

# Overvannshåndtering i Veumdalen, Fredrikstad.

Handling of stormwater runoff in Veumdalen, Fredrikstad.

Eivind Andreas Vadum

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP

Institutt for landskapsplanlegging  
Masteroppgave 30 stp. 2011



## FORORD

”Overvannshåndtering i Veumdalen, Fredrikstad” er en oppgave som markerer slutten på en mastergradsutdanning innen landskapsarkitektur ved institutt for landskapsplanlegging (ILP) på Universitetet for Miljø og Biovitenskap (UMB). Oppgaven er tilknyttet Exflood prosjektet.

Tema for oppgaven er overvannshåndtering i et småhusområde. Oppgaven er delt i tre deler, først en innledende del hvor det redegjøres for bakgrunnen for oppgaven. Denne delen er skrevet i samarbeid med mastergradstudentene Katinka Kilian og Oddveig Hovdenak. Deretter følger en analysedel, som igjen er delt i to, henholdsvis en overordnet og en mer detaljert analyse av selve prosjektområdet. Siste del av oppgaven er en prosjektbeskrivelse hvor problemstillingen søkes besvart.

Først og fremst vil jeg takke mine to veiledere Anne-Karine Halvorsen Thorén og Ingrid Merete Ødegård. Jeg vil også takke alle involverte i Exflood-prosjektet for god rådgivning. I Fredrikstad kommune har jeg fått mange gode svar fra kommunen, en spesiell takk til Ole Petter Skallebakke. Til slutt vil jeg takke alle fra Dronninga Landskap for mange gode tips underveis.



## SAMMENDRAG

I moderne tid har en stadig økende urbanisering gitt mange tette flater ved at det bygges mer kompakt og at nye områder bygges ut. Tendensen fram til nyere tid har vært at naturlige vannveier forsvinner til fordel for lukkede rørsystemer designet for å lede vannet hurtig unna. Mange av disse rørene er gamle og ofte er kapasiteten dårlig.

I Fredrikstad har dette gitt episoder hvor kraftige regnskyll har overbelastet rørene og det har oppstått problemer i form av kjelleroversvømmelser og utslipp av forurenset vann til Veumbekken. Problemet tas på alvor og kommunen ser etter løsninger for å unngå problemer i fremtiden. Mye tyder på at vi kan vente mer og kraftigere regn i fremtiden som et resultat av klimaendringene, dermed vil problemet forverres ytterligere og nye områder kan bli berørt. Exflood er et samarbeidsprosjekt der målet er å belyse hvordan dette kan løses.

I lys av dette gir denne oppgaven et forslag på hvordan åpne overvannsløsninger kan avlaste rørsystemet i et småhusområde med få tilgjengelige arealer. Tiltaket vil håndtere overflateavrenningen samtidig som det gir en generell opprustning av utemiljøet. Forslaget legger opp til lokal håndtering av vannet nær kilden, forsinket transport og sentral fordrøyning i to dammer. Dette vil avlaste det eksisterende avløpssystemet og forebygge negative hendelser i framtiden.

## ABSTRACT

In modern times increasing urbanization has led to impermeable surfaces due to densification and new development. The tendency over the past decades has been to remove natural waterways in favour of leading the storm water into submerged piping. Today much of the existing stormwater systems are old and the capacity often too low.

In Fredrikstad heavy rainfalls have caused several flooding incidents and emission of polluted water into Veumbekken due to overloading of the piping system. This problem is taken seriously and the municipality is looking for solutions to prevent this in the future. Climate changes are likely to give an increase in heavy rainfalls, causing the situation to get worse and reaching new areas. Exflood is a conjoint project with the aim to identify solutions to this situation.

This thesis is looking for a proposal on how to relieve the existing stormwater system in an urban housing area with few available areas. The solution will process the storm water in open, green systems, representing a general upgrade for the local area. The proposal processes the water close to the source, gives a delayed transportation and a collected storage in two storm water ponds. This measure will relieve the existing sewage system and prevent negative impacts in the future.

## INNHOLDSFORTEGNELSE

### DEL 1 – BAKGRUNN FOR OPPGAVEN

Exflood	4
Vann	5
Nedslagsfelt	6
Overflatevann – et selvforskyldt problem	7
Åpne løsninger kontra konvensjonelle systemer	9
Klima	10
Fredrikstad	12
Veumdalen	13
Mål, problemstilling og metode	14

### DEL 2 – ANALYSE

Landskap og vassdrag	16
Grunnforhold	17
Grøntstruktur	18
Arealtyper	19
Prosjektområdet	20
Topografi	21
Naturgrunnlag	22
Arealdekke	23
Bebyggelse	23
Veier	24
Aktuelle planer	27
Konklusjon	28

### DEL 3 – PROSJEKTERING

Konsept	31
Prinsipp	32
Fordrøyningsstasjoner	33
Fartsreducerende effekt	34
Referanse til Portland	35
Konstruksjon	36
Prinsipp for gjennomstrømning	38
Beplantning	39
Åpne renner langs vei	41
Løsninger i veikryss	42
Delområde 1- Øvre Oredalsvei	45
Teknisk beskrivelse	46
Utforming	47
Delområde 2- Midtre Oredalsvei	50
Teknisk beskrivelse	51
Utforming	52
Delområde 3 – Oredalsåsen	54
Teknisk beskrivelse	55
Utforming	57
Delområde 4 – Nedre Oredalsvei	59
Teknisk beskrivelse	60
Illustrasjonsplan	61
Overvannsdam	63
Utforming	65
Delområde 5 – Christianlunds allé	70
Overvannsdam	71
Eksisterende trær	74
Utforming	75
Etterord	83
Referanser	84

# DEL 1

## BAKGRUNN FOR OPPGAVEN

### EXFLOOD

Exflood er et forskningsprosjekt hvor målet er å kartlegge og analysere metoder for å håndtere negative effekter ekstreme vær-situasjoner kan ha på infrastrukturen i små nedslagsfelt og inkorporere dette i et planleggingsverktøy.

Prosjektet er et samarbeid mellom en rekke ulike instanser: blant andre UMB, Bioforsk, Statens Vegvesen og NVE. I tillegg er Fredrikstad, Sandnes og Trondheim kommune med som studieområder. Disse er valgt på bakgrunn av krav satt til datatilgjengelighet, eksisterende forskning og problemer i forhold til tidligere skade på infrastruktur grunnet ekstreme vær-situasjoner. I tillegg er det et forsøksfelt på Skuterud på Ås hvor det gjøres detaljerte forsøk.

Prosjektet er delt inn i 4 arbeidspakker: 1) identifikasjon og analyse av interessenter, 2) modellering av fremtidige ekstreme vær-situasjoner, 3) analyse av tiltak og hvordan disse fungerer og 4) kombinerer resultatene fra de 3 forutgående arbeidspakkene (Stolte 2010).

Denne oppgaven følger seg inn i arbeidspakke 3 som omhandler tiltak og Fredrikstad er valgt som prosjektområde.

**SAMFUNNETS HERSKER**

Rennende vann er den viktigste terrengformende prosessen vi har. Gjennom effektiv erosjon av grunnen og transport av sediment, former vannet våre omgivelser ved å stadig være i bevegelse. Hoveddrivkraften bak vannets bevegelse er den *hydrologiske syklusen*, som får vannet til å bevege seg fra hav til land og tilbake, i flytende form, som gass eller is. 97,2% av alt vannet på jorden finnes i havene, noe som tilsier at andelen ferskvann i våre innsjøer, elver og grunnvann er forsvinnende liten i den store sammenhengen (Tarbuck og Lutgens 2008). At ferskvann utgjør en verdifull ressurs reflekteres av hvordan nærheten til vann har preget menneskenes bosetningsmønstre i uminnelige tider. Tilgangen til rent drikkevann, vann til irrigasjon av landbruket og vann som transportåre har avgjort hvor og hvordan vi bygger våre byer og tettsteder. Men til tross for utallige forsøk på å tilpasse denne ressursen til vårt bruk, viser det seg gang på gang at vannet er vanskelig å temme. En *flom* innebærer økt vannstand i elveløp og innsjøer, noe som kan føre til oversvømmelser av områder som vanligvis ikke er i kontakt med vann. Flomhendelser spiller en sentral rolle i mange økosystem, der tørre områder blir gjort fruktbare og sediment og frø transporteres til nye steder. Men rennende vann har stor kraft, enten det er snakk om store mengder på kort tid eller langvarig erosjon. Også stillestående vann kan utgjøre en trussel for oss mennesker idet det kan forårsake vannskader på bebyggelse og avlinger. Selv om det gjerne betegnes som naturkatastrofer, er hovedårsaken til flomhendelser i stor grad menneskenes manipulering av naturlige vassdrag ved oppdemning, omdirigering, gjenfylling eller andre endringer (Tvedt 2007). Mellom 1980 og 2008 ble over 2.8 milliarder mennesker rammet av flomkatastrofer på verdensbasis, mens tallet på omkomne i samme tidsrom estimeres til nærmere 200.000 (Prevention Web 12.02.2011)

”Jo mer mennesket søker å bli vannets herrer gjennom kolossale, komplekse prosjekter, jo mer vil vannet bli samfunnets hersker” (Tvedt 2007 s. 9).

**VANNETS PLASS I NORGE**

UNEPs vanngrafikk (fig. 1) viser hvor ujevnt ferskvann er fordelt på verdensbasis. I noen land har man i lang tid lært seg å verdsette og forvalte vannet med stor respekt. Men i et land som Norge, hvor vi er godt forsynt med ferskvann, er det fort gjort å ta vannet for

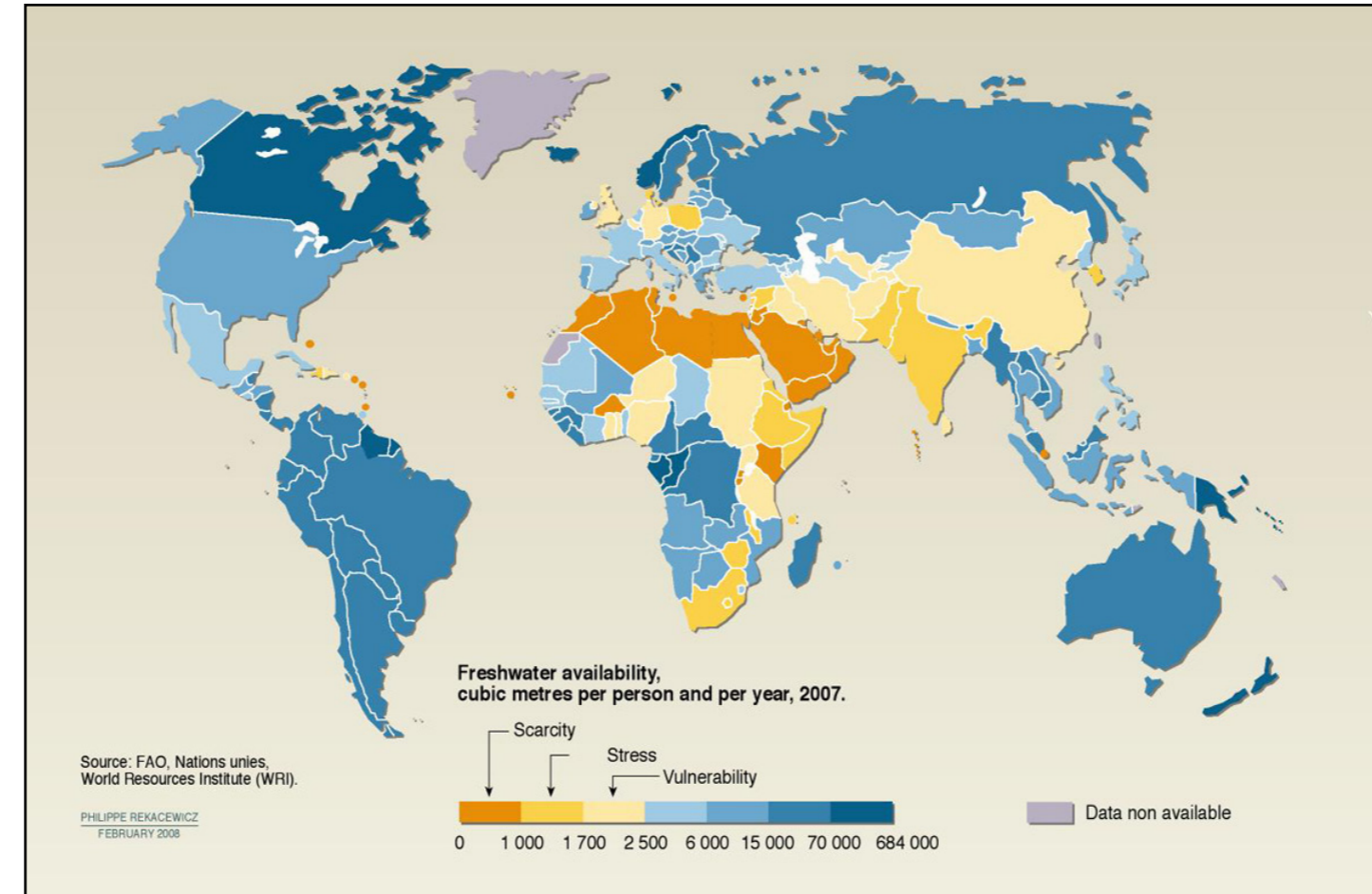


Fig. 1. Tilgang på ferskvann fordelt på verdensbasis. Kilde: An Overview of the State of the World's Fresh and Marine Waters. 2. edition 2008. Vital Water Graphics. The United Nations Environment Programme (UNEP)

gitt der det bruser i fossen ved siden av veien, eller samles i pytter i bakgården. Og når det strømmer inn i kjelleren under vårens snøsmelting, eller etter et kraftig regnvær, er det lett å se på alt vannet som en forbannelse heller enn en ressurs. Dette gjenspeiles også i våre tradisjoner for håndtering av vann. Mye arbeid har vært lagt ned i å drenere åkermark og legge bekker i rør for å unngå oversvømmelser i urbane strøk. Å få vannet ut av syne fortest mulig gjennom tekniske løsninger og naturinngrep har lenge vært dominerende tiltak for å redusere ulempene med vårt nedbørsrike klima (Lindholm et al. 2008). Likevel fortsetter flom og vann på avveie å skape problemer i Norge. Med en topografi som i Norge kan ras, skred og erosjon utløst av kraftig nedbør eller snøsmelting

være en vel så farlig faktor ved flom som økt vannstand og oversvømmelser. Olje- og energidepartementet estimerer de gjennomsnittlige årlige flomskadene i Norge for perioden 1980-95 til ca 173 millioner kroner per år. Dette inkluderer blant annet skader på privat og offentlig eiendom, infrastruktur og avlinger, samt indirekte kostnader knyttet til tiltak i forbindelse med flomhendelser (Olje- og energidepartementet 1996).

**BETYDNING FOR SAMFUNNSPLANLEGGINGEN**

En økning av flomskader de siste årene, som følge av økt fortetting i tettstedene og større nedbørsmengder, og klimascenarier som spår en økt hyppighet av store flomhendelser, har resultert i et større fokus på vann i norsk planlegging og politikk (Lindholm

et al. 2008). Den økende internasjonale interessen for en langsiktig og rettferdig vannforvaltning spiller også inn og påvirker norske forhold. I 2008 ble EUs vanndirektiv (rammedirektiv for vann) innlemmet i EØS-avtalen. Direktivets formål er å beskytte og sikre bærekraftig bruk av vannmiljøet, og det regnes som banebrytende for norsk vannforvaltning (Vannportalen. no 04.04.2011) Særlig gjelder dette et av direktivets viktigste forutsetninger: en nedslagsfeltorientert forvaltning av vann og vassdrag. Slik vil de økologiske hensynene kunne veilede samfunnsplanleggingen og i mindre grad blir tilsidesatt. Men en slik planlegging krever nytenkning i politikken, og et tett samarbeid på tvers av kommune-, fylkes- og landegrensener, så vel som ulike fag- og interessegrupper. Direktivets retningslinjer bygger på føre var-prinsippet og forebyggende tiltak som kan bidra til å bøte på virkningene av bla. flom (EUs Vanndirektiv, 2005). Et annet direktiv som i de siste årene har fått følger for norsk vannpolitikk er EUs flomdirektiv, gjort gjeldende for EU landene i 2007 - selv om dette ennå ikke har trådd i kraft i Norge. Direktivets mål er å redusere skader ved flom ved å stille krav til grundig kartlegging av risikoer knyttet til flom, så vel som en helhetlig planlegging av skadeforebyggende tiltak. Flomdirektivet har det til felles med vanndirektivet at det forutsetter en nedslagsfeltbasert planlegging, etter såkalte vannregioner. Hvordan direktivet skal følges opp i Norge er nå til utredning i Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) i samråd med Olje- og energidepartementet. En risikokartlegging og utarbeidelse av vannregionvise forvaltningsplaner i tråd med flomdirektivet er forventet å gi en bedre og mer helhetlig håndtering av flomrisiko i Norge (Norges vassdrags- og energidirektorat 04.04.2011). De nye føringene i EU-direktivene viser hvordan vannet, ut ifra dets sentrale plass i menneskenes liv – økonomisk, praktisk og miljømessig – opplever en fornyet oppmerksomhet og i stadig større grad former samfunnsplanleggingen.

“Vann er ikke en alminnelig handelsvare, men et gode som må beskyttes, forsvares og behandles som sådan” (EUs Vanndirektiv 2005, s. 2)



## NEDSLAGSFELTET

### BEGREPSAVKLARING

Et *nedslagsfelt* er et topografisk avgrenset landområde, hvis areal samler vann fra nedbør eller snøsmelting i et system av elver, bekker og innsjøer, og leder det mot et felles utløp. Resipient kan være havet, en innsjø eller en større elv. Mens selve landområdet kalles for nedslagsfelt, er *vassdrag* samlebetegnelsen for selve vannsystemet. Innenfor vannsystemet på land finner vi både *overflatevann* – alt vann som befinner seg synlig på overflaten, og *grunnvann* – vannet under bakken i den mettede grunnvannssonen. Vann kan skifte mange ganger mellom å være grunnvann og overflatevann på sin ferd ut mot havet. Overflatevann kan infiltrere i bakken og danne grunnvann. Dette renner videre, under overflaten, og kan så pipe opp til overflaten i form av en kilde eller tilsig til annet overflatevann, avhengig av topografi og geologi. Høydedrag som er med på å avgrense nedslagsfeltet kalles *vannskiller* (Tvedt, 2007). Landskapet er delt inn i nedslagsfelt som drenerer mot havet, og de mindre vanlige lukkede nedslagsfeltene, også kalt endorheiske nedslagsfelt, der vannet ikke forlater systemet annet enn ved fordampning eller sig. Nedslagsfelt finnes i alle størrelser, og utgjør et hierarkisk system i det et utløp kobler seg opp mot et større vassdrag som samler vann fra flere mindre nedslagsfelt (Tarbuck og Lutgens, 2008).

### SYSTEM OG SAMMENHENGER

Vannet følger minste motstands vei fra de høytliggende ytterkantene av nedbørsfeltet, via lavereliggende vassdrag, til den endelige resipienten – det være seg havet eller en innsjø. Nedslagsfelt og tilhørende vassdrag utgjør komplekse systemer, der alle deler er relaterte og avhenger av hverandre. Det som skjer i den øvre delen av nedslagsfeltet kan ha følger for områdene nedstrøms i det vannet konsentreres i de store vassdragene mot bunnen av feltet. Det er dermed åpenbart at tilstanden i et vassdrag påvirkes av arealbruken i nedslagsfeltet. Andel og plassering av landbruksmark, bebygde og urbane områder og naturmark kan ha innvirkning både på vannkvalitet og –kvantitet. Men det faktum at konsekvensene av et arealbruk ikke nødvendigvis merkes på stedet, men får utslag på et annet areal, kan være problematisk. Det er ikke alltid like lett å få øye på slike sammenhenger, og det kan både være vanskelig å spore årsaken til problemene – det være seg forurensning eller flomhendelse – samtidig som det er vanskelig å fordele skyld (Marsh, 2005).

### NEDSLAGSFELTETS ULIKE SONER

Et nedslagsfelt kan deles inn i fire overordnede funksjonssoner. En slik inndeling er en grov forenkling av et komplekst system, men kan likevel brukes for å planlegge arealbruken i nedslagsfeltet, ved å bedre forstå egenskapene, begrensningene og mulighetene til hvert område. Sonene beskrevet nedenfor er de overordnede sonene som deler inn et helt nedslagsfelt, men den hierarkiske karakteren til nedslagsfeltet tilsier at disse sonene også forekommer i mindre skala innad i nedslagsfeltet.

1) Øvre del av nedslagsfeltet kan vi kalle for *bidragssonen* (av det engelske *contributing zone*). Dette representerer toppen eller starten av systemet. Overflateavrenning fra disse områdene kan transportere med seg stoffer som havner mange kilometer unna i det vannet finner veien til de store vassdragene lengre nede i systemet. Fordelene med å ha bebyggelse i toppen av et nedbørsfelt er at det er lite oppsamling av vann, og at topografien kan sikre en god drenering av vann vekk fra bebyggelse. Ulemper kan være at bebygde områder ofte er en

kilde til forurensning og ved en slik plassering kan evt. utslipp få konsekvenser for hele systemet nedenfor. En annen ulempe er at endringen i permeable overflater gir et overskudd i avrenning på et tidlig stadium i systemet, og dermed øker vannføringen i større deler av vassdraget (ibid).

2) *Samlingssonen* (*collection zone*) er et lavereliggende område i øvre del av nedslagsfeltet, som samler opp overflatevann fra bidragssonen. I tillegg til overflatevann er tilsig fra grunnvann vanlig i utkanten av samlingssonen, og sentrale deler av området kan ha en høy grunnvannstand i våte sesonger. Resultatet er at dette området kan ha alvorlige dreneringsproblemer og er et typisk punkt utsatt for flom (ibid).

3) *Transportsonen* (*conveyance zone*) består av den sentrale bekken eller elven i et nedslagsfelt, hvis funksjon er å lede vann fra hele feltet mot resipienten. Sonen inkluderer også den tilgrensende elvesletten som tar imot overfløydige vannmengder ved flom. Det er lett forståelig at dette er det området i nedslagsfeltet som opplever de kraftigste flomhendelsene, og at hydrologien her dermed er vanskelig å kontrollere. Hovedvolumet av vann i transportsonen er som regel grunnvann fra et høyt grunnvannsspeil og tilsig fra de omkringliggende landområdene. Andelen overvann kommer hovedsaklig fra de to sonene oppstrøms, bidragssonen og samlingssonen. Men selv om overvannet er lite i sammenligning med grunnvannsandelen, er det dette som utgjør hoveddelen av flomvannet i nedslagsfelt der menneskelig aktivitet beslaglegger betydelige arealer (ibid).

4) *Elvemunningen* er det punktet der alt vann fra nedslagsfeltet konsentreres, og dermed også avsetningsområde for sedimenter og næringsstoffer som gir grunnlag for et rikt dyre- og planteliv. På grunn av nærheten til en stor vannforekomst er mange elvemunninger kraftig utbygget, det til tross for ugunstige forhold som ustabil grunn og flomfare (ibid).

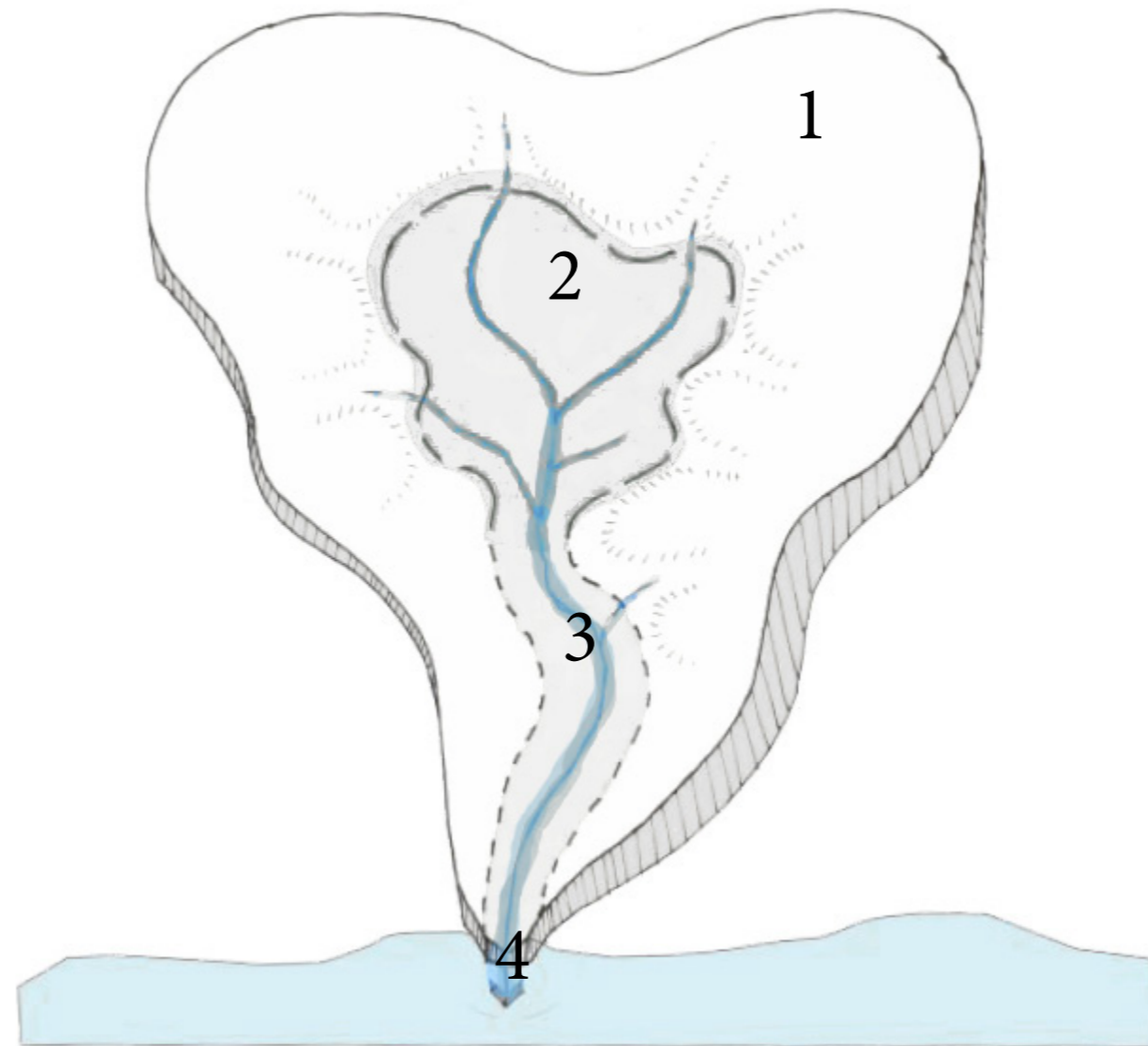


Fig. 2. Nedslagsfeltets overordnede soner: 1) Bidragssonen, 2) Samlingssonen, 3) Transportsonen, 4) Elvemunningen.

Illustrasjon etter Marsh (2005) s. 200.

## OVERFLATEVANN. ET SELVFORSKYLDT PROBLEM.

### DANNELSE AV OVERFLATEVANN

I ubebygde naturmark vil overflatevann oppstå når bakken er mettet av vann fra nedbør eller grunnvann. Vann fra nedbør eller snøsmelting vil dermed renne jevnt på overflaten av marken før det samles i små riller som leder det mot en bekk. I mange tilfeller vil bekkene møte og slå seg sammen med flere og flere bekker, og på sikt vokse seg til et stort elveløp som ender i havet. På den måten kan man tenke seg vassdragssystemet som et stort tre der stammen utgjør en sentral elv eller bekk, mens grenene er små bekker som renner ned fra utkantene av nedslagsfeltet (ibid).

(Begrepsavklaring) Ordene *overflatevann* og *overvann* brukes ofte om hverandre i faglitteraturen. Så langt i oppgaven har ordet for å beskrive alt vann som forekommer på overflaten av bakken vært *overflatevann*, da betydningen tydelig fremgår av ordet. I faglitteraturen brukes derimot ordet *overvann* oftere for å beskrive det vannet som ikke blir infiltrert i bakken, hovedsakelig på grunn av menneskeskapte endringer i arealdekke, og som i stedet samles på overflaten og dermed må ledes vekk fra bebyggelse og infrastruktur. Begrepet inkluderer dermed ikke den resterende delen av vassdraget, som for eksempel elveløp eller innsjøer. I den videre delen av oppgaven vil fokuset være på den sistnevnte definisjonen, med fokus på avrenning fra både naturmark og bebygde areal som må håndteres på forsvarlig vis for å unngå skader på miljø og bebyggelse.

Endringer i arealbruken endrer også avrenningsmønstre, og i tillegg til nedbørmengde og intensitet avhenger mengden overvann særlig av avrenningsområdets karakter og utviklingsgrad. Ved urbanisering erstattes naturlig *permeabel* grunn, samt vegetasjon som både forsinker og tar opp vann, med tette flater. Disse kan være vei- og parkeringsareal, offentlige plasser og torg, private oppholdsareal, og ikke minst hustak. Også landbruksareal bidrar til økt avrenning i forhold til et skogsområde. Arealbruken påvirker ikke bare samlet avrenning, men også hvordan denne foregår i tid. I urbaniserte områder ser vi at avrenningen øker kraftig de første timene etter nedbør, mens den langsomme avrenningen, som i et ubebygde område foregår over uker og måneder, blir mindre. Større mengder og hastighet på avrenningen resulterer i økt vannføring og høyere flomfrekvens i vassdragene, men også lavere vannføring i lengre tørrværsperioder (Lindholm et al., 2008).

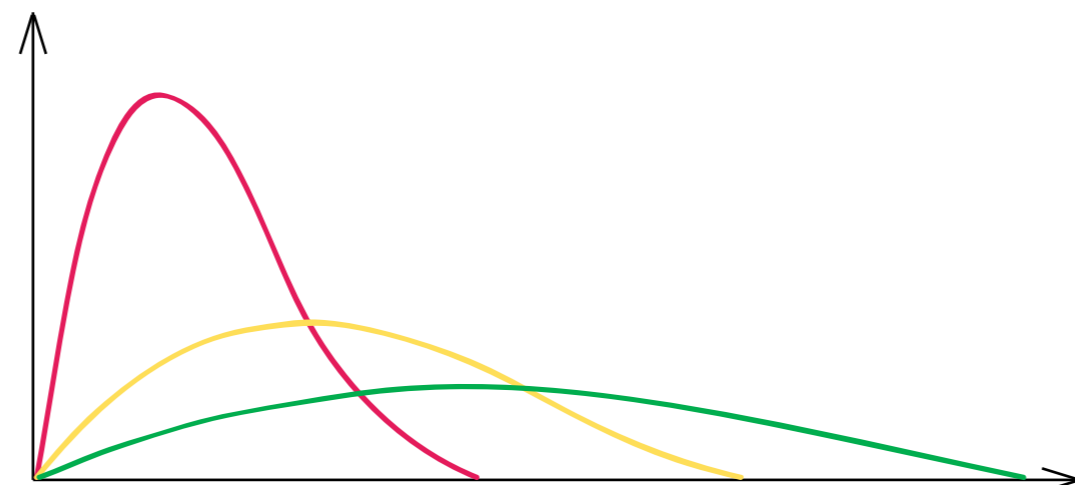


Fig. 3. Forandret avrenningsmønster ved endret arealbruk. Avrenning – Tid. Urbant område (rødt), jordbruksområde (gult), naturområde (grønt).  
• Større og raskere flomtopp  
• Større avrenningsvolum  
• Mindre og seinere flomtopp  
Illustrasjon etter Flørgård og Palm (1981) s. 37

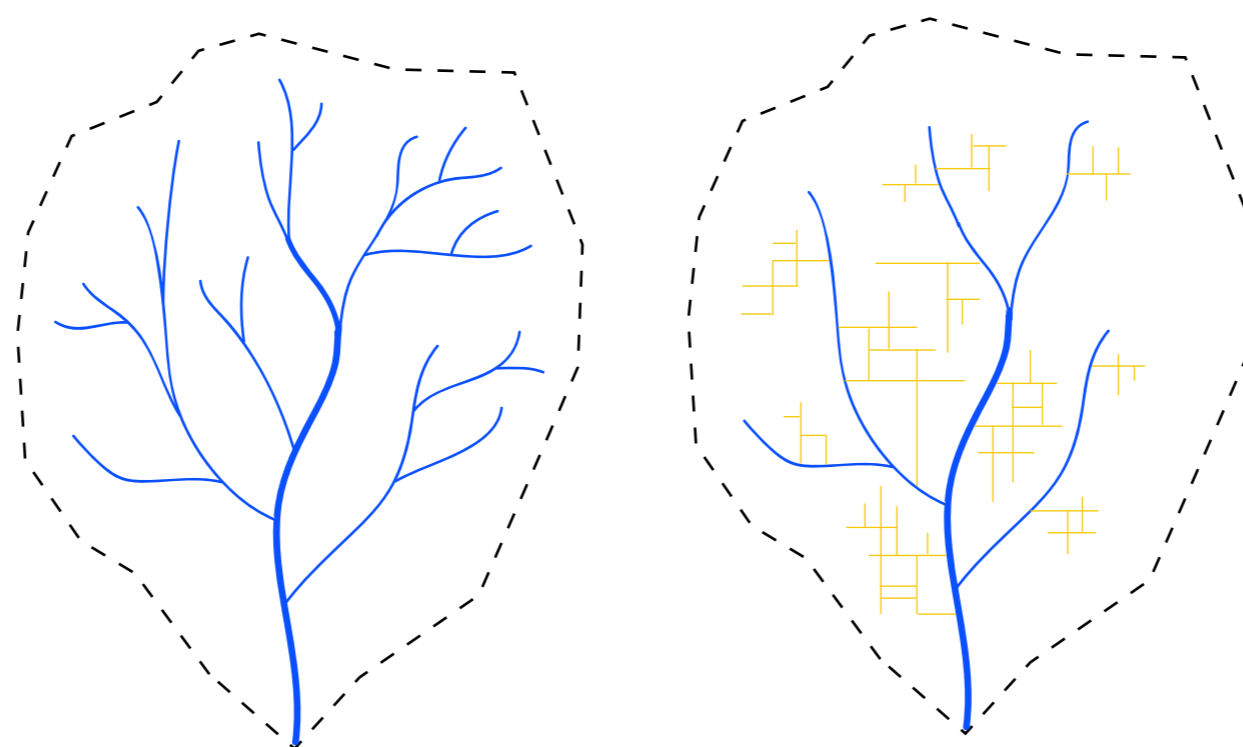


Fig. 4. Nedslagsfeltet før og etter utbygging. Illustrasjon etter Marsh (2005).

### LEDNINGSNETTET

Ved utbyggingen av et nedslagsfelt har det vært vanlig praksis å legge store deler av vassdraget i grøfter og rør for å lede overvann effektivt vekk fra annen infrastruktur, bebyggelse og jordbruksland. Det naturlige meanderende vann-nettet reduseres og rettes ut. Siden friksjonen i rette rør er mindre enn i en bekk, og avstanden vannet tilbakelegger er kortere, vil vannet bruke mindre tid fra det møter bakken som nedbør til det forlater nedslagsfeltet, dvs. at vannet har kortere *konsentrasjonstid* (Marsh, 2005).

Den økte hastigheten fører også til mindre infiltrasjon, noe som igjen resulterer i økte mengder vann og økt hastighet. Den onde sirkelen fortsetter ettersom mer areal bygges ut, og flere tette flater kobles på ledningsnett. Men de nedgravde rørsystemene har en begrenset kapasitet, og i tettbygde strøk klarer ofte ikke ledningsnett å holde tritt med økte vannmengder. Resultatet er at vannet ikke kan dreneres tilstrekkelig fra overflaten, og blir stående på, eller flommer ut, i uønskede områder. Er ledningsnett et kombinert system der overvann og kloakk føres i samme rør, er det spesielt ille når dette fosser opp av kummer i gater eller overløp, og slipper urensset ut i nærmeste vassdrag (Stahre, 2004). Det er særlig kraftig nedbør i løpet av kort tid som forårsaker de største skadene, da rørene ofte er dimensjonert etter beregninger basert på lange målserier for nedbør (Miljøverndepartementet, 2009b).

## UTVIKLING MOT ÅPNE OG LOKALE LØSNINGER

I Norge har overvann vært kommunens ansvar og blitt håndtert av Vann- og avløpsetaten alene. Men det har lenge vært etterspurt et mer tverrfaglig samarbeid som kan sikre en mer motstandsdyktig, mer økonomisk og mindre miljøskadelig håndtering av overvann. Selv om alternative metoder for overvannshåndtering hovedsaklig er blitt utviklet i land som Tyskland, har det siden 70-tallet også i Skandinavia vært diskutert tiltak som kan bøte på sprengt ledningsnett og forurensningsproblematikk (f.eks. utgivelser av Peter Stahre eller Holmstrand og Lindvall). I 1978 utga Statens forurensningstilsyn "Retningslinjer for håndtering av overvann" og i 1987 "Veiledning ved infiltrasjon av overvann – metoder og tekniske løsninger", som bygget på forskningsarbeid gjort i Sverige, og som vektla lokale og mer naturlige løsninger. Også SINTEF Byggforsk utga i 1996 rapporten "Lokal håndtering av overvann i byer og tettsteder", der VA-etaten oppfordres til et tettere samarbeid med planleggere og landskapsarkitekter om å utvikle og implementere en lokal overvannshåndtering. Men i Norge har vi så langt ikke opplevd like store problemer som i tettere befolkede deler av Europa, og med vår gode økonomi har vi kunnet koste på oss gjentatte utskiftninger av ledningsnettet, heller enn å satse på nytenkning. Men det økte fokuset på bærekraft og "grønne" løsninger, så vel som økt kunnskap om klimaendringer, har ført til at vi også i Norge de siste årene har opplevd en økende interesse for å få overvannet ut av rørsystemene. I 2006 utarbeidet bla. Bergen kommune nye retningslinjer for overvannshåndtering, der målet er å redusere belastningen på avløpsnett og miljø ved å satse på en større bruk av åpne, naturlige vannveier og lokal infiltrasjon. Også i et stort utbyggingsprosjekt som utviklingen av Fornebu til bolig- og næringsformål, har en lokal håndtering av overvann spilt en sentral rolle for planene.

## NASJONALE LOVER OG FORSKRIFTER VEDRØRENDE OVERVANN

Problemstillinger knyttet til overvannshåndtering reguleres av flere norske lover. Det er viktig å understreke at det i Norge ikke finnes noen regel om plikt til å legge til rette for infiltrasjon av overvann. Relevante utdrag fra de viktigste lovene og forskriftene som berører overvannshåndtering:

- *Lov om vassdrag og grunnvann (Vannressursloven)*, av 2001. Setter i § 7 forbud mot å hindre vannets løp. Videre heter det: "Utbygging og annen grunnutnyttning bør fortrinnsvis skje slik at nedbøren fortsatt kan få avløp gjennom infiltrasjon i grunnen. Vassdragsmyndigheten kan gi pålegg om tiltak som vil gi bedre infiltrasjon i grunnen, dersom dette kan gjennomføres uten urimelige kostnader."
- *Lov om vern mot forurensninger og om avfall (Forurensningsloven)*, av 1983. §24a: "Anleggseieren er ansvarlig uten hensyn til skyld for skade som et avløpsanlegg volder fordi kapasiteten ikke strekker til eller fordi vedlikeholdet har vært utilstrekkelig." Med avløpsvann forstås både sanitært og industrielt avløpsvann og overvann.
- *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)*, av 2009. §18-1: Grunn i regulert strøk kan bare bebygges dersom: "[...] hovedavløpsledning, herunder i tilfelle også særskilt overvannsledning, fører til og langs eller over tomta. Det kan ikke kreves lagt rør av større diameter enn 305 mm. Kommunen kan godta avløpsforbindelse til annet hovedavløpsanlegg." Bestemmelsene i den tidligere *Brønnloven* er i dag tatt inn i Plan- og Bygningsloven. Den setter generelt krav til sikring mot drukningsfare ved menneskelagde dammer og våtmarker. En mer spesifikk lovgivning ang. åpne vannanlegg er å finne i *Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk* (se under).
- *Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk (TEK)*, av 1997, § 7-48 *Sikkerhet mot drukning*: "1. *Generelle krav*. Bestemmelsene om sikkerhet mot drukning gjelder for både nye og eksisterende, innendørs og utendørs bassenger, brønner og åpne væskebeholdere, samt for dammer i nærheten av bebyggelse. Bestemmelsene gjelder likevel ikke for plaskedam eller liknende dam med vanddybde mindre enn 0,2 m. 2. *Basseng, brønn og åpne beholdere for væske*. Basseng, brønn og åpen beholder for væske skal utformes, utstyres, avskjermes og brukes slik at personer, dyr eller utstyr ikke blir skadet. Det skal legges særlig vekt på å hindre barneulykker. Tilfredsstillende sikkerhet oppnås ved solid og sikker tildekning, innhegning eller innbygging i avlåst rom. Utforming av sikkerhetstiltakene skal være slik at barn ikke utsettes for fare, f.eks. ved klatring eller kryping. Bade- og svømmebasseng skal være utstyrt eller utformet slik at det er lett å komme opp av vannet. 3. *Dam nær bebyggelse*. Dam nær bebyggelse skal, der kommunen finner det nødvendig, inngjerdes på en trygg måte slik at personer og dyr ikke faller uti."

## ÅPNE LØSNINGER KONTRA KONVENSJONELLE SYSTEMER

### BEGREPSAVKLARING

Åpen løsning for håndtering av overvannet er brukt om en rekke metoder for håndtering av overvann. Det innbefatter fordrøyning og magasinerings av overvannet i helt eller delvis åpne systemer. Prosessene etterligner naturens egen måte å ta hånd om overvannet på. Anleggene kjennetegnes ved at overvannet, til forskjell fra bortledning i lukkede systemer, er synlig (Stahre 2004).

Ved bruk av åpne overvannsløsninger legges det vekt på mindre bruk av ledninger til fordel for åpne vannveier og å redusere og forsinke overvannsmengden. Man kan eventuelt sløyfe overvannsledninger når store deler av overvannet kan infiltreres i grunnen eller avledes på overflaten (Lindholm et al. 2008).

Fordrøyning nær kilden omfatter ulike anordninger for fordrøyning eller annen håndtering av overvannet på offentlig plass. Utforming og drift av anleggene er et kommunalt ansvar (Stahre 2004). Forsinket avrenning omhandler system for langsom transport av vannet på offentlig grunn, i åpne løsninger (Stahre 2004). Store anlegg for fordrøyning av overvann i åpne anlegg er samlet fordrøyning. Disse hører til nedslagsfeltets nedre soner (Stahre 2004).

### ÅPNE LØSNINGER SOM EN DEL AV DEN LANGSIKTIGE, BÆREKRAFTIGE PLANLEGGINGEN

Begrepet "bærekraftig utvikling" ble definert av Verdenskommisjonen for miljø og utvikling. Deres definisjon er: "En bærekraftig utvikling er en utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få tilfredsstillende sine behov." (World Commission on et al. 1987).

Når man tenker bærekraftig om overvannshåndtering tas også forurensings spørsmål og forskjellige miljøspørsmål med i planleggingen. Man prøver da å beholde overvannet i området ved å fordrøye og redusere overvannsavrenningen og å unngå at overvannet blir forurenset. (Lindholm et al. 2008)

### SYNERGIEFFEKTER AV ÅPEN LØSNING

Vi har i dag en overvannshåndtering som billigst og mest mulig effektivt fjerner overvannet fra bebygde områder. Ved en bærekraftig løsning tenker man også på andre kvaliteter, og forbruk av ressurser i en vugge til grav tankegang. (Lindholm et al. 2008) Om man utnytter de åpne løsningene riktig kan de gi et positivt tilskudd til det urbane miljøet. (Stahre 2004)

#### Miljø

Det vil være en viss utskilling av forurensning når vannet passerer åpne anlegg gjennom sedimentering eller opptak i vegetasjon. Det kan for eksempel være en del av strategien for å rense overflatevannet fra hardt belastede trafikkårer. (ibid)

#### Økonomisk gevinst

Det innebærer at berørt teknisk forvaltning ser en økonomisk fordel med å velge en åpen løsning. Dersom overvannsanlegget inngår som en del av en parkstruktur bør va-etaten bidra med en del av kostnadene som går til overvannsløsningen. Dette vil sannsynligvis være lønnsomt både for park- og VA-etaten.

For gateforvaltningen vil det bli betydelig billigere å avlede overflatevannet i en grønn buffer langs vegen, enn det vil være å lede det bort i tradisjonelle rørsystem. (ibid)

#### Estetisk gevinst

Det vil være en estetisk gevinst dersom innbyggerne oppfatter anlegget som tiltalende. (Stahre 2004)

#### Biologisk og økologisk mangfold

Økt biologisk mangfold er spesielt interessant innad i tett bebygde områder hvor det kan være langt mellom de grønne områdene. Vann gir et ekstra element til grønne områder, som vil øke antall økosystemer, og biologisk mangfold. (DN 2003) Ved å infiltrere overvannet øker grunnvannstilførselen. Dette hindrer at rotsonen tørker ut og tar på den måten vare på vegetasjonen. (Holmstrand & Lindvall 1979)

#### Rekreasjonsverdi

Overvannsanlegget kan gjøres til en del av turveinettet i kommunen. (Stahre 2004)

#### Pedagogisk verdi

På ulike måter kan åpne overvannsløsninger bidra til å spre kunnskap om vann til barn, ungdom og andre interesserte. (ibid)

#### Historisk og kulturell verdi

Man kan gjenskape et historisk vassdrag eller anlegg som har forsvunnet gjennom urbaniseringen. Det kan ligge en symbolverdi i å koble et moderne anlegg til historien på den måten. (ibid)

#### Teknisk

Et anlegg som har høy kvalitet fyller sin funksjon minst like bra som konvensjonelle tekniske løsninger. (Stahre 2004) Det ligger også til rette for å oppnå bedre resultater i forhold til flomdemping ved å forminske eller fjerne flomtoppene. Dette vil motvirke erosjon, utrasning og oversvømmelser. (Endresen 2008)



## KLIMA

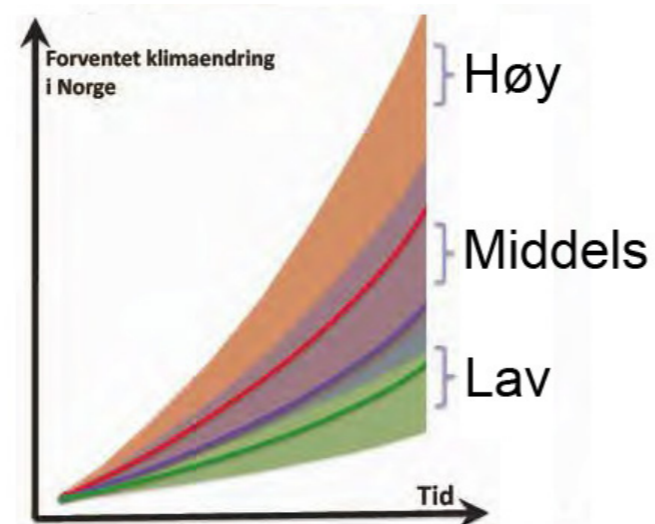
Mengden overvann styres av nedbørforhold og avrenningsgraden. Det er stor forskjell på kystklima og innlandsklima. Langs kysten er det et maritimt klima med milde vintre og mye nedbør om høsten. Innlandet har varme sommere og kalde vintre med mest nedbør om sommerstid dominert av intense byger. Normal årsnedbør på Østlandet er 600-800 mm med maksimal årlig døggnedbør på normalt 40-60 mm. På Vestlandet er årsnedbøren 4-5 ganger større og maksimal årlig døggnedbør er ofte mer enn 100 mm. Maksimal avrenning vinterstid kan overskride avrenningen sommerstid, det samme kan også gjelde total volumavrenning på grunn av kombinasjonen med snøsmelting (Lindholm 2008). Det kalde klimaet i Norge skaper spesielle forhold for overvannshåndteringen. Regn i kombinasjon med mye snø kan gi alvorlige oversvømmelser og store overløpsutslipp. I tillegg er det tele i bakken og sluk og inntak kan fryse og dermed blokkeres, desuten kan snøen i urbane strøk være strekt forurenset (Thorolfsson 2002).

### KLIMAENDRINGER

klimaet i fremtiden vil trolig by på økte nedbørsmengder og hyppigere og mer intense byger (Hanssen-Bauer et al. 2009). Resultatet blir da en økt avrenning og nedbørsmengder som tidligere ikke skapte problemer, vil i fremtiden kunne skape flom (Lindholm et al. 2007).

