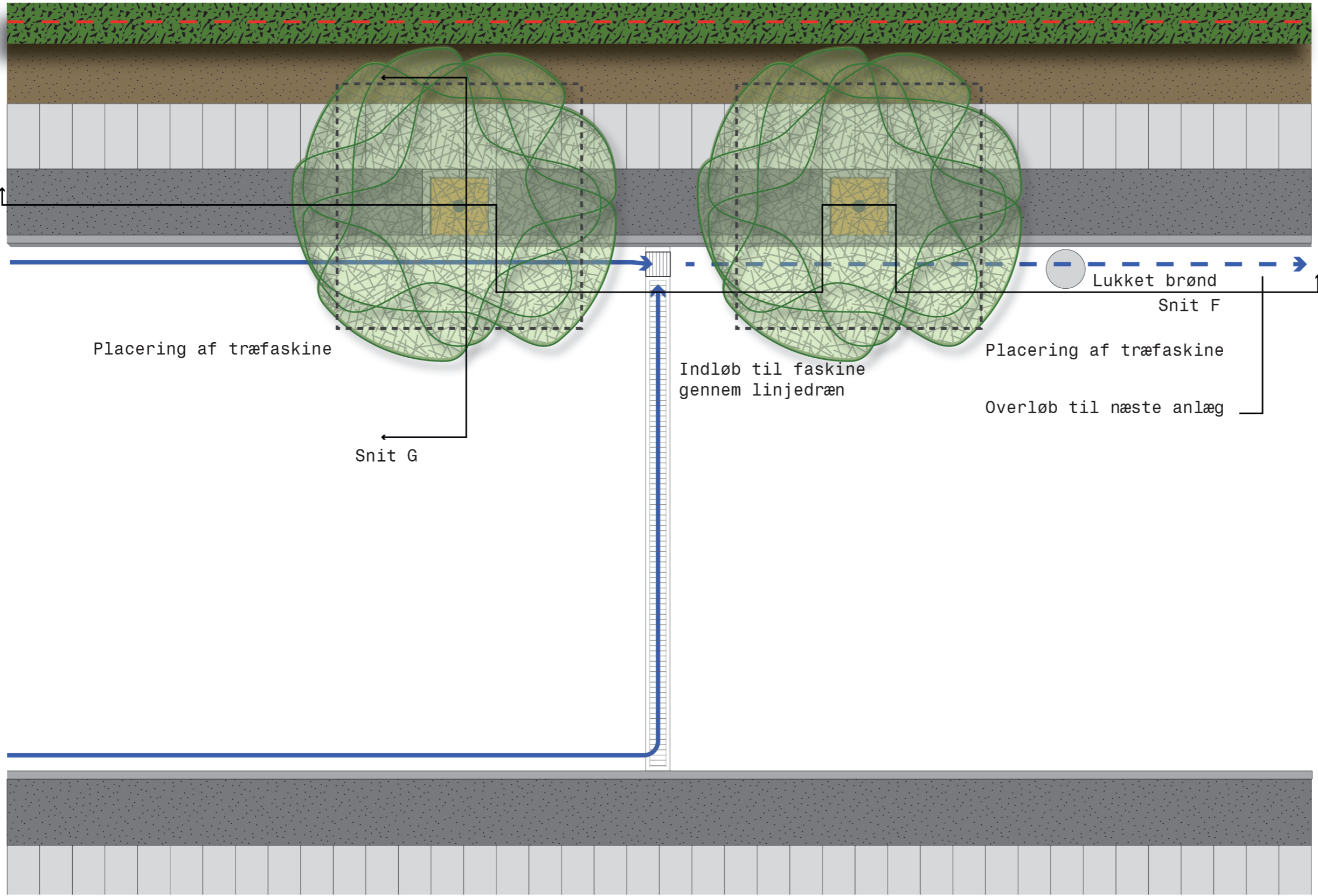


- Kantstensopsamling
- Granitkantsten

Modsat fortov

Tegning 1E - Principplan af vejtræer med faskine

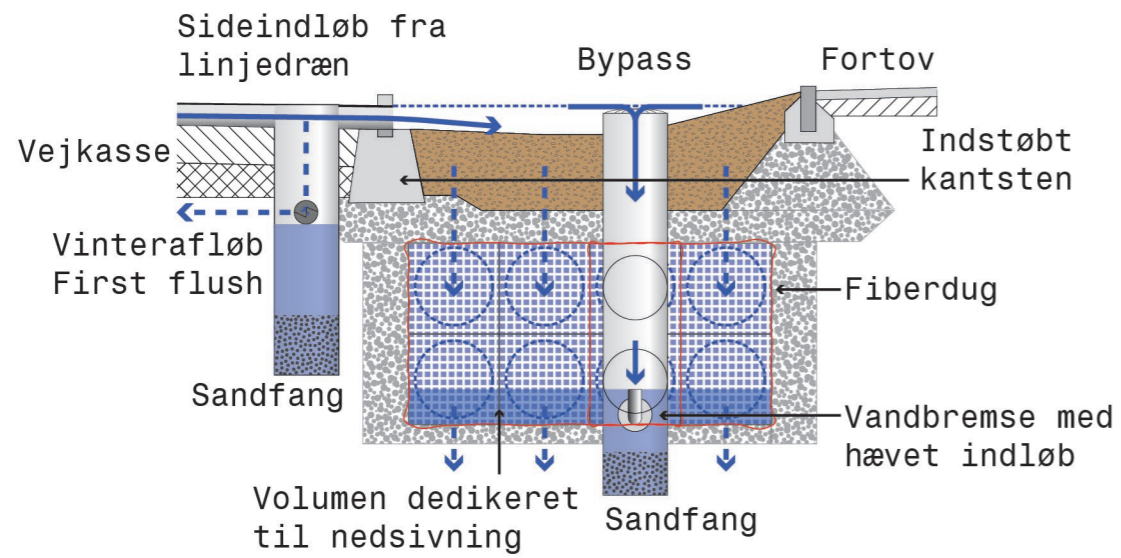
Eksisterende forhold



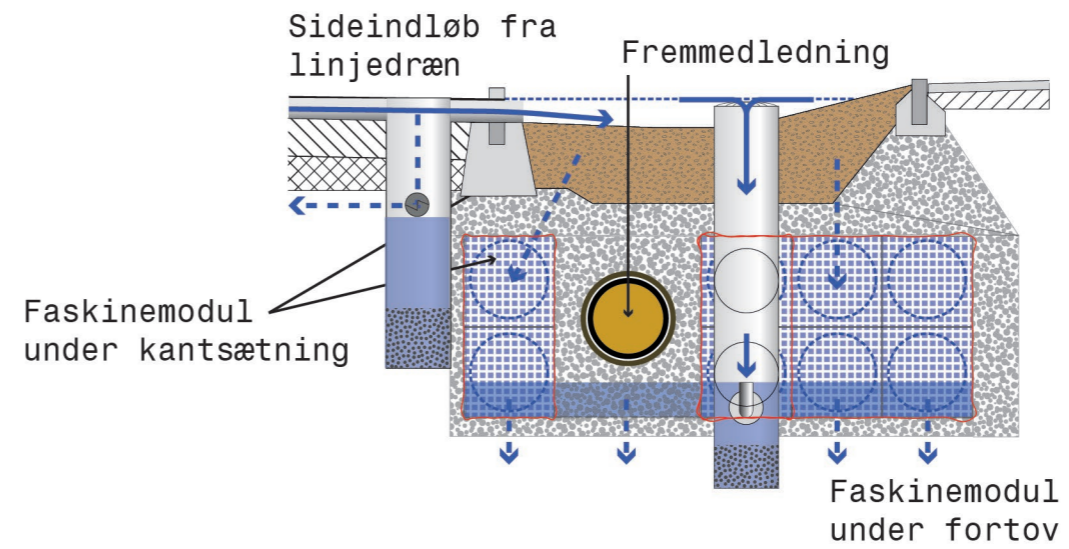
- Skel i levende hegn
- Grusbelægning
- Cementfliser 40*80 cm
- Asfaltbort
- Granitkantsten
- Kantstensopsamling
- Kørebane

- Kantstensopsamling
- Granitkantsten
- Modsat fortov

Tegning 2E - Principsnit af regnbed



Snit B - Tværsnit af regnbed



Snit C - Tværsnit af regnbed med fremmedledning