Det er forøvrig knyttet en del usikkerhet til hvordan klima kommer til å endre seg. Dette henger sammen med manglende kjennskap til fremtidlige utslipp av klimagasser, samt mangler og forenklinger ved selve klimamodellen. Beregningene gir likevel en god indikasjon på hva vi kan forvente i fremtiden (Hanssen-Bauer et al. 2009).

Siden fremtiden er uviss er det utviklet flere scenarier for ulike utslippsnivå, befolkningsvekst, økonomisk- og teknologisk utvikling. Det legges i hovedsak vekt på tre scenarier, kort oppsummert: B1 - Globale klimagassutslipp blir kraftig redusert (minst utslipp). A2 - "Business-as-usual" (størst utslipp). Og A1B - En mellomting. Disse setter premisene for klimaframskrivningene og bunner ut i konkrete tall som anslår endringene. De endelige tallene er resultater av flere ulike klimamodeller og en kombinasjon av de tre ulike scenarioene. Ved å gjøre dette blir beregningene mer robuste og man gir rom til usikkerhetsmomentene. For å fange opp noe av usikkerheten skisseres det i rapporten tre ulike verdigrupper, henholdsvis lav, middels og høy (Fig. 5). Imidlertid kan det ikke utelukkes at vi vil havne under lav eller over høy. Eksisterende kunnskap gir forøvrig generelt større sannsynlighet for større enn mindre endring (ibid).



Figur 5: Rød, lilla og grønn strek representerer de tre scenarioene. Usikkerhetsmomentene i beregningene gir en viss spredning som fanges opp i intervallene høy, lav og middels. Illustrasjonen er hentet fra Klima i Norge 2100, s 73 (Hanssen-Bauer et al. 2009).

## Temperatur

Det anslås å bli varmere i alle landsdeler ved alle årstider. Årsmiddeltemperaturen anslås å øke med 3,4 °C innen 2100 ved middels framskrivning. Størst vil temperaturøkningen bli i vinterhalvåret og minst blir økningen om sommeren.

## Nedbør

Mer nedbør i hele landet. I gjennomsnitt beregnes det at årsnedbøren vil øke mellom 5 og 30 % mot slutten av århundret. Vinternedbør kan øke med 40 % i deler av Øst-, Sør- og Vestlandet. Sommernedbør på Øst- og Sørlandet antas å avta noe, dette vil gi tørke sommer-

stid og kan senke grunnvannstanden i denne perioden. Ellers vil nedbørsmengdene øke i alle regioner i alle årstider. Det vil bli flere dager med mye nedbør, i tillegg vil nedbørsmengdene øke disse dagene, dette gjelder over hele landet og ved alle årstider (Hanssen-Bauer et al. 2009).

## Avrenning

Generelt anslås det at årsavrenningen vil øke over hele landet. Det ventes økt avrenning om vinteren og høsten, mens avrenningen om sommeren vil avta (Hanssen-Bauer et al. 2009). Veksling mellom tineperioder og fryseperioder vil kunne gi situasjoner med meget høy avrenning vinterstid. Avrenningen bør vurderes i forhold til nedbørsintensitet, ved ekstreme nedbørsmengder kan man gjerne regne med 100 % avrenning (Lindholm 2008).

Thorolfsson (2002) klassifiserer urban avrenning på følgende måte:

Sommer:	Intense byger på tørr og tett overflate. Liten avrenning fra semipermeable og permeable flater.
Høst:	Langvarig regn på våt mark. Betydelig avrenning fra permeable flater. Høy grunnvannstand.
Vinter:	Regn på snø og frossen mark. Avrenning fra tette flater og betydelig avrenning fra semipermeable og permeable flater.
Vår:	Snøsmelting, avrenning fra alle typer flater. Høy grunnvannstand.

## Flom

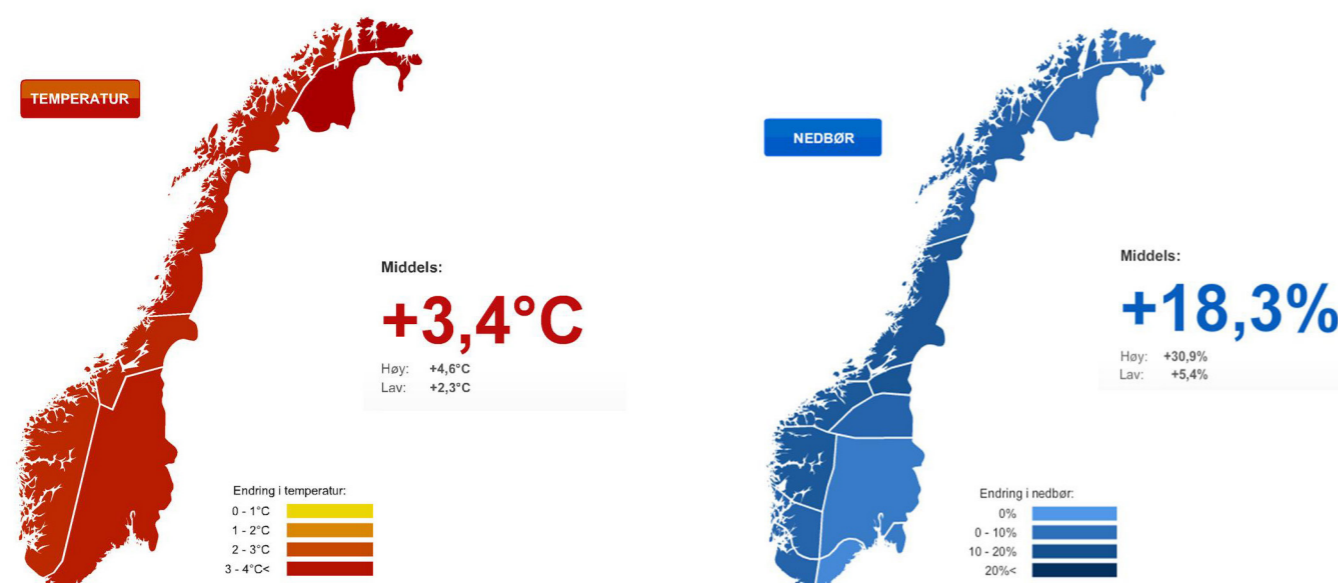
Flommer i Norge kan skyldes snøsmelting, snøsmelting i kombinasjon med regnvær, langvarig regnvær og intense skybrudd. Hvilke årsaker som dominerer varierer fra periode til periode og landsdel til landsdel. Generelt ventes størrelsen på regnflommer å øke. Klimaendringer vil gi økt fare for flom vinterstid og om høsten (Hanssen-Bauer et al. 2009).

## KLIMAENDRINGERS EFFEKT PÅ OVERVANNSHÅNDTERING

Klimaendringene vil kunne føre til en kraftig økning i forurensningsutslipp og skadelige oversvømmelser forårsaket av at avløpssystemene overbelastes i større grad. Store nedbørsmengder i kombinasjon med høy avrenning fører til at vanntilførselen blir så stor at regvannsoverløpene trer i funksjon og vannet trenger ut. I fellesavløpssystemer vil da en blanding av overvann og spillvann renne ut i tilstøtende områder. Ofte akkumuleres slam i rørene i tørrværsperioder, dette kan være svært forurensende sedimenter. Ved regnvær vil dette plutselig spyles ut med vannmassene og forårsake ytterligere ødeleggelser. Beregninger gjort i norske byer viser at konsekvensene av klimaendringer i form av flom og forurensning prosentvis øker mye mer enn økningen i nedbør skulle tilsi. Klimaendringene kan enkelte steder føre til en dobling av overløpsutslippene. Flomskader kan sette avløpsanlegg ut av spill ved at disse skades fysisk slik at de helt eller delvis slutter å fungere som de skal. Dette kan være en følge av for

eksempel skade på infrastrukturen eller elektriske kortslutninger i styringssystemer (Lindholm 2007). Økte nedbørsmengder vil føre til at grunnvannet i perioder vil stå høyere, særlig etter kraftige regn. Dette vil kunne føre til økt infiltrasjon inn i rørene og dermed redusere kapasiteten i avløpssystemene. Noe som igjen kan føre til økte overløpsutslipp og økte flomskader. Havnivåstigning fører til mindre kapasitet i avløpssystemene i kystområder. Dette fører til økende overløpsutslipp og større fare for oppstuvninger i systemene. Dette skyldes at et høyere havnivå øker mottrykket og dermed reduserer den hydrauliske gradienten som driver avløpet ut av rørene (Lindholm 2008). De negative virkningene av utslipp fra avløpssystemene kan være:

- Bakterier, virus og parasitter som kan gi sykdom hos mennesker og dyr.
- Fosfor og nitrogen som øker begroingsmulighetene til alger og annen uønsket vekst.
- Organisk stoff som bidrar til vekst av mikroorganismer som senker oksygeninnholdet og gir uønsket begroing. Biologisk mangfold blir forringet. Fisk og bunndyr kan dø.
- Miljøgifter som skader miljøet i den lokale resipienten.
- Partikler som slammer ned resipienten og hemmer livet der.
- Kloakksjøppel, rusk og rask som ødelegger det estetiske inntrykket.
- Store vannføringer som eroderer vassdraget.



Figur 6: Endringer i nedbør og temperatur innen 2100. Illustrasjon etter Miljøverndepartementets nettside: Kart: Klima i Norge 2050 og 2100.



## FREDRIKSTAD

### KLIMA

Fredrikstad har et kystklima med innslag av innenlandsklima lengst nordøst i kommunen og tilhører klimatisk hardighetssone 2 (Lønø et al. 2006). Hovedvindretning i vinterhalvåret er nordavind og sør-sørvestlig vind i sommerhalvåret (Wergeland Krog 1997). Det er de sørvestlige vindene som gir de utrygge værforholdene i Fredrikstad (Skallebakke 2010). Samlet årsnedbør er ca. 800 mm, det gir 800 liter vann pr kvadratmeter flate, dersom denne flaten er tett vil det si 800 liter som må håndteres som overflateavrenning. Normalt vil mye av nedbøren fordampe og tas opp i planter, i Østfold forsvinner ca. 400 mm av årsnedbøren på denne måten (Fredrikstad kommune 2007a).

I Fredrikstad er det oftest sommersituasjonen som gir størst avrenning. Volumavrenningen kan for øvrig være større på høsten og vinteren. For dimensjonering av fordrøyningsvolum er det de lange høstregnene som kan være styrende. Beregning av dimensjoner bør alltid testes opp mot flere årstider. Regn som smelter snø og is kan gi stor avrenning, ved slike situasjoner er det viktig at det er tilstrekkelig kapasitet i flomveiene for å håndtere dette (Fredrikstad kommune 2007b).

### KLIMAENDRINGER I FREDRIKSTAD

Opplysningene om klimaendringer for Fredrikstad kommune er hentet fra Vestlandsforsknings rapport: *Klimatilpasning i Fredrikstad (2010)* og viser forventede endringer fram mot 2050, tallene er basert på nedskaleringer gjort av Meteorologisk institutt.

### TEMPERATUR

Forventes størst prosentvis temperaturøkning vinterstid: Det blir færre dager med temperatur under 0, dette vil innebære hyppigere mildværsperioder vinterhalvåret.

### NEDBØR

Generell økning i nedbøremengde, med en økt variasjon gjennom året. Om våren forventes for øvrig en nedgang på rundt 10 prosent, mens resten av året forventes det en økning på 10 til 20 prosent. Det blir trolig færre oppholdsdager høst, vinter og vår, mens det kan bli flere dager uten nedbør om sommeren. Det blir trolig færre nedbørsdager med temperaturer under 0 grader og flere med temperatur godt over 0 grader. Dette innebærer at mindre nedbør vil falle som snø og mer som regn.

### USIKKERHETSMOMENT

Det er mye usikkerhet knyttet til beregningene, spesielt på et så lokalt nivå som vi snakker om her. Ved siden av usikkerhet om hvordan klima vil endre seg, er det også uvisst hvordan samfunnet vil endre seg innen samme tidsperiode. Klimaendringene vil kunne forårsake nye utfordringer knyttet til overvannshåndtering, men like viktig eller viktigere er arealplanleggingen. I tillegg til å redusere klimagassutslipp og på den måten forebygge klimaendringer blir det også viktig å ta forhåndsregler i arealplanleggingen. Problemet er usikkerhetsmomentene og at tiltakene skal tilpasses en viss framtid.



Figur 7 Fredrikstad kommune har en blanding av kyst- og innenlandsklima. Kommunen ligger utsatt for uvær som kommer inn fra sørvest. (Kart Fredrikstad kommune)

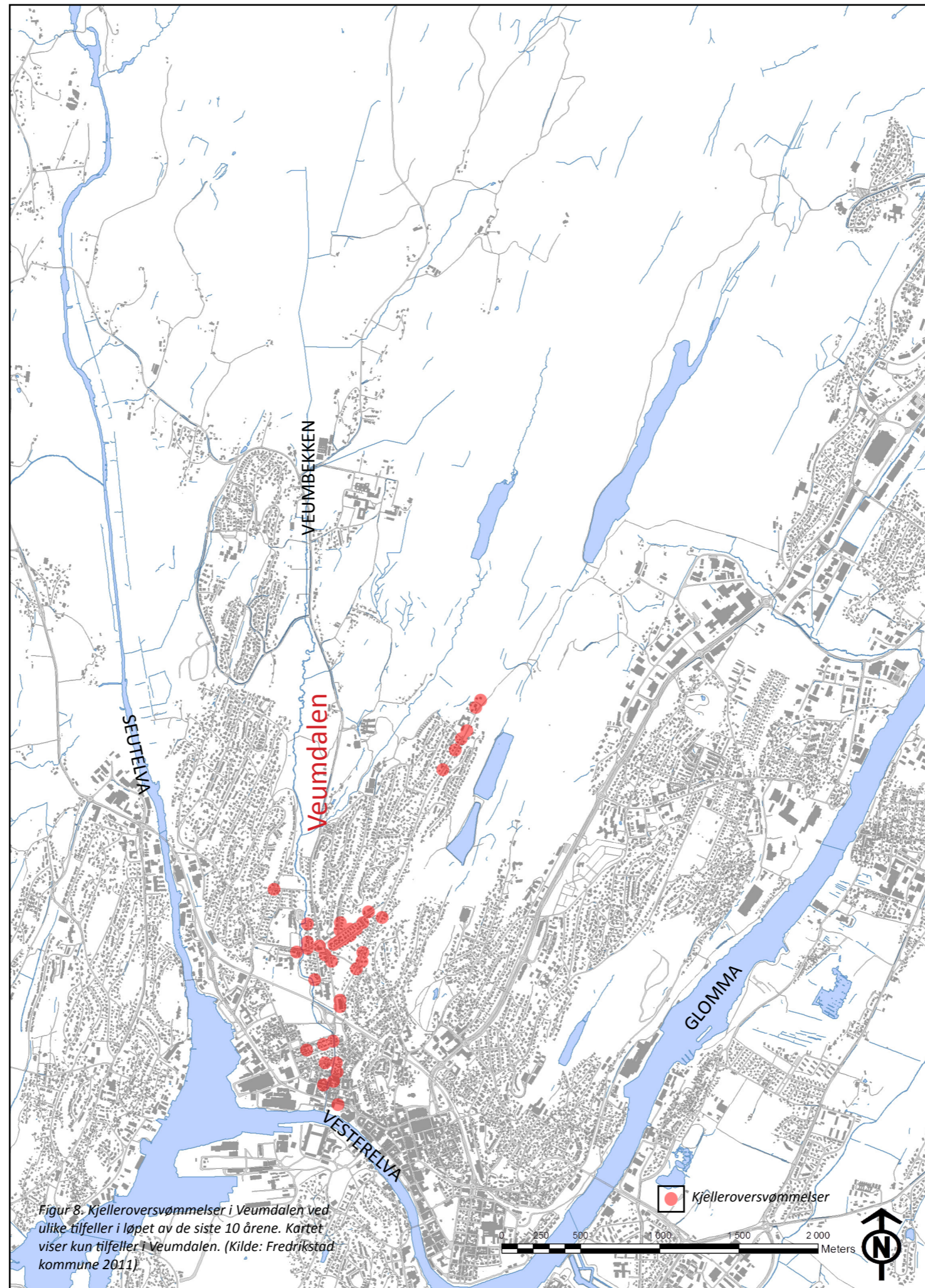


## VEUMDALEN

Veumdalen ligger sentralt i Fredrikstad. Dalen strekker seg ca 7 km nordover og omfatter deler av sentrum i sør, deler av Fredrikstadmarka, boligfelt og jordbruksområder. Veumdalen utgjør et ca 12 km<sup>2</sup> nedslagsfelt som drenerer til Veumbekken som renner langs dalbunnen ned mot utløpet i sør.

### PROBLEMER I VEUMDALEN

Det har vært en rekke flomepisoder de siste årene grunnet ekstreme regneepisoder. For liten kapasitet i rørene har ført til vannskader i kjellere og ødeleggelser for flere millioner kroner. I 2002 toppet det seg da 250 kjellere i Veumdalen ble oversvømmet etter et kraftig regn. Flere forsikringselskaper måtte til sammen ut med 14,5 millioner kroner til de skadelidende. Forsikringselskapene fremmet et regresskrav mot kommunen som de mente var ansvarlig for manglende kapasitet i rørsystemet. Etter at kommunen først tapte i tingretten ble saken anket til lagmannsretten hvor det ble dømt i kommunens favør. Begrunnelsen til lagmannsretten var at regneepisoden var så ekstrem at den måtte regnes som en force majeure hendelse (Kristensen et al. 2007). Med dette menes en uforutsett hendelse som er av et slikt omfang at den ikke lar seg avverge, for eksempel en naturkatastrofe (Store norske leksikon). Men dommen innebærer ikke at kommunen kan fraskrive seg ansvar for vedlikehold og utbedring av rørsystemet. Saken ble en vekker for kommunen og har hatt en positiv effekt ved at det har blitt bevilget mer penger fra politisk hold. Episoden i 2002 var bare en av flere regneepisoder som har skapt problemer for beboerne i Veumdalen (Fig. 8). Den overhengende faren for at klimaendringer vil kunne føre til økte nedbørsmengder og mer intense nedbørsepisoder bidrar også til å styrke behovet for en økt innstats for å håndtere overflatevannet på en bedre måte.



Figur 8. Kjelleroversvømmelser i Veumdalen ved ulike tilfeller i løpet av de siste 10 årene. Kartet viser kun tilfeller i Veumdalen. (Kilde: Fredrikstad kommune 2011)

### RØRSYSTEMET

Mye av rørsystemet er gammelt og slitt, det er bygget etappevis siden 1940-tallet og fram til i dag. 39 prosent er fellessystem, det resterende separatsystemet er ikke virksomt fordi det ender i et fellessystem lenger ned i dalen. Et generelt problem med rørsystemet er at fremmedvann lekker inn gjennom sprekker og gliper, det går ut over kapasiteten i rørsystemet (Tøndel 2007). Systemet har flere overløp til Veumbekken. Disse overløpene er der for å avlaste rørene i nedbørssituasjoner, siden pumpestasjonene ikke er dimensjonert for å ta i mot store mengder overflatevann. Når overløpene trer i kraft strømmer urensset avløpsvann direkte ut i bekken (Fredrikstad kommune 2007b). I Veumbekken er slike overløp en direkte årsak til mye forurensning (Tøndel 2007).

Avrenning fra takene i området ledes ofte ned i bakken. Kommunen har pålagt huseiere i området å koble fra takvannet. Det betales 100,- kroner per nedløp som kobles fra, med en maksimal utbetaling på 400,- kroner. Det gis imidlertid mange dispensasjoner, ofte er det problemer i forhold til at takvannet ikke lar seg håndtere på en god måte på bakken. Det meste av overflatevann ledes ut i bekken, men noe føres inn på fellessystemet. Det er mye overflateavrenning i området, dette skyldes blant annet mange tette grøfter og flater, resultatet er at mye overflatevann raskt tilføres rørsystemet (Tøndel 2007). Det er de intense regneepisodene som skaper problemer for avløpssystemet, da tilføres rørene store mengder vann hurtig og systemet sprenges (Skallebakke 2010).

### KOMMUNENS VISJON

*I bebygde områder skal overvann i størst mulig grad tas hånd om lokalt. Ved utbygging og fortetting skal det søkes løsninger som fordrøyer den økede overflateavrenningen som utbyggingen medfører. Der forholdene ligger til rette for det skal det anlegges åpne overvannssystemer, og eksisterende lukkede overvannssystemer skal vurderes åpnet. Frie vannflater vil gi områder en ny dimensjon til glede for innbyggere, og bidra til biologisk mangfold. Overvannshåndtering må så tidlig som mulig samordnes med arealplanleggingen i kommunen. Utbyggingsområdets naturgrunnlag og topografi bør legges til grunn ved valg av overvannssystem (Fredrikstad kommune 2007a).*



## MÅL, PROBLEMSTILLING OG METODE

Målet med denne oppgaven er å se på muligheten for å etablere et åpent overvannssystem i en del av Veumdalen. Prosjektet vil konsentrere seg om et prosjektoråde hvor en slik løsning vises i detalj.

**Problemstilling:**  
Hvordan kan man etablere et åpent overvannssystem i et etablert småhusområde med få ledige arealer?

**Metode:**  
Ved å analysere naturgrunnlaget i Veumdalen dannes et bilde av den helhetlige situasjonen i dalen. Det er viktig å kjenne de lokale forholdene for å forstå hvordan vannet beveger seg. Med andre ord: Betrakte det hydrologiske systemet i nedslagsfeltet under ett. Dermed dannes en forståelse for hvordan prosjektorrådet føyer seg inn i helheten og ikke minst hvordan situasjonen i prosjektorrådet påvirker resten av systemet. Del 1 av analysen omtaler dermed Veumdalens nedslagsfelt under ett. Del 2 av analysen ser på prosjektorrådet og belyser situasjonen mer detaljert. Dette gir en ide om hvilke tiltak som er aktuelle i dette området og hvordan disse kan utformes.

Analysen avsløses av en prosjekteringsdel hvor det redgjøres for valgt konsept og løsningsprinsipp. Deretter gjennomgås prosjektorrådet mer detaljert hvor det vises hvordan det foreslåtte systemet føyer seg inn i situasjonen på stedet.

# DEL 2

ANALYSE



## LANDSKAP OG VASSDRAG

### NEDSLAGSFELTET

Veumdalen utgjør et ca 12,5 km<sup>2</sup> nedslagsfelt. Landskapet domineres av lengdedaler og tverrdaler, flankert av koller som stikker opp langs dalførene med jevne mellomrom. Generelt faller terrenget fra nord mot sør, Veumdalen har et jevnt fall fra Veummyra i nord ned mot Vesterelva i sør. Kollene er relativt flate og uten markerte topper. Høydeforskjellen mellom kolle og dalbunn kan være opptil 50 meter. Det høyeste punktet ligger nordøst i området, nord for Stordammen, og er ca 112 meter over havet. Nedslagsfeltet drenerer til Veumbekken.

### VEUMBEEKKEN

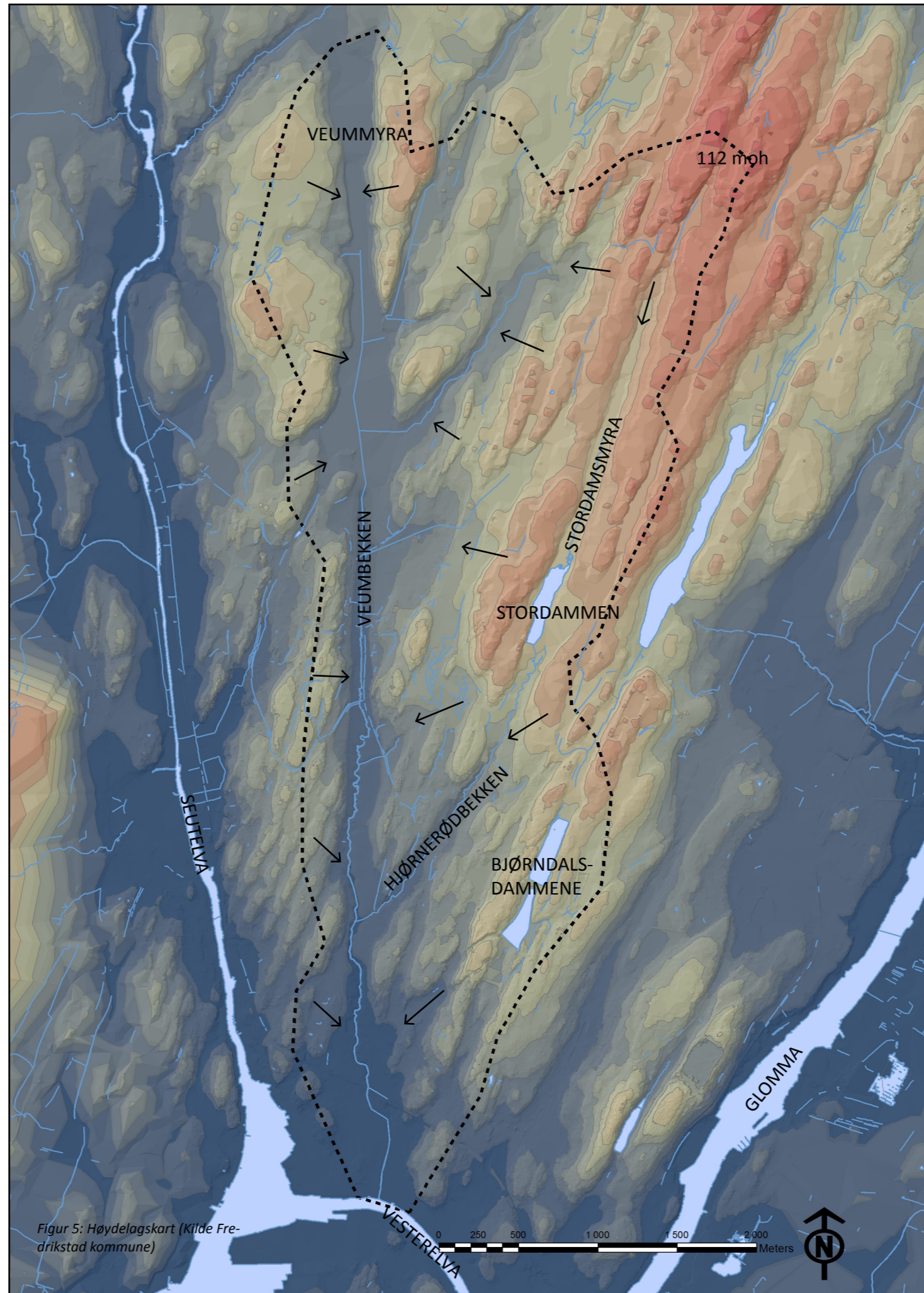
Veumbekken utgjør hovedvassdraget og samler vann fra hele Veumdalen. Bekken er ca 7 km lang og følger dalbunnen fra nord til sør. Bekken har sitt utspring fra Veummyra lengst nord i dalen og skogsområdene rundt myra. Videre nedover dalen følger bekken et jordbruksområde i om lag 4 km før den når et bebygget område hvor den til slutt ender i en kulvert. Via denne ledes vannet så under bakken før det renner ut i Vesterelva. Det pågår i dag en mulighetsstudie for å se på mulighetene og konsekvensene ved en gjenåpning av bekken.

### HJØRNERØDBEEKKEN

Er en sidebekk til Veumbekken. Denne får vanntilførsel ved lekkasje fra Stordammen og overløp ved store nedbørsmengder (Tøndel 2007). Etter ca 2 km møter bekken Veumbekken og slutter seg til den.

### STORDAMMEN

Kunstig steinfyllingsdam anlagt i 1809, tjente i kort tid som drikkevannskilde for Veum psykiatriske sykehus og som mølledam. Dammen tar i mot drens vann fra Stordamsmyra som ligger nordøst for denne. Stordamsmyra er en minerogen flatmyr (jordvannsmyr, gjengroing av åpent vann) og ble fredet i 1978 (eneste i kommunen) i tillegg til myra omfatter vedtaket de indre delene av dammen (Tøndel 2007).



Figur 5: Høydelagskart (Kilde Fredrikstad kommune)

### BJØRNDALSDAMMENE

Tre dammer som ligger på rekke, henholdsvis dam 1, 2 og 3. Bygget på 1870-tallet som drikkevannsmagasin, utgikk av vannforsyningsystemet på 1960-tallet. I dag er dammene et yndet rekreasjonsmål.

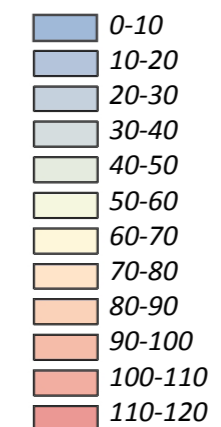
### GRUNNVANN

Det er ikke gjort noen målinger av grunnvannstand i Veumdalen. Generelt kan det sies at grunnvannsnivåene er høyere i lavereliggende områder enn i høydedrag. Dette henger sammen med grunnvannets bevegelse i grunnen. Det er ingen drikkevannskilder i området som kan påvirkes av grunnvannet.

### TILSTAND VEUMBEEKKEN

Prøver gjort i Veumbekken i 2008 viste ekstremt høye verdier av termotolerante koliforme bakterier (TKB) som indikerer betydelig tilførsel av fekal forurensning. Det var størst konsentrasjon av næringssalter om sommeren, med maksimumsverdier av fosfor og nitrogen i august (Bøverbru 2008).

De viktigste kildene til forurensning i bekken er utlekking fra avløpsledninger, direkte utslipp fra overløp, avrenning fra landbruk og forurenset overflatevann (Tøndel 2007). Kommunens mål er at alle vannforekomster skal nå god økologisk og kjemisk status inne 2015 (Fredrikstad kommune 2007b).





## GRUNNFORHOLD

### BERGGRUNN

Berggrunnen er ensartet og består vesentlig av massiv granitt, såkalt Østfoldsgranitt, også kalt Iddefjordgranitt. Dette er en eruptiv bergart dannet for 900 millioner år siden. Den er finkornet og lys grålig til rødlig i fargen og består for det meste av mikroklin, kvarts og biotitt. Den forvitrer sent og er i seg selv dårlig grobunn for planter.

Bevegelser i jordskorpa har ført til en markant sprekkdannelse i sørvest-nordøstlig og sørøst-nordvestlig retning. Dette er årsaken til de langsgående og tverrgående daldragene i området (Wergeland Krog 1997). Under forrige istid beveget isen seg sør-sørvest og skuret kollenes nordsider, mens sørsiden som ble liggende i le ble utsatt for frostsprengning og sprakk dermed opp i skrenter og blokker (Wergeland Krog 1997). Slike rundsva er et vanlig fenomen i kystområder (Thoresen 1991).

### KVARTÆERGEOLOGI

Da isen trakk seg tilbake for ca 10 000 år siden lå hele kommunen under havoverflaten, i dag er marin grense er ca 200 meter over havet. Slammførende smeltevann kom ut under iskappen og førte til store avsetninger av leire på det som den gang var havbunn. Ett hvert som isen trakk seg tilbake hevet landmassene seg og de marine avsetningene ble vasket ned fra høydedragene (Wergeland Krog 1997). Landskapet er i dag preget av skrinne, avrundede åskammer og frodige dalbunner med mye marine hav- og fjordavsetninger.

### BART FJELL, STEDVIS TYNT DEKKE AV LØSMASSER

Kollene fremstår som bart fjell eller områder hvor løsmassedekket er usammenhengende eller av ubetydelig mektighet. I disse områdene er utgangspunktet for infiltrasjon dårlig da grunnfjellet er av massiv granitt.

### HAV- OG FJORDAVSETNING, TYKT DEKKE

I dalbunnene finnes det stort sett hav- og fjordavsetninger. Dette er finkornige leire- og siltforekomster som kan ha mektighet fra 0,5 til flere titalls meter. Stor andel av finstoff i massene gjør dem meget tette og kompakte, dermed foregår avrenningen på overflaten og det er dårlig infiltrasjonsmuligheter. Vannet graver seg lett ned i massene og danner bekker og raviner (Thoresen 1991).



Figur 10: Kvartærgeologisk kart  
(Kilde Norges geologiske undersøkelse)

### MARINE STRANDAVSETNINGER

Noen steder i dalbunnene er det forekomster av marine strandavsetninger, dette er et begrenset volum sand og grus over høytstående grunnvannsnivå, samt større avsetninger med noe dårligere infiltrasjonskapasitet. Her er forholdene middels egnet for infiltrasjon (Rygghaug 2000).

### HAV- OG FJORDAVSETNINGER, STRANDAVSETNINGER, TYNT DEKKE

I de tilfellene hvor massene er en blanding av hav- og fjordavsetninger og strandavsetninger er forholdene lite egnet for infiltrasjon. En mindre del av massene er noe egnet, men hovedbestanddelen er avsetninger med lav infiltrasjonskapasitet (ibid).

### TORV OG MYR

Organisk materiale. Ikke egnet til infiltrasjon. Begrenser seg til Veummyra og Stordamsmyra.

### RANDMORENE

Løsmasser middels egnet til infiltrasjon. Finnes i svært begrensede mengder i Veumdalen.

### KVIKKLEIRE

Det er registrert kvikkleire flere steder i Veumdalen. Blant annet ved Bjørndalsdammene, omfanget er imidlertid usikkert. Ved utbyggingsprosjekter i Veumdalen har det blitt påvist kvikkleire med svært grunn beliggenhet. Registreringer har vist et 1,5 meter tykt lag tørrskorpeleire over bløt og svært vannrik leire, denne leiren er svært kvikk (Tøndel 2007).



## GRØNTSTRUKTUR

SKOG  Markagrense

Fredrikstadmarka brer seg rundt Veummyra og områdene rundt Stordammen og Bjørndalsdammene. Den fremstår som et stort sammenhengende området med en definert grense på kartet. Skogen består hovedsakelig av bartrær. Kartet viser boniteten i skogen, her kommer forskjellene i terrenget tydelig fram. I dalbunnene med marine avsetninger vokser det stort sett gran. På de skrinne kollene med tynne løsmassedecker og fjell i dagen, dominerer furu.

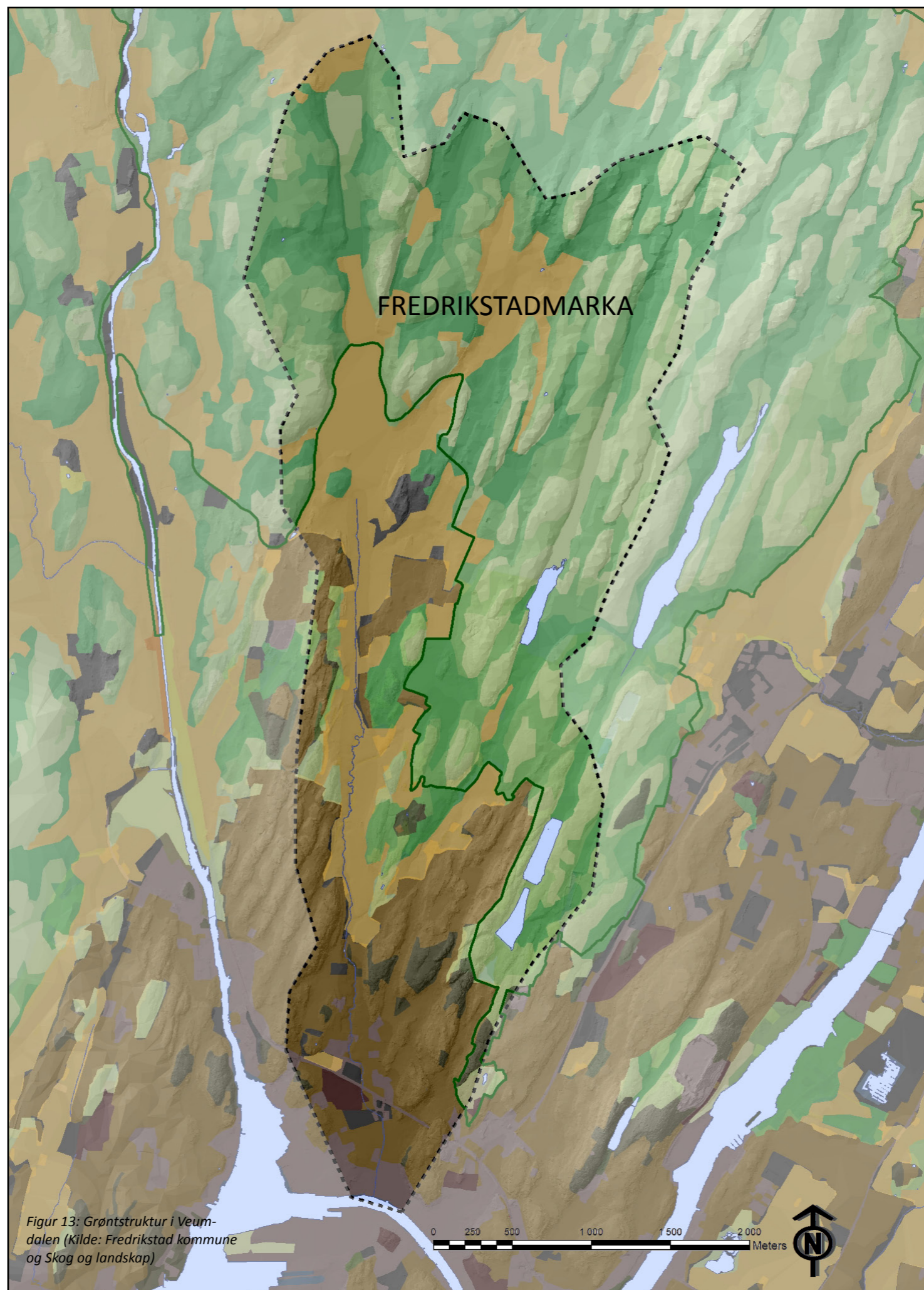


Figur 11: Tett barskog nord i området. (Bilde: Google 2011)



Figur 12: Koller dominert av furu. (Bilde: Google 2011)

Stedvis er det innslag av varmekjære treslag som lind, alm, ask, eik, spisslønn, hassel, svartor mfl, disse artene trives generelt i de kystnære områdene. (Wergeland Krog 1997). Langs Veumbekken finner vi noen slike løvtrær, disse utgjør et tynt belte av krattskog som følger bekkeløpet sørover.



Figur 13: Grøntstruktur i Veumdalen (Kilde: Fredrikstad kommune og Skog og landskap)

## JORDBRUK

På de rike, marine avsetningene nedover dalføret er mye av arealet opptatt av jordbruk. Her er vegetasjonen henvist til randsoner og enkeltstående knauser.



Figur 14: Åkerlandskap med lite vegetasjon. Markert som gult på kartet. (Bilde: Google 2011)

## URBANE OMRÅDER




De bebygde områdene i sør preges av småhusbebyggelse. Bebyggelsen omgis av villahager som generelt kan beskrives som kultiverte områder med et tynt tresjikt og stor andel gressareal. Innimellom bebyggelsen



Figur 15: Bebyggelse med tilhørende hagelandskap. Markert som brunt. (Bilde: Google 2011)

en finnes det fragmenterte og usammenhengende naturområder, her finnes det gjerne et tett tresjikt. Disse områdene preges av å være restarealer og er gjerne bratte.

I de mest urbaniserte områdene ned mot Vesterelva er bebyggelsen tett og vegetasjonen er begrenset til private hager og offentlige anlegg som kirkegårder og idrettsanlegg.

-  Fragmenterte naturområder med tresjikt
-  Grå urbane områder
-  Andre kultiverte områder, kirkegård ol.



## AREALTYPEN

### GENERELT

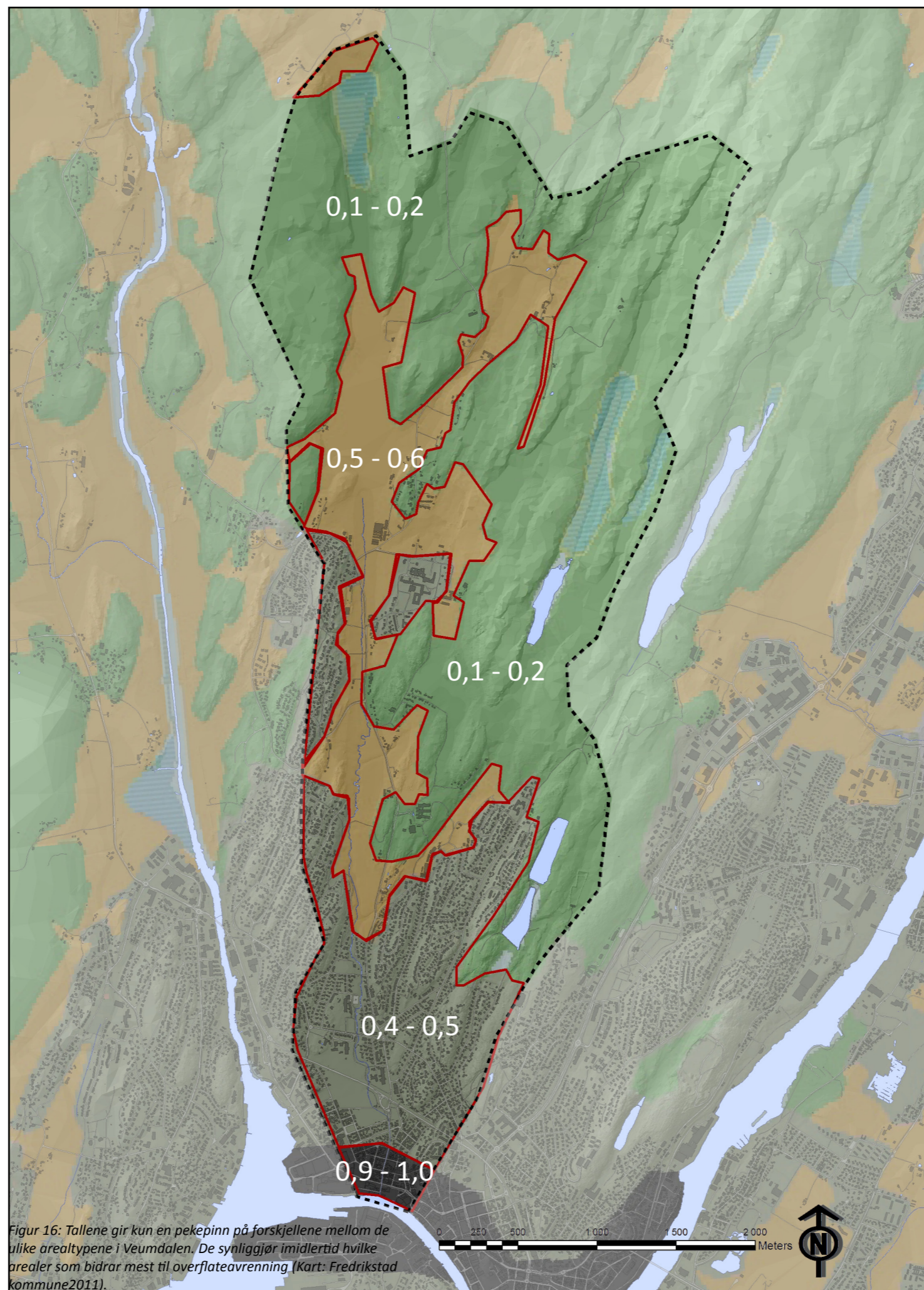
Nedslagsfeltet klassifiseres i areal typer etter situasjonen på overflaten. De fire klassene er i dette tilfellet; skog, landbruk, semi-urbant og urbant. De ulike overflatene gir ulike avrennings situasjoner som er interessant i forhold til å forstå hvordan vannet oppfører seg i Veumdalen. Hver areal type gis en avrenningskoeffisient som indikerer hvor mye vann som renner av på overflaten. Tallet varierer mellom 0 og 1 og indikerer hvor stor andel i prosent som renner av. Tallene er svært overordnede og gir kun en indikasjon på den faktiske situasjonen (Marsh 2005).

Nedbør "håndteres" på fire ulike måter i et landskap. Noe regn fanges opp av vegetasjonen, dette kalles intersepsjon. Noe infiltreres i bakken. Noe fanges opp og fordrøyes i forsengkninger på overflaten. Resten vil følge minste motstands vei mot nærmeste resipient. En generell regel er at avrenningen øker med bratthet i terrenget og harde flater, reduseres med organisk innhold i jorda og partikkel størrelse, samt vegetasjonsdekke. Videre er det viktig å huske på at avrenningskoeffisienten vil påvirkes i stor grad av klimatiske forhold. Intense nedbør vil kunne overstyre alle andre faktorer og gi en svært høy avrenning. Hvis grunnen allerede er mettet etter en langvarig regnperiode, vil effekten være desto større (Marsh 2005). I Norge vil det være problematisk med regn på frossen mark, is- og snødekke gir en svært rask avrenning. Det kan derfor være nødvendig og justere avrenningskoeffisienten etter situasjon (Lindholm 2008). I Veumdalen er det grunnforhold som gir dårlig infiltrasjonsevne, dette gjør at tallene sannsynligvis kan justeres opp ytterligere.

### SKOG 0,1 - 0,2

I Veumdalen vokser skogen på skrinne koller og marine avsetninger, begge gir lite infiltrasjon og i seg selv høy avrenning. Forøvrig har skogen et tett tresjikt som gir en høy grad av intersepsjon. Myrene gir en fordrøynings effekt, disse samler avrenning og porsjonerer det videre ut i bekkene.

Avrenningskoeffisienten i skog er satt til 0,1 - 0,2 som indikerer en liten grad av avrenning på overflatene.



Figur 16: Tallene gir kun en pekepinn på forskjellene mellom de ulike areal typene i Veumdalen. De synliggjør imidlertid hvilke arealer som bidrar mest til overflateavrenning. (Kart: Fredrikstad kommune2011).

### LANDBRUK 0,5 - 0,6

Dette er godt drenerte områder, hvor stående vann er lite ønskelig med tanke på å optimalisere produksjonen. Det opprinnelige vassdraget er derfor gjerne erstattet med rette, dype grøfter som leder vannet hurtig og effektivt unna som gir en høy avrenningskoeffisient (Marsh 2005).

Avrenningen fra landbruksområder fører ofte til mye erosjon og vannet tar med seg partikkelbundete næringsstoffer. Dette fører til at den lokale resipienten forurenses og at jordbruket mister mye verdifull næring som må erstattes med tilførsel av gjødsel. Bioforsk lanserer en rekke tiltak som kan fange opp avrenningen og hindre at resipienten forurenses samtidig som landbruket kan tilbakeføre næringsstoffene til produksjonen.

### URBANE OMRÅDER 0,4 - 1,0

Når landskapet urbaniseres har tendensen vært at grøfter tettes og erstattes med rør i bakken. I tillegg formes landskapet for å tilpasses menneskelige behov. Dette innebærer gjerne terrenginngrep for å skape jevne og rette overflater. Ofte er målet å bedre dreneringen, i områder som tidligere kan ha fungert som naturlige fordrøyningsmagasiner.

Økt urbanisering fører til flere veier bygd. Avrenningen fra vei er betydelig da disse gjerne er svært godt drenerte. Veinettet kan ofte være omfattende og representere en stor del av den totale andelen tette flater. Nettet av veier erstatter etterhvert systemet av bekker og grøfter ved at overflatevannet ledes ned i sluk langs vei og dermed effektivt vekk.

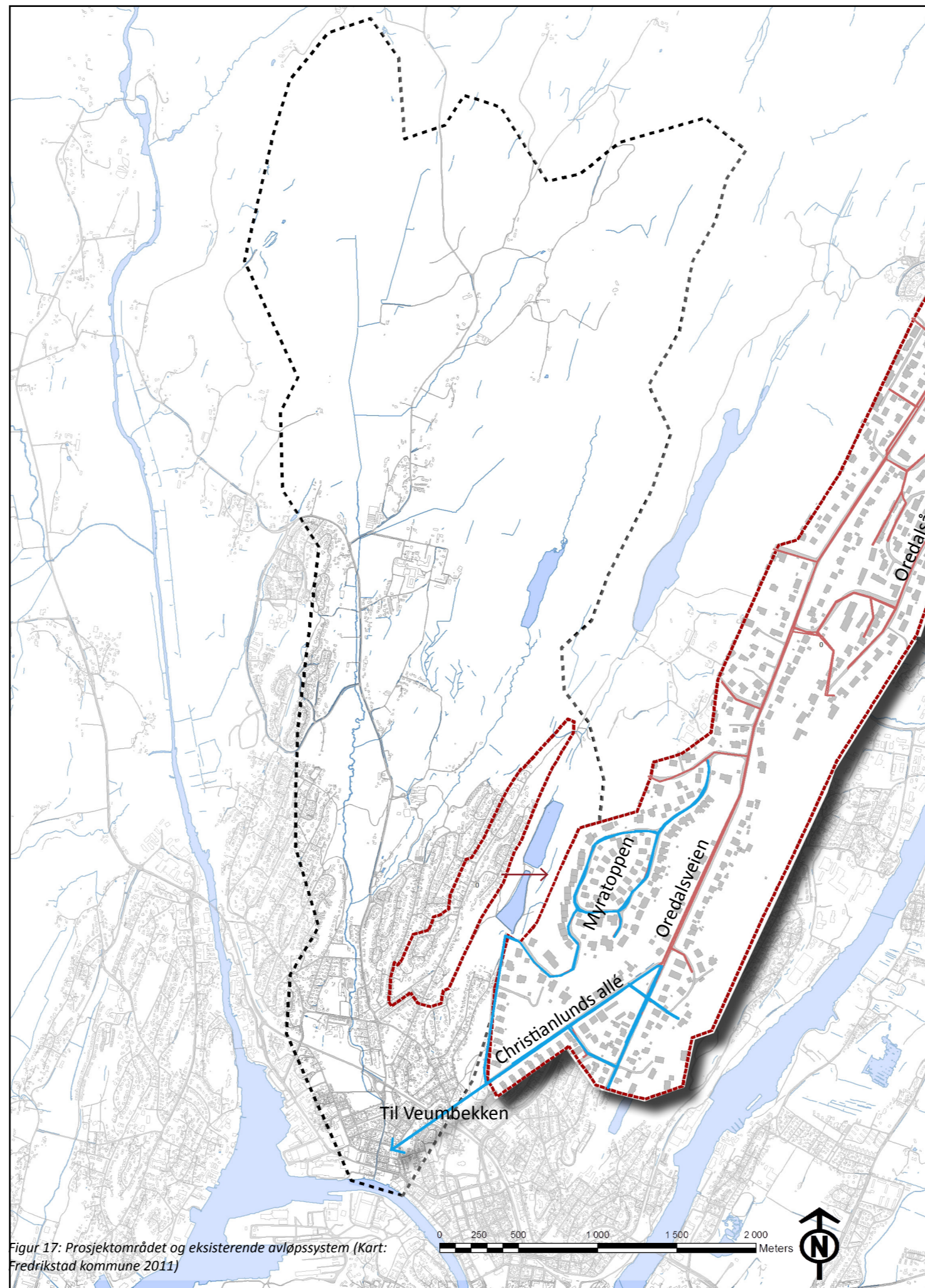
En stor andel tette flater vil gi en ekstremt høy avrenningskoeffisient (Marsh 2005). I tungt urbaniserte områder som lengst sør i området er dermed avrenningskoeffisienten opp mot 1. I lettere bebygde områder, med mange permeable flater, vil koeffisienten være rundt 0,5.



## PROSJEKTOMRÅDET

Prosjektområdet er en del av Veumdalen som ble hardt påvirket av regnet i 2002. Det omfatter deler av Oredalen og bebyggelsen som følger langs med dalen. I sørvest finner vi Christianlunds allé og Myratoppen. Oredalsveien følger dalbunnen opp gjennom området og ender i nordøst. Området ligger i utkanten av den bebygde delen av Veumdalen. I tillegg til selv å være et flomutsatt område, vil overflateavrenning herfra bidra til problemer for lavereliggende områder.

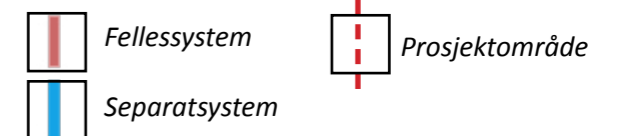
Tiltak i dette området vil bidra til å forebygge flomsituasjoner i de lavereliggende delene, dessuten vil mindre belastning på rørsystemet hindre utslipp av forurenset vann til Veumbekken.



Figur 17: Prosjektområdet og eksisterende avløpssystem (Kart: Fredrikstad kommune 2011)

## AVLØPSSYSTEMET

I området er det i hovedsak et gammelt fellessystem med unntak av nyere utbygginger langs Myratoppen hvor det er separatsystem. I 2009 startet arbeidet med et nytt separatsystem med bedre kapasitet langs Christianlunds allé og nedre del av Oredalsveien, her har det blitt lagt overvannsrør med meget god kapasitet. Det er disse områdene som særlig har vært utsatt for kjelleroversvømmelser tidligere. De nye rørene skal sørge for at dette området skal slippe problemer i fremtiden. Overvannsledningen fører direkte ut til Veumbekken lenger ned.





## TOPOGRAFI

Avgrensningen er gjort ut fra topografien og den naturlige avrenningssituasjonen i området (fig. 18). Grensen angir på så måte et delnedslagsfelt i Veumdalen. Reguleringsgrenser, tomtegrenser osv. er i denne sammenheng mindre relevante, det er de topografiske forholdene som må legges til grunn for planleggingen av overvannshåndtering i området. Også det eksisterende avløpssystemet må tas med i betraktningene og må legges til grunn for en helhetlig vurdering (Fredrikstad kommune 2007b). Derfor er hele Myratoppen tatt med i avgrensningen fordi det her ligger separat overvannsledning som kan utnyttes. Området omfatter Oredalsveiens nordlige del, samt den nordøstlige delen av Christianslund allé. Avgrensningen omfatter også deler av skogsområdet i nordøst. Vann herfra renner ned til Oredalsveien.

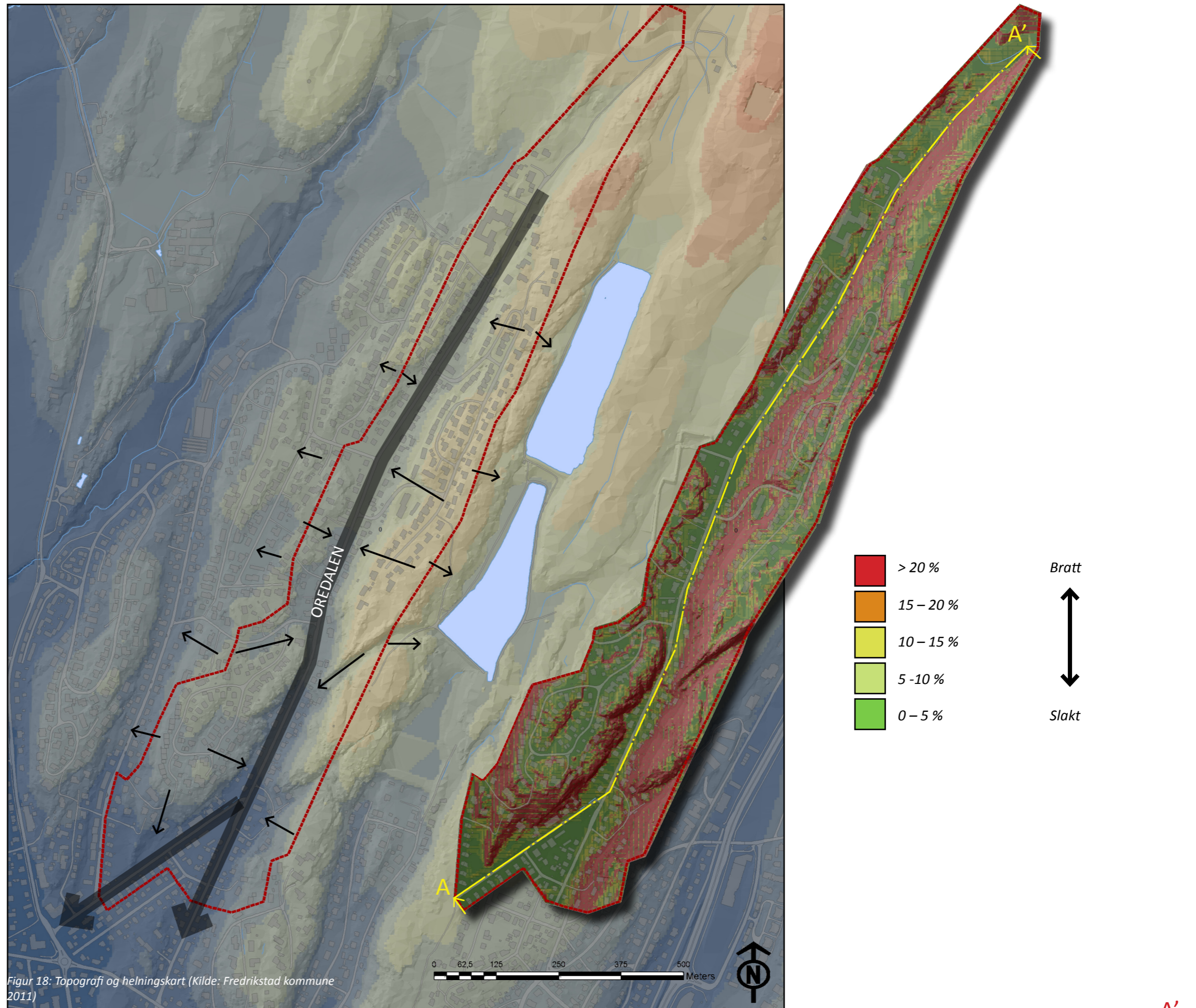
### AVRENNING

Om vannet får lov å følge overflatene uforstyrret av sluk og underjordiske rørsystem, vil vannet som renner av høydene samles i dalbunnen og ledes via denne sørvestover ned mot den lavereliggende Veumbekken.

### TERRENGET

Oredalen løper i nordøstlig- sørvestlig retning midt i området. Som ellers i Veumdalen flankeres dalføret av koller på begge sider, stedvis med bratte skrenter med opp til 30 meter høydeforskjell.

Dalen har et jevnt fall fra nordøst mot sørvest med sirka 2 prosent (1:50) i gjennomsnitt (figur 19). Et parti er litt brattere, et stykke av strekket mellom Myrastien og Cristianlunds allé har et fall i lengderetningen på mellom 5 til 10 prosent.



Figur 18: Topografi og helningskart (Kilde: Fredrikstad kommune 2011)



Figur 19: Snitt langs dalbunnen



## NATURGRUNNLAG

### GRØNTSTRUKTUR

Området er hovedsakelig preget av private hager. Disse klassifiseres generelt som halvåpne, kultiverte vegetasjonstyper, områder med lite tresjikt og mye gressplen.

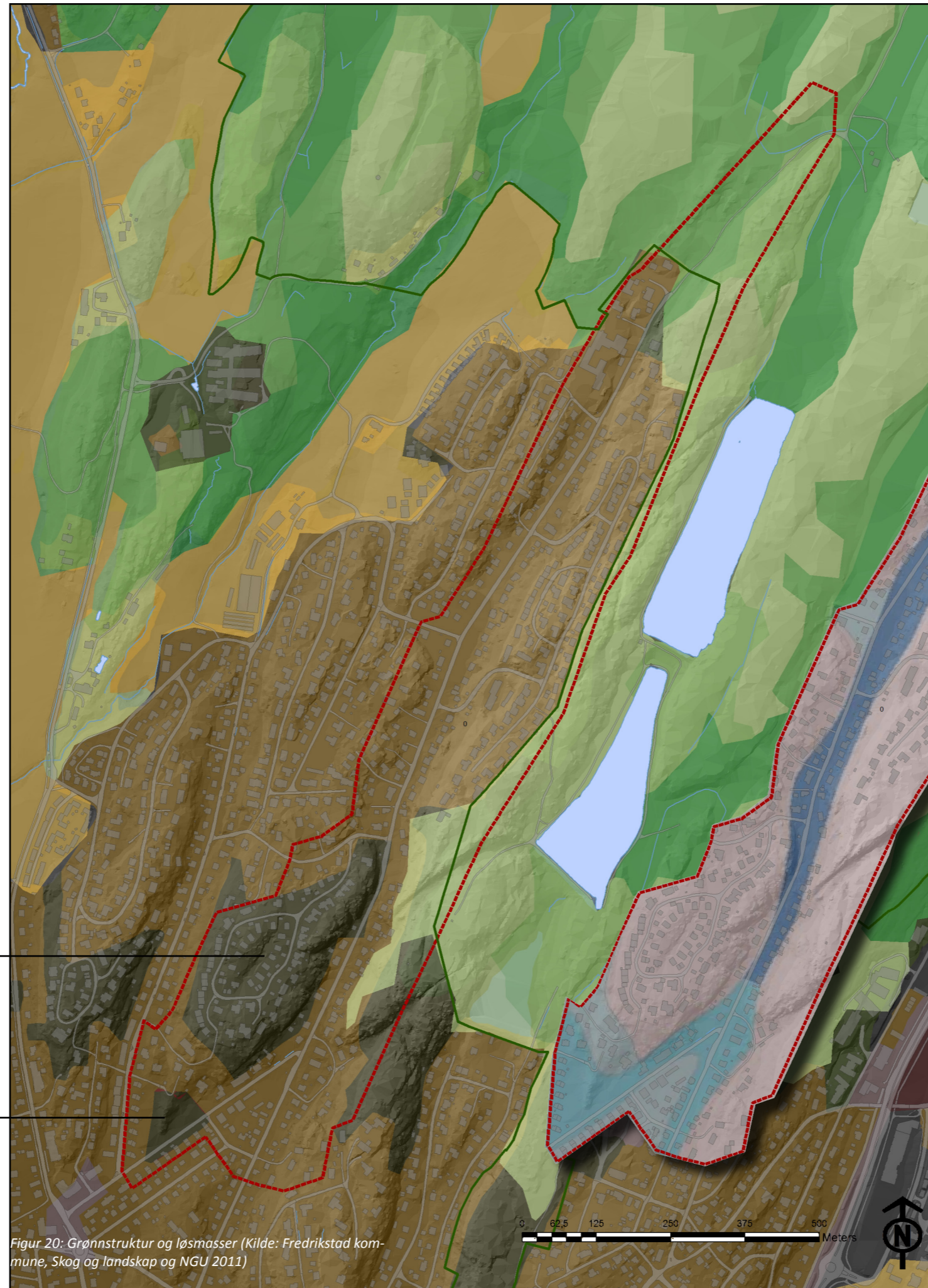
Enkelte steder har vegetasjonen fått stå i fred ved utbygging og fremstår nå som halvåpne naturområder. Disse områdene er svært fragmenterte og det er gjerne snakk om bratte skrenter og områder som vanskelig lar seg utnytte til bolig. Der det finnes reguleringsplaner er disse områdene regulert til friområde og fellesområde. Langs Chrisitanslund allé finnes det i dag en liten park med mange store eiketrær og en trerekke med lønnetrær langs Christianlunds allé. Trerekken er regulert til spesialområde for bevaring i reguleringsplan.

Nord og øst i området går grensen for Fredrikstadmarka. Skogsområdene er dominert av barskog, med innslag av løvtrær. Dette er i hovedsak beskrevet som uproduktiv skog, vekstforholdene er dårlige mye på grunn av skrin jord og ulendt terreng.

-  Markagrense
-  Skog
-  Hage
-  Naturområde

Bebygget naturområde





Park



Figur 20: Grønnstruktur og løsmasser (Kilde: Fredrikstad kommune, Skog og landskap og NGU 2011)

### GRUNNFORHOLD

Området er stort sett preget av bart fjell med et stedvis, tynt løsmassedekke. Langs den øvre delen av Ore-dalsveien finnes det et omlag 1,2 km langstrakt dekke av marine avsetninger. Her er infiltrasjonsmulighetene middels gode, men dette er svært usikkert. For å undersøke infiltrasjonsevnen til massene må det utføres tester som måler dette på stedet. Hav- og fjordavsetningene nordøst og sørvest i området gir forhold lite egnet for infiltrasjon.

-  Bart fjell/ tynt dekke
-  Strandavsetninger
-  Hav- og fjordavsetninger, tykt dekke
-  Hav- og fjordavsetninger, tynt dekke



## AREALDEKKE

### BEBYGGELSE

Generelt er det en tett småhusbebyggelse med små, kvadratiske tomter langs med veiene (fig. 21). Bygningsmassen er gjerne plassert midt på tomten, utearealene blir redusert til smale striper langs bygningskroppen noe som gir dårligere tomteutnyttelse enn om bebyggelsen ble lagt i en ende av tomten (Bjørneboe 2000). Plassen foran huset blir gjerne benyttet til biloppstillingsplass og blir dermed gjerne en tett flate. Generelt er det et økende problem at private eiendommer utstyres med tette flater, da de tette flatene bidrar til en raskere avrenning på overflatene.

Bygningsmassen varierer fra frittstående villabebyggelse til rekkehus og mindre blokkbebyggelse. Noe av bebyggelsen i området ligger lavt i terrenget eller med fall inn mot husveggen. Mye av bebyggelsen er gammel og trolig med dårlig drenering rundt bygningsmassen (Tøndel 2007).



Figur 21: Bebyggelsen sentralt i området, tomtegrenesene er markert med gul strek (Kilde: Fredrikstad kommune 2011).

Takene i området er generelt skrå, gjerne som saltak med to like motstående sider. Disse takene har generelt en fallvinkel på 30 til 40 grader og antas dermed å være for bratte til å utrustes som grønne tak. Veg Tech anbefaler et maksimalt takfall på 27 grader (Thim 2011). Veiledere fra Portland anbefaler 25 grader (City of Portland 2008). Dette skyldes at et bratt tak øker faren for uttørkning og erosjon. Det er mulig å utruste tak med noe brattere fall en 27 grader som et grønt tak, men det vil kreve spesielle ordninger i forhold til innfestning og kanskje til og med et vanningsystem, hvert enkelt tak må da vurderes spesielt (Thim 2011).

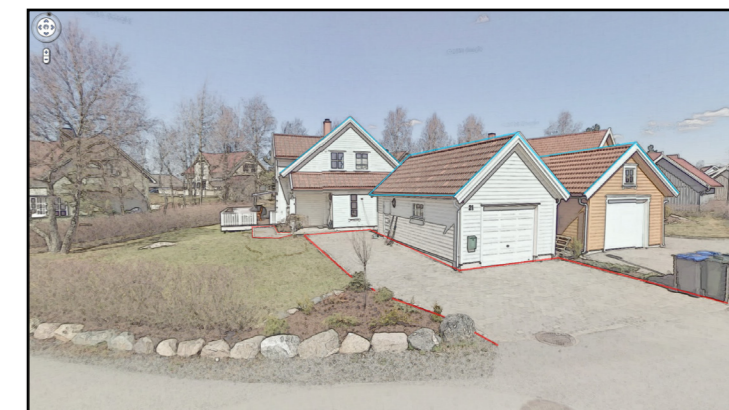


Figur 22: Takflater i området (Kart: Fredrikstad kommune)

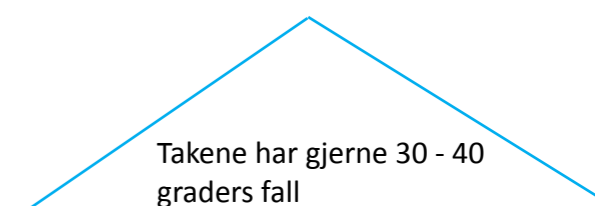
Trafo med ubebygget tomt utenfor



Figur 23: Bebyggelse langs Oredalsveien (Foto: Google 2011)



Figur 24: Bebyggelse på Myratoppen (Foto: Google 2011)





## VEISITUASJON

Her er det interessant å få oversikt over dimensjonering av veibaner og muligheten for å transformere deler av denne til overvannshåndtering.

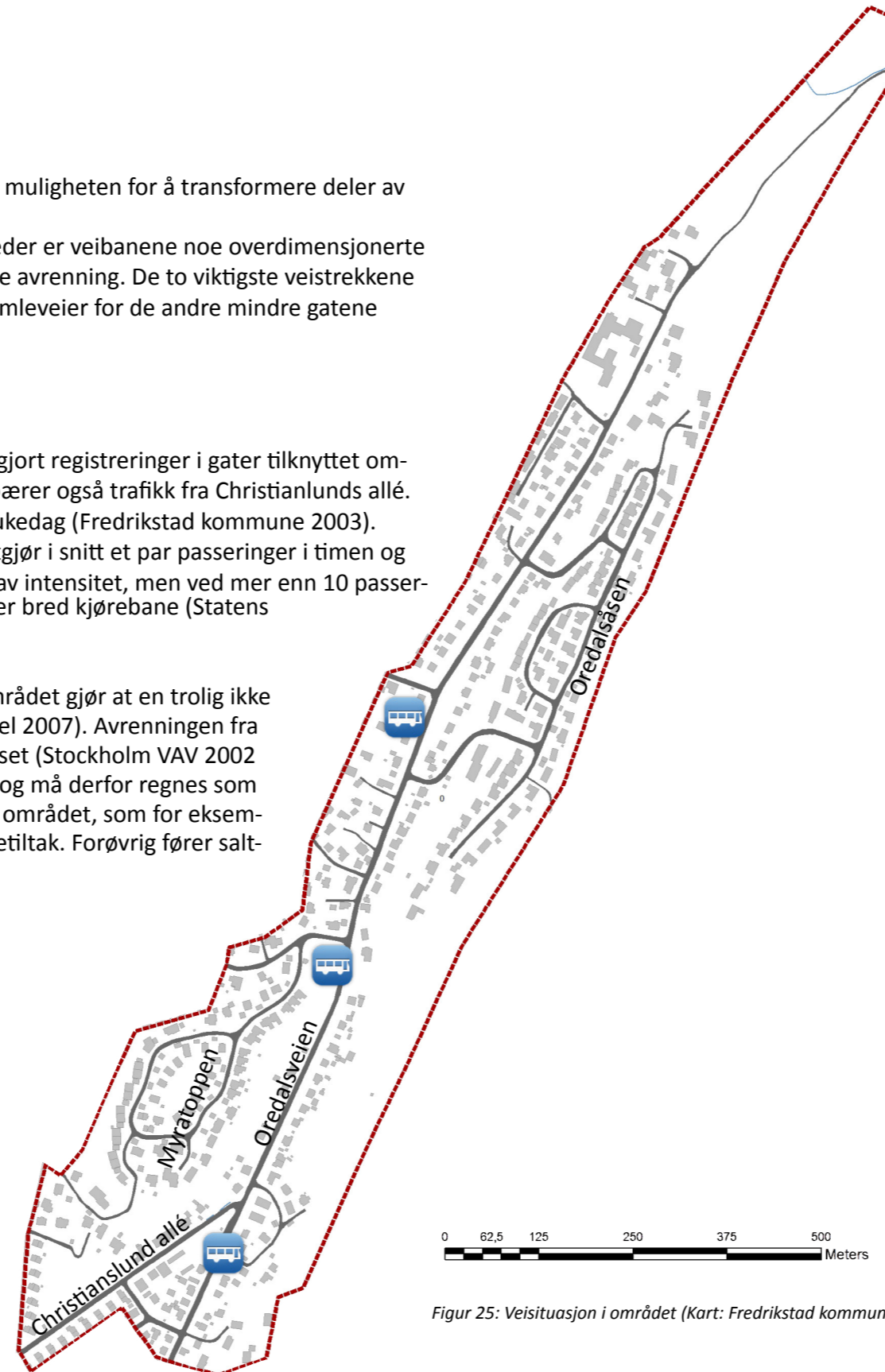
Det meste av veinettet i området er gammelt og ikke regulert. Noen steder er veibanene noe overdimensjonerte og ofte er grøftene asfaltert, dette er unødvendig og bidrar til ytterligere avrenning. De to viktigste veistrekene i området er Christianslund allé og Oredalsveien, disse fungerer som samleveier for de andre mindre gatene lenger nord.

## TRAFIKK

Det er ikke gjort noen trafikkmålinger (ÅDT) i disse gatene. Men det er gjort registreringer i gater tilknyttet området, blant annet Paul Holmsens vei. Målingene fra denne gaten innebærer også trafikk fra Christianslunds allé. Tellingene viser en ÅDT mellom 300 og 1000 avhengig av tidspunkt og ukedag (Fredrikstad kommune 2003). Det går tre bussruter i Oredalsveien, buss nr 351, 351A og 353. Disse utgjør i snitt et par passeringer i timen og har tre stopp i området. Det er ikke behov for eget kollektivfelt ved så lav intensitet, men ved mer enn 10 passeringer per retning per vei bør det tas hensyn til behovet for minst 6 meter bred kjørebane (Statens vegvesen 2008). For øvrig er trafikkbelastningen ellers lav.

Tiltaksplanen for Veumdalen fra 2007 slår fast at den lave trafikken i området gjør at en trolig ikke trenger å skille veivann fra andre, i utgangspunktet renere, kilder (Tøndel 2007). Avrenningen fra småhusområder med ÅDT under 8000 regnes generelt som lite forurenset (Stockholm VAV 2002 i Bergen kommune 2005). Trafikken i området er langt lavere enn 8000 og må derfor regnes som svært lite forurenset. Det er heller ingen særskilte forurensningskilder i området, som for eksempel bensinstasjoner, industri og lignende som ville krevet spesielle rensiltak. Forøvrig fører saltning av veiene til at veivannet i vinterhalvåret inneholder mye salt.

ÅDT = Årsdøgntrafikk, det vil si det totale antall kjøretøy som passerer et tellepunkt på en vei i løpet av et år dividert med 365. ÅDT dividert med 40 gir et bilde av antall passeringer i løpet av det mest trafikkerte kvarteret i døgnet (Bjørneboe, 2000).



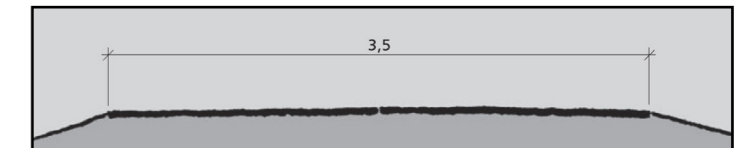
Figur 25: Veisituasjon i området (Kart: Fredrikstad kommune 2011)

## OM ATKOMSTVEI

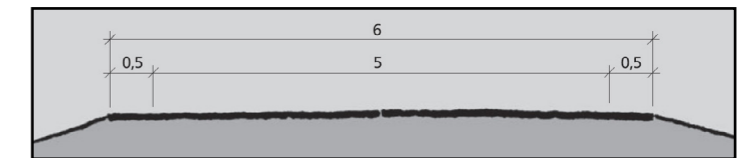
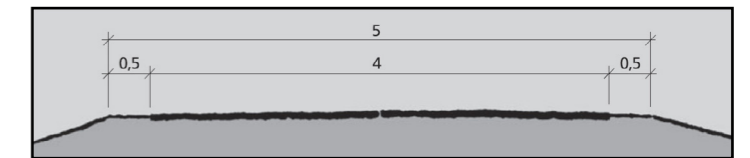
I henhold til Statens vegvesen bør ÅDT ligge under 300. For 50 boenheter i blindvei eller 80 enheter i sløyfe kan kjørebane dimensjoneres til 3,5 meters bredde. Atkomstveier som mater flere enheter bør dimensjoneres med 4 meters asfaltert kjørebane og 0,5m skulder på hver side (Bjørneboe 2000).

## OM SAMLEVEI

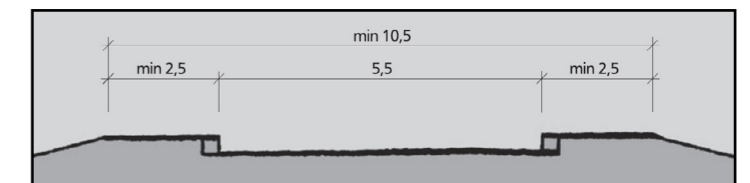
Dimensjoneres med to kjørefelt med 5,5 - 6 m bredde med veiskulder, eventuelt fortau på en eller to sider kommer i tillegg. Kantparkering er ikke gunstig langs samleveier. Maksimal ÅDT er 1500 til 5000, ca 125 biler i kvarteret (ibid).



Figur 26: Dimensjonering av adkomstvei (Statens vegvesen 2008).

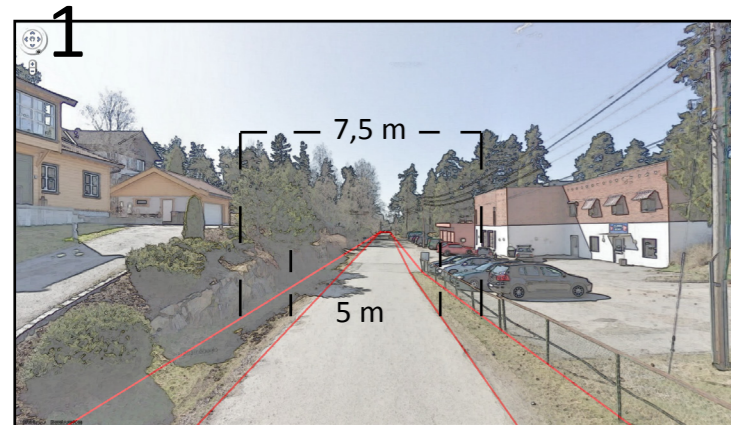


Figur 27: Dimensjonering av samlevei (ibid).

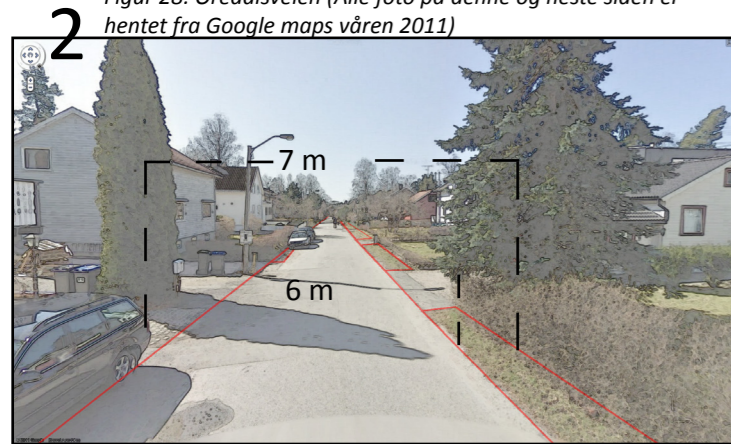




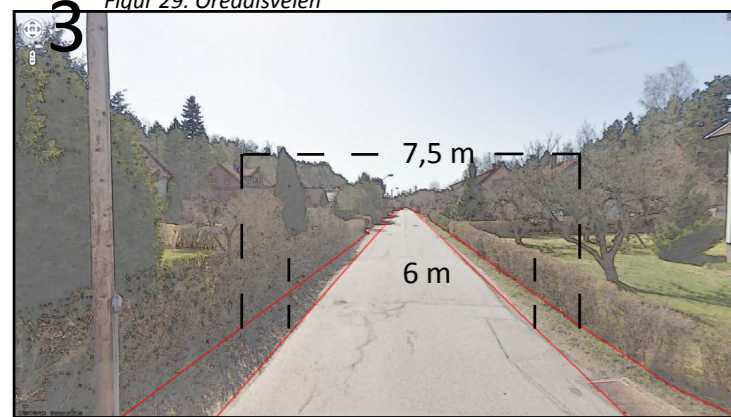
OREDALSVEIEN OG CHRISTIANSLUND ALLÉ



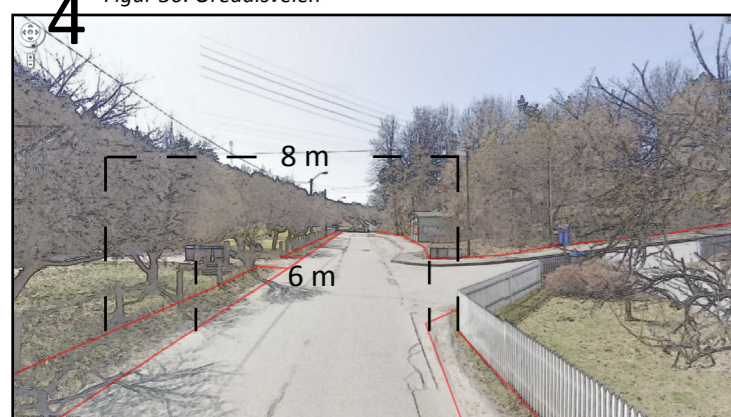
Figur 28: Oredalsveien (Alle foto på denne og neste siden er hentet fra Google maps våren 2011)



Figur 29: Oredalsveien



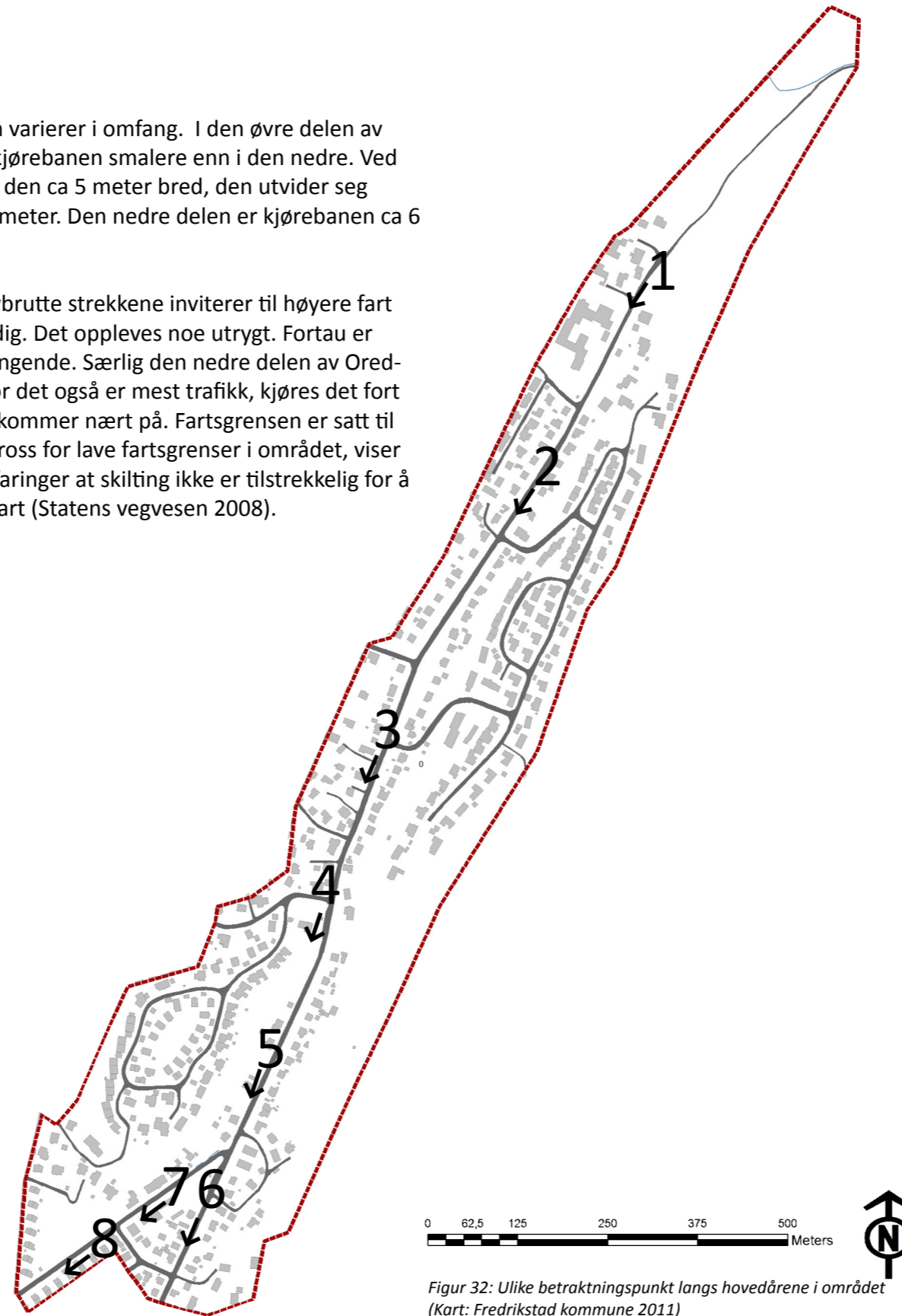
Figur 30: Oredalsveien



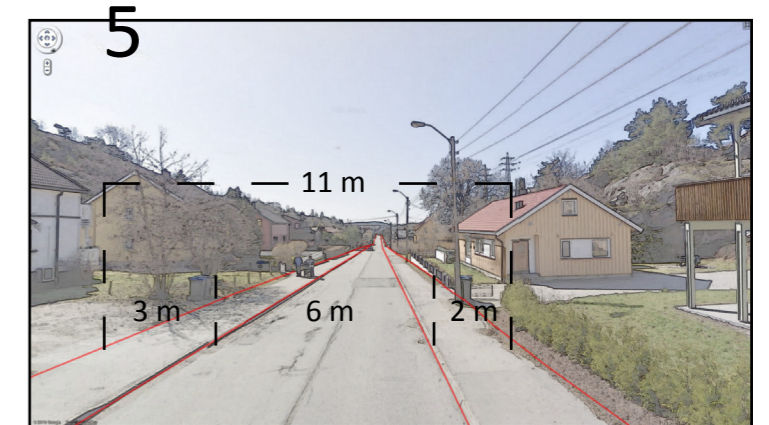
Figur 31: Oredalsveien

Oredalsveien varierer i omfang. I den øvre delen av området er kjørebanelen smalere enn i den nedre. Ved sykehuset er den ca 5 meter bred, den utvider seg raskt til ca 6 meter. Den nedre delen er kjørebanelen ca 6 meter bred.

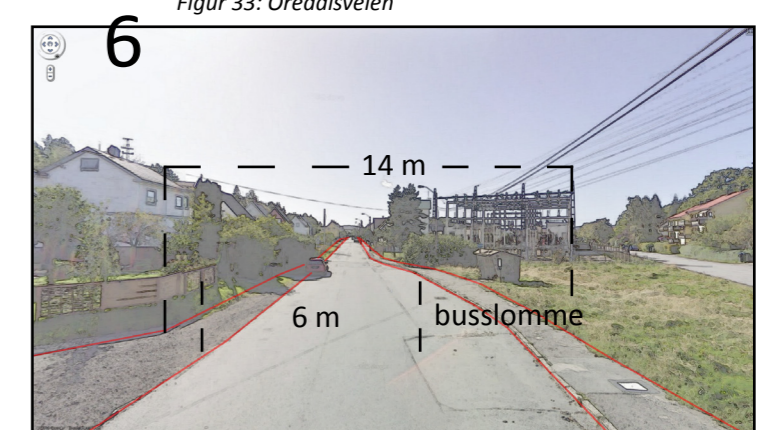
De rette, uavbrutte strekkene inviterer til høyere fart enn nødvendig. Det oppleves noe utrygt. Fortau er usammenhengende. Særlig den nedre delen av Oredalsveien, hvor det også er mest trafikk, kjøres det fort og trafikken kommer nært på. Fartsgrensen er satt til 40 km/t, til tross for lave fartsgrenser i området, viser generelle erfaringer at skilting ikke er tilstrekkelig for å sikre en lav fart (Statens vegvesen 2008).



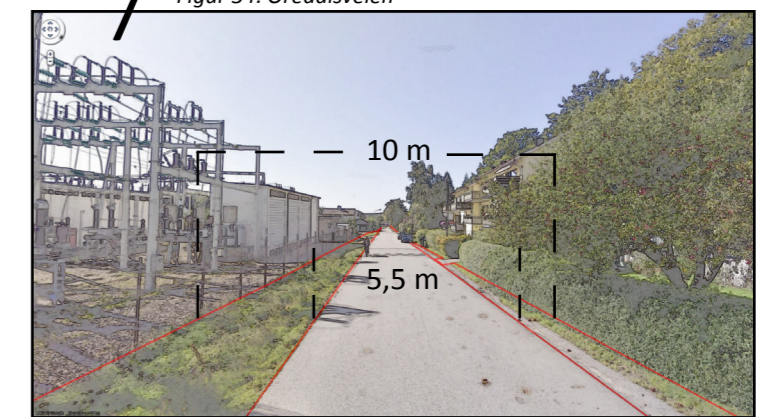
Figur 32: Ulike betraktningpunkt langs hovedårene i området (Kart: Fredrikstad kommune 2011)



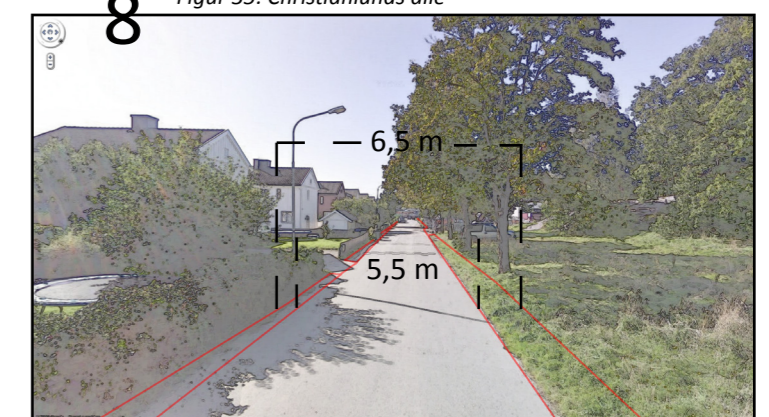
Figur 33: Oredalsveien



Figur 34: Oredalsveien



Figur 35: Christianlunds allé

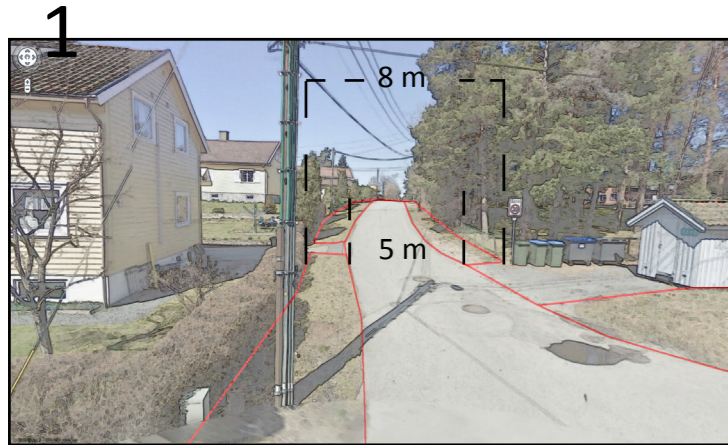


Figur 36: Christianlunds allé



ADKOMSTVEIER

Adkomstveiene varierer i størrelse, fra 3,5 meter opp til 5,5 meter. Stedvis er også disse, i likhet med Oredalsveien og Chr.lund allé, svært rette og innbyr dermed til høy fart. Fartsgrensene her er 30 km/t.



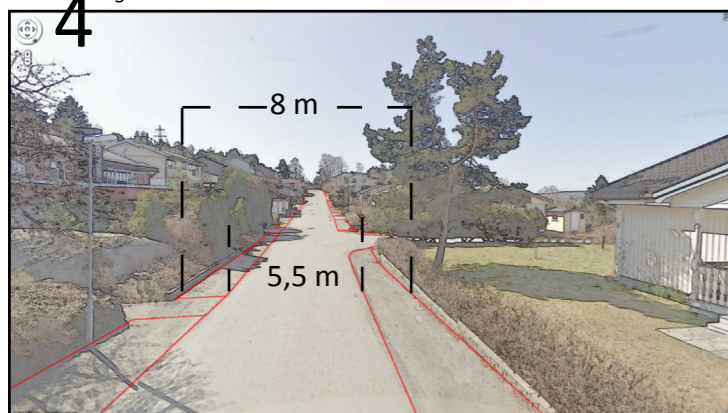
Figur 37: Oredalsstien



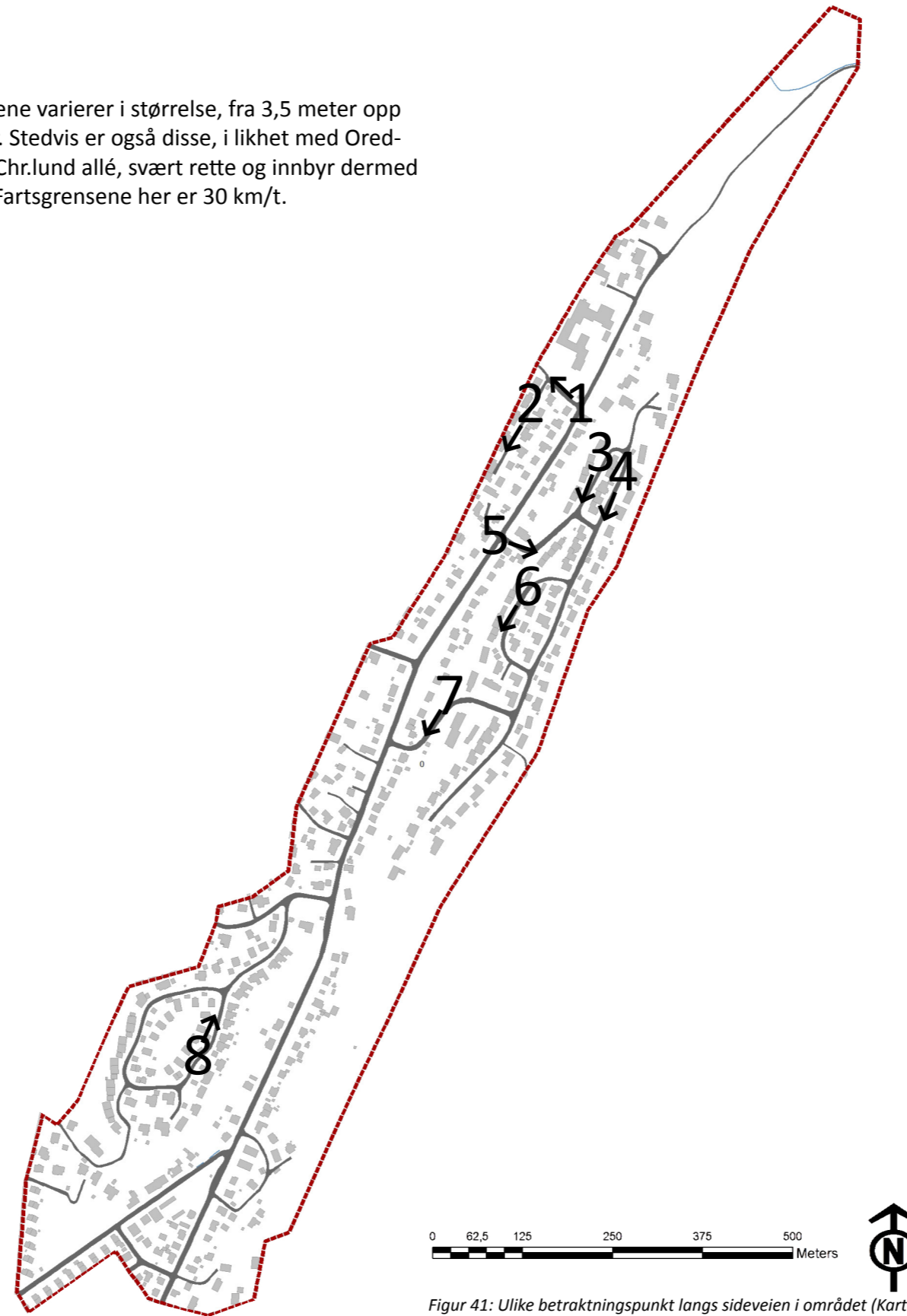
Figur 38: Oredalsstien



Figur 39: Oredalsåsen



Figur 40: Oredalsåsen



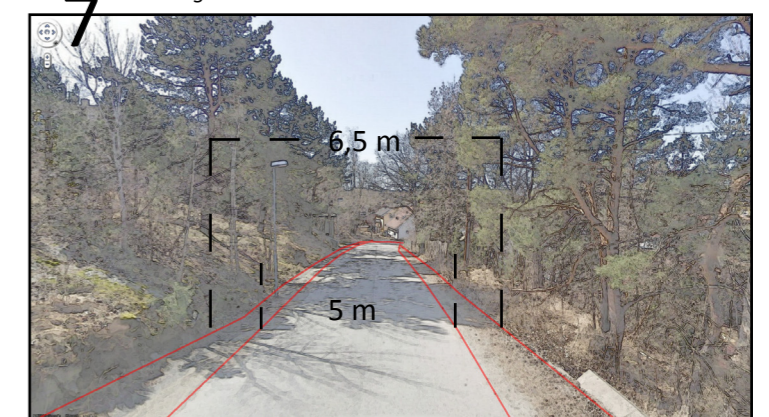
Figur 41: Ulike betraktningpunkt langs sideveien i området (Kart: Fredrikstad kommune 2011)



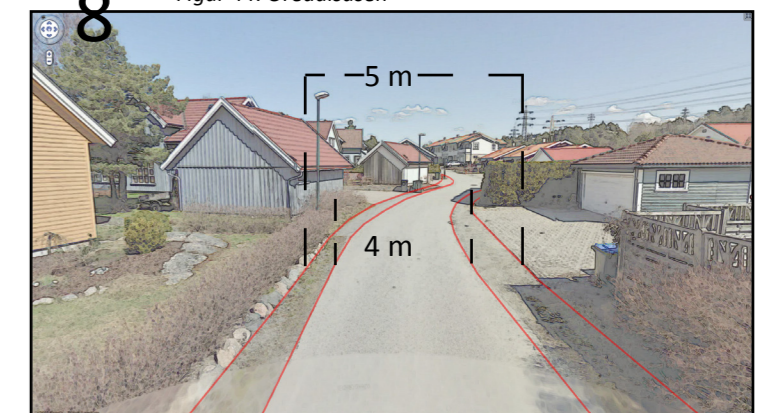
Figur 42: Oredalsåsen



Figur 43: Oredalsbuen



Figur 44: Oredalsåsen



Figur 45: Myratoppen



## AKTUELLE PLANER

### KOMMUNEPLAN OG REGULERING

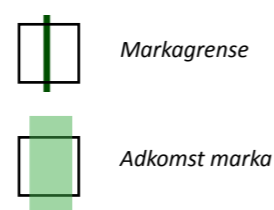
Kommuneplanens arealdel rullerers til sommeren 2011. Markagrense settes da trolig som en absolutt grense for videre utbygging nordover.

Likevel vil området trolig fortettes mer i framtiden. I så fall vil det bli flere tette flater og mer overflateavrenning.

Det er få reguleringsplaner for området. Mye av bebyggelsen er satt opp uten regulering. Kun tre planer finnes, en i Christianlunds allé, en på Myratoppen og en i den øvre delen av Oredalsveien.

### SYKKELPLAN

Plan for hovedsykkelnett peker ut Oredalsveien som en hovedåre for sykkel. På kartet fremstår den som en direkte forbindelse til Fredrikstadmarka. Dette betyr at det vil være viktig å ta hensyn til syklist langs Oredalsveien.



Figur 46: Kartet viser de tre reguleringsplanene, samt Oredalsveien som en hovedåre til Fredrikstadmarka (Kilde: Fredrikstad kommune 2011)

### HENSYN TIL BARN

I 2002 ble det gjort en undersøkelse hvor elevene ved Trosvik skole kartla skolevei, områder for lek og områder hvor de følte seg utrygge. I undersøkelsen kom det fram at blant annet Christianlunds allé og parken der ble mye brukt til lek, samtidig ble både den og deler av oredalsveien registrert som en utrygg strekning for barna (Lokalsamfunnsprosjekt Trosvik 2003).



## KONKLUSJON

Området dominert av private eiendommer, de offentlige områdene er begrenset til veiene og noen få, fragmenterte områder som parken langs Christianlunds allé.

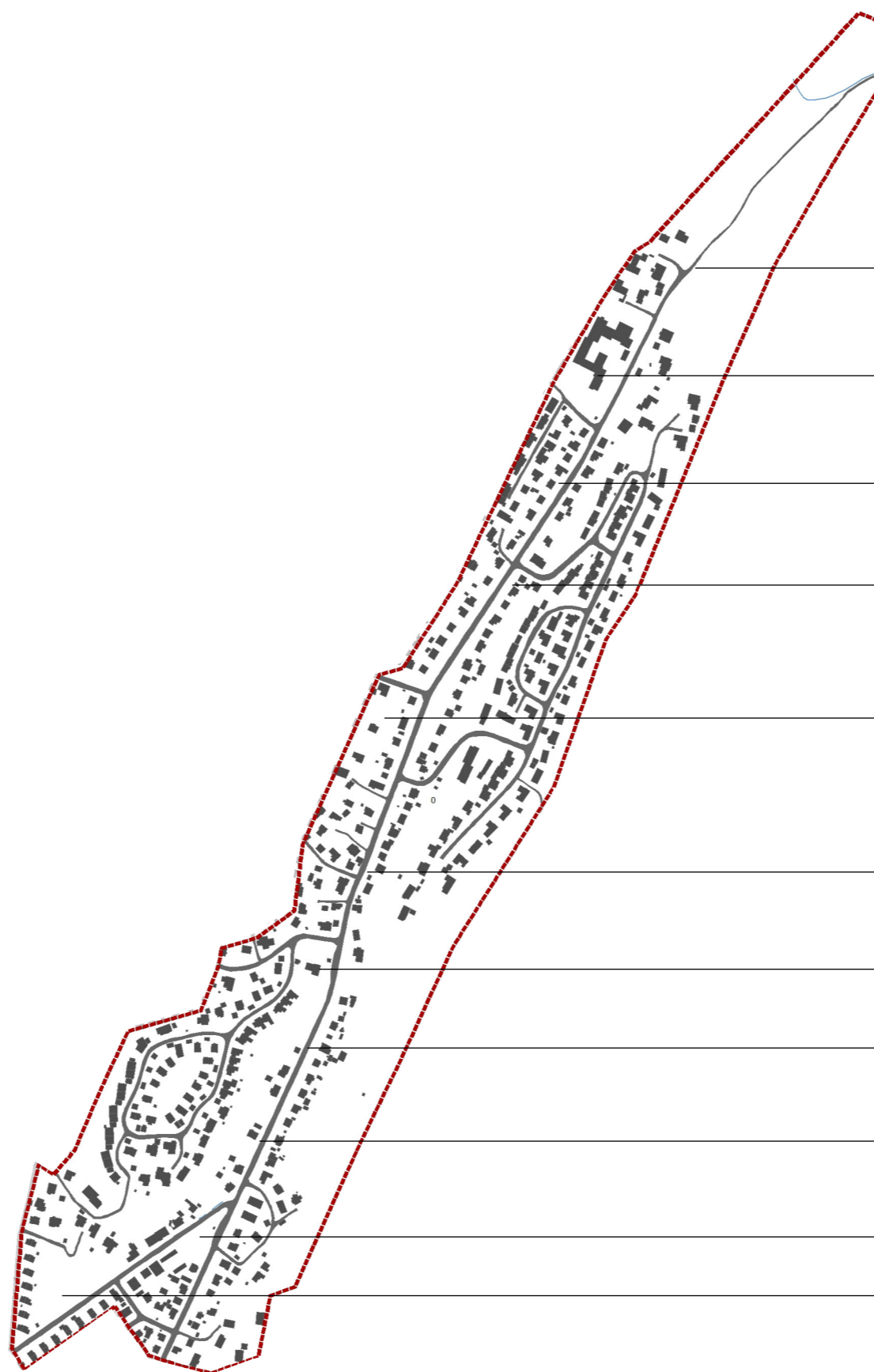
Veiene i området er generelt noe bredere enn nødvendig og det kan være mulig å frigjøre noe areal langs veiene. Veiene utgjør også en infrastruktur som kan utnyttes til å lede overflatevannet.

Det er få ledige arealer som kan benyttes til større tiltak, de best egnede er trolig parkområdet og en ledig tomt utenfor trafostasjonen begge sørvest i området.

Infiltrasjonsmuligheten er dårlige gitt de lite egnede grunnforholdene det er dermed liten grunn til å tro tiltak kan basere seg på infiltrasjon. Takene er ofte for bratte for grønne tak, men dette må vurderes nærmere i hvert enkelt tilfelle. Disse forholdene begrenser mulighetene for tiltak på privat tomt.

Å satse på at lokalbefolkningen skal ta ansvar er en lite egnet strategi når den økonomiske gevinsten er såpass dårlig som i dag (100,- kroner per frakoblet taknedløp). Særlig når frakoblingen gjerne skaper problemer på egen tomt gitt den dårlige infiltrasjonsevnen i grunnen. Skal dette være en suksess burde det kombineres med andre, mer omfattende tiltak på tomten. Dessuten burde kompensasjonen økes betraktelig for å gjøre det mer fristende. En mulighet er å reformere de kommunale avgiftene slik at frakobling av takvann gir en reduksjon i årsavgiften.

Som konklusjon kan det sies at det er mer nærliggende å satse på et samlet grep for hele området enn mange små tiltak på de private eiendommene. Ved å ta et grep langs de sentrale veien, kan vannet fra private eiendommer ledes til anlegg langs disse og tas hånd om der.



Figur 47: Konkluderende kart (Kart: Fredrikstad kommune 2011)

Markagrense sikrer trolig ingen utbygging nord for området

Flatt tak på sykehuset åpner for muligheten for grønt tak

Veibanene i området er stedvis noe brede

Trolig lite infiltrasjonsmuligheter, trolig vil heller ikke strandavsetningene langs Oredalsveien gi egnede forhold

Ledig tomt med mulighet for tiltak

Veien er rette og uavbrutte og inviterer til høy fart

Liten ubrukt tomt med mulighet for tiltak

Noe brattere enn ellers langs Oredalsveien

Dobbelsidig fortau kan virke unødvendig

Ledig område utenfor trafostasjon står ubrukt i dag

Parkområde med tilgjengelig areal gir muligheter for overvannshåndtering



# DEL 3

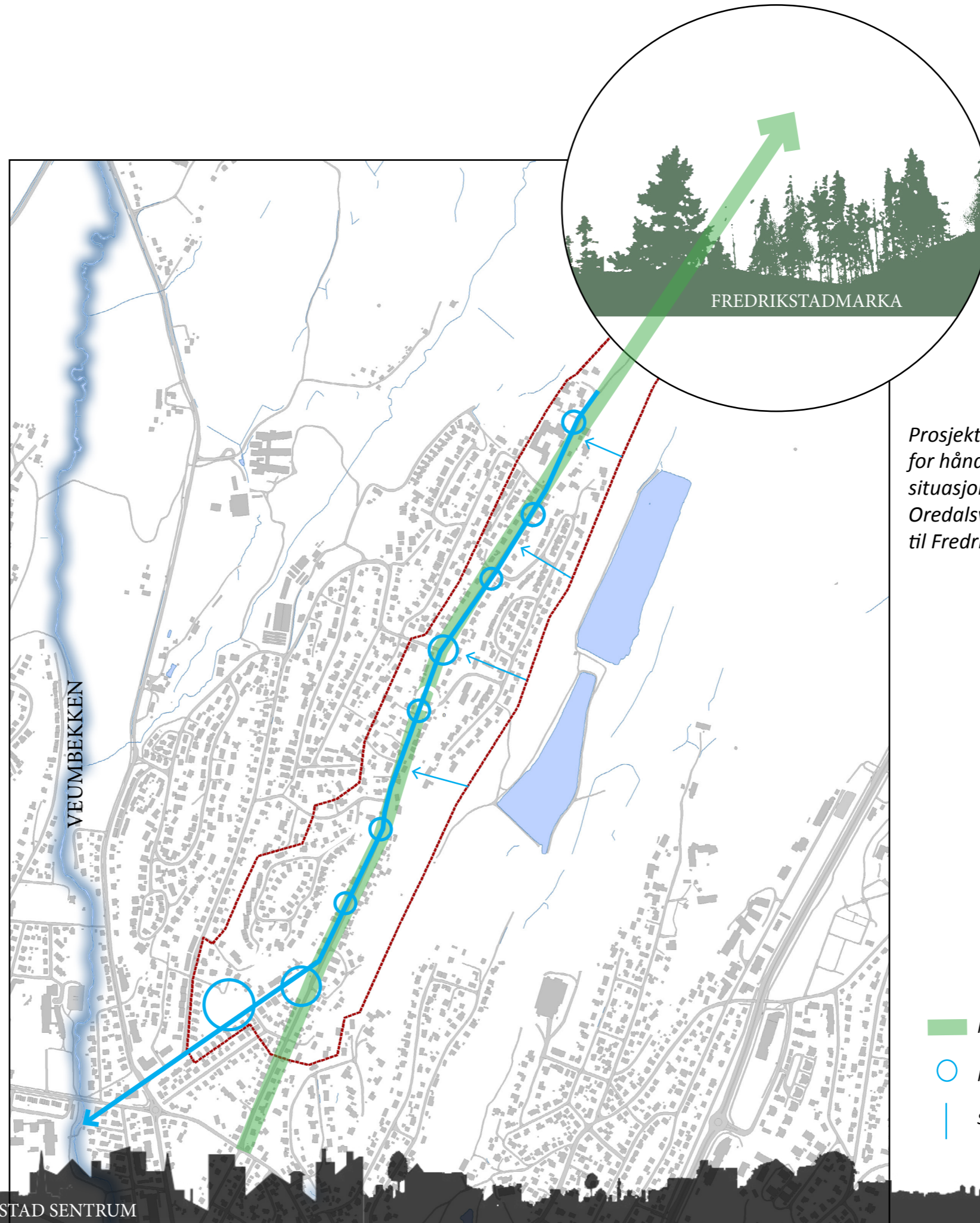
PROSJEKTERING



## KONSEPT

Primæroppgaven er å lede vannet på en trygg måte gjennom området ned til Veumbekken. Vannet transporteres sakte og fordrøyes etappevis slik at flomtoppene unngås. De hvite strekene viser hvordan konseptet legger opp til en samlet transport, sirklene illustrerer etappevise fordrøyningsstasjoner.

Tiltakene utnytter de eksisterende veiene og bruker disse som transportårer nedover dalen. Oredalsveien er den sentrale av disse og knytter området sammen fra nordøst til sørvest. Tiltakene vil bearbeide den trafikale situasjonen langs veiene ved å ha en fartsreduserende effekt. Dermed bedres situasjonen for de myke trafikantene. Dette vil gagne lokalbefolkningen og dessuten styrke Oredalsveiens posisjon som ferdselsåre til Fredrikstadmarka.



Figur 48: Konseptuell skisse



## PRINSIPPLAN

Prinsippplanen deler området inn i 5 delområder. Denne planen legges til grunn i videre prosjektering i hvert enkelt delområde. Inndelingen er gjort etter de topografiske forholdene samt mønsteret for avrenning på overflaten.

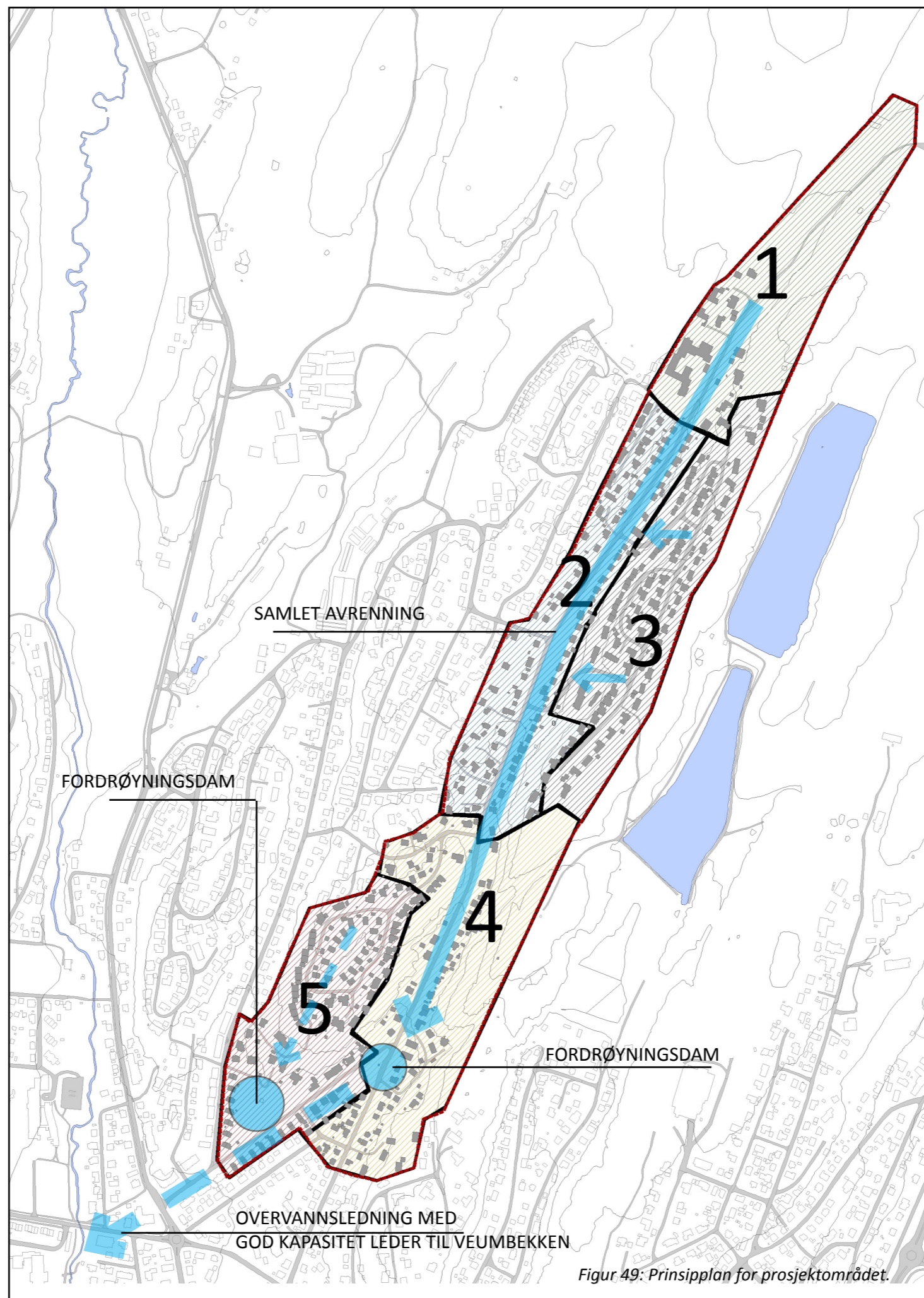
Tiltaket legger opp til et system med en serie av tiltak som er koblet sammen slik at det ikke oppstår blindveier hvor vannet stopper opp og ikke finner en trygg vei videre. Den enkleste måten å gjøre dette på er å utnytte fallet i det eksisterende veinettet. Systemet legger opp til lokale fordrøyningsstasjoner hvor vannet oppholdes nær kilden. Mellom stasjonene vil vannet transportere sakte i et åpent system. Nederst i området er det to fordrøyningsdammer for nedstrøms kontroll. Dette gjøres i tråd med Peter Stahres prinsipper for åpen overvannshåndtering (se side 9).

Kartet viser de 5 delområdene som omhandles i prosjektet. Tiltakene i delområdene er koblet sammen ved at vann fra område 1 og 3, tilføres område 2. Derfra renner det ned mot område 4 hvor det fordrøyes i en overvannsdam før det tilføres overvannsledningen i Christianlunds allé og via denne ledes til Veumbekken. Det meste av avrenningen fra område 5 tilføres en overvannsdam via eksisterende separatsystem på Myratoppen. Dammen der har så utløp til overvannsledningen i Christianlunds allé

### SAMLET AVRENNING

Overflatevrenning fra området vil samles i åpne renner langs veiene og ledes via disse. Oredalsveien vil fungere som en hovedtransportåre da denne ligger lavest i dalbunnen og alle veier i området faller mot denne. Tyngdekraften vil demed sørge for at vann fra de omkringliggende områdene ledes til samlet avrenning langs Oredalsveien.

Rennene langs veiene vil med jevne mellomrom lede inn til fordrøyningsstasjoner hvor vannet oppholdes midlertidig. Disse stasjonene utformes som grønne innsnevninger i veibanen.



Figur 49: Prinsippplan for prosjektområdet.

I dette prosjektet vil det eksisterende avløpsnettet inngå som en del av løsningen. Tiltaket vil supplerere avløpsnettet, særlig der det er fellessystem. Det er ikke et mål å ta hånd om 100 prosent av avrenningen. Derimot vil tiltaket avlaste det eksisterende rørsystemet slik at kapasiteten i dette ikke overskrides. Det vil særlig være ved ekstreme episoder at tiltaket er lønnsomt. Det må dimensjoneres slik at det tar av den avrenningen rørsystemet ikke har kapasitet til å føre, dermed unngå flomtoppene og skader som følger av dette. De umiddelbare positive effektene av tiltaket vil være at flomsituasjoner som følge av driftsproblemer i rørsystemet unngås. Ved at vannet fordrøyes i nærheten av kilden, hindres det at avrenningen fra de øverliggende delene av området skaper problemer i lavereliggende deler.

Overvannsledningen ender i Veumbekken hvor kapasiteten er dårlig grunnet kulverten. Ved å fordrøye vannet før det ledes ned til bekken og heller porsjonere det sakte ut over tid vil det bidra til å forebygge problemer i bekken.

Planen legger opp til en samlet håndtering av veivann og avrenning fra andre kilder som f.eks. takvann. Det legges opp til at alt vann passerer vegetasjon og jordsmonn før det når åpne dammer og til slutt Veumbekken. Ved åpne damanlegg legges det til rette for sedimentering av partikler og dermed oppsamling av forurensninger.

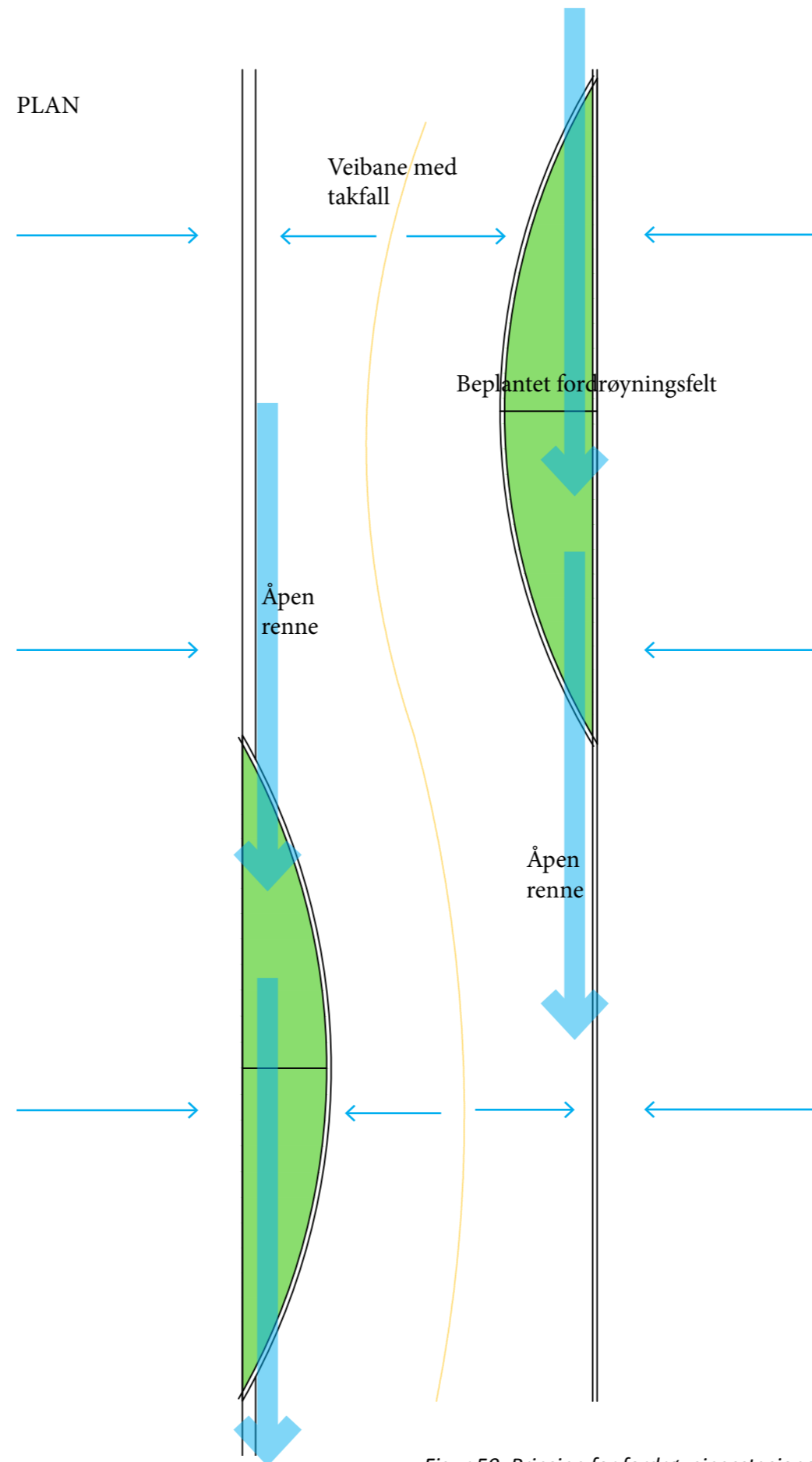
## FORDRØYINGSSTASJONENE

Disse utformes som grønne innsnevringfelter i veibanene. Feltene fanger opp overflateavrenning både fra veiene og omkringliggende områder. Liten trafikk i området gjør at veivannet ansees for å være lite forurenset og vil derfor ikke kreve spesiell rensing. Unntaket er veisalt som vil gi visse utfordringer, norske veier saltes mye vinterstid, dette er særlig en utfordring for vegetasjonen.

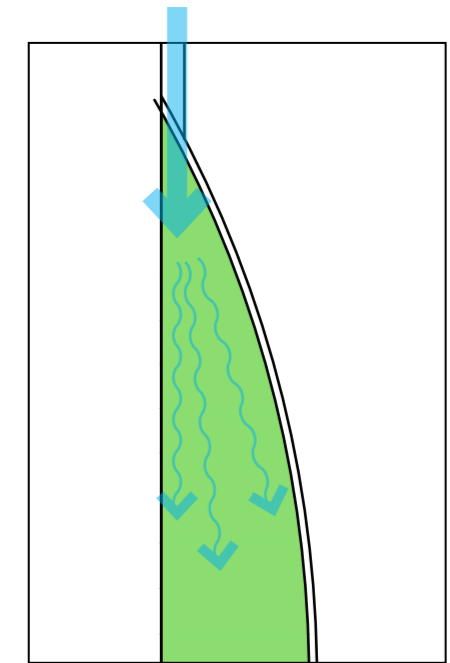
Vannet ledes inn til feltene hvor vannhastigheten reduseres og vannet fordrøyes. Noe vann lagres på overflaten og i jordsmonnet, noe går til overløp til underliggende magasin og noe fortsetter i utløp til neste felt.

Systemet er svært fleksibelt og kan variere både i form, størrelse og beplantning. Flexibiliteten gjør at systemet egner seg svært godt i trange miljøer, hvor det er lite plass tilgjengelig.

Feltene plasseres med jevne mellomrom langs veibanene i området. Fallet i veibanen utnyttes til å lede vannet fra felt til felt via åpne renner på hver side av veien. Siden rennene ligger lavest i terrenget vil all avrenning havne i disse, deretter vil vannet ledes til nærmeste felt.



Figur 50: Prinsipp for fordrøyningsstasjonene langs veiene.



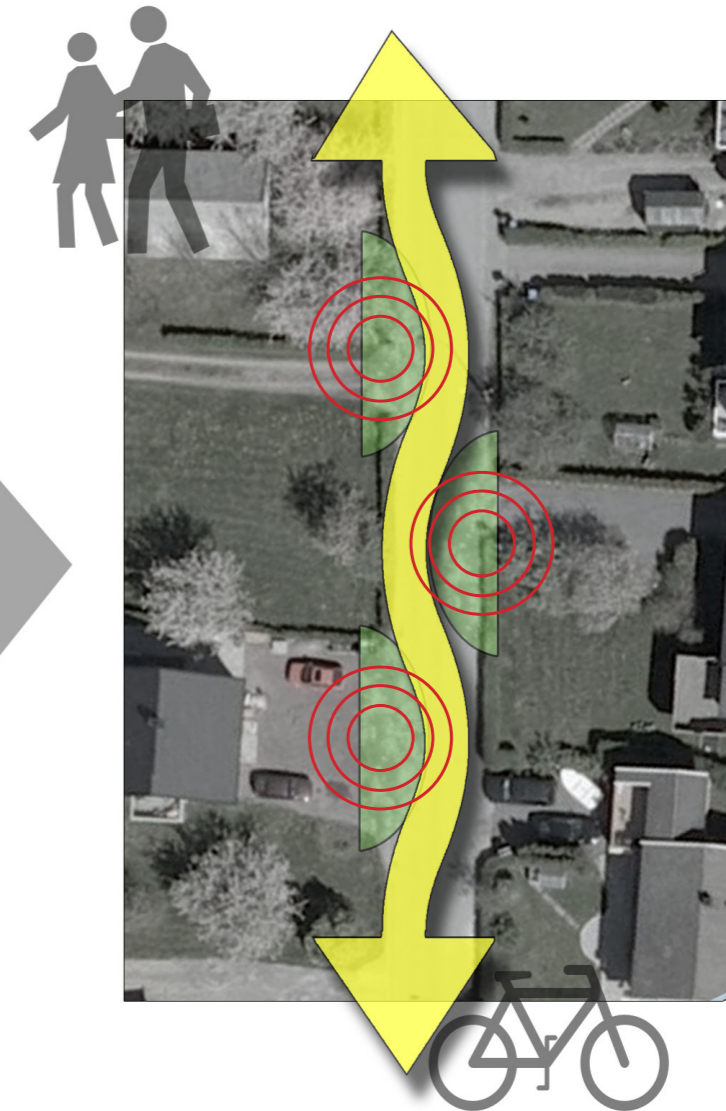
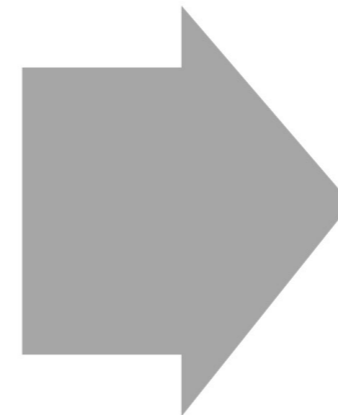
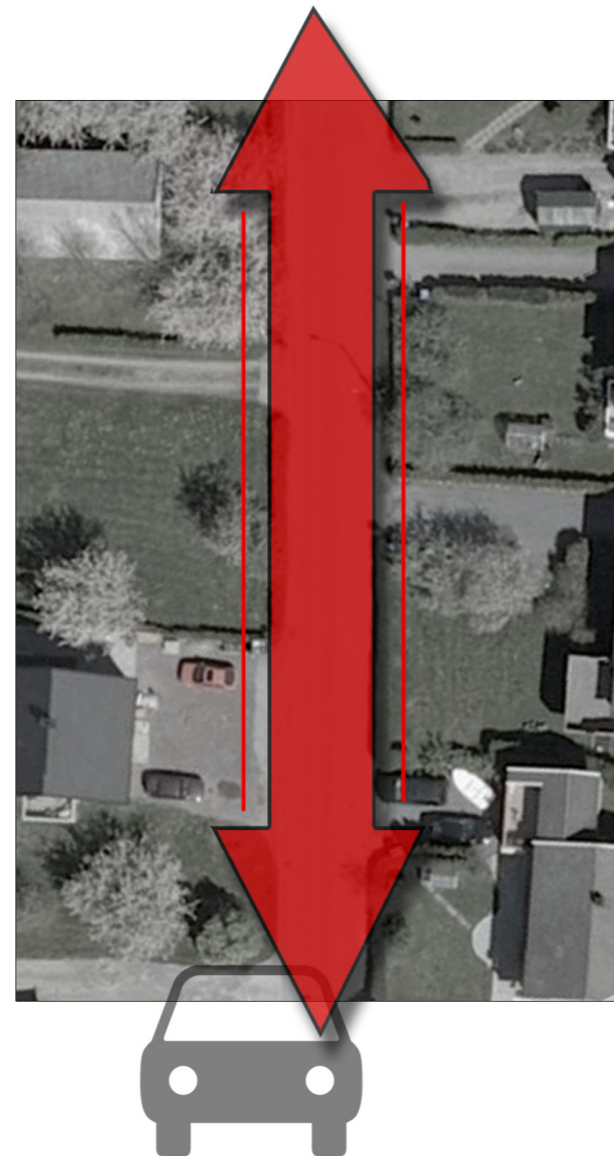
Figur 50b: Brede felt gjør at strømningshastigheten senkes og vannet fordrøyes i feltene.



#### FARTSREDUSERENDE EFFEKT - INNSNEVRING AV VEIBANEN

Veiene i området preges i dag av å være rette, slake strekker. Dette er en utforming som innbyr til høy fart og er lite gunstig for myke trafikanter. Veiene i området bør være trygge. Det meste av området har en blandet trafikk hvor de myke trafikantene benytter kjørebane. Mange inn-ut kjøring til eiendommene langs veiene gjør at trafikkfarlige situasjoner lett kan oppstå. Dette er dessuten et boligmiljø som typisk tiltrekker seg barnefamilier og dermed barn. Oredalsveien er også en viktig ferdselsåre mot Fredrikstadmarka like nord for området. Turgåere og syklister får nå en tryggere trasé å følge til marka.

Hensikten med de fartsdempende tiltakene er først og fremst å bedre trafiksikkerheten for gående og syklende. Innsnevringene langs veibanen vil bryte opp kjøremønstre til bilistene ved at de må avpasse farten og styre rundt feltene. Feltene er ikke større enn at trafikkavviklingen går normalt ved at to kjøretøy kan passere i bredden. Men med lavere fart siden det blir trangere ved feltene. Like viktig er den visuelle effekten av tiltakene. Feltene og de åpne rennene langs veiene vil få kjørebane til å virke smalere og dermed virke fartsreduserende.



Figur 51: Ved å bryte opp kjørebane med jevne mellomrom må biler avpasse farten.



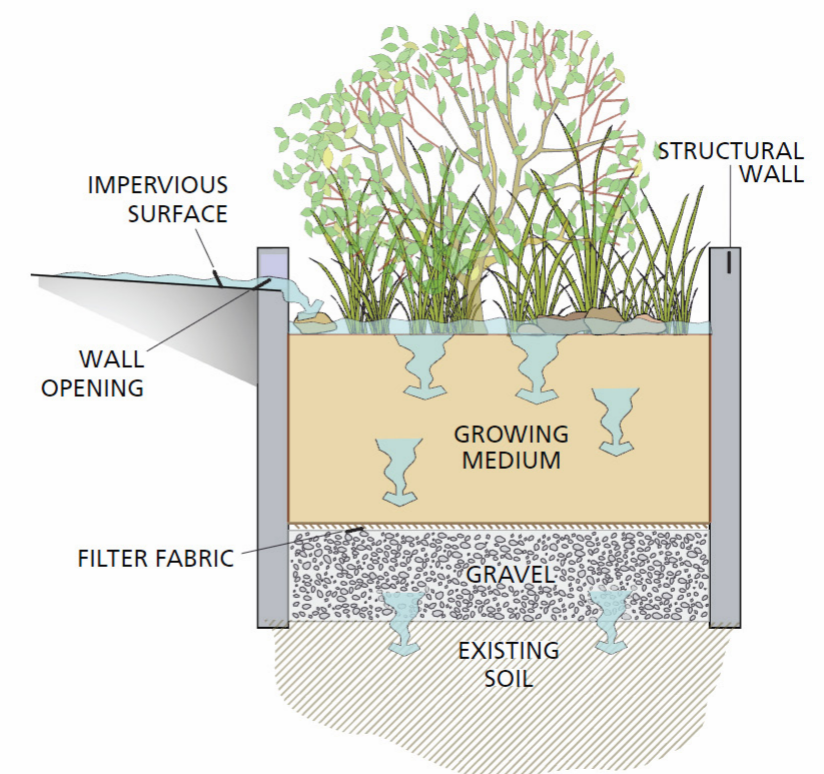
Figur 56: Plantebassengene som de er bygget i Portland.  
(Kilde: City of Portland, 2007)

#### INFILTRASJONSBASSENG, PORTLAND

Prinsippet i plantefeltene er lånt fra Portland i USA. Systemet er en serie av 4 plantebasseng koblet sammen, per 1,2 x 5,2 meter. Bassengene håndterer 60 prosent av avrenningen fra den nærliggende veien. Vannet renner langs en rennestein før det ledes inn til det første bassenget i rekken, overflødig vann sendes videre til neste basseng. Hvert basseng har en fordrøyningskapasitet på ca. 0,9 m<sup>3</sup> før det er fullt. Vann vil dessuten infiltrere med en hastighet på 10,16 cm/t (Margolis og Robinson 2007).

Bassengene er beplantet med gress, siv og starrarter, disse takler på fuktige og tørre miljøer. Bassengene er også beplantet med trær som takler skiftet mellom tørke og fuktighet.

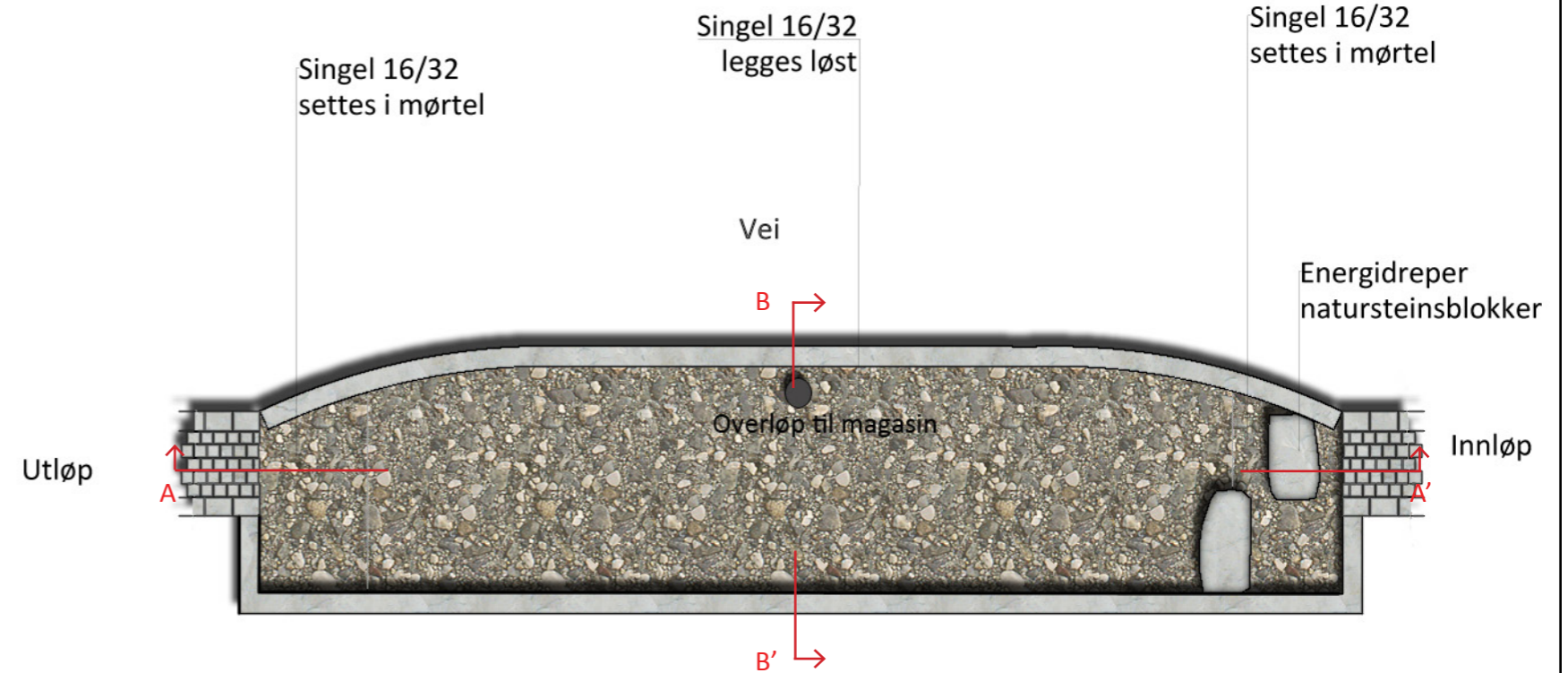
Plantene er satt med ca. 45 cm. mellomrom, dette gjør det enkelt å fjerne sedimenter og annet rask med en enkel rake el. Kun det første bassenget i rekken blir renset annenhver måned, mens de andre i rekken har vist seg å kreve lite. Et lag med grus på overflaten gjør det enkelt å vurdere når bassengene bør renses (ibid).



Figur 57: Prinsippet for infiltrasjonsbassengene. (Kilde: City of Portland 2007)



Figur 52: Plan fordrøyningsfelt 1:50



**KONSTRUKSJON**

I forhold til systemet i Portland er plantefeltene modifisert noe for tilpasses de lokale forholdene i prosjektområdet. For eksempel er det ikke trolig at feltene kan tømmes via infiltrasjon til de eksisterende massene i grunnen. Forøvrig blir prinsippet mye det samme.

Plantefeltene rammes inn med kantstein, denne gir rammen til et basseng med en viss lagringskapasitet på overflaten avhengig av lengde og bredde på feltet. Generelt vil lagringsdybden på overflaten være mellom 10 og 15 cm.

Ved innløpet er det en energidreper som senker strømningshastigheten, brede felt og lite fall bidrar også til lav hastighet. Fallet langs bunnen bør ikke være over 0,5 prosent for å sikre lav strømningshastighet og unngå erosjon.

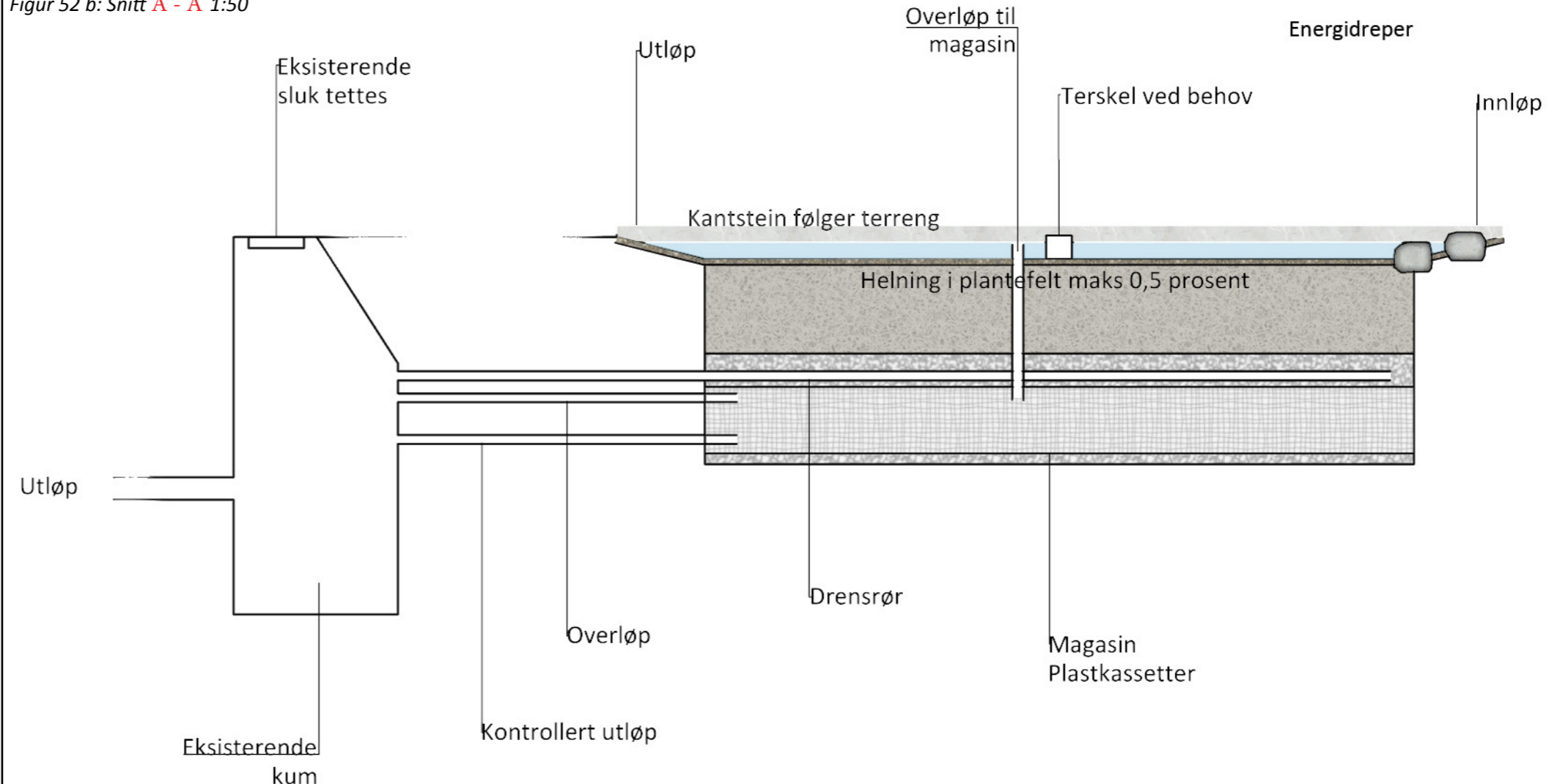
Feltene bygges opp lagvis med et 5 cm tykt lag singel som toppdekke. Singelen hindrer erosjon, bidrar til å motvirke etablering av ugress og gjør det lettere å lokalisere og fjerne sedimenter avsatt på overflaten. Under singelen er det et lag med vekstjord, siden feltene skal beplantes er det viktig å sikre nok jord til plantene. jorddybden bør være mellom 40 og 80 cm avhengig av hva som skal plantes. Stauder kan klare seg med 40, busker kan ha 60 cm og trær bør ha 80 cm (Haraldsen, 2009)

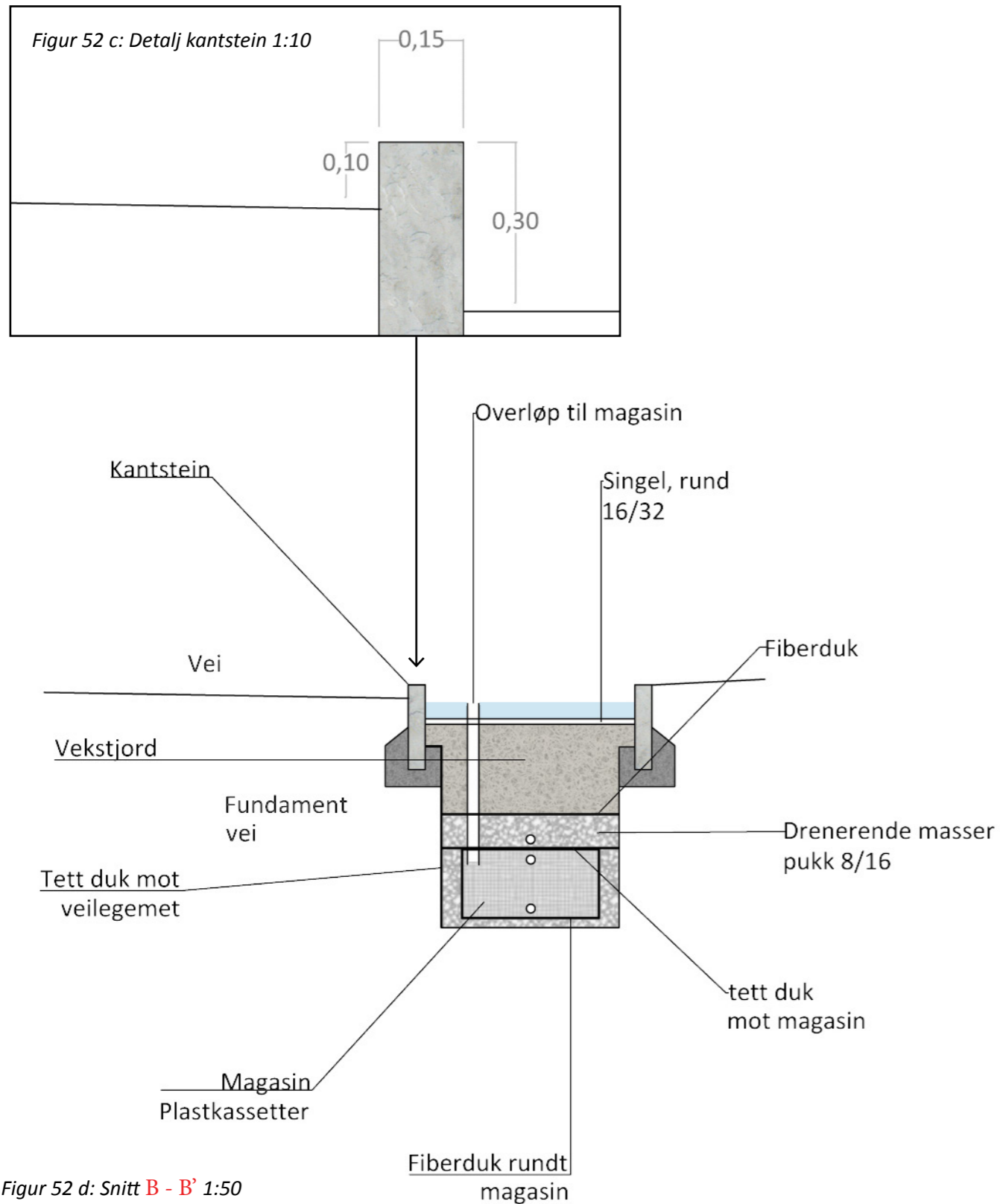
Under jordalget er det et drenerende lag så ikke jorda blir vannsyk. Her er det et langsgående dreneringsrør som leder til en ekstern kum.

Under feltet ligger et magasin. Dette er plastkassetter med ekstremt god lagringskapasitet.

Plantefeltene og det underliggende magasinet stikker så dypt at det når frostfri dybde, ca 1,5 ned i bakken. Dette gjør at det ikke er nødvendig med ekstra isolering under.

Figur 52 b: Snitt A - A' 1:50



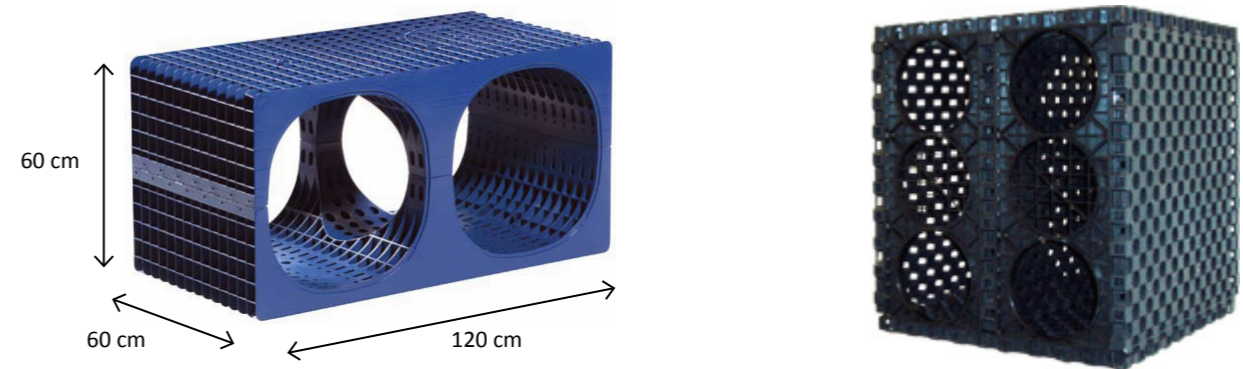


#### OVERVANNSKASSETTER

Dette er et system bestående av plastkassetter som settes sammen til et magasin ved at de stables som legoklosser. Hver enkelt kassett har et fordrøyningsvolum på 95 prosent (Wavin 2007), som gir ekstremt effektiv arealutnyttelse. Magasinene fungerer først og fremst som fordrøyningsmagasin, men de kan også brukes til som perkolasjonssystem hvis grunnforholdene ligger til rette for det, ofte kombineres begge deler. Magasinene tømmes via utløp koblet til eksisterende avløpsrør, utløpet må utstyres med en utløpskontroll som regulerer uttappingen slik at magasinets kapasitet utnyttes maksimalt. Som en sikkerhet utstyres magasinet med et overløp som sikrer at maksimal kapasitet ikke sprenges.

Magasinet bør ligge minst 5 meter fra bygninger og 6 – 7 meter fra kjellere, ved mindre avstander bør magasinets sider forsegles med tett membran (Wavin 2007). Magasinet må tettes på tilsvarende måte mot vei for å hindre vanninntrengning i veilegemet. Magasinet må pakkes inn i en fiberduk for å hindre at finstoff trenger inn gjennom magasinets sider. Grunnvannsnivå må undersøkes da det bør være minst 1 meter klaring til magasinets bunn (ibid).

Kassetten er et alternativ til steinfyllingsmagasiner. Forskjellen er at fordrøyningsvolumet er betydelig bedre og at levetiden er vesentlig lenger. I motsetning til steinmagasiner vil kassetten også kunne vedlikeholdes ved at de kan inspiseres spyles og slamsuges. Dette kan gjøres fra kummen utenfor magasinet.

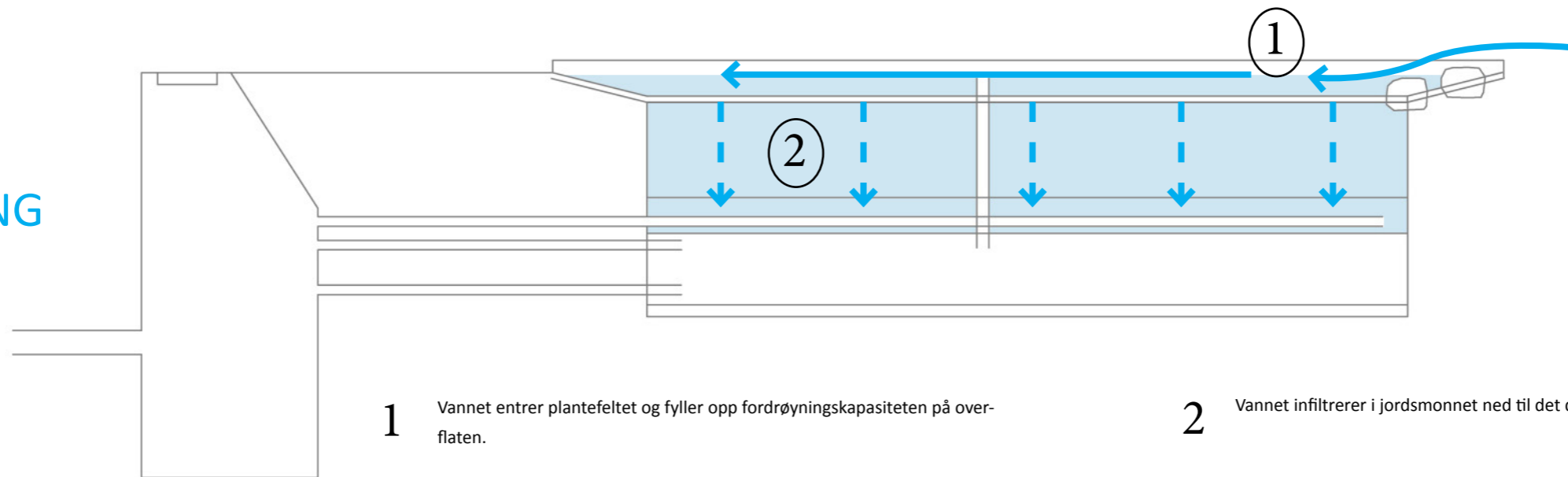


Figur 53: Eksempel på overvannskassetter. Til venstre: Q-bic fra Wavin. Til høyre: Pluvial Cube fra Helnor.



PRINSIPP FOR GJENNOMSTRØMNING

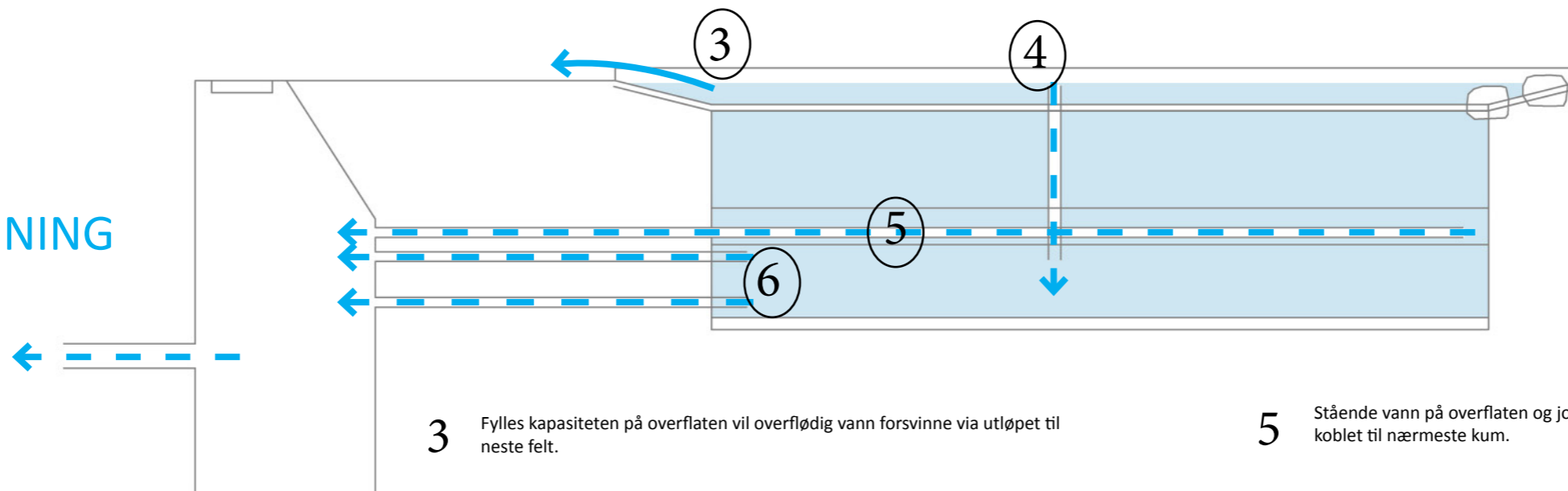
LITE AVRENNING



1 Vannet entrer plantefeltet og fyller opp fordrøyningskapasiteten på overflaten.

2 Vannet infiltrerer i jordsmonnet ned til det drenerende laget under.

MYE AVRENNING



3 Fylles kapasiteten på overflaten vil overflødig vann forsvinne via utløpet til neste felt.

5 Stående vann på overflaten og jordsmonnet vil sakte dreneres via et langsgående dreneringsrør koblet til nærmeste kum.

4 Ved stor vannføring vil også overløpet til magasinet tre i kraft. Plantefeltet vil fungere som et sandfang for magasinet ved at partikler sedimenteres på overflaten.

6 Magasinet tømmes via et kontrollert utløp eller et nødoverløp. Begge koblet til nærmeste kum.

Figur 54: Prinsipp for gjennomstrømning.

## BEPLANTNING

Vegetasjon langs vei gir en rekke utfordringer og det finnes ingen entydig oppskrift på hvilke planter som egner seg best. Artsvalget må gjøres ut fra de lokale forholdene på stedet og de vekstforholdene stedet gir. I dette prosjektet må artene kunne takle et fuktig miljø da plantene stadig vil ha stående vann rundt seg. Avrenningen stammer fra omkringliggende områder, inkludert vei, dette vil innebære at vannet er noe forurenset. Beskjeden trafikk indikerer for øvrig lite forurenset veivann, men salting vinterstid har vist seg å være problematisk for planter. Langs vei er veisalt, natriumklorid, uten tvil den forurensningen som gir størst skade på vegetasjon (Pedersen 1994). Det er ikke spesielt giftig, men hyppig salting av veiene vil kunne føre til høye saltkonsentrasjoner i jordsmonn. Skadene på plantene innebærer redusert pryddverdi, vekst og overlevelsessevne og varierer etter eksponeringsmåte, miljøforhold på stedet og artenes salttoleranse. Generelt er det høye forureningsverdier i smeltevann fordi det akkumuleres stoffer i snø over lang tid. Saltkonsentrasjonene kan da være svært høye, små vann og bekker er da særlig utsatt (Åstebøl et al. 1999).

Planter langs vei eksponeres for salt på to måter. De kan utsettes for saltsprut ved at saltholdig veivann virvles opp av passerende biler, dette øker med høy fart. Eller plantene tar opp saltet via røttene ved at saltholdig avrenning når rotsonen. Det er ofte ingen sammenheng mellom toleranse for saltsprut og toleranse for saltopptak via røttene, erfaringer viser stor variasjon hos arter. Generelt anbefales det å benytte arter som i størst mulig grad tolererer høye saltkonsentrasjoner og at det tas hensyn til hvilken eksponeringsmåte som er dominerende på stedet. Ved lave fartsgrenser forventes sprutskader å være små, men saltskader via opptak fra jorda er imidlertid et alvorlig problem (Amundsen 2008). I prosjektområdet er trafikken beskjeden og saltskader forbundet med saltsprut kan forventes å være liten. Stående vann i plantefeltene vil gi en situasjon hvor salteksponeringen i all hovedsak skjer via røttene hos plantene.

Det er behov for dokumentasjon som bedre beskriver effekter av saltpåvirkning og toleranse hos arter til bruk langs norske veier (ibid). Usikkerhet om hvilke arter som kan benyttes i plantefeltene gjør utvalg av vegetasjon vrient. Hvis hovedkriteriet for utvalget er arter som er salttolerante og trives i fuktige miljøer kan det være

naturlig å vurdere arter som vokser i lignende miljøer i naturen. Strandsumper er fuktige naturtyper med arter som tolererer høye saltkonsentrasjoner. Strandsump dannes på langgrunne, beskyttede strender med leire og silt i bunn. Dette er varmekjære vegetasjonstyper og er derfor godt utviklet på Sørøstlandet, i Fredrikstad finnes flere forekomster av strandsump. Typiske arter i strandsumpene er takrør og andre høytvoksende gress, starr og siv. Ofte er det mye brakkvann i disse områdene. (Wergeland Krog 1997).

Veg Tech tilbyr komplette vegetasjonssystemer for ulike formål, blant annet dammer. De har et bredt utvalg av vegetasjonsruller og –matter, pluggplanter og lignende. Dette er satt sammen av arter med felles krav til voksested. I dette utvalget tilbyr de blant annet salttolerante arter. Enkelte av artene er for kraftigvoksende for plantefeltene, for eksempel Takrør (*Phragmites australis*) som gjerne blir svært høyt. De artene som kan tenkes å være aktuelle er:

*Bolboschoenus maritimus* – Havsivaks  
*Iris pseudacorus* – Sverdliilje  
*Juncus conglomeratus* – Knappisiv  
*Juncus gerardii* – Saltsiv  
*Lythrum salicaria* – Strandkattehale  
*Triglochin maritimum* – Fjæresaulauk  
*Veronica longifolia* – Storveronika

Andre arter som kan tenkes å være salttolerante og takle et fuktig miljø er:

*Deschampsia caespitosa* – Sølvbunke og  
*Camassia leichtlinii* – Stjernehyasint.

## TRÆR OG BUSKER

Av salttolerante trær og busker er det noen som trives i fuktige miljøer:

*Alnus Glutinosa* 'Pyramidalis' – Svartor 'Pyramidalis'  
Sjelden mer enn 15 meter høyt enkelt- eller flerstammet tre. Krever noe fuktighet, men kan også klare seg i tørre områder og er generelt salttolerant. (Hansen 2008). 'Pyramidalis' har en smal krone. Erfaringer fra treforsøksparken har vist at denne sorten har rask etablering og relativt sterk vekst (Norsk institutt for skog og landskap 2009).

*Hippophaë rhamnoides* – Tindved

Vanligvis opp til 2 meter busk med tett, uryddig vekst og sprer seg med rotskudd, har også vært kjent å kunne bli hele 5 meter høy.

Oransjegule bær gjennom vinteren. Svært nøysom og tåler saltholdig jord (Hansen & Hansen 2007). Planteavstand anbefales å være 1 – 3 meter (Lønø et al. 2006).

*Salix spp* – pil og vier

Vokser gjerne naturlig i strandkanten under påkjenning av salt fra havet og der grunnvannet ofte står høyt (Hansen & Hansen 2007). De fleste *Salix*-arter trives best i jord med god tilgang på fuktighet og gode solforhold. Ofte har røttene en tendens til å søke seg til drenerør (Hansen 2008). De mest kraftigvoksende *Salix*-artene er ikke aktuelle, siden plantefeltene setter begrensninger for rotutvikling. Aktuelle arter for plantefeltene er:

*Salix alba* 'Chermesina' – Hvitpil 'Chermesina'

8 - 10 meter høyt tre med kjegleformet krone. Nøysomt og tåler høytstående grunnvann. Anbefalt planteavstand er 5 – 10 meter (Lønø et al. 2006).

*Salix fragilis* 'Bullata' – Skjørpil

10 – 12 meter høyt tre med avrundet krone, tåler høytstående grunnvann (Hansen & Hansen 2007) Hageselskapet anbefaler planteavstand mellom 5 og 10 meter (Lønø et al. 2006).

*Salix purpurea* – Rødpil

2 – 3 meter høy busk med opprett vekst og karakteristiske rødlig kvister. Nøysom og trives med høytstående grunnvann. Planteavstand 2 – 4 meter (Lønø et al. 2006).

*Salix* 'Brekka vier' – Vier 'Brekka vier'

2 – 3 meter høy med bred vekst (Hansen 2008). Tåler saltsprut fra vei og hard beskæring (Hansen & Hansen 2007). Planteavstand 2 -3 meter (Lønø et al. 2006).

*Taxus baccata* 'Overreynderi' – Europabarlind 'Overreynderi'

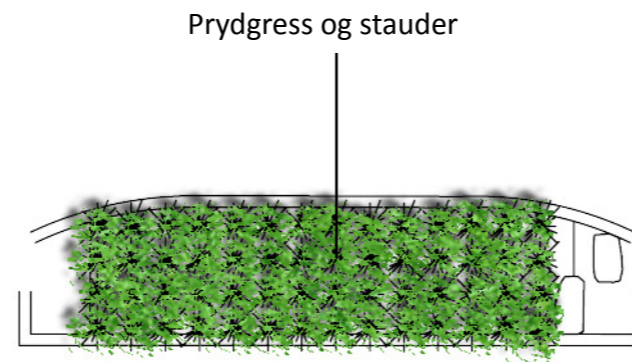
2 – 3 meter høy busk med bred, omvendt kjegleform. Skyggetålende, saltolerant og trives med god fuktighet i jorda (Litlere 2011).



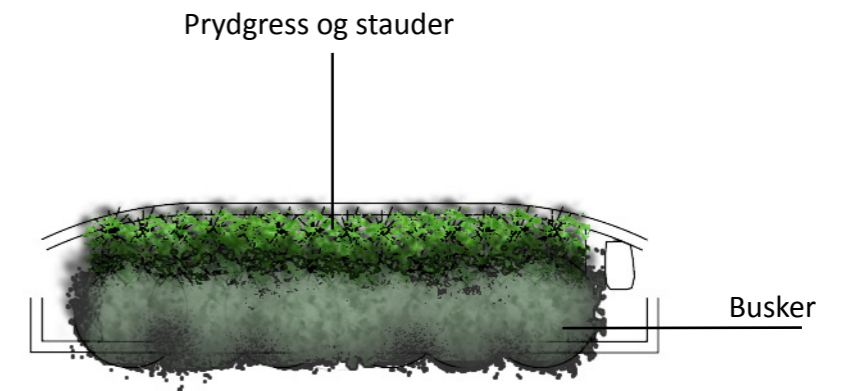
## BEPLANTNIGSPRINSIPPER

I feltene kan det være en kombinasjon av de utvalgte artene. Størrelse på feltene og situasjonen rundt, vil ha stor betydning for beplantningen. Et tre krever tilstrekkelig jordvolum for å få en god rotutvikling, samtidig vil et tre som blir 10 -15 meter høyt kreve mye plass over bakken også. Et stort tre er et flott landskapselement, men kan også være til irritasjon hvis det sperrer for utsikt eller skygger for kveldssola.

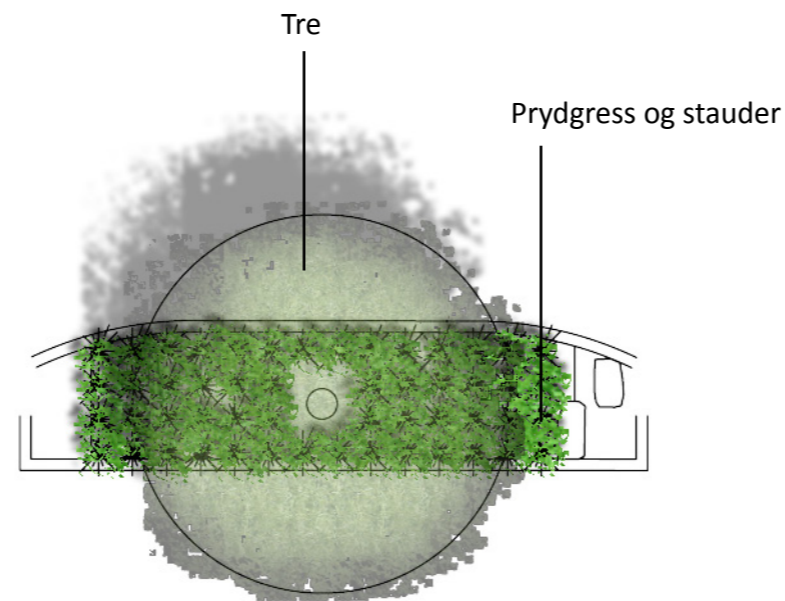
I tillegg til å være vakre innslag er beplantningen også viktig for å synliggjøre feltene. Siden det er innsnevring-er i kjørebanelen er det viktig at feltene synes for bilistene. Trær og busker vil synes godt på god avstand. Et felt med bare stauder og prydgress kan lett bli anonymt vinterstid og forsvinne under snøen. Stauder og prydgress er flotte sommerstid når de utfolder seg i all sin prakt, men visner hen om høsten og de døde restene blir ofte fjernet. Det kan være lurt å la restene stå til våren, med frost og rim kan det gi en stor pryddverdi selv om det ikke lenger er friskt og grønt. Det er dessuten viktig å la restene stå for plantenes egen del, restene hjelper å beskytte de overvintrende plantedelene mot barfrost, særlig prydgress er utsatt for råte ved at fuktighet trenger ned i de avskårne stråene (Månsson 2002).



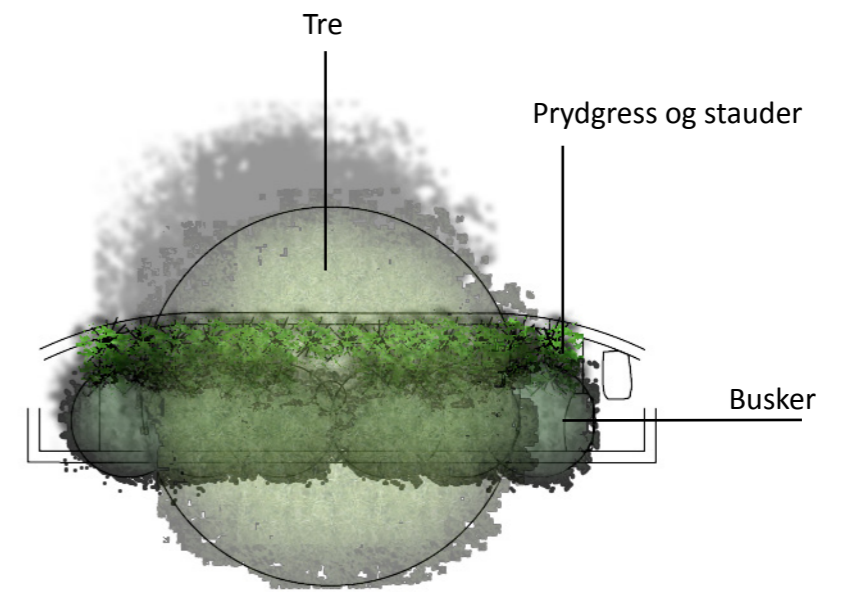
*Plantefelt med stauder og prydgress*



*Plantefelt med stauder, prydgress og busker*



*Plantefelt med stauder, prydgress og trær*



*Plantefelt med stauder, prydgress, busker og trær*

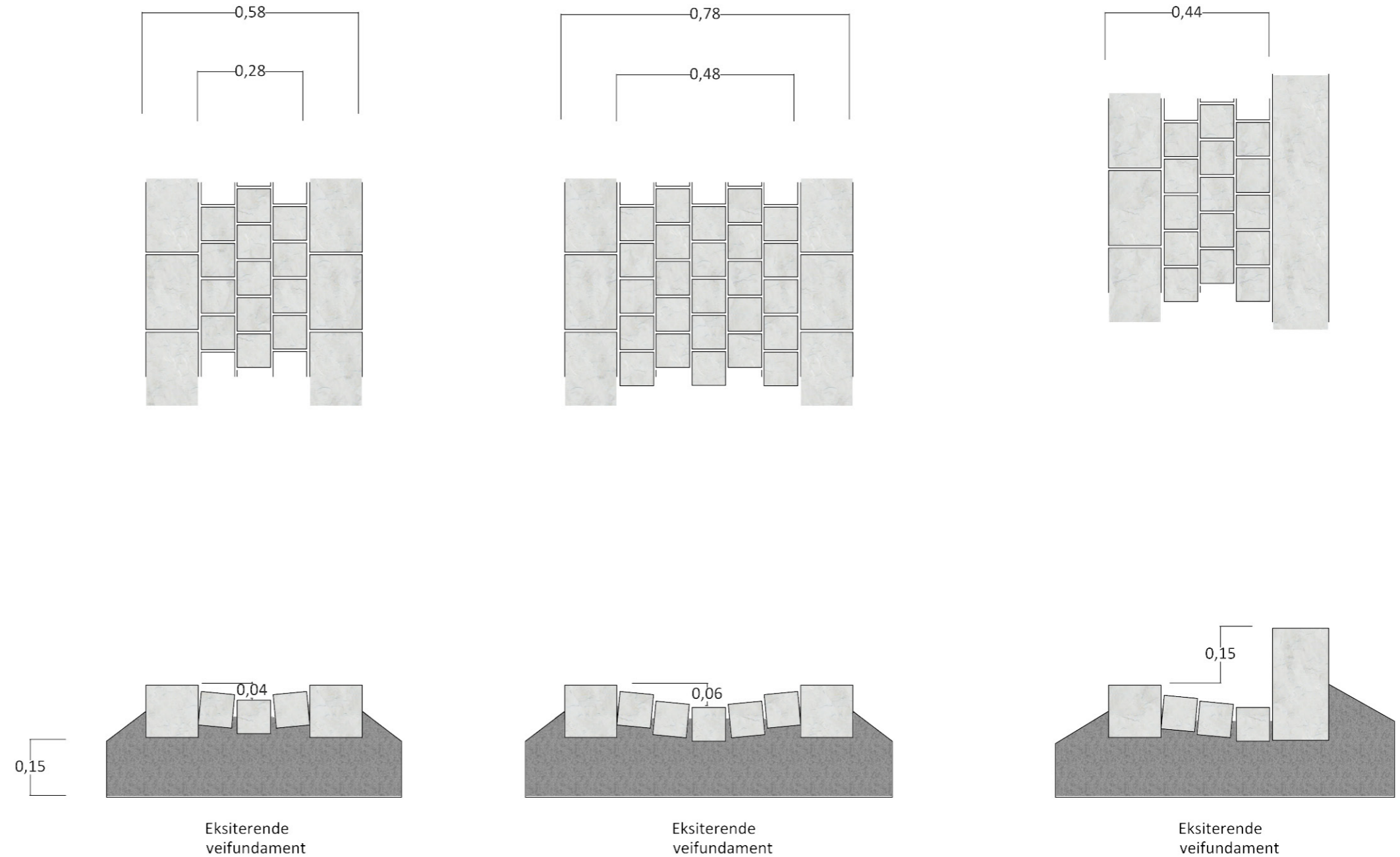
*Figur 55: Forslag til beplantningsprinsipper*

## ÅPEN RENNE LANGS VEI

Langs med veiene vil åpne overvannsrenner samle og lede vannet nedover dalbunnen. Det plasseres renner på begge sider av veibanen. Disse samler overflatevann fra omkringliggende områder samt veiene. Vannet ledes så trygt til nærmeste fordrøyningsfelt hvor det forsinkes en stund før det ledes videre langs neste renne. Oredalsveien og Christianlunds allé her begge et jevnt fall på ca 2 prosent. Dette betyr at overflatevannet enkelt kan ledes langs disse veiene. Også de fleste mindre veiene i området har et fall som kan utnyttes og vannet kan ledes via veiene ned til Oredalsveien.

Åpne renner er enkle å holde rene da de kan rengjøres maskinelt i samme operasjon som kjørebanelen. Åpne renner er å foretrekke fremfor lukkede, de er mer robuste i forhold til tilslamming, tetting av fremmedlegemer og isdannelse (Steffensen 2004). God funksjonalitet sikres i utformingen av profilet. Rennene er 4 til 6 cm dype og mellom 44 og 78 cm brede. Samtidig som de ikke skal være for smale for å sikre at de ikke tettes, må de heller ikke være for brede. For små renner vil lett tettes og flomme over, for store renner vil få vannet til å virke puslete og lite synlige. Rennene er enkle i formen, uten dekorative elementer som lett kan samle opp slam, løv og søppel og dermed tette for vannet.

Ved siden av å lede overflatevannet vil rennene gi veiene en klart definert avgrensning og en visuell oppgradering. Granitt er et slitesterkt materiale og vil holde seg godt, utseendemessig vil det bli finere med årenes løp etterhvert som tidens tann polerer overflaten og sliper vekk skarpe kanter.



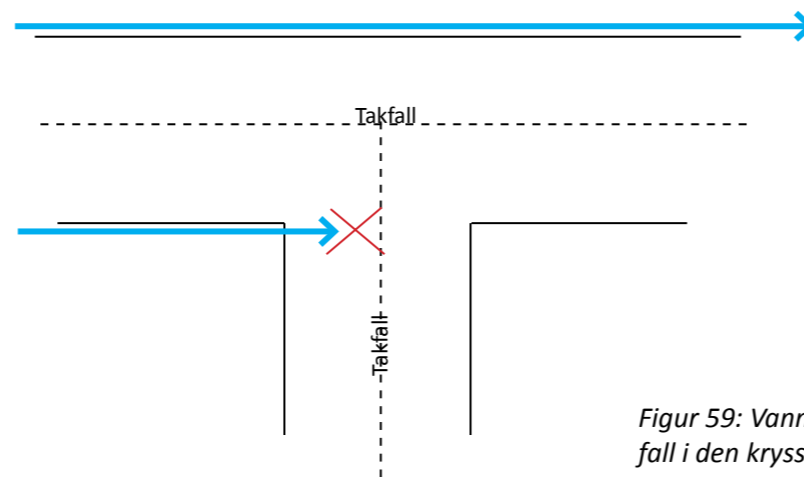
Figur 58: Renner i plan og snitt, 1:10.  
Rennen bygges av stor- og smågatestein satt i forbandt.  
Steinen støpes fast i en betongsåle og fuges med betong.



## LØSNINGER I VEIKRYSS

Veikryss byr på en utfordring på grunn av veienes tak- eller tverrfall. De åpne renne langs veibanene vil dermed møte et motfall og vannet stoppe opp.

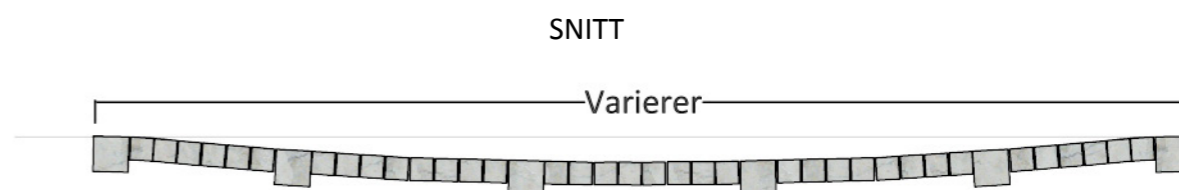
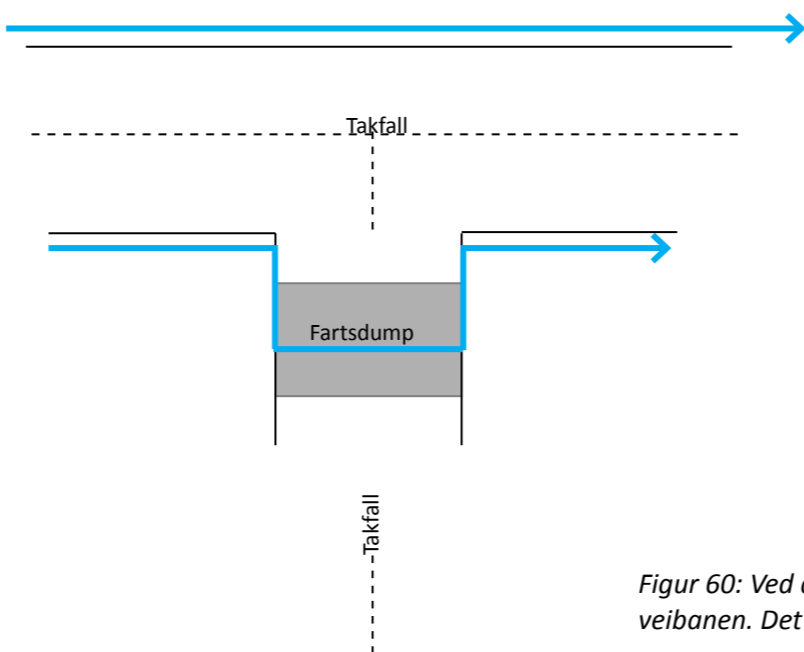
Dette kan løses på ulike måter ved ulike prinsipper.



Figur 59: Vannet vil stanse i krysset siden det møter et motfall i den kryssende veibanen.

### Alternativ 1: Fartsdump

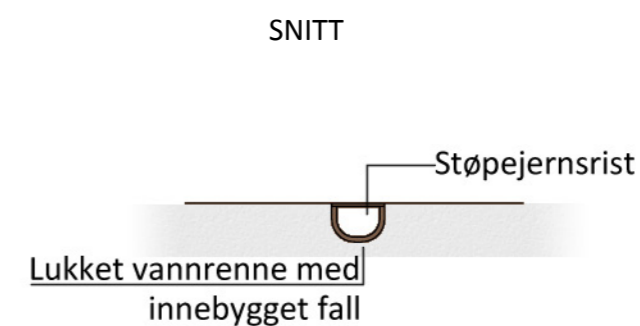
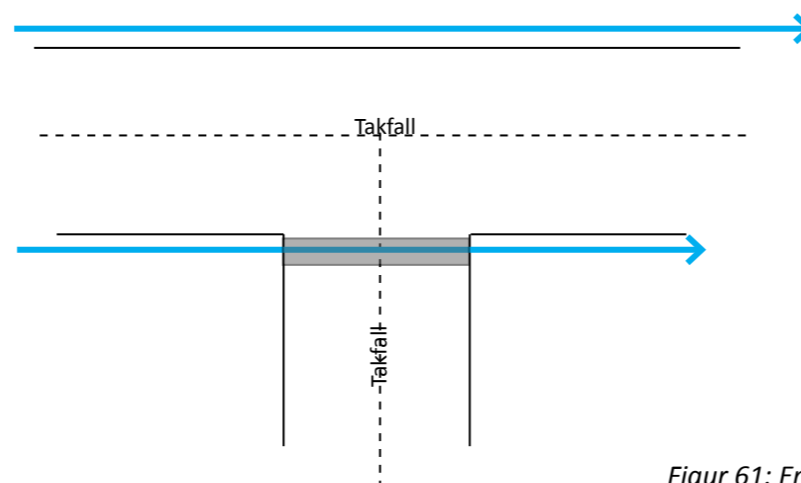
Vannet ledes over krysset via en forsenkning i veibanen. Denne kan kles med gatestein på samme måte som de åpne rennene. Fartsdumpen vil også ha en fartsreducerende effekt.



Figur 60: Ved å lede vannet til fartsdumpen kan det krysse veibanen. Det må imidlertid sørges for et fall i riktig retning.

### Alternativ 2: Lukket vannrenne

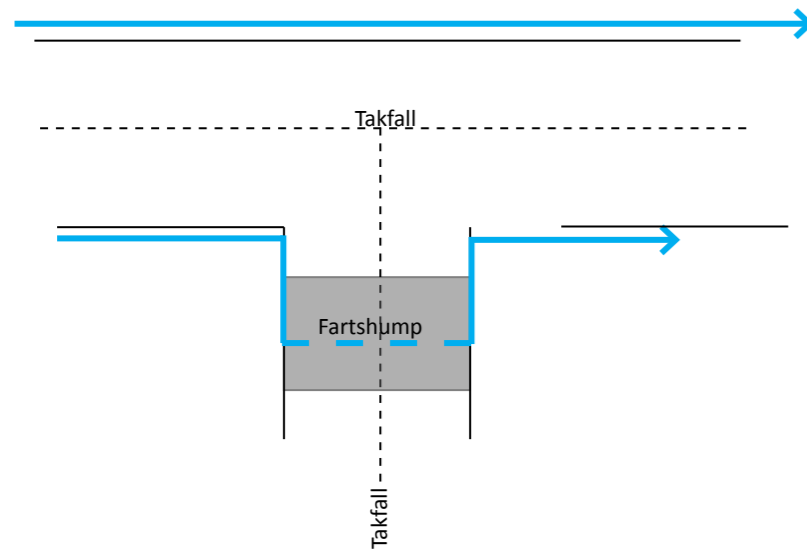
Vannet krysser veien via en renne som bygges ned i veilegemet og tettes i toppen med en rist. Rennen har selvfølgelig som leder vannet effektivt gjennom krysset.



Figur 61: En lukket vannrenne vil tenkelt lede vannet over den kryssende veien.

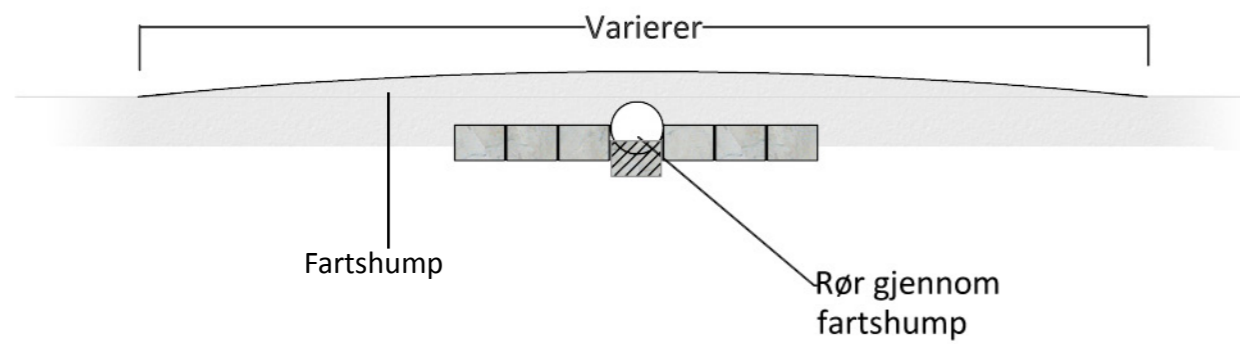
### Alternativ 3: Fartshump

Vannet ledes over krysset via et rør plassert i fundamentet til fartshumpen. Siden humpen bygges opp av veibanen gir det rom for et tverrgående rør i flukt med de åpne renne. Dermed kan vannet ledes enkelt fra en side av veien til den neste.

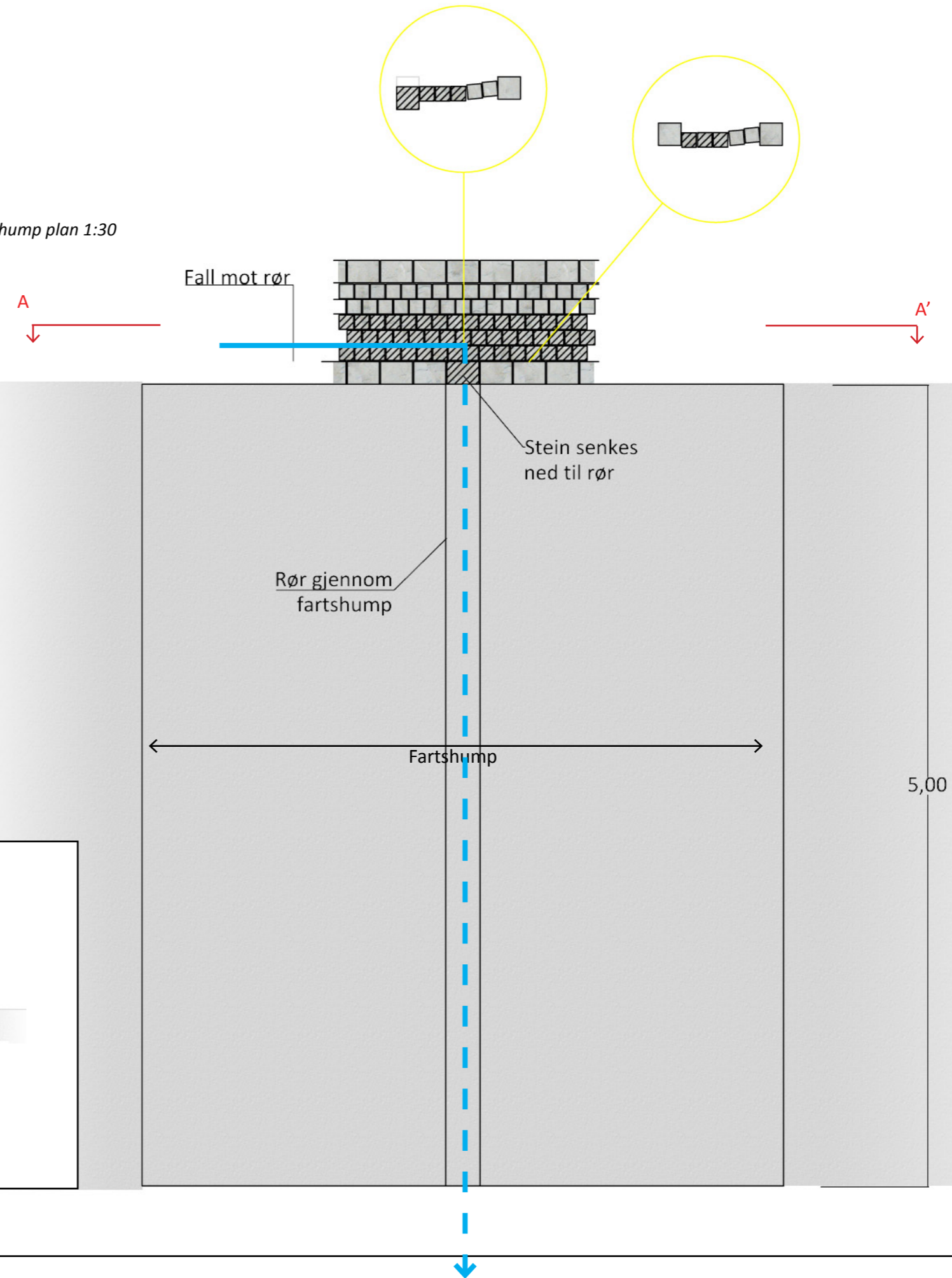


Figur 62: Prinsipp for løsning med fartshump.

Figur 63: Fartshump snitt A - A' 1:30



Figur 64: Fartshump plan 1:30





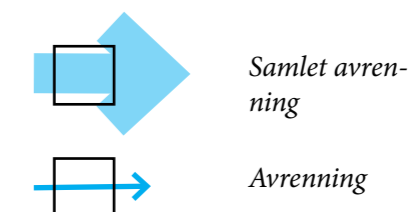
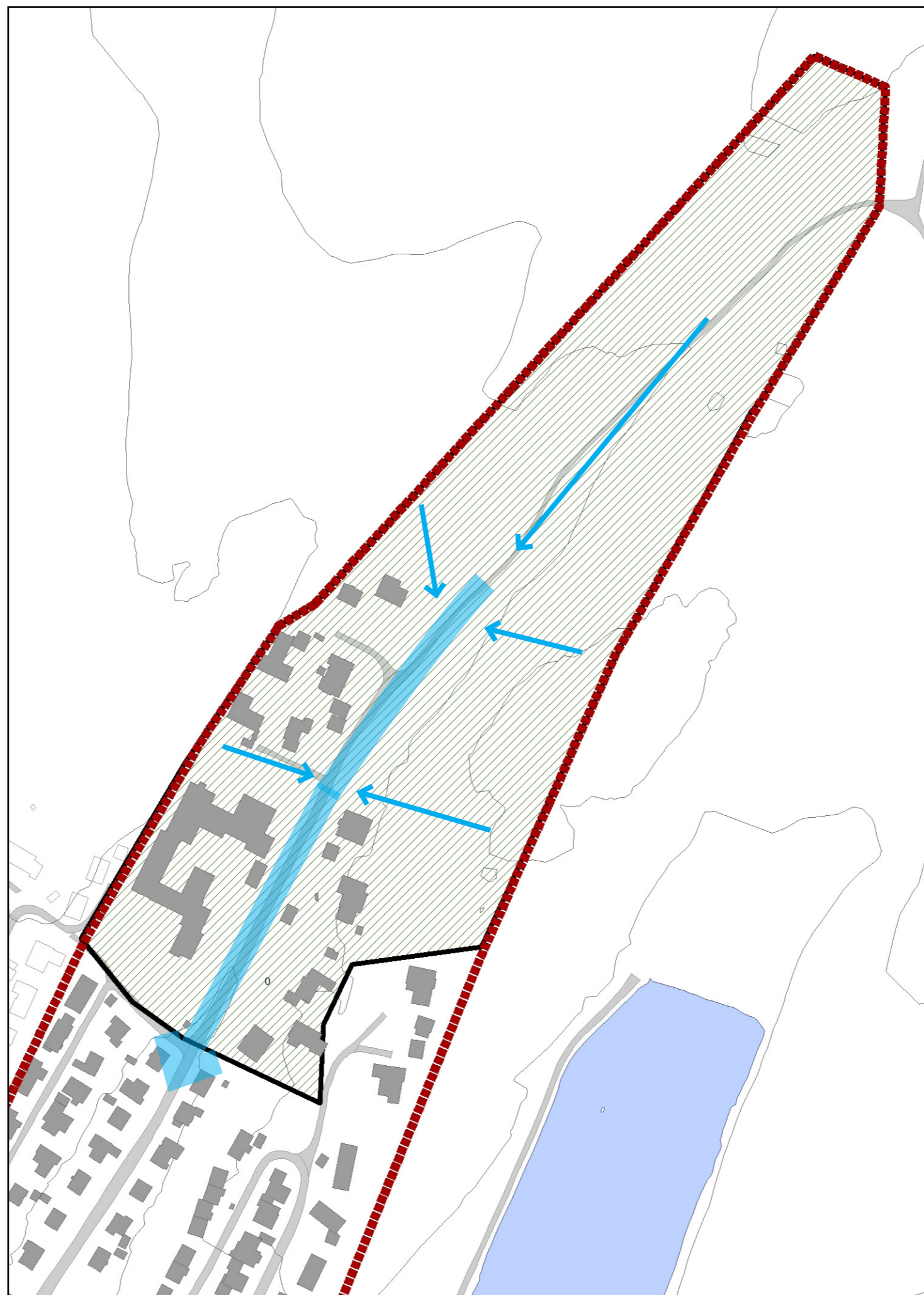


# 1 ØVRE OREDALSVEI

## PRINSIPP

Oredalsveien ligger lavest i terrenget og avrenning fra omkringliggende områder vil samles i åpne renner langs veien. Plantefelt langs veien samler vannet og fordrøyer det før det sakte ledes videre.

Denne delen av Oredalsveien mater sykehuset og en håndfull boliger. Det vil dermed være rimelig å klassifisere den som en adkomstvei. Dagens veibredde på 5 meter kan dermed reduseres til 4 meter i henhold til Statens vegvesens standard for adkomstvei.



Figur 65: Prinsipp for overvannshåndteringen i område 1.

0 25 50 100 150 200 Meters

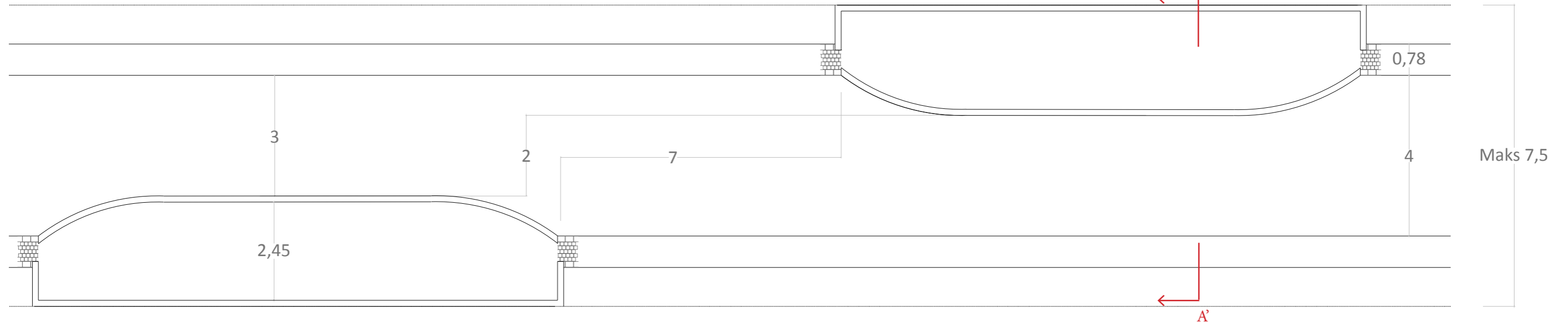




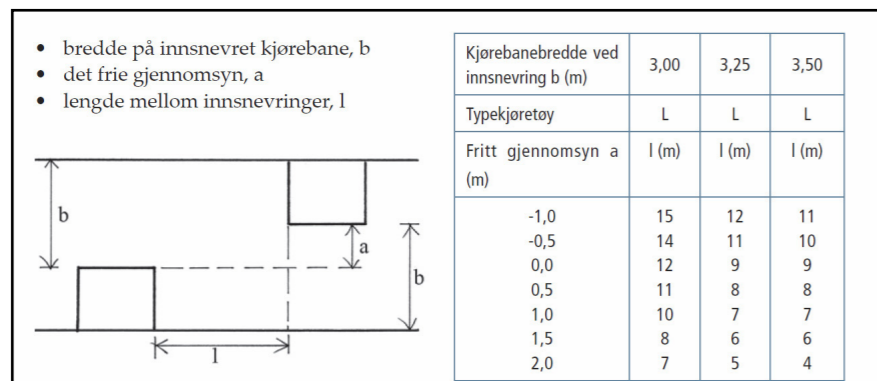
Figur 67: Prinsipp for teknisk utforming av tiltak i område 1. Plan 1:100

TEKNISK BESKRIVELSE

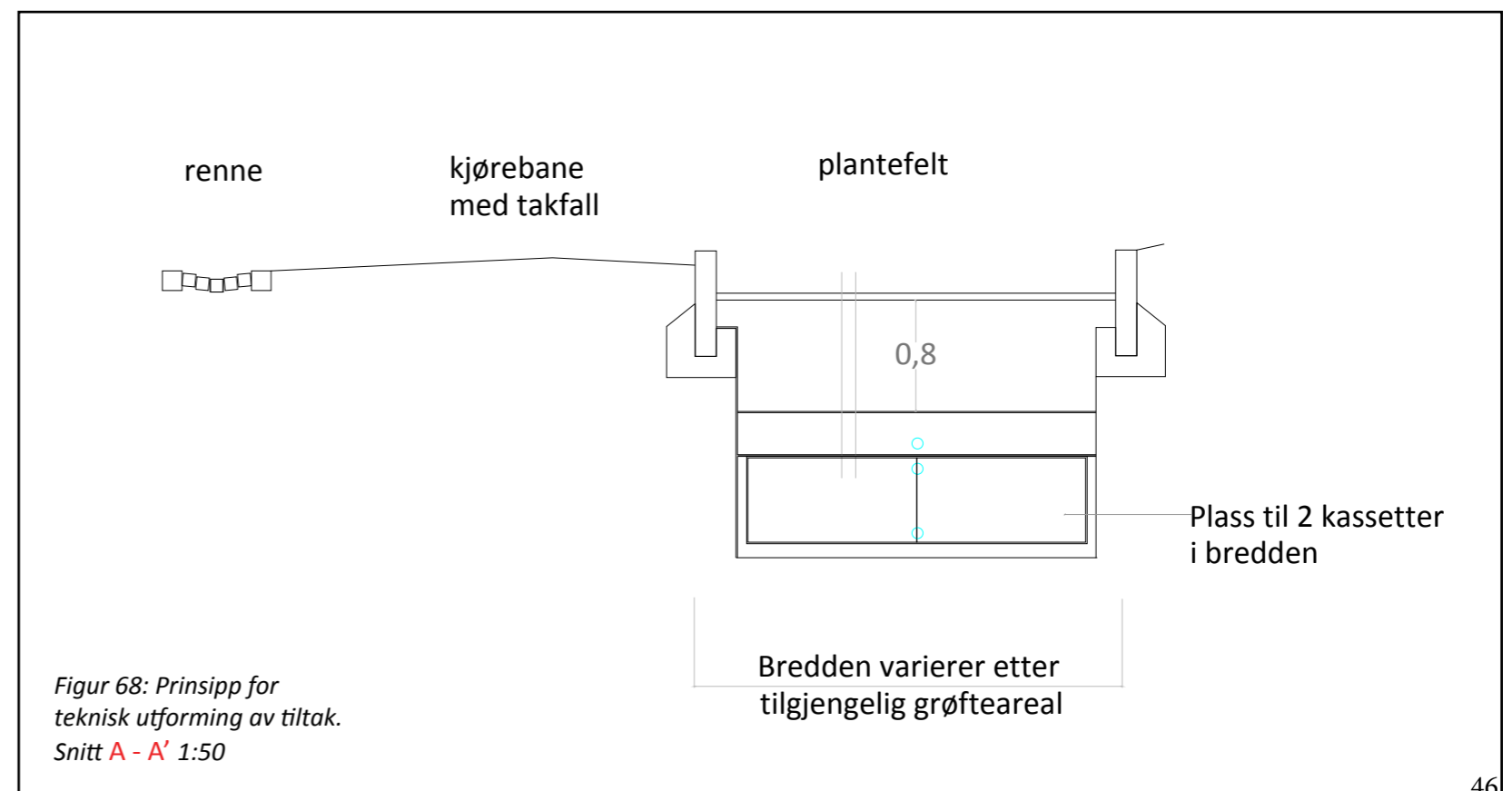
Tegningene viser hvordan tiltakene kan utformes i område 1, gitt situasjonen i denne delen av prosjektområdet.



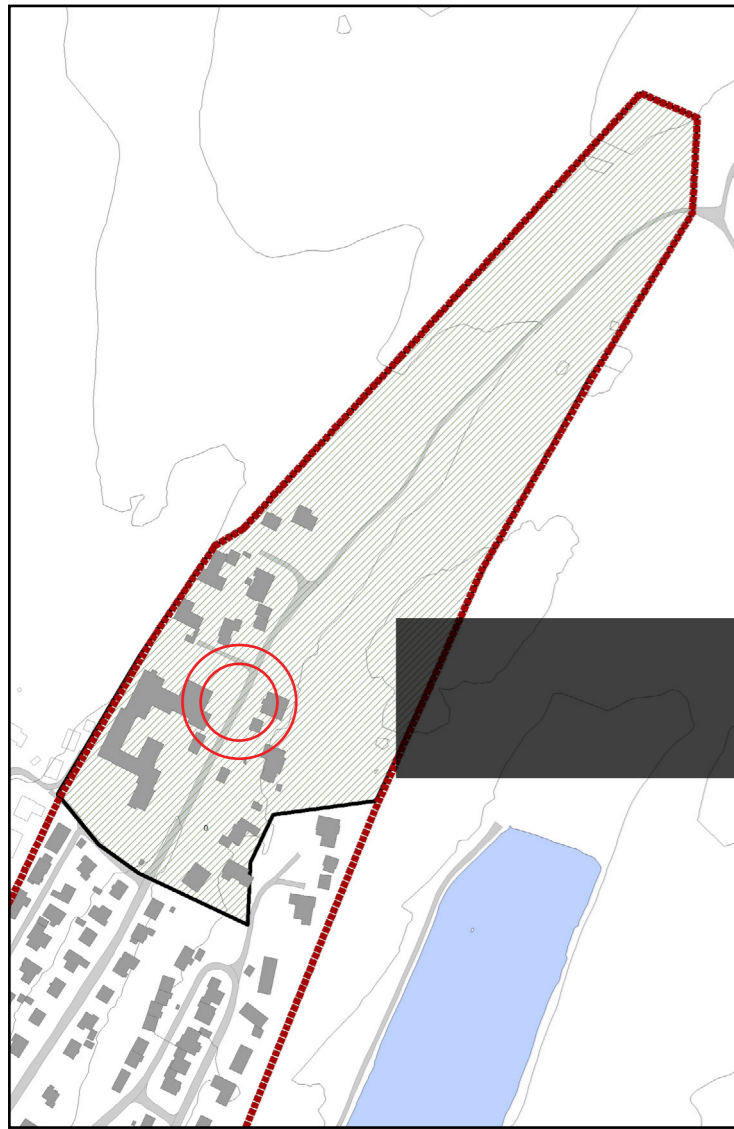
Kjørebane i denne delen av Oredalsveien reduseres fra 5 meter til 4 meter, veiskulderen utstyres med åpne, steinsatte renner, hver 78 cm bred.  
 Veibanen innsnevres fra to til ett kjørefelt ved feltene, det vil si 3 meter kjørebane.  
 Avstanden mellom feltene er 7 meter etter figur xx, ved fritt innsyn mellom feltene på 2 meter.  
 I dette delområdet er det stedvis mye grøfteareal som kan innlemmes i feltene. Dette er gunstig siden store felter gir mye fordrøyningspotensial.



Figur 66: Tabell for dimensjonering av innsnevring til ett kjørefelt og sideforskyvning (Kilde: Statens vegvesen 2006)



Figur 68: Prinsipp for teknisk utforming av tiltak. Snitt A - A' 1:50



#### ILLUSTRASJONSPLAN

Planen viser et eksempel på hvordan feltene kan se ut i dette delområdet. Det er her vist to felt, men det kan enkelt plasseres flere felt langs med veien.

Feltene er relativt romslige og det er nok jordvolum til å kunne plante trær. Under trekronene kan det plantes inn stauder og prydgress og eventuelt busker.



Innløp

Alnus Glutinosa 'Pyramidalis'  
Svartor 'Pyramidalis'

Åpen renne

Undervegetasjon av stauder og prydgress

Utløp

Eksisterende kjørebane

En del av eksisterende grøft innlemmes i plantefeltet for å få mer volum

Figur 69: Plan for tiltak i område 1.



1:200





Figur 70: Systemet vil styrke den visuelle karakteren til Ore-dalsveien og definere gateløpet i større grad enn før. Trekronene vil skape et rom og gi en lun atmosfære som gjør det mer tiltalende for de myke trafikantene.



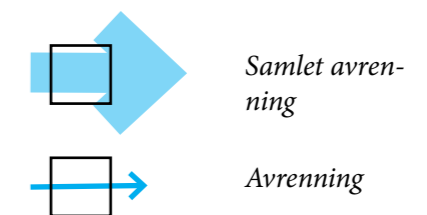
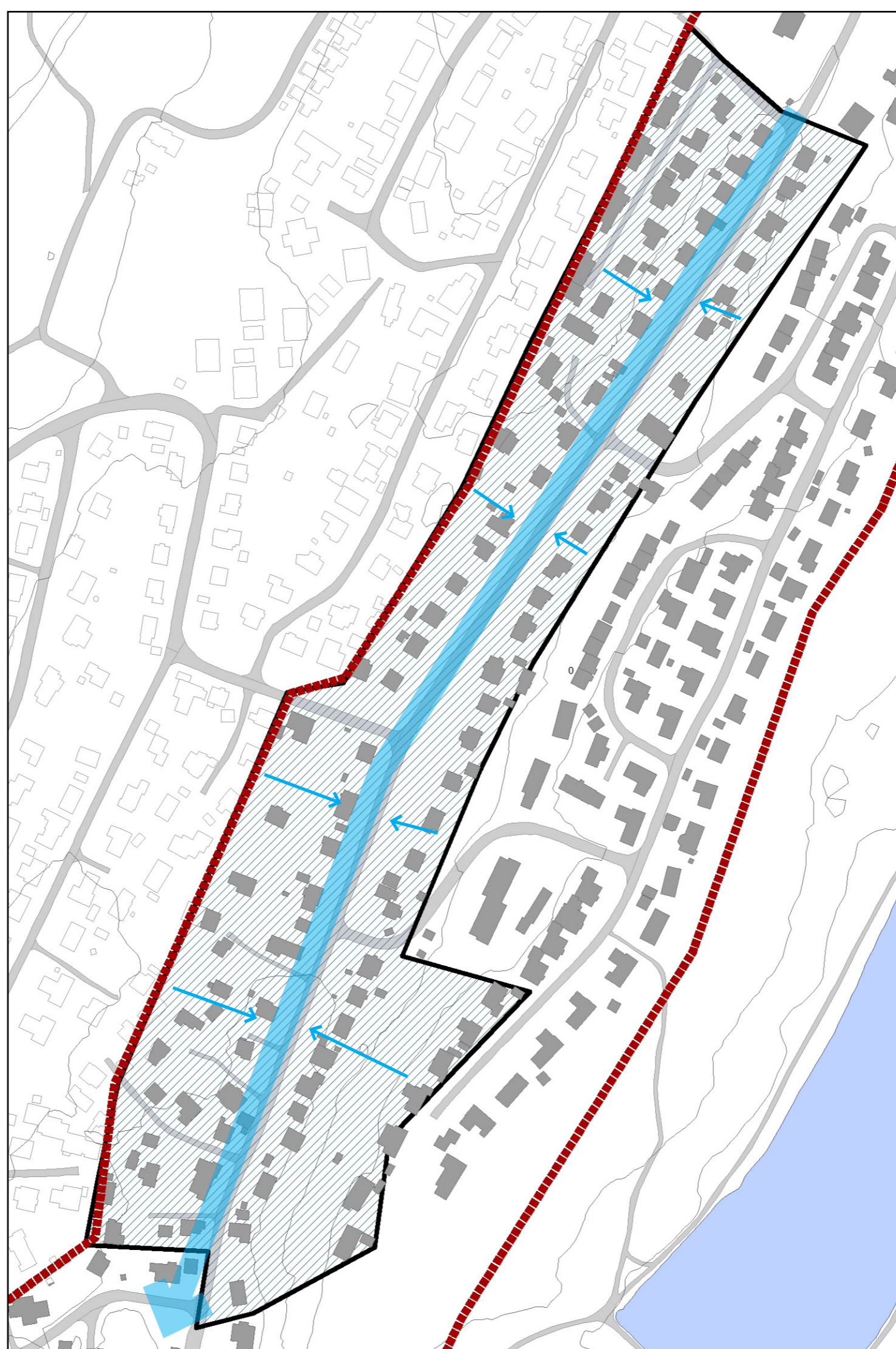


## 2 MIDTRE OREDALSVEI

### PRINSIPP

Oredalsveien er den sentrale transportåren og tar i mot avrenningen fra områdene rundt samt vann fra område 1 og 3.

Denne delen av Oredalsveien mater flere boliger og bør klassifiseres som samlevei. Veien beholdes derfor som den er med 5 meter kjørebane.



Figur 71: Prinsipp for overvannshåndteringen i område 2

0 25 50 100 150 200 Meters

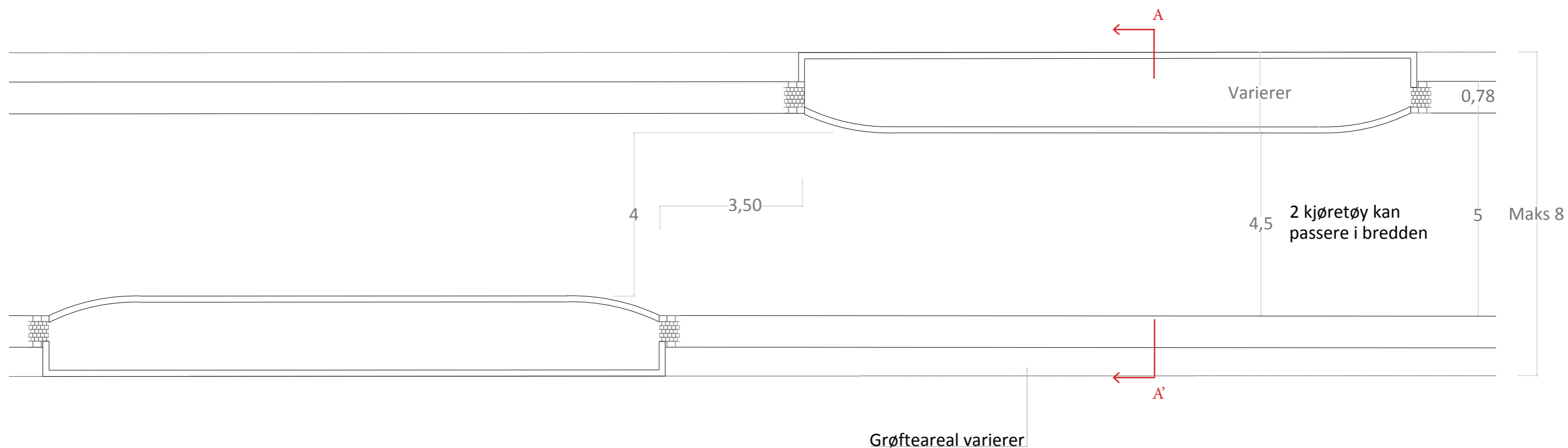
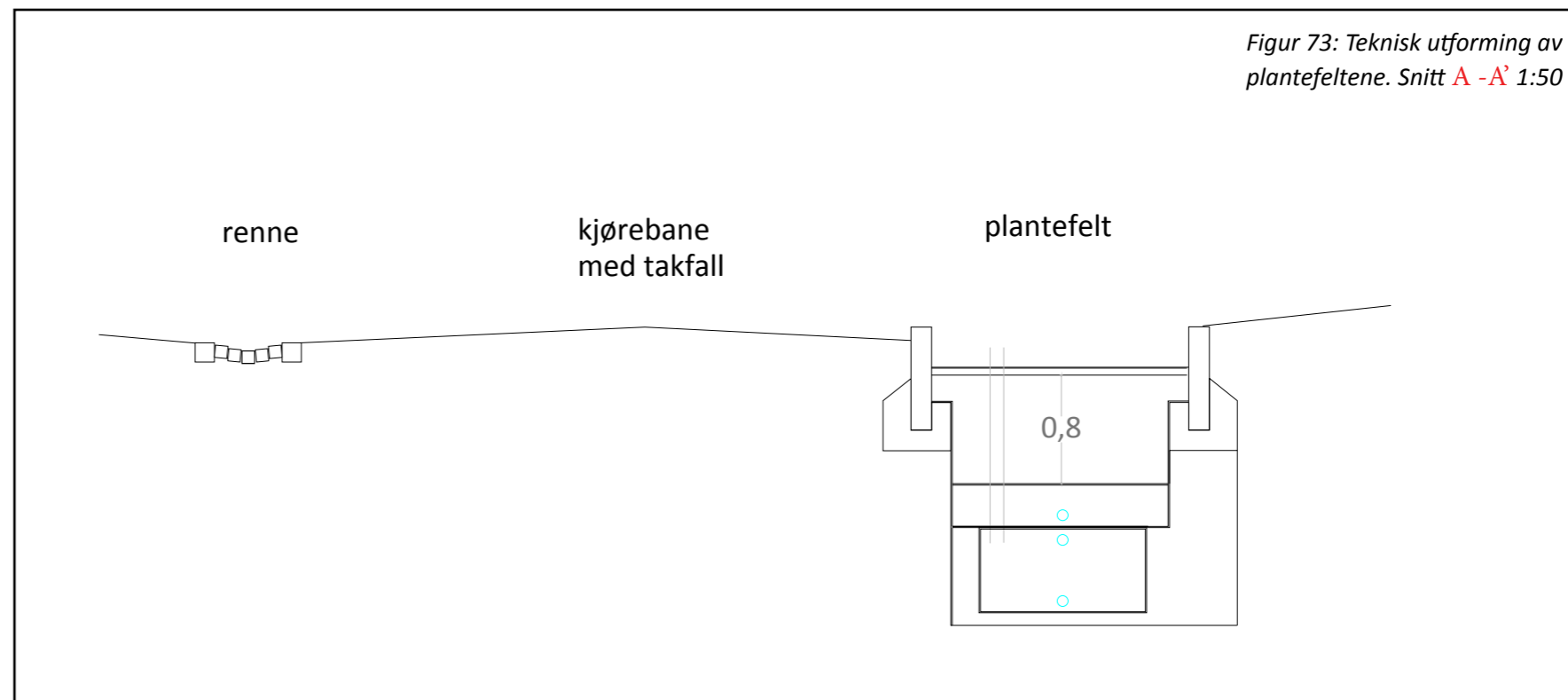


#### TEKNISK BESKRIVELSE

Gitt mer trafikk langs denne delen av Oredalsveien tas det hensyn til dette i utformingen. Tiltaket er ment å ha en fartsreducerende effekt og skal ikke stanse trafikken. Innsnevringene gir 4,5 meters veibredde, dette gjør at 2 små kjøretøy kan passere hverandre.

Feltene plasseres med 3,5 meters mellomrom gitt 4 meters fritt gjennomsyn. Dette er gjort utifra en fri utvidelse av tabell i figur 66 i mangel på bedre retningsgivende dimensjoneringsgrunnlag.

Feltene bredde vil variere etter hvor mye grøfteareal som kan integreres i feltet. Generelt er det mer tilgjengelig grøfteareal sørvest i delfeltet.

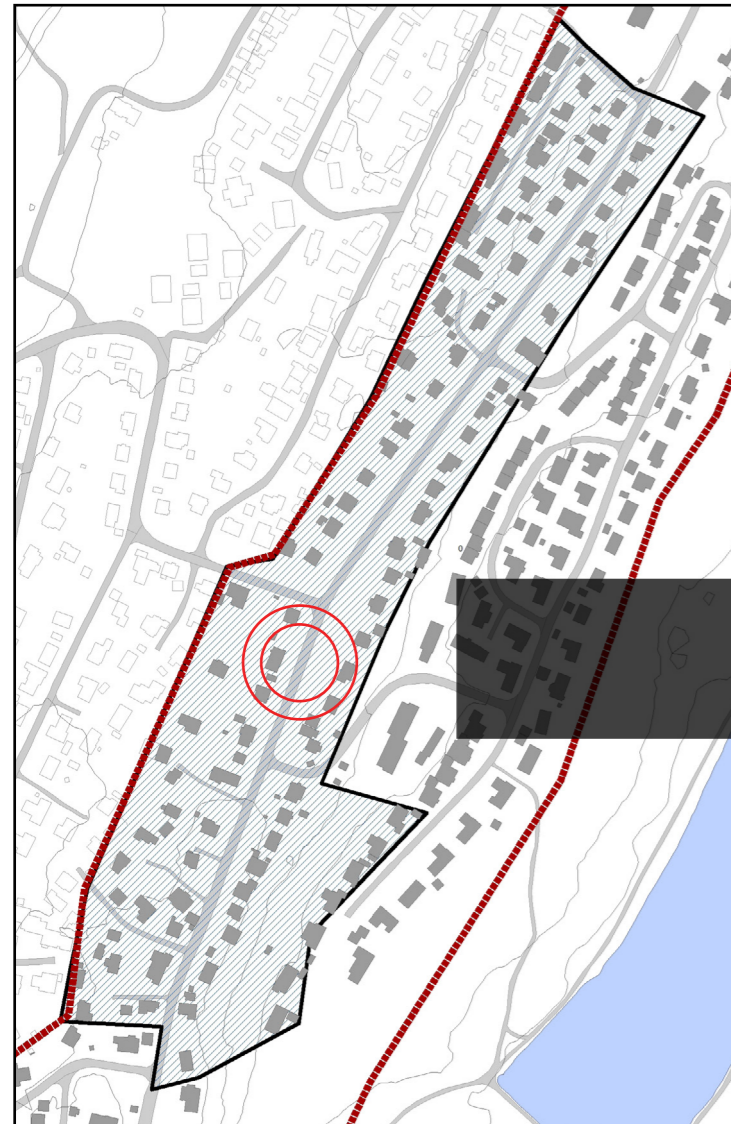


Figur 72: Teknisk utforming av plantefeltene i område 2.  
Plan 1:100



### ILLUSTRASJONSPLAN

Siden feltene er smale setter dette begrensninger for vegetasjonsvalget. I dette eksempelet er det kun aktuelt med busker, stauder og prydgress. Dette vil likevel være nok til å gi feltene et grønt uttrykk og ønsket volum så de gjør seg gjeldende i gatebildet.



Utløp



Innløp

Vier 'Brekkvier' eller Rødpil

Stauder og prydgress

Åpen renne

Figur 74: Plan for eksempelutforming i område 2



1:200





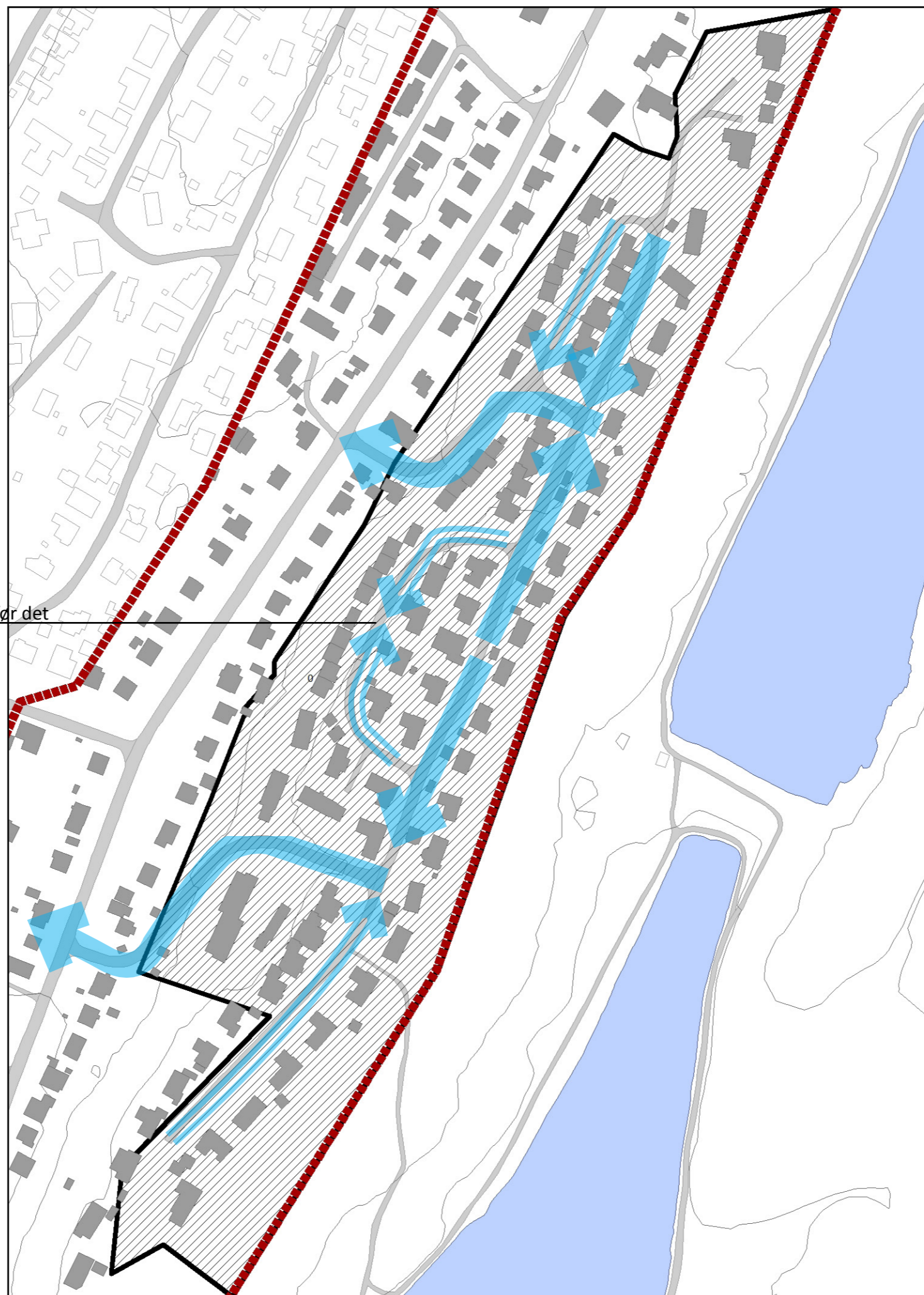
# 3 OREDALSÅSEN

## PRINSIPP

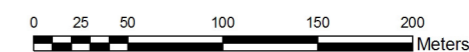
Avrenningen samles langs veiene i åpne renner og fordrøyes i langsgående felter. Etterhvert ledes vannet ned til Oredalsveien og delområde 2. Oredalsbuen er et unntak da vannet her møter en blindvei. Avrenningen herfra vil fordrøyes i et plantefelt før det ledes inn på det eksisterende avløpsnett.

Veiene her kan klassifiseres både som adkomstvei og samlevei.

Oredalsbuen: Vannet forsinkes før det føres inn på avløpsnett

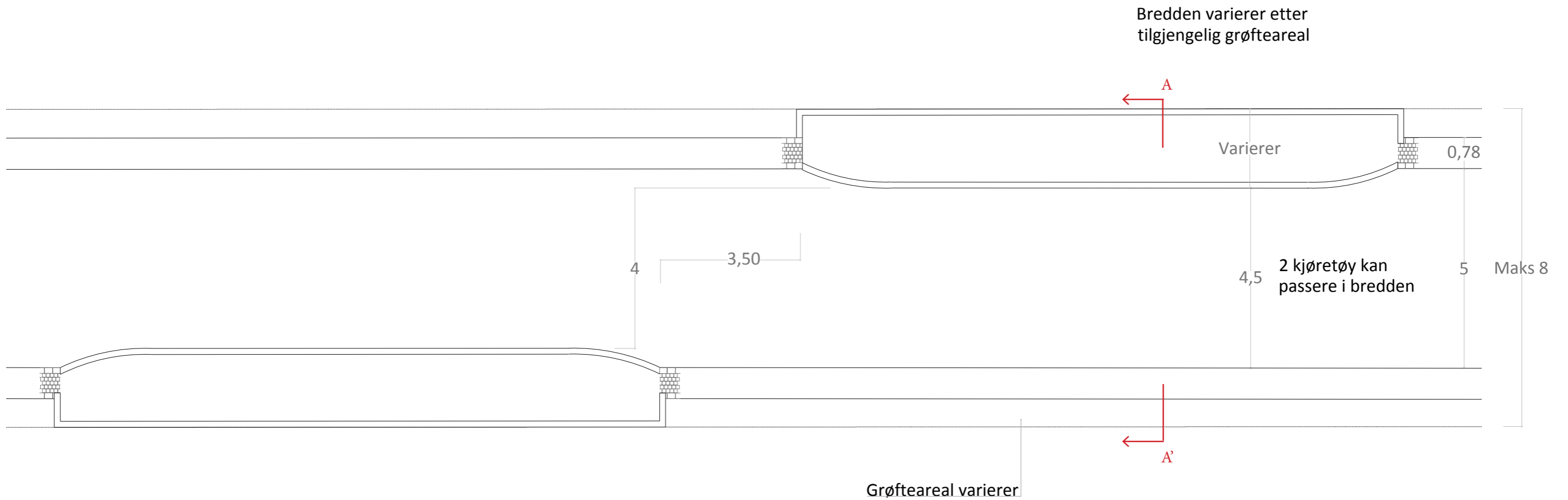
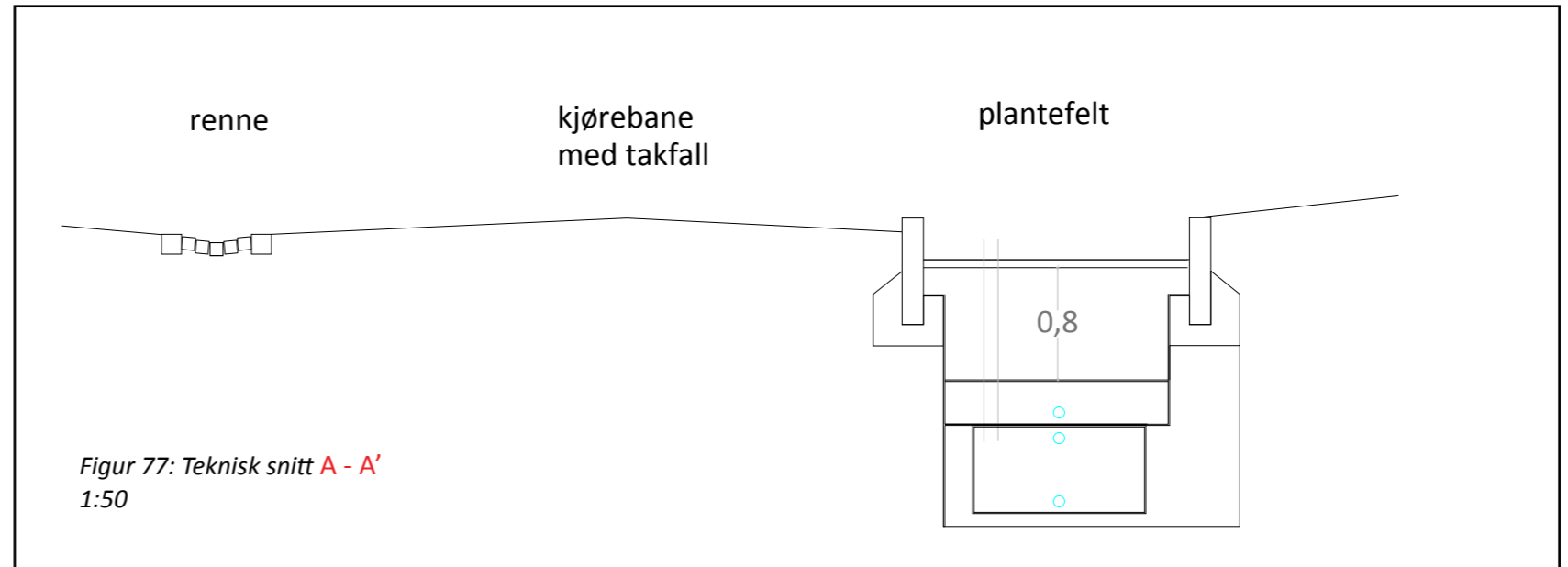


Figur 75: Prinsipp for overflateavrenningen



TEKNISK BESKRIVELSE AV TILTAK I SAMLEVEI

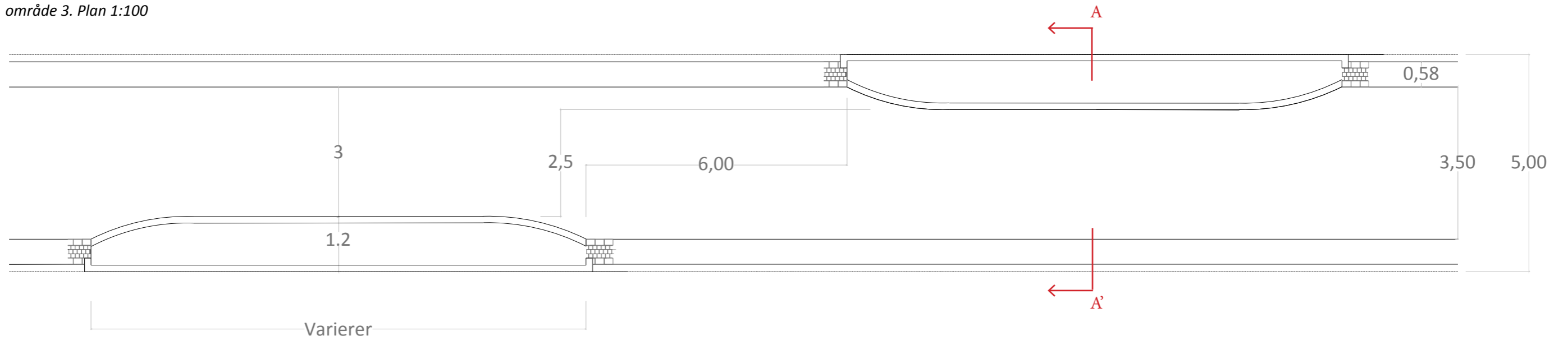
Veiene gis 5 meter kjørbane og innsnevres periodevis til 4,5 meter på samme måte som i delområde 2. I motsetning til 2 er det her stedvis svært brede grøfter som gir rom for plantefelt opp mot 2 meter i bredden. Felte-  
tene gis et 80 cm dypt lag vekstjord og tillater dermed planting av trær.



Figur 76: Teknisk utforming av plantefeltene i samlevei-er i område 3. Plan 1:100



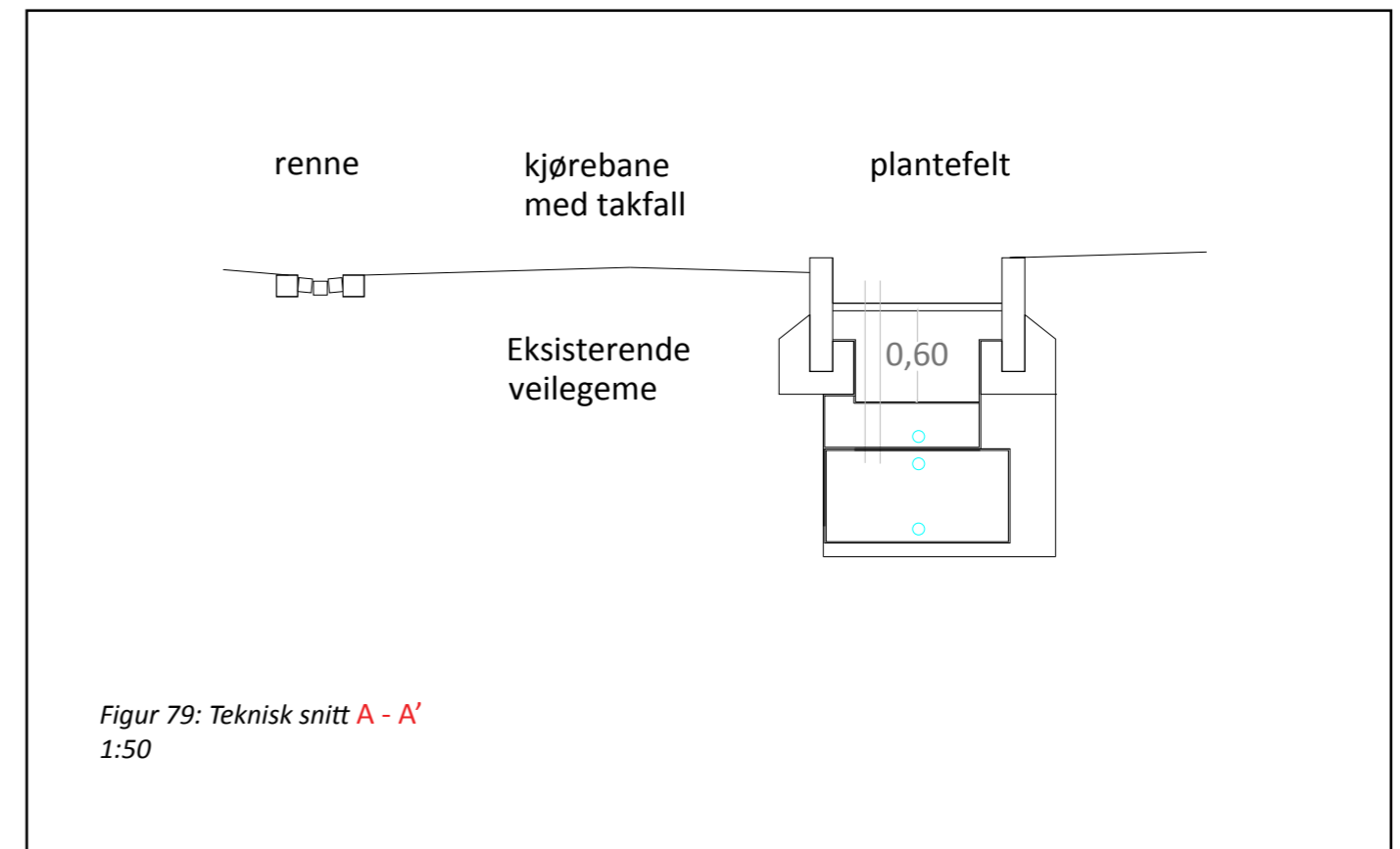
Figur 78: Teknisk utforming av plantefeltene i adkomstveier i område 3. Plan 1:100

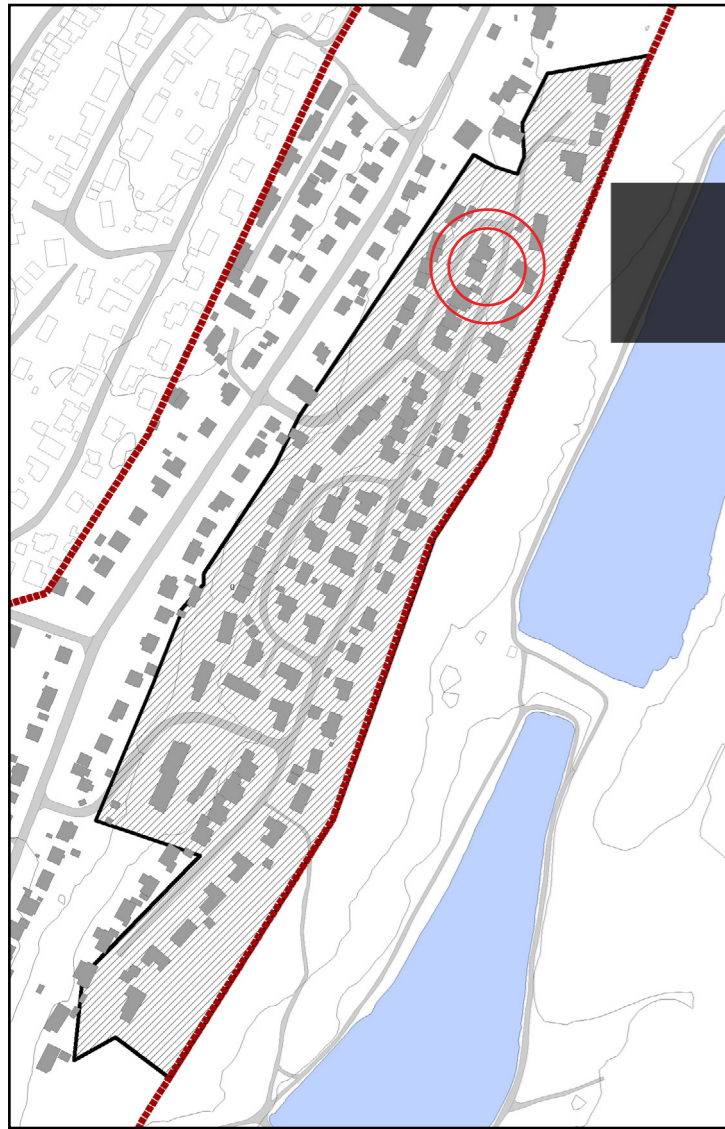


#### TEKNISK BESKRIVELSE AV TILTAK I ADKOMSTVEIER

Kjørebane settes til 3,5 meter det bygges åpne renner på hver side, per 58 cm brede. Kjørebane innsnevres periodevis fra to til ett kjørefelt på 3 meter. Avstanden mellom feltene er satt til 6 meter, gitt 2,5 meters fritt gjennomsyn. Dette er en forlengelse av tabellen i figur 66.

Jorddybden i plantefeltene er 60 cm og feltene egner seg ikke for trær.





### ILLUSTRASJONSPLAN

Til venstre er veien dimensjonert som adkomstvei. Feltene er ca 1 meter brede og foreslås hovedsaklig beplantet med stauder og prygress. Til høyere er veien dimensjonert som samlevei og feltene er ca 2 meter brede. Dette gir rom for trebeplantning. Det er imidlertid ikke mer jordvolum enn at det bør begrenses til 1 tre per felt. Ved lengre felt kunne det vært aktuelt med flere trær i ett felt.



Stauder og prygress

Åpen renne

Vier 'Brekkavier\*' eller Rødpil

Hvitpil 'Chermesina' eller Skjørpil

Figur 80: Plan over mulig utforming i delområde 3.



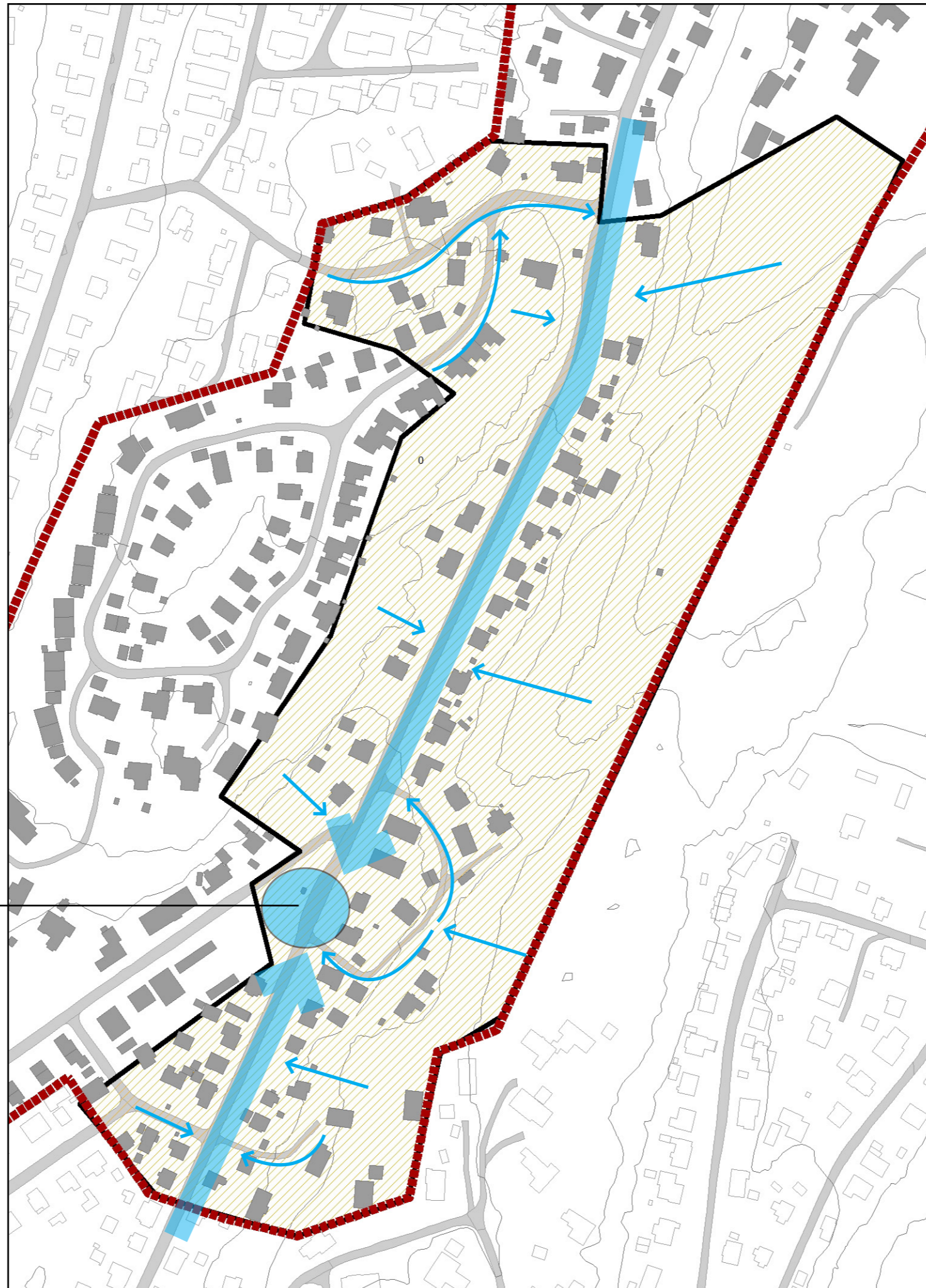




# 4 NEDRE OREDALSVEI

**PRINSIPP**  
Området mottar vann fra delområde 1, 2 og 3. Vannet ledes i åpne renner langs Oredalsveien og tar imot avrenning fra sidearealer. Veien utstyres med plantefelt for fordrøyning og etterhvert ender vannet i en overvannsdam sørvest i delområdet. Denne delen av Oredalsveien er noe brattere enn ellers og feltene vil derfor måtte utformes på en måte som tar hensyn til dette.

Overvannsdam



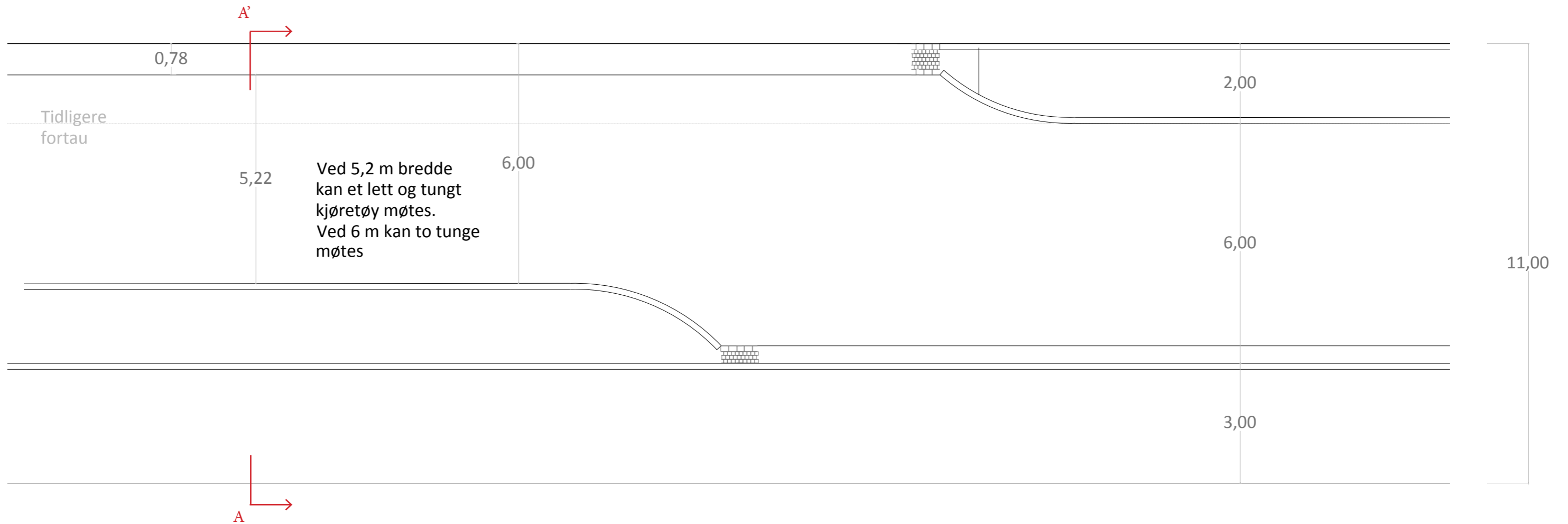
Figur 81: Prinsipp for overvannshåndteringen i område 4

0 25 50 100 150 200 Meters



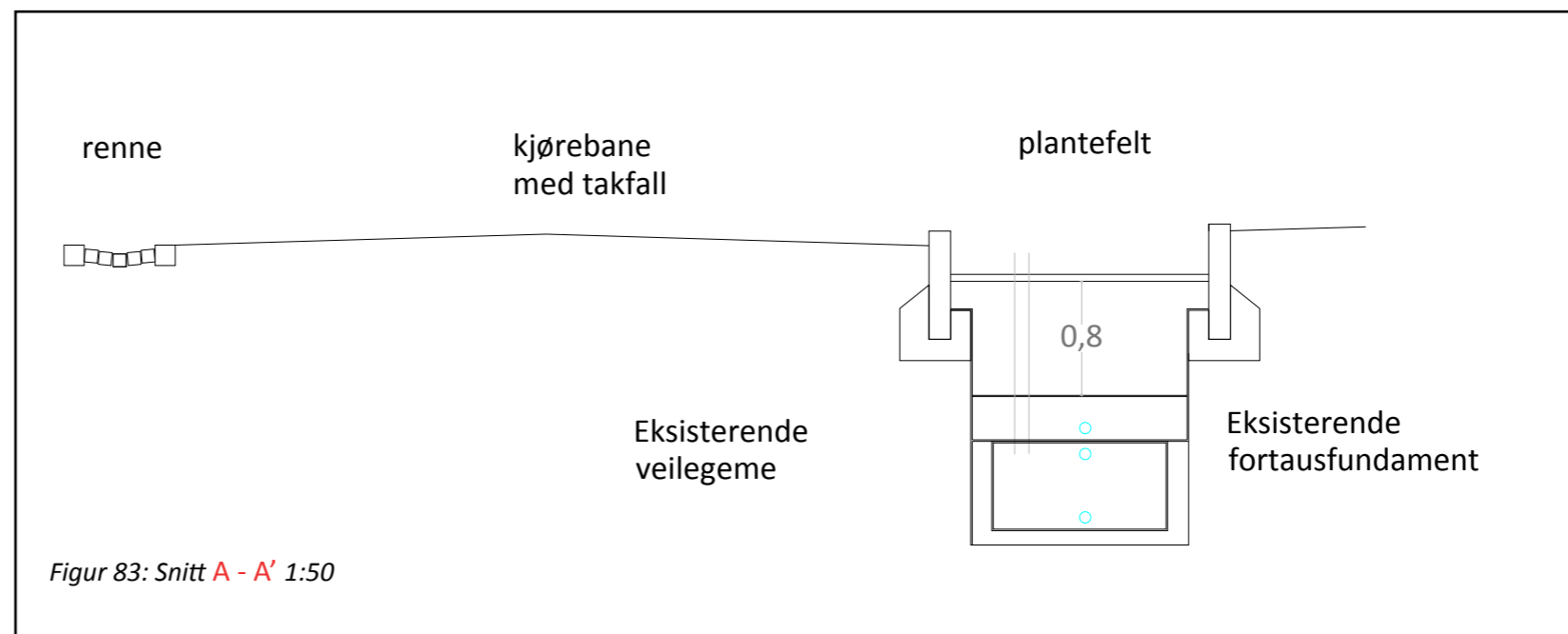


Figur 82: Prinsipp for teknisk utforming av tiltaket i område 4. Plan 1:100

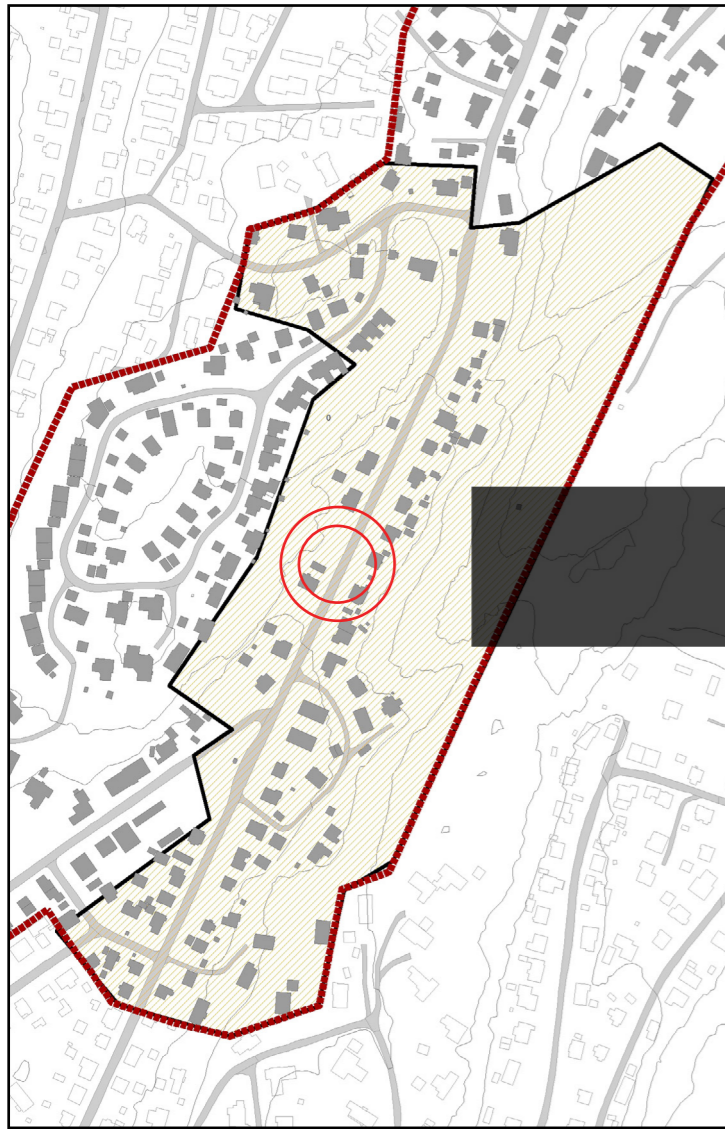


#### TEKNISK BESKRIVELSE

Veien dimensjoneres som samlevei med 5,5 meter kjørebane. Fortau reduseres til en side for å frigi nødvendig areal til langsgående plantefelt. Det forutsettes at ensidig fortau er tilstrekkelig for området. I henhold til Statens vegvesens håndbok 017 kan områder med arealknapphet utstyres med ensidig fortau (Veg- og gateutforming 2008).







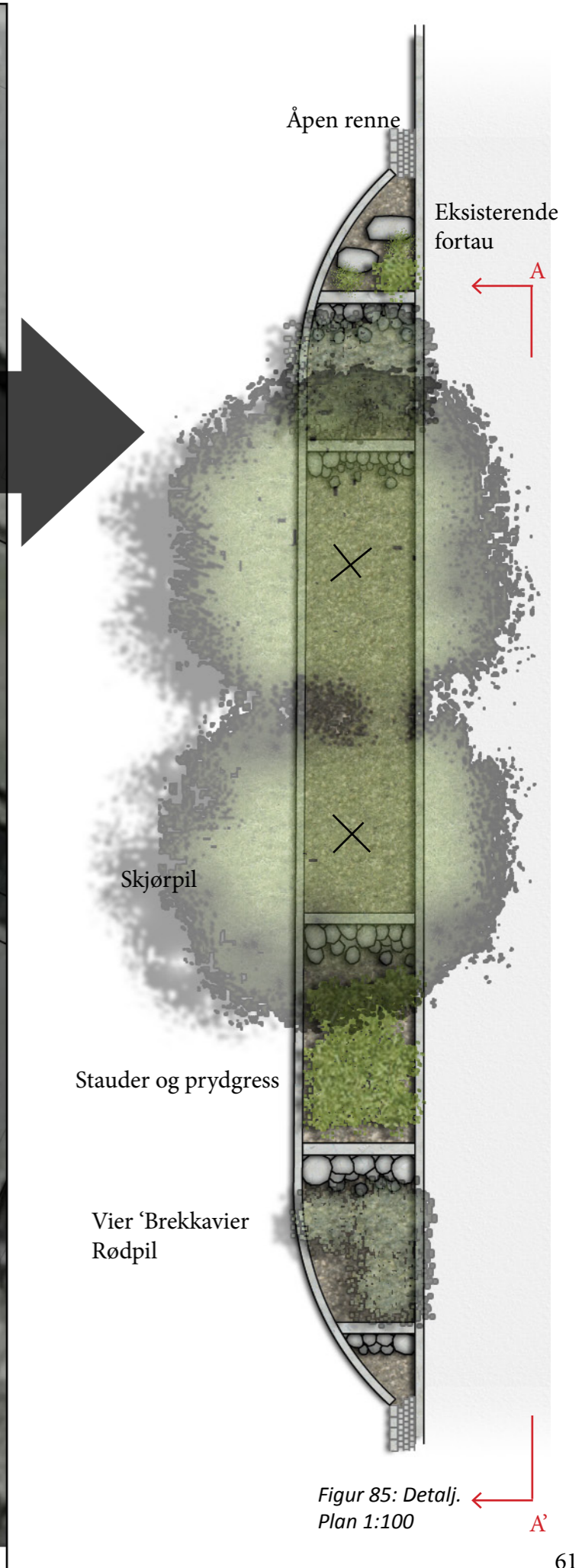
ILLUSTRASJONSPLAN

Planen viser hvordan feltene kan beplantes langs denne delen av Oredalsveien. Feltene har nok jordvolum til at det kan plantes flere trær i ett felt.

Figur 84: Plan for tiltak i område 4



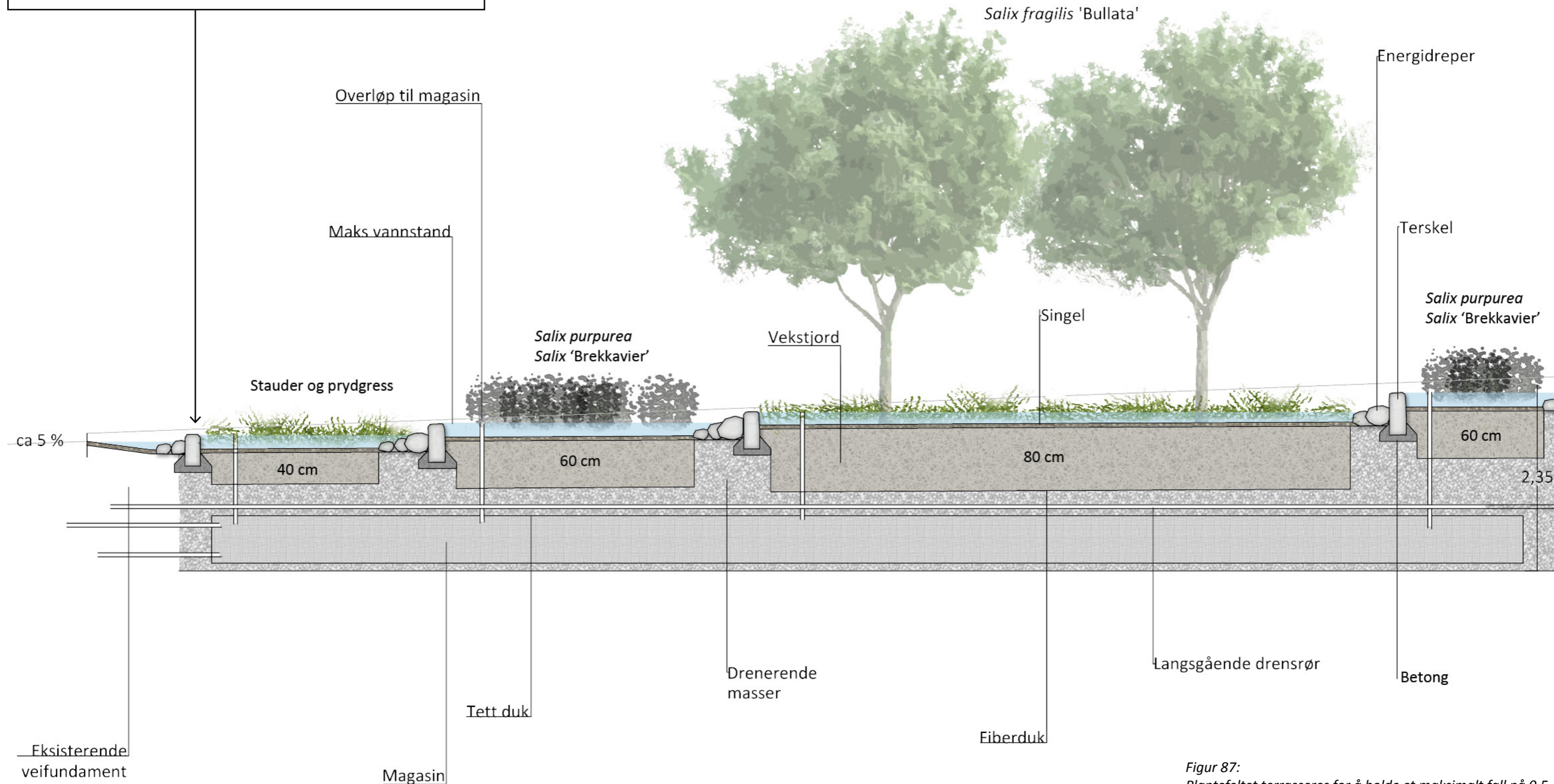
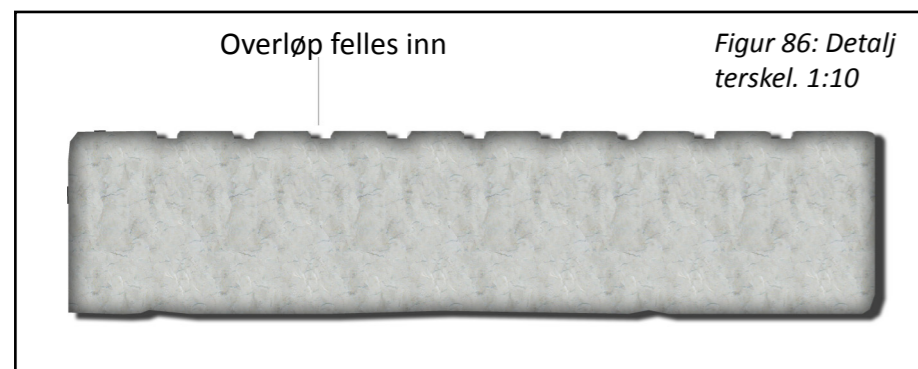
1:200



Figur 85: Detalj.  
Plan 1:100



Denne delen av Oredalsveien, er litt brattere enn ellers, mellom 5 og 10 %. Plantefeltet terrasseres nedover slik at bunnen har et maksimalt fall på 0,5 prosent. Høydeforskjellen hentes opp med terskler. Store steiner fungerer som energidreper og senker strømningshastigheten og hindrer erosjon.



Figur 87:  
Plantefeltet terrasseres for å holde et maksimalt fall på 0,5 prosent langs feltets bunn.  
Snitt A - A' 1:50

## PRINSIPP FOR OVERVANNSDAM

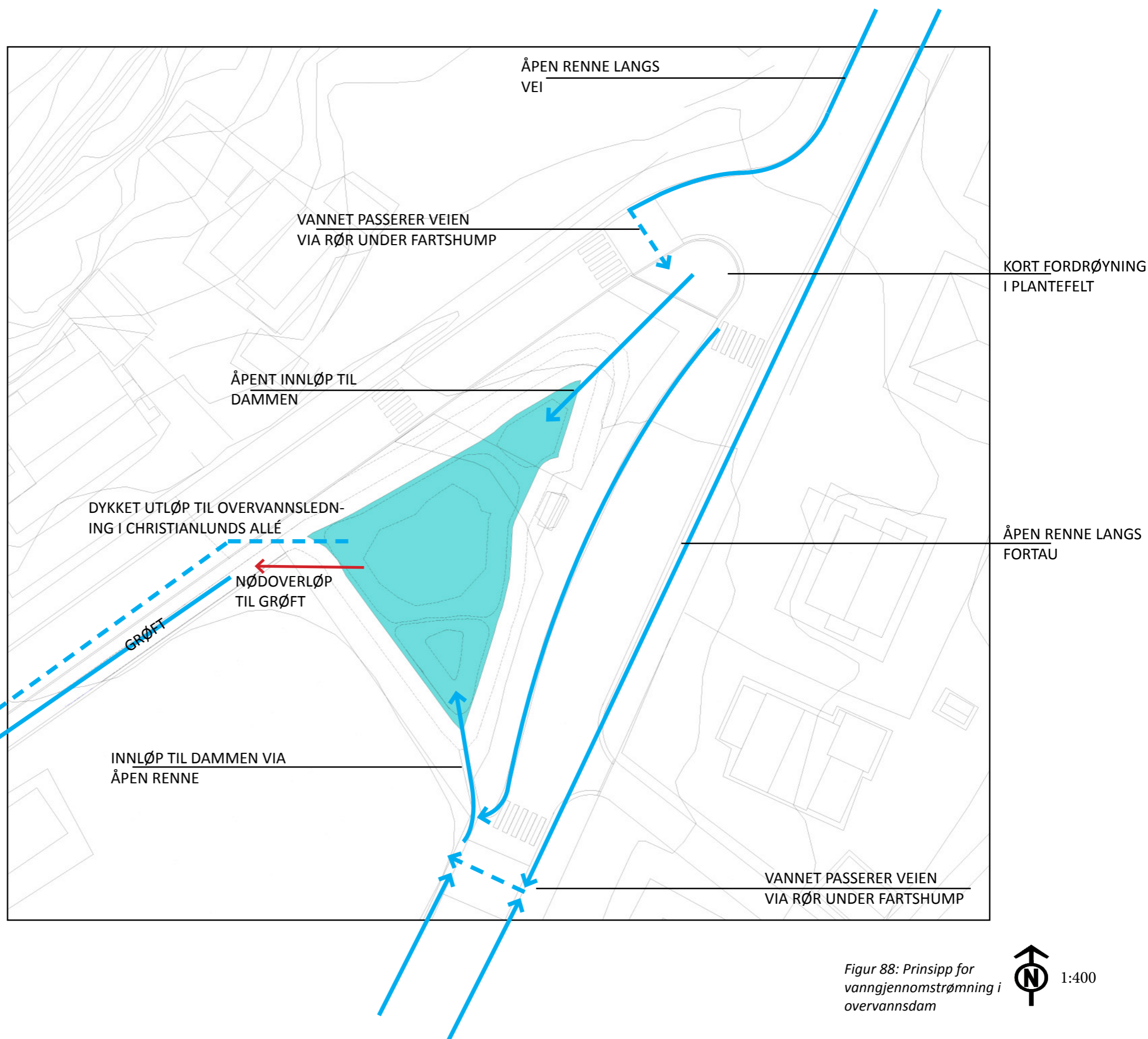
Dammen tar i mot vann fra delområde 4, samt den tilrenningen som tilføres fra område 1, 2 og 3. Dette vil gi tilstrekkelig vanntilførsel til å sørge for at et fast vannspeil opprettholdes og at dammen ikke tørker ut. Lindholm (2008) anbefaler at nedslagsfeltet bør være minst 5 hektar for å sikre en stabil tilrenning. Delområde 4 utgjør alene ca. 12 hektar og vil dermed sørge for nok avrenning til dammen.

### INNLØP

Vannet tilføres dammen via systemet i Oredalsveien og hentes inn i dammen ved to innløp. Vannet som tilløper i den nordøstre delen av dammen ledes først inn til et plantefelt hvorfra vannet så porsjoneres videre til dammen via et åpent innløp. Sørøst for dammen er det et lavbrett i terrenget hvor vannet samles i en åpen renne og tilføres dammen.

### UTLØP

Dammen vil normalt tømmes via et dykket utløp koblet til overvannsledningen i Christianlunds allé. Utløpet er koblet til en overvannskum som sikrer vannstanden i dammen (se figur 98 for prinsipp). Ved stor vannføring vil dammen tømmes via overløp til en åpen grøft i Christianlunds allé. Grøften vil ha en fordrøyende effekt før vannet ledes ned i overvannsledningen langs veien.



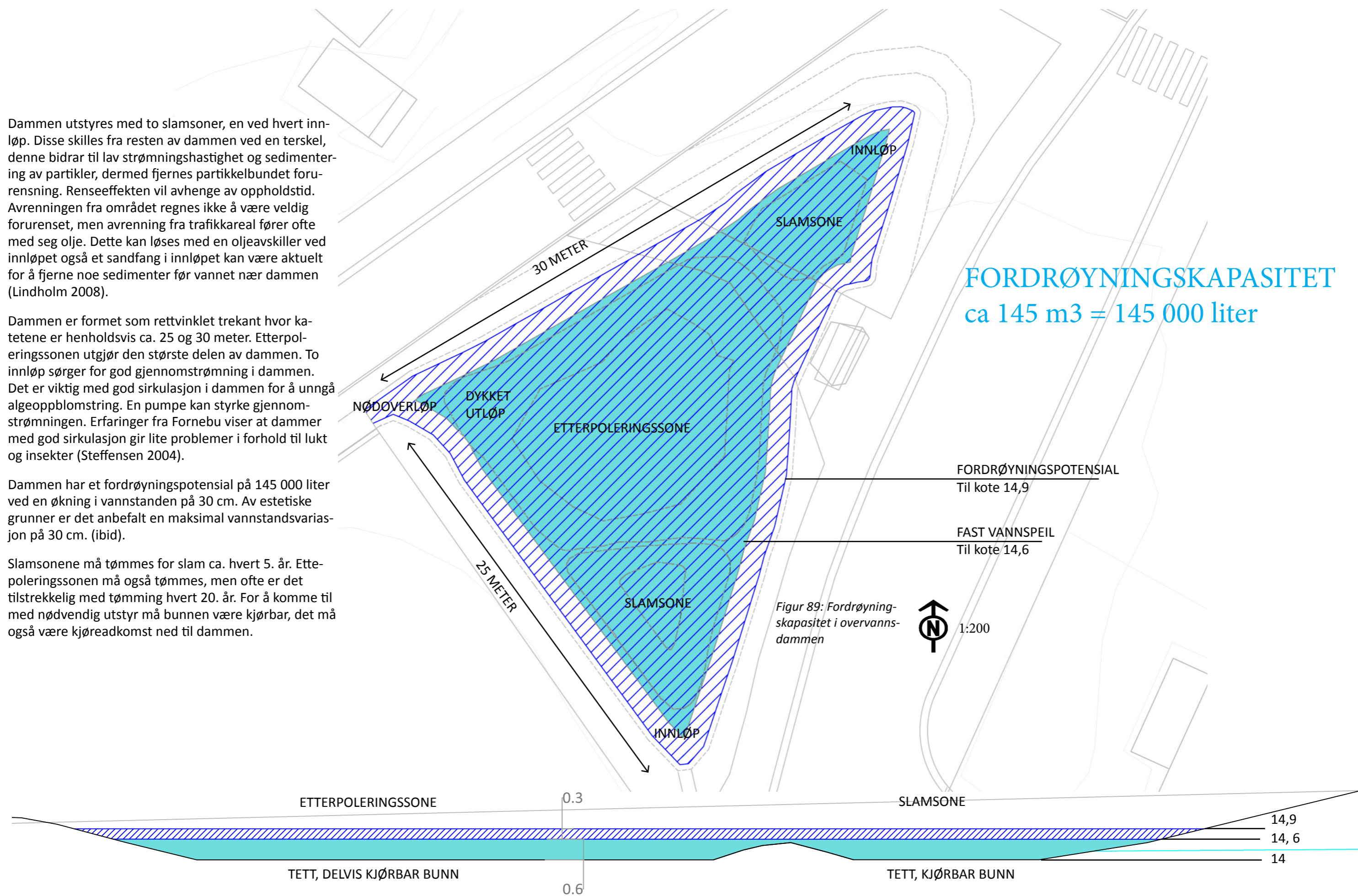


Dammen utstyres med to slamsoner, en ved hvert innløp. Disse skiller fra resten av dammen ved en terskel, denne bidrar til lav strømningshastighet og sedimentering av partikler, dermed fjernes partikkelbundet forurensning. Renseeffekten vil avhenge av oppholdstid. Avrenningen fra området regnes ikke å være veldig forurenset, men avrenning fra trafikkareal fører ofte med seg olje. Dette kan løses med en oljeavskiller ved innløpet også et sandfang i innløpet kan være aktuelt for å fjerne noe sedimenter før vannet nær dammen (Lindholm 2008).

Dammen er formet som rettvinklet trekant hvor katetene er henholdsvis ca. 25 og 30 meter. Etterpoleringssonen utgjør den største delen av dammen. To innløp sørger for god gjennomstrømning i dammen. Det er viktig med god sirkulasjon i dammen for å unngå algeoppblomstring. En pumpe kan styrke gjennomstrømningen. Erfaringer fra Fornebu viser at dammer med god sirkulasjon gir lite problemer i forhold til lukt og insekter (Steffensen 2004).

Dammen har et fordrøyningspotensial på 145 000 liter ved en økning i vannstanden på 30 cm. Av estetiske grunner er det anbefalt en maksimal vannstandsvariasjon på 30 cm. (ibid).

Slamsonene må tømmes for slam ca. hvert 5. år. Etterpoleringssonen må også tømmes, men ofte er det tilstrekkelig med tømming hvert 20. år. For å komme til med nødvendig utstyr må bunnen være kjørbart, det må også være kjøreadkomst ned til dammen.



**FORDRØYNINGSKAPASITET**  
ca 145 m<sup>3</sup> = 145 000 liter

Figur 89: Fordrøyningskapasitet i overvannsdammen



## ILLUSTRASJONSPLAN

Kantsonene beplantes med strandmatter med ferdig utviklet vegetasjon som sørger for rask etablering. Dammen må ikke innby til bading eller langvarig opphold i og med at den er plassert under høyspentledning ut fra trafostasjonen. Beplantningen må derfor være tett og vil ikke innvitte ned til vannspeilet. Det brukes kraftigvoksende, hardføre arter som vil gi en god etablering (se fig 91).

Bro over dammen

Nødoverløp til grøft

Blåleddved

Trafo

Nordøst for dammen plantes 3 Hvitpil. Trærne er plassert nær siktretanten i krysset og vil strekke seg inn over denne. Statens vegvesen tillater enkeltstående trær i siktretanten hvis det ikke forstyrrer sikten. Trærne må stammes opp så nederste gren ikke er under 2,7 meter målt fra bakkeplan (Statens vegvesen 2008).

Trafostasjonen skjules mot dammen av en lebeplantning av Junisøtmispel og Dvergbuskfuru.

Eksisterende bussholdeplass beholdes, men oppgraderes. Det etableres en ny gangforbindelse over dammen. Denne binder Oredalsveien til Christianlunds allé.



Åpen renne

Siktretant

Stauder og prydgress

Hvitpil 'Chermesina', Skjørpil

Strandmatter med kantvegetasjon

Lebeplantning

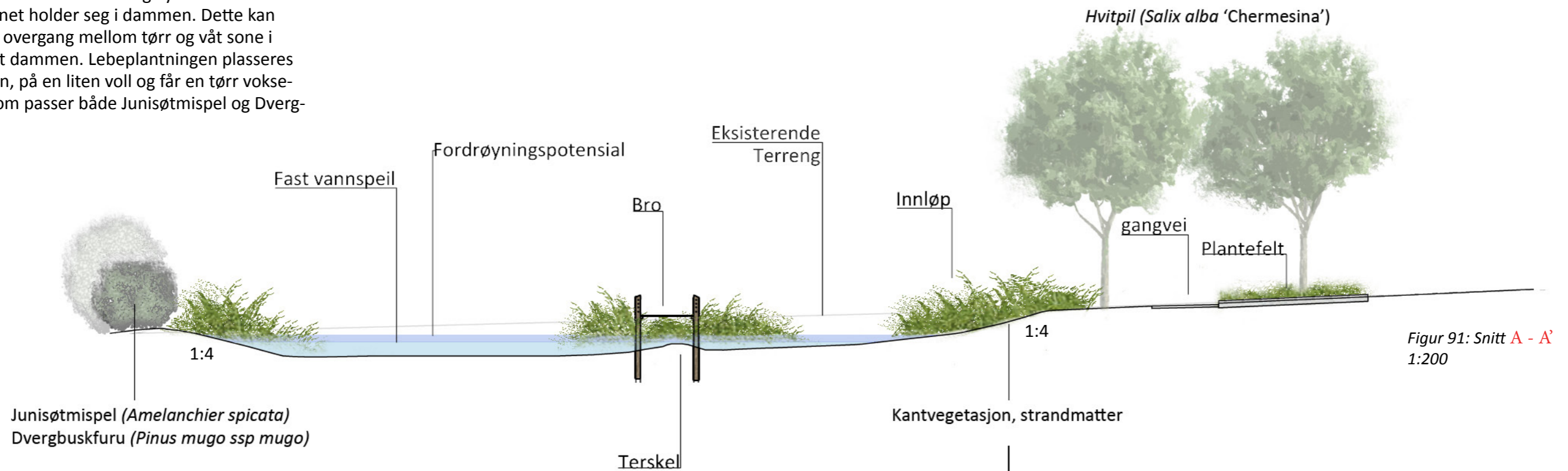
Åpen renne

Figur 90: Illustrasjonsplan overvannsdam





Til tross for tette masser i grunnen, har det vist seg at leigrunn ikke gir tilstrekkelig tetting. For å hindre at dammen tørker må det derfor ekstra tetting til. Ved kunstige anlagte dammer vil tetting i ytterkantene sørge for at vannet holder seg i dammen. Dette kan gjerne gi en brå overgang mellom tørr og våt sone i områdene rundt dammen. Lebeplantningen plasseres utenfor dammen, på en liten voll og får en tørr vokseplass, forhold som passer både Junisøtmispel og Dvergbuskfuru.



Figur 91: Snitt A - A'  
1:200

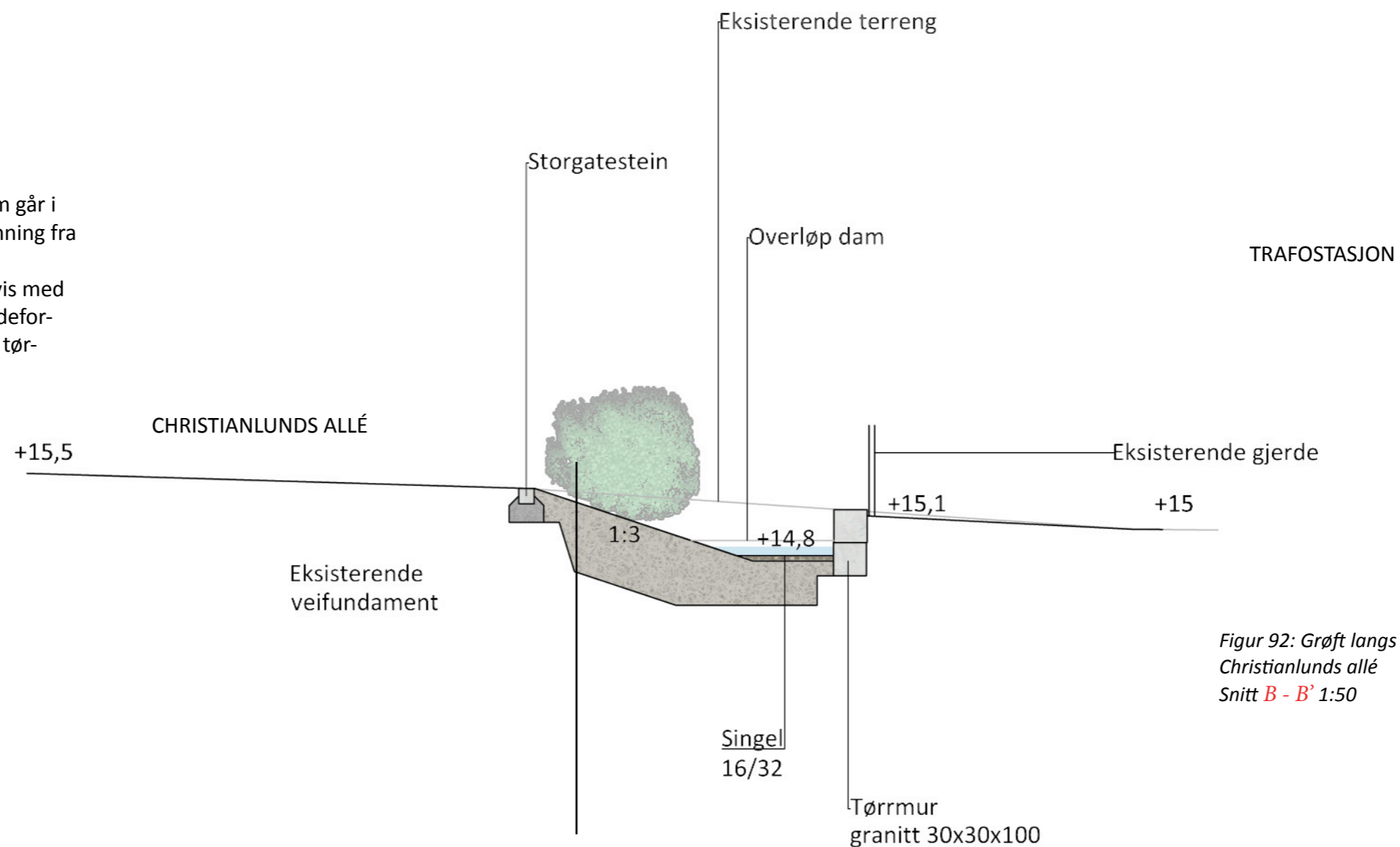
Lebeplantningen er valgt ut fra kriterier om maksimal vekst under 5 meter for ikke å komme i konflikt med høyspentlinjene. Planeten vil danne en tett, frodig hekk. Ved å blande inn Dvergbuskfuru vil hekken være grønn også om vinteren. Hekken er ment å skape en grønn skjerm mot trafostasjonen på nabotomten.

Dammen utformes slik at den ikke er farlig for barn med slake sider uten brå dyp. Dammens sidearealer beplantes slik at det blir vanskelig å komme til dammen, dammen vil heller ikke invitere til bading. Tross noe rensing vil uansett ikke vannkvaliteten være av en karakter hvor bading er aktuelt.

Kraftigvoksende, hardføre arter:

- Alisma plantago-aquatica* – Vassgro
- Carex acuta* – Kvasstarr
- Filipendula ulmaria* – Mjødurt
- Glyceria maxima* – Kjempesøtgrass
- Iris pseudacorus* – Sverdliilje
- Juncus conglomeratus* – Knappsiv
- Phragmites australis* – Takrør
- Schoenoplectus lacustris* – Sjøsvaks
- Typha angustifolia* – Smalbladet dunkjevle
- Typha latifolia* – Brebladet dunkjevle

Grøftens primærfunksjon er å ta i mot vann som går i overløp fra dammen. Den vil også ta imot avrenning fra Christianlunds allé og fordrøye dette. Skråningen sås til med gress og beplantes stedvis med Blåleddved. Langs bunnen legges singel og høydeforskjellen mot trafostasjonen fanges opp med en tørrmur.



*Lonicera caerulea* 'Kirke' E – Blåleddved  
Kirke 'E'  
Opprett, flergrenet, tett busk, opptil 1,5 meter høy og bred. Brukes gjerne langs vei siden den tåler nedskjæring og er tolerant overfor veisalt (Hansen & Hansen 2007). Planten er nøysom og tåler fuktighet. Den har svært god dekkevne og et rotnett som binder jorda godt (E-plante Norge AL).

Figur 92: Grøft langs Christianlunds allé  
Snitt B - B' 1:50





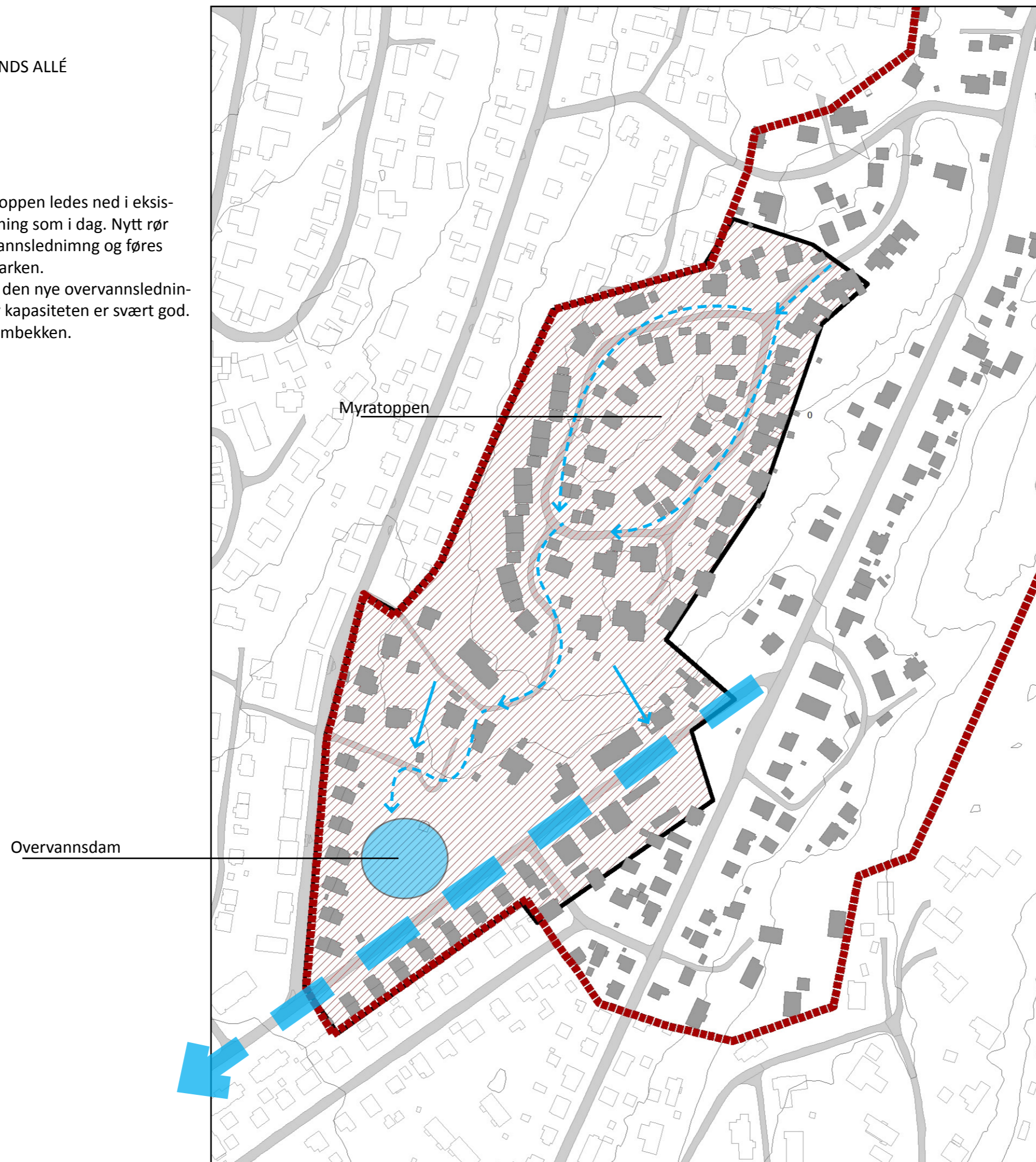
Figur 93: Perspektivet viser dammen sett fra innløpet i nordøst. Nærmest er fordrøyningsfeltet hvor vannet først oppholdes. Fra feltet ledes vannet ned til dammen via et åpen innløp.





# 5 CHRISTIANLUNDS ALLÉ

**PRINSIPP**  
Overflateavrenning fra Myratoppen ledes ned i eksisterende sluk til overvannsledning som i dag. Nytt rør kobles på eksisterende overvannsledning og føres ned til overvannsdammen i parken. Utløpet fra dammen havner i den nye overvannsledningen i Christianlunds allé, hvor kapasiteten er svært god. Denne leder så vannet til Veumbekken.



Figur 94: Prinsipp for overvannshåndteringen i delområde 5

0 25 50 100 150 200 Meters

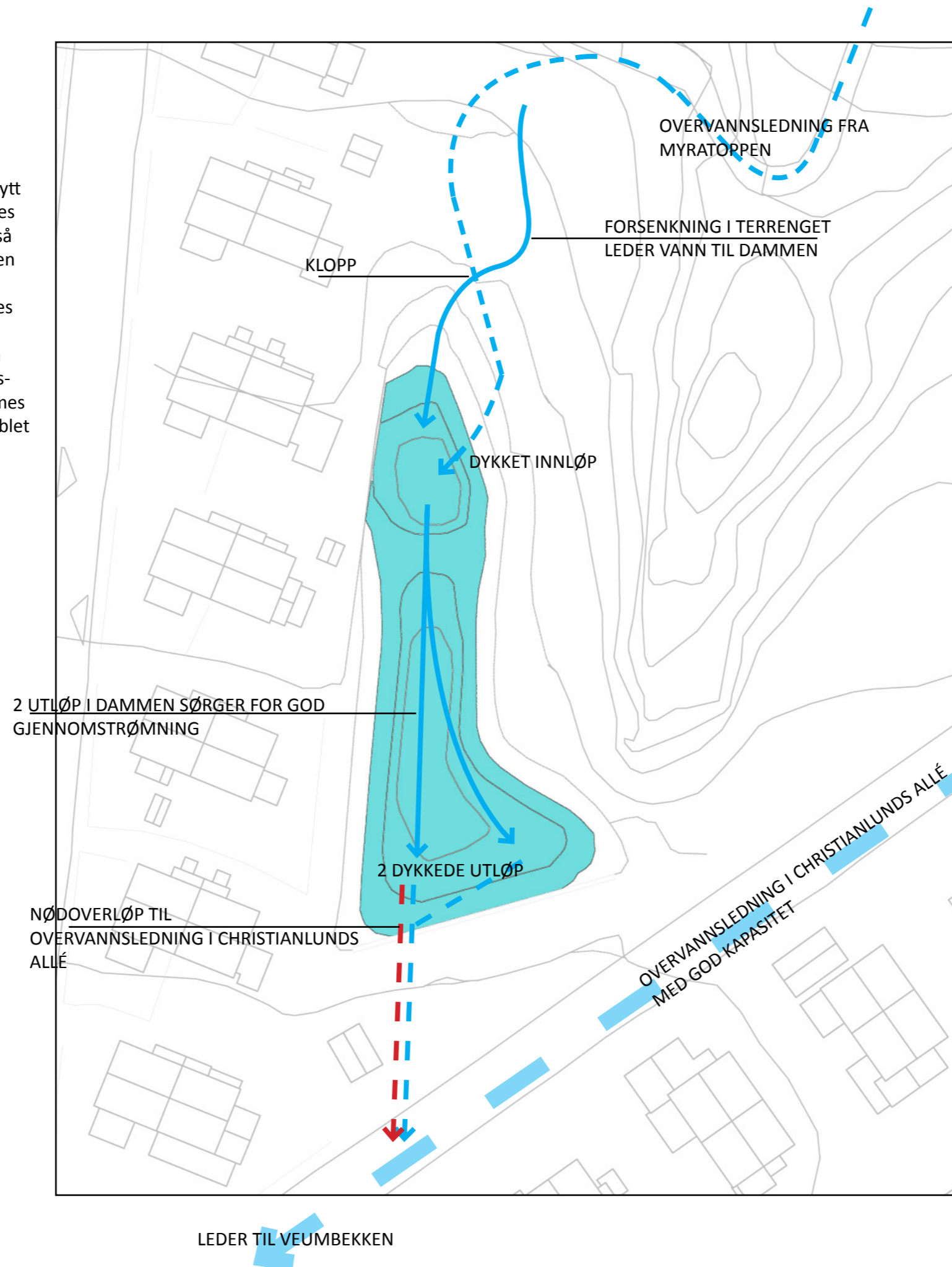




## PRINSIPP FOR OVERVANNSDAMMEN

Dammen tar imot overflatevann fra Myratoppen. Nytt rør kobles på eksisterende overvannsledning og føres ned til et dykket innløp i dammen. Innløpet legges så dypt at det ikke fryser vinterstid, dermed vil dammen fungere hele året. Avrenning fra terrenget nord for dammen samles i en forsenkning i terrenget og ledes ned til dammen.

Dammen har 2 dykkede utløp, dette vil sørge for en god gjennomstrømning i dammen og unngå stagnasjonsområder. Ved stor vannføring vil dammen tømmes via et overløp. Både normalt utløp og overløp er koblet til overvannsledningen i Christianlunds allé.



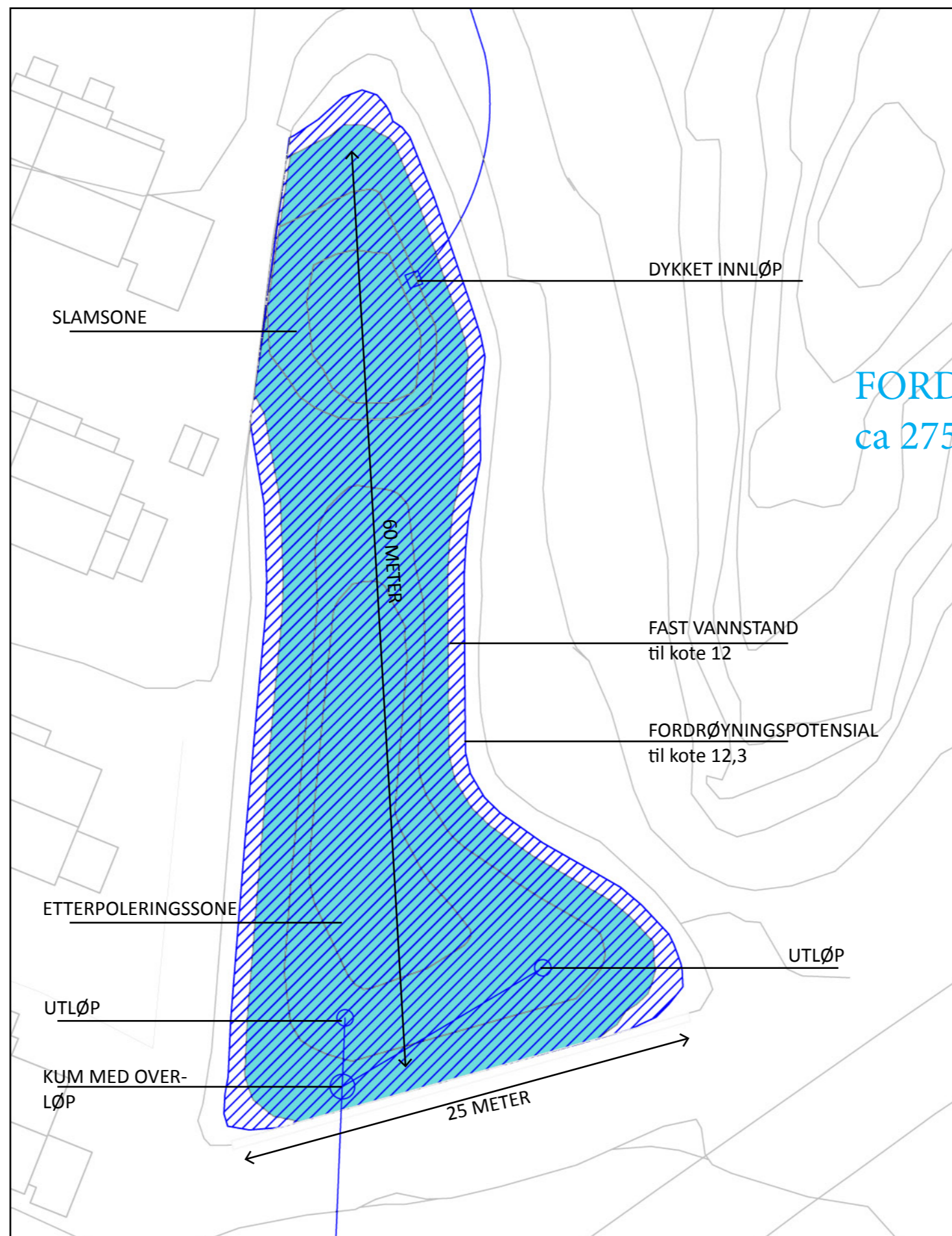
Figur 95: Prinsipp for overvannsdammen i parken





Dammen har en slamsone lengst nord, her vil sedimenter avsettes og denne må tømmes på samme måte som dammen i Oredalsveien. Vannet som tilføres dammen fra Myratoppen antas å være lite forurenset da trafikken er svært beskjeden. Alle typer utslipp vil havne i dammen og det kan være lurt med en oljeavskiller og eventuelt et sandfang før innløpet. Direkte utslipp av kjemikalier fra bilvask, malingrester ol. i sluk på Myratoppen må unngås da dette vil havne direkte i dammen. Det kan tenkes at dammen kan bidra til å skape en bevissthet rundt forurensning av overvannet siden dette vil bli svært synlig i dammen.

Fast vannstand vil ligge på kote 12 og vannstanden vil kunne stige 30 cm. før vannet går i overløp. Dette gir et totalt fordrøyningspotensial på 275 000 liter.

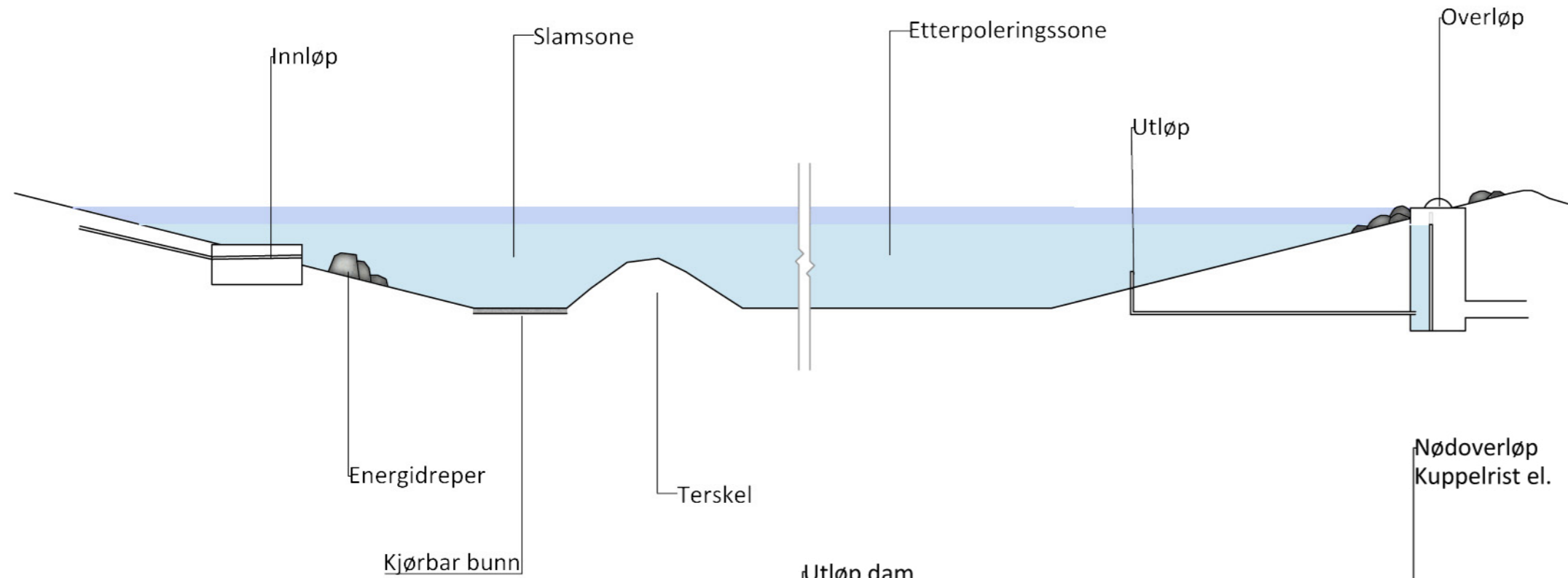


**FORDRØYNINGSKAPASITET**  
ca 275 m<sup>3</sup> = 275 000 liter

Figur 96: Fordrøyningskapasitet i overvannsdammen

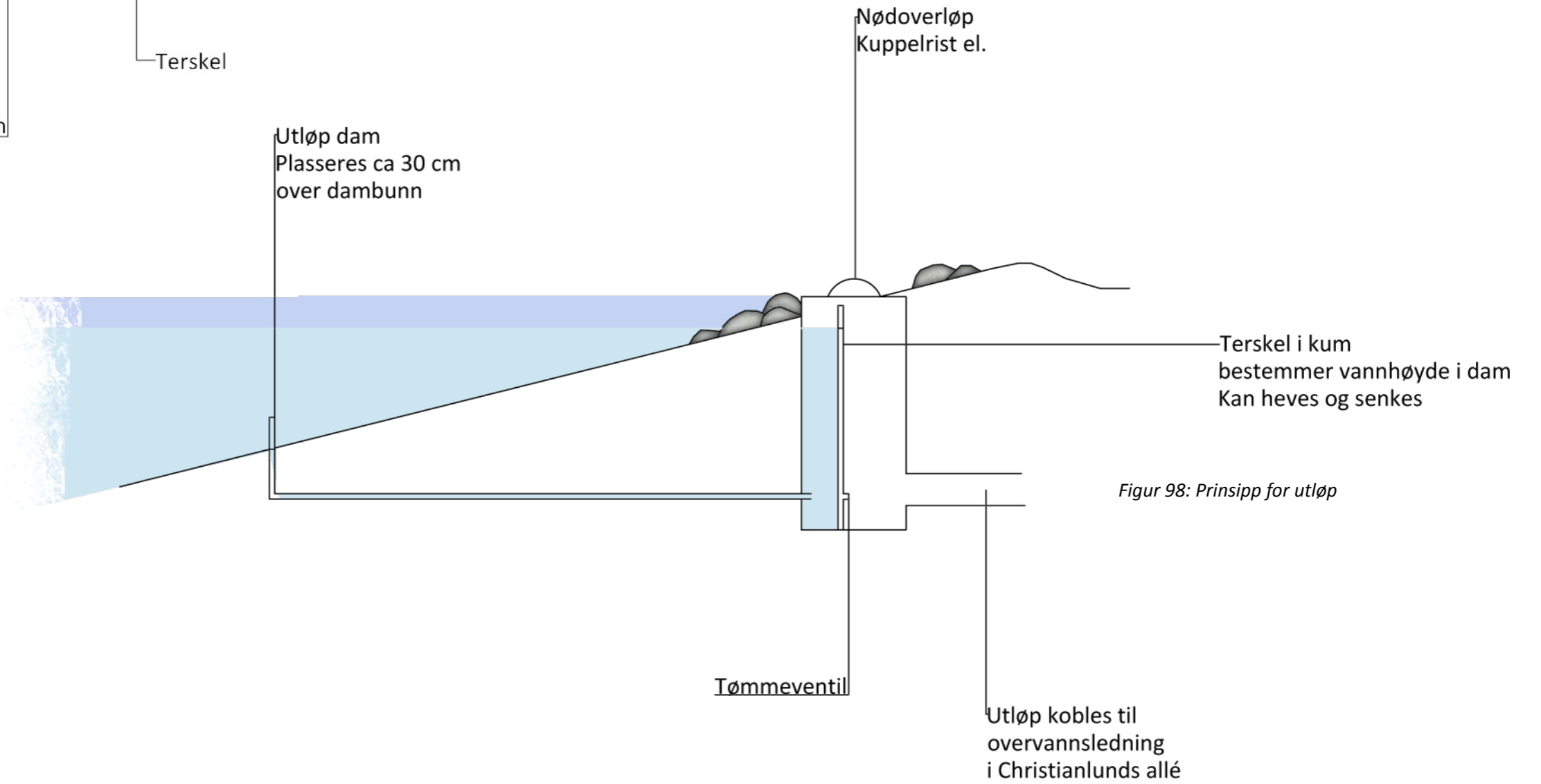


PRINSIPP FOR UTFORMING AV DAM



Figur 97: Prinsipp for utforming av dammen

Innløpet er dykket og vannstrømmen bremses med en energidreper umiddelbart etter innløpet. Dette kan gjerne være en stor stein. Det er viktig med lav hastighet i slamsone for å få avsatt sedimenter. Utløpet kobles til en kum som kan regulere vannstanden i dammen. Ved hjelp av regulerbare terskler i denne kan vannstanden heves og senkes. Vinterstid kan vannstanden heves og dammen får et fordrøyningsvolum under eventuell isdannelse på overflaten. I tilfeller hvor dammen må tømmes vil en ventil i bunnen av kummen kunne åpnes og vannet slippes ut av dammen. Kummen fungerer også som nødoverløp via en kuppelrist i toppen. Kummen er videre koblet til overvannsledning i Christianlunds allé.



Figur 98: Prinsipp for utløp



## EKSISTERENDE TRÆR

I området finnes det mange store trær, sentralt i parken er det flere godt voksne eiketrær og langs Christianlunds allé er det en rekke med lønnetrær. Eiketrærne er store og godt utviklet, mens lønnetrærne er kraftig beskåret og to av trærne ser ut til å være døde. Rekken med lønnetrær er regulert til bevaring, bestemmelsene sier at trerekken skal opprettholdes og trær som tas bort erstattes. Lønnetrærne har sansynligvis lite rotutvikling under Christianlunds allé der det nylig har vært store gravearbeider i forbindelse med den nye overvannsledningen der.

De store trærne i parken representerer både en stor pryddverdi og en økonomisk verdi. Mens pryddverdien er et subjektivt anliggende, finnes det konkrete måter å anslå den faktiske økonomiske verdien. Det norske hageselskap har en takseringsmetode som baserer seg på treets størrelse, tilstand, plassering og funksjon, i forhold til nyanskaffelse av et nytt tre. Mange av de store trærne i parken representerer dermed store latente verdier i tillegg til å være flotte elementer i landskapet.

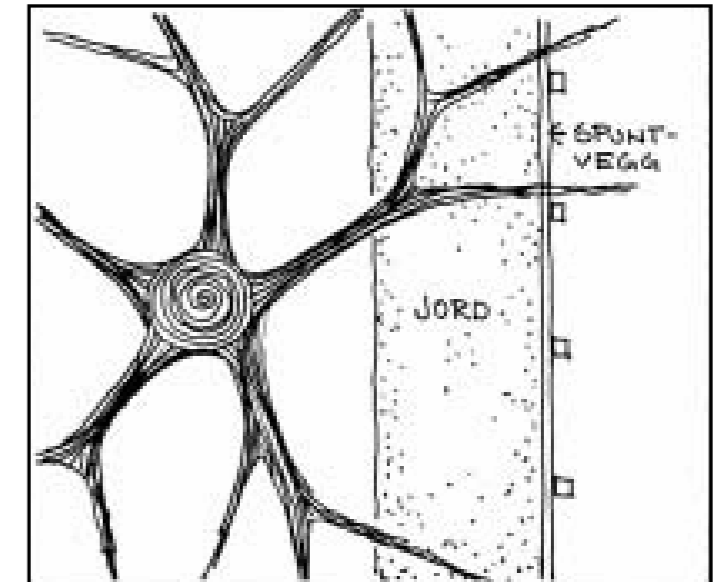
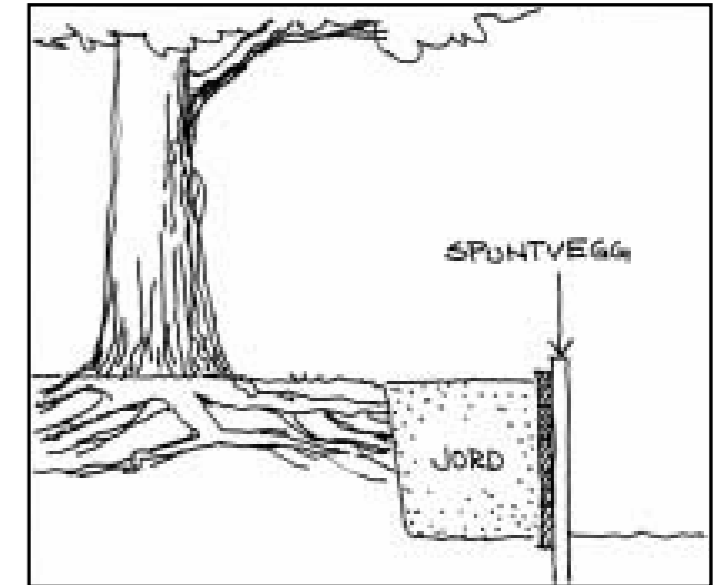


Figur 99: Kartet viser de store trærne i parken sirklet inn med en omtrentlig kronediameter og en hensynssone 1 gang høyden rundt treet. (Kilde: Fredrikstad kommune 2011).

## ROTSONEN

Røttene er livsviktige for trærne for opptak av vann og næringsstoffer til resten av treet. De fleste røttene lever i det øvre jordlaget, ca 15 til 30 cm ned i bakken og strekker seg langt ut fra stammen, gjerne 1 til 3 ganger treets høyde (Solfjeld 2009). Et tres rot er dimensjonert i forhold til omfanget av trekronen og en reduksjon av roten vil kunne endre balansen mellom næringsopptak i røttene og produksjon i kronen. Hvor godt trærne takler en beskjæring av røttene avhenger av rotnettets utforming, treets alder, vekstmedium og hvordan røttene beskjæres. Det kan være nødvendig med en beskjæring av kronen for å balansere inngrepet (Det norske hageselskapet 2000). For å beskytte trærne settes en hensynssone rundt trærne lik det dobbelte av kronemfanget eller ca 1 gang høyden. Dette gjøres for å ta hensyn til trærnes røtter. Innenfor denne sonen bør det utvises forsiktighet ved inngrep. Der det skal graves i rotsonen bør arbeidet utføres for hånd, maskiner kan lett gjøre stor skade. Røttene må påføres rene kutt uten å rives av eller påføres unødvendige sår. Ved kapping av røtter bør det legges til rette for gode vekstbetingelser for de gjenværende røttene. Dette kan gjøres ved at røttene kappes rent og det settes opp en midlertidig vegg et stykke på utsiden. På innsiden av vegg, mot treet, fylles det så på med jord og sand. I løpet av en eller to vekstsesonger vil dette laget være gjennomvevd av nye røtter. Dette må utføres 1 til 2 år før byggestart så rotsonen er godt utviklet til den tid (ibid).

I anleggsperioden kan bruk av tungt maskineri føre til komprimering av jorden rundt røttene slik at denne pakkes og røttene får mindre oksygen- og vanntilgang, komprimering kan også føre til at røtter slites tvers av. Resultatet er at treets evne til å ta opp vann og næring reduseres, dette svekker treet og gjør det mer mottakelig for sykdom. Sår i rotsystemet ved avslitte røtter kan bli inngangsport for sopp og råte (ibid).



Figur 100: Ved kapping av røtter kan det legges til rette for utvikling av nye røtter. (Kilde Det norske hageselskapet. (2000). Vegetasjon i boligmiljø: Varig sikring av trær, s. 8)



## ILLUSTRASJONSPLAN

Dammen er plassert inn i parken og tilpasset den eksisterende situasjonen. Den er trukket unna de store eiketrærne øst i parken, samt lønnetrærne i sør. Noen av lønnetrærne erstattes og et nytt plantes inn. Tre hengegullpil plantes langs grusveien som leder gjennom parken og knytter den til de omliggende områdene. På vestsiden er det lagt et dekke av gressarmert gatestein. Tvers over dammen leder en bro fra en side av dammen til den andre. Lengst sør ender dammen i en mur som også fungerer som sittekanth mot en grusplass på andre siden. Fortauet ender i plassen og fotgjengere ledes inn i parken. Gangforbindelsen langs Christianlunds allé fortsetter via grusveien. Dette gir mer rom til lønnetrærne enn om fortauet skulle ligge langs kjørebanelen.

Kantvegetasjon av strandmatter

Gressarmert gatesteinsdekke

Mur

Grusplass med rotvennlig forsterkningslag

Siden det er fare for at røttene kan vokse inn i overvannsledningene må disse beskyttes med en termisk behandlet geotekstil. Den forsinker vekstprosessen i treet og vil føre til at røttene vokser i andre retninger enn ledningen (Sweco 2008)



Forsenkning i terrenget for overflateavrenning

Klopp

Nedkjørsel for vedlikehold av slamsonen

Gangvei med grusdekke

Bro over dammen

Hengegullpil

Brygge

Nedkjørsel for vedlikehold av dammen

Spisslønn

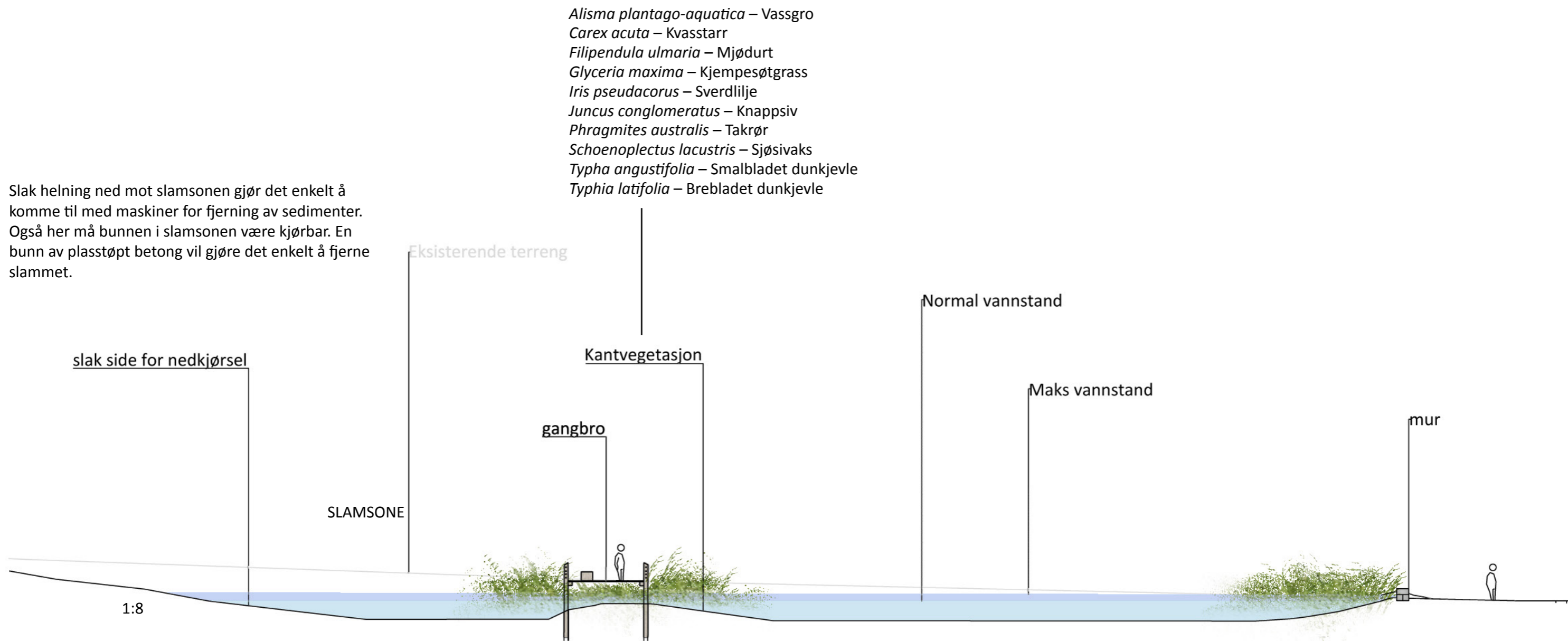
Fortau stopper her

Figur 101: Illustrasjonsplan



1:500





Slak helning ned mot slamsonen gjør det enkelt å komme til med maskiner for fjerning av sedimenter. Også her må bunnen i slamsonen være kjørbær. En bunn av plasstøpt betong vil gjøre det enkelt å fjerne slammet.

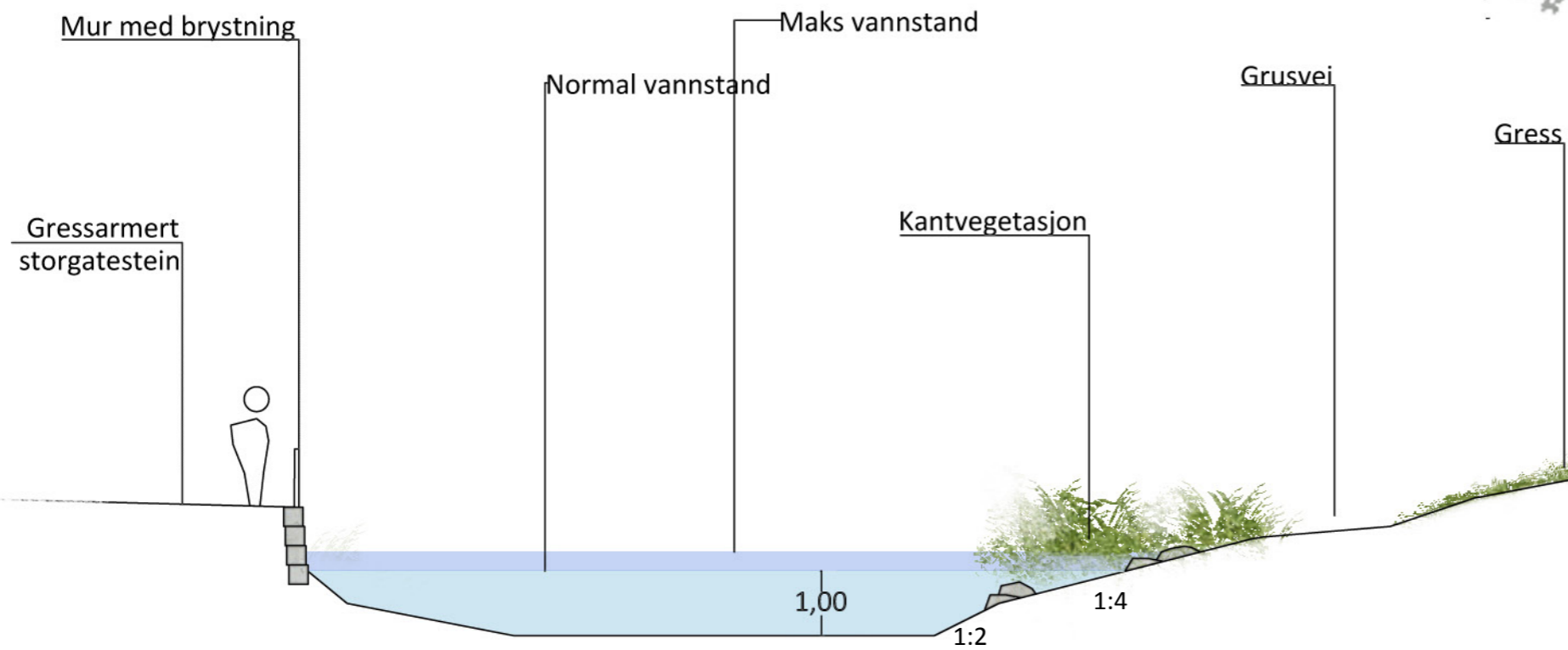
Gangbroen utstyres med brystning som en sikkerhet. Broen er mellom 2 og 3 meter bred og vil kunne utstyres med sittebenker. Kantvegetasjonen vil gi en lun atmosfære, samtidig som broen ligger høyt nok til at vannspeilet blir godt synlig.

Figur 102: Snitt A - A'  
1:200

Mot dammens vestsida fanger en mur opp terrenghøyskjellen. Muren er 1 meter høy og utstyres med brystning.

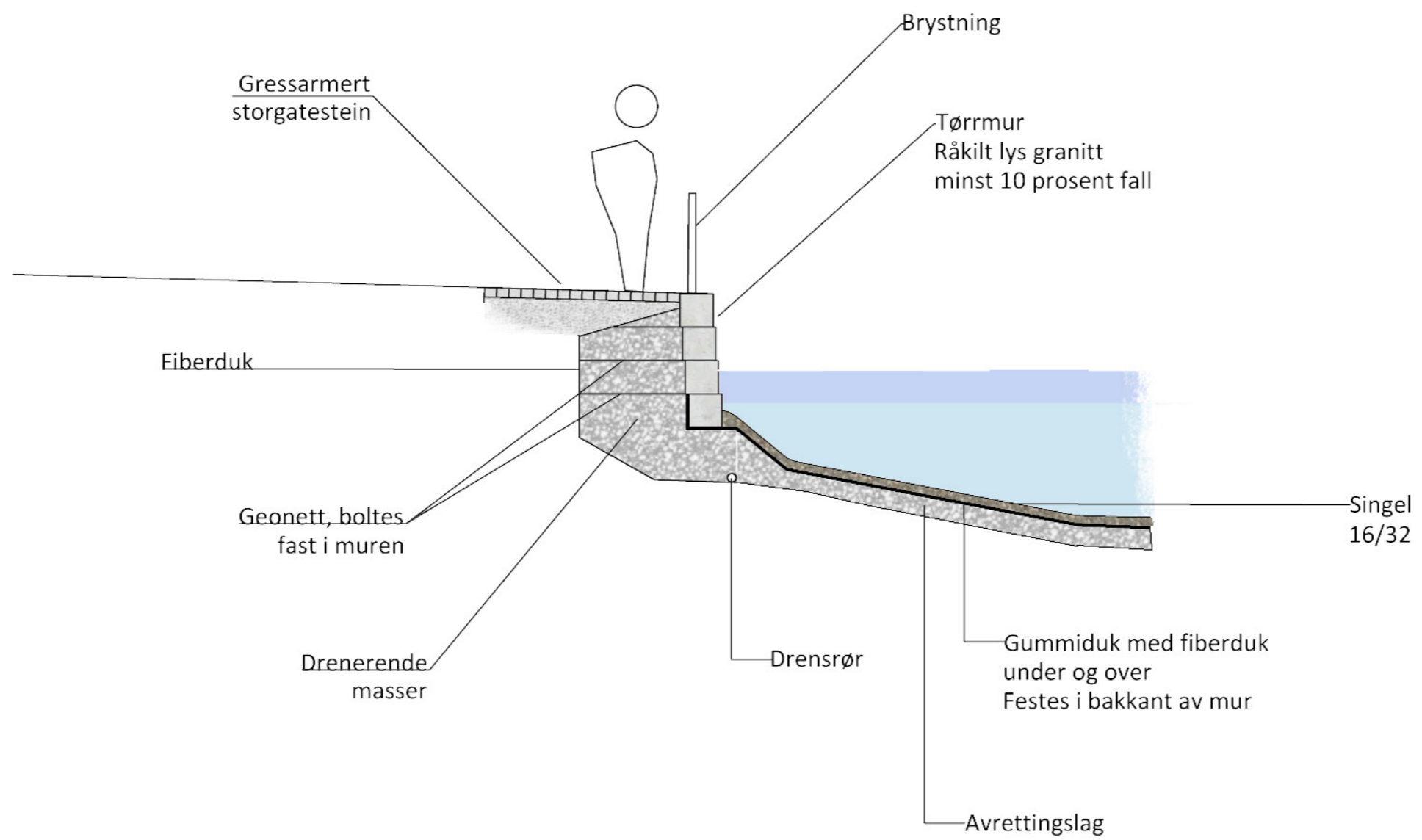
Slamsonen er 1 meter dyp ved normal vannstand.

Sideterrenget er slakt ned til 0,5 meters dyp, deretter faller det brattere ned mot bunnen. Dette gir en smalere kantvegetasjonssone og bred slamsoner med lav strømningshastighet.



Figur 103: Snitt gjennom slamsonen B - B'  
1:100

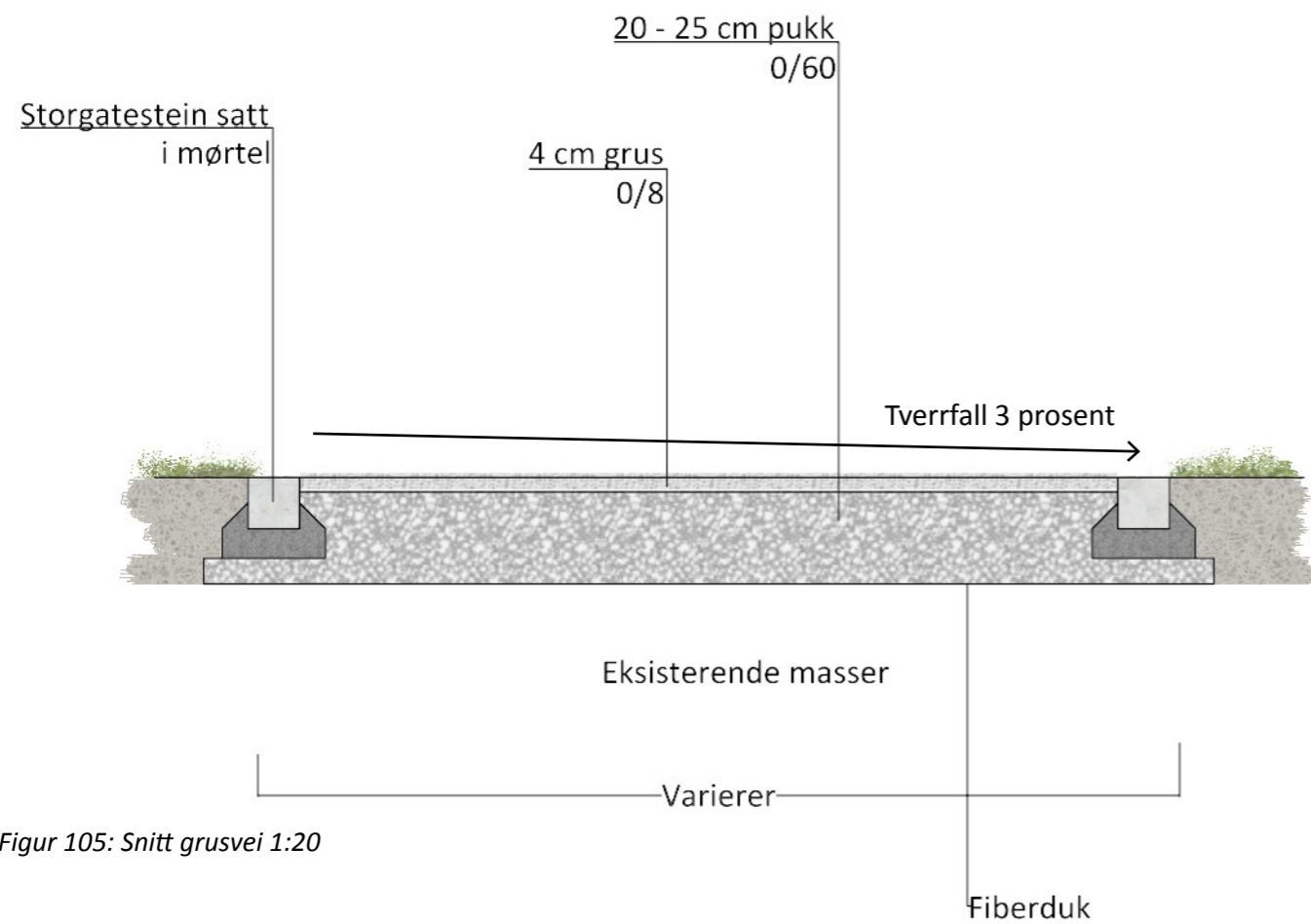




Figur 104: Detalj mur 1:50

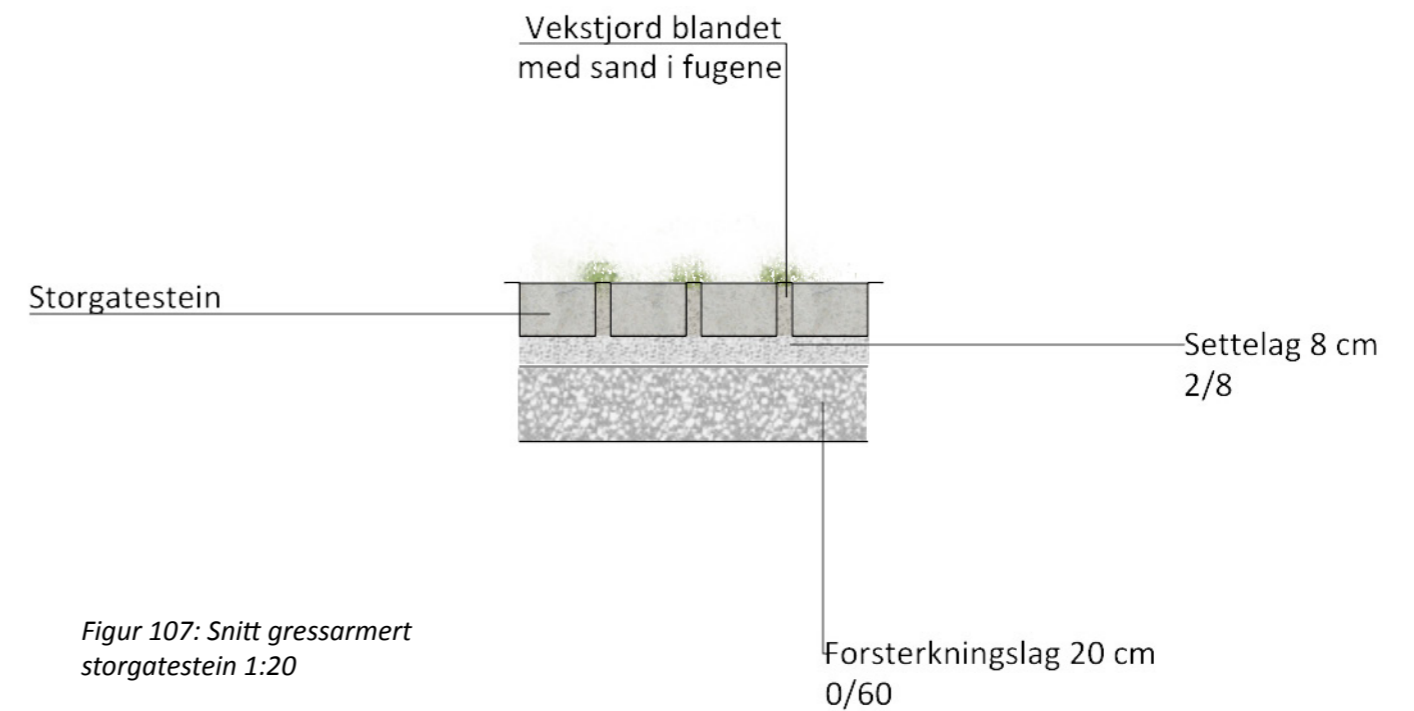
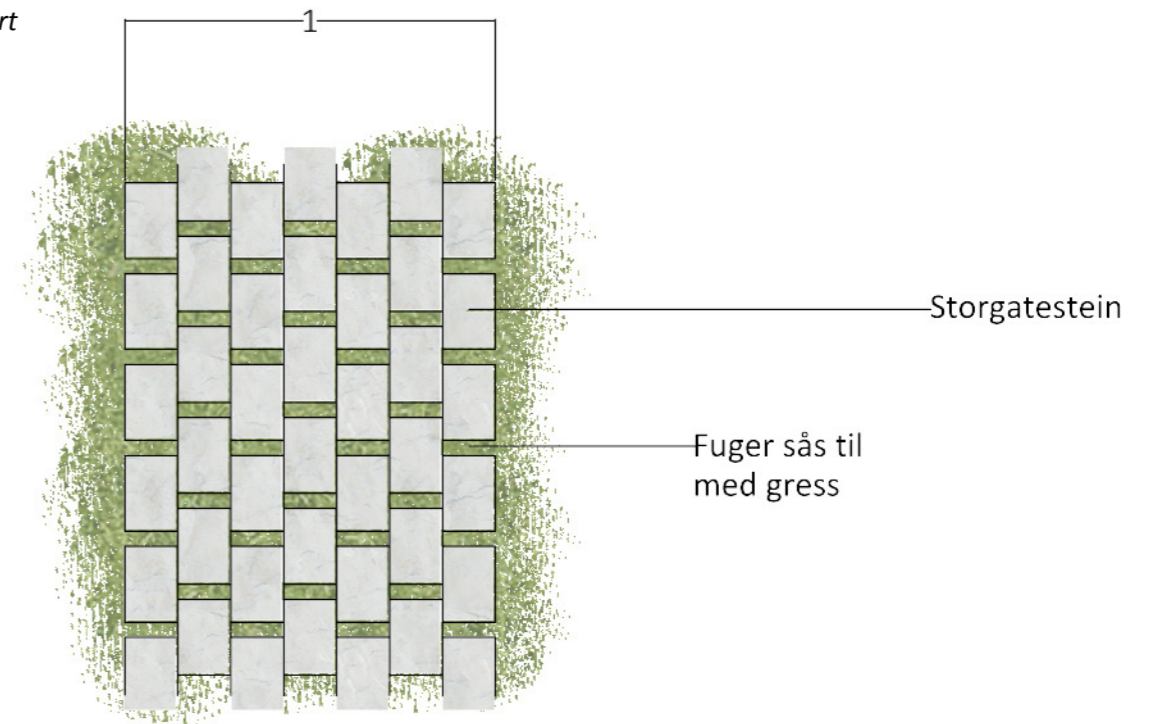
DETALJER GANGSYSTEMER

Grusveien avgrenses på hver side av storgatestein satt i mørtel. Veien bygges med et tverrfall på 3 prosent mot dammen. På denne måten vil vann kunn passere gangveiene og fortsette ned til dammen.



Figur 105: Snitt grusvei 1:20

Figur 106: Plan gressarmert storgatestein 1:20

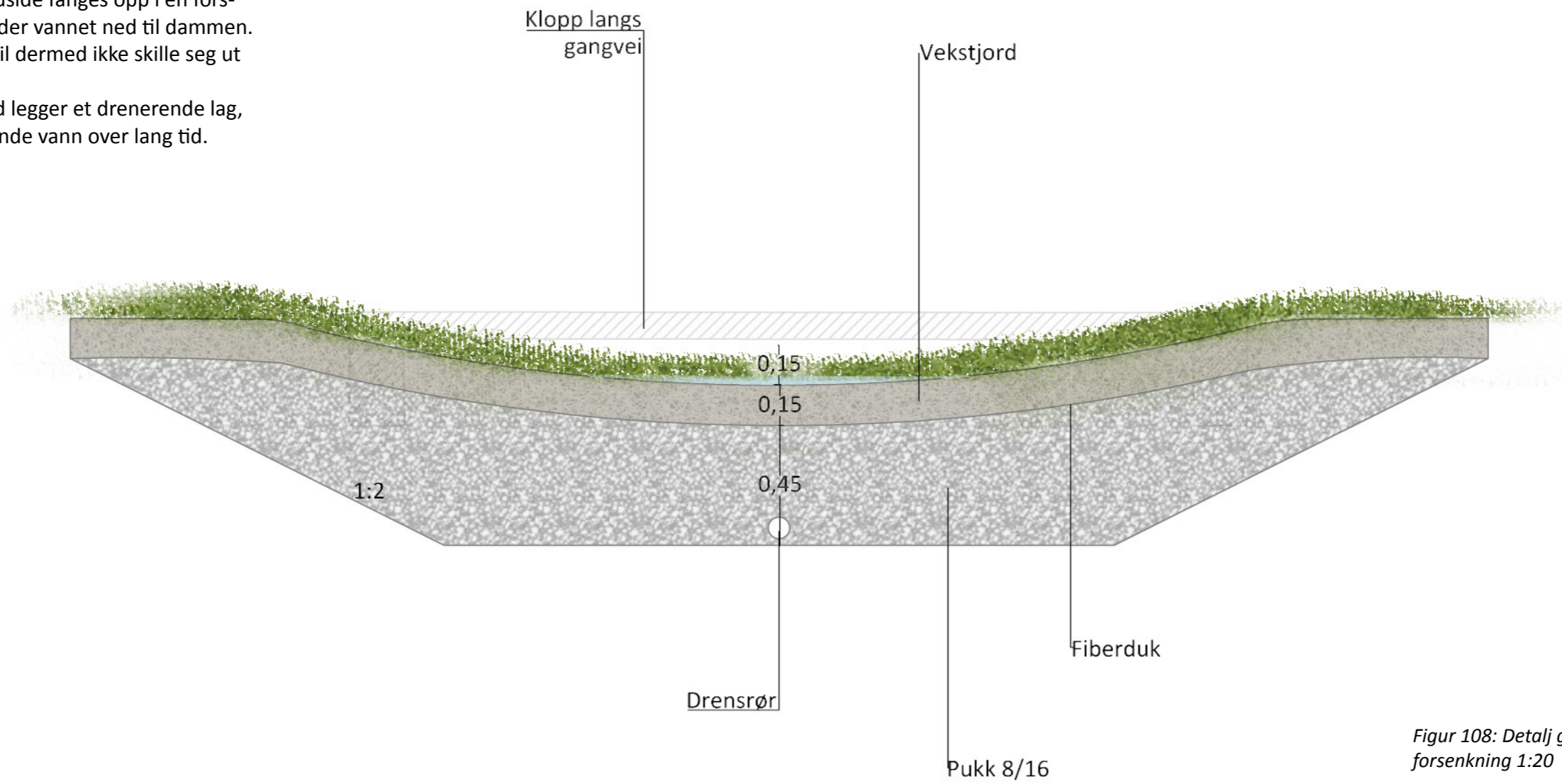


Figur 107: Snitt gressarmert storgatestein 1:20

På dammens vestsida legges et dekke av gressarmert storgatestein. Brede fuger med sand og vekstjord sås til med gress. Klippet kort vil gangveien være godt synlig, med lenger gress vil den være skjult. Dekket vil på den måten føye seg inn i gressplenen omkring.

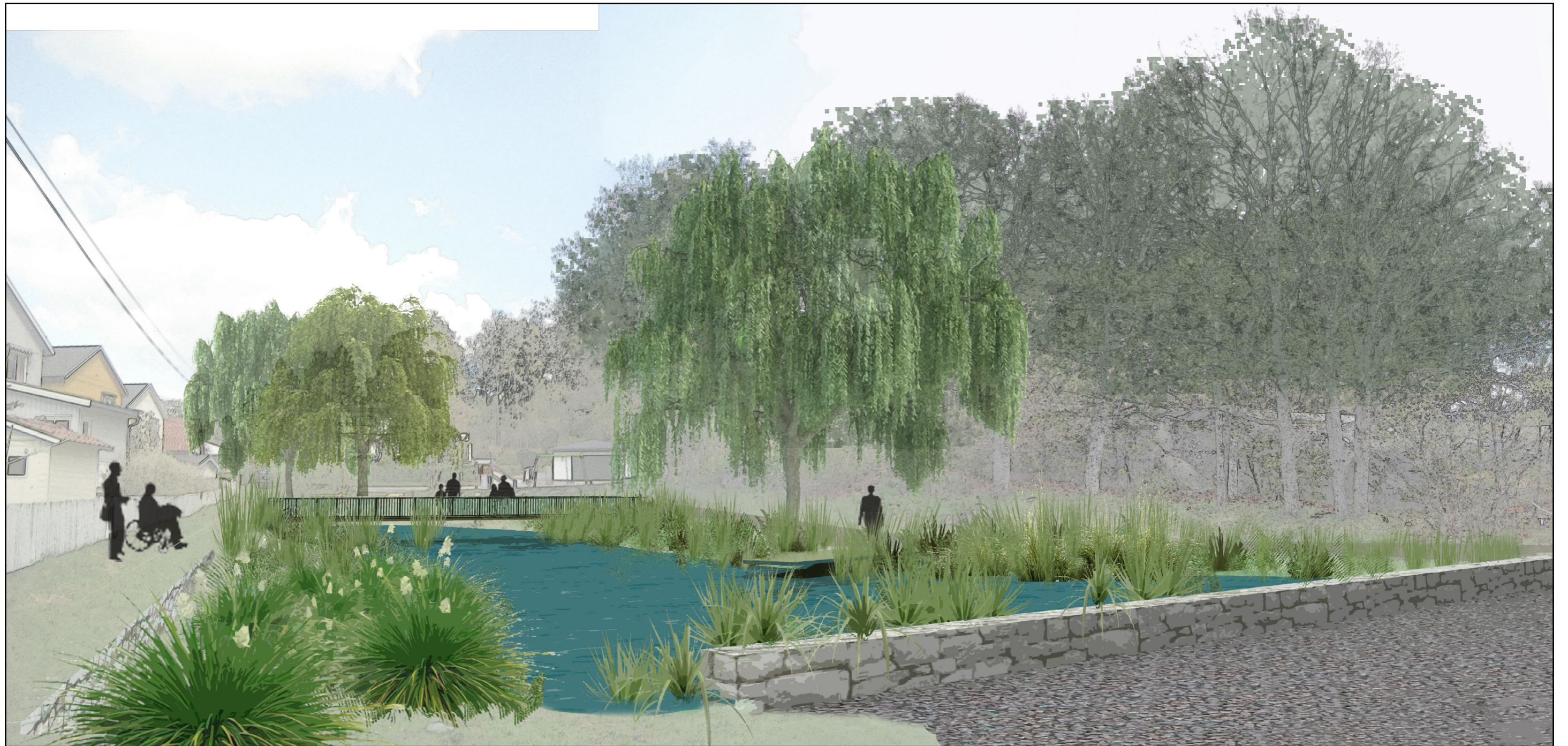


Avrenning fra parkens nordside fanges opp i en fors-enkning i terrenget som leder vannet ned til dammen. Denne kles med gress og vil dermed ikke skille seg ut fra gresseplenen rundt. Under et lag med vekstjord legger et drenerende lag, på den måten unngås stående vann over lang tid.



Figur 108: Detalj gressledt fors-enkning 1:20





*Figur 109: Perspektivet viser hvordan dammen vil føye seg inn i landskapet og berike parken*





## ETTERORD

Denne oppgaven er foreløpig ikke samkjørt med den parallelle oppgaven til Andreas Køste og John Petter Hval. I deres oppgave ble det laget en modell av avløpsnettets hvor det ble sett på kapasiteten med hensyn til fremtidlige klimaendringer. I neste omgang vil det derfor være naturlig å se på tiltakene i forhold til deres resultater. Det kan tenkes at enkelte deler av prosjektovrådet vil ha mer behov for tiltak enn andre, alt etter hva modellens simulering viser. Dermed vil det kunne være mulig å være mer selektiv med hensyn til hvor tiltakene settes inn.

Det vil være interessant å se nærmere på forholdet mellom plantefeltene og de underliggende magasinene. Her vil det være grunnlag for videre arbeid med hensyn til beregning av dimensjoner på selve magasinet, samt inn- og utløp. Det kan også arbeides mer med lagbyggingen i plantefeltene med hensyn til infiltrasjonshastighet i jordsmonnet og dreneringen ut fra plantefeltene. Hvis dette gjøres kan man finne ut hvor stor fordrøyningskapasitet systemet virkelig har.

I denne oppgaven var det en forutsetning at veivannet var lite forurenset, med unntak av veisalt. I mer urbane områder vil det kunne være nødvendig å skille veivann og avrenning fra andre flater. En mulighet er også at det settes et sluk ved innløpet hvor den første, mest forurensete vannmassen, "first flush", ledes ned i bakken til avløpssystemets spillvannledning. Sluket må utformes slik at det ved store nedbørsmengder får en strupende effekt og vannmassene fortsetter til plantefeltene. På den måten fjernes de første og mest forurensete vannmassene og vannet som når plantefeltene vil være mindre forurenset. Ved å gjøre dette kan det tenkes at artene i plantefeltene ikke trenger å være så salttolerante siden det meste av veisaltet fjernes før innløp. Dette vil åpne for et mye større utvalg av arter og dermed gi mange nye muligheter for plantefeltenes utseende.

Det har vært vanskelig å finne arter som kunne tenkes å trives i det miljøet det legges opp til i plantefeltene. Særlig vanskelig var det å finne passende stauder og pryddress. Det har vært forsket på passende stauder til bruk langs vei og det er flere arter som takler veisalt, men disse artene trives ikke i fuktige miljøer. I denne oppgaven har det vært mye fokus på veisalt fordi det

generelt er et utbredt problem langs norske veier. Det er satt som en forutsetning at forurensningen ellers er beskjedent, fordi det generelt er slik. Artene foreslått i denne oppgaven er generelt salttolerante, imidlertid er det uvisst hvordan de foreslåtte artene vil takle andre forurensninger som tungmetaller og lignende. Det samme gjelder også til en viss grad lignosene. Mange av artene foreslått i oppgaven kan vise seg å være lite egnet langs vei. I framtiden vil det være nyttig med mer kunnskap om passende arter til bruk i et tilsvarende miljø.

På grunn av de tette massene i grunnen var det ikke mulig å kombinere fordrøying med perkolasjon i dette prosjektet. Ved andre, bedre egnede lokaliteter, vil systemet kunne tømmes via perkolasjon alene eller i tillegg til en kontrollert uttapping. Ved å la vannet perkolere ned til grunnvannet vil det kunne bidra til å opprette grunnvannstanden i det aktuelle området, dette vil være et stort pluss ved systemet.



## KILDER

### REFERANSER

- Aall, C., Sælensminde, I. & Hygen, H. O. (2010). Klimatilpasning i Fredrikstad: Faglige innspill til Fredrikstad kommunes arbeid med en plan for tilpasning til klimaendringer. *Vestlandsforskning rapport, 978-82-428-0298-9*. Sogndal.
- Amundsen, C.-E. (2008). Salt SMART: Miljøkonsekvenser ved salting av veger - en litteraturgjennomgang. I: Statens vegvesen (red.). *Teknologirapport 98 s*.
- Bergen kommune. (2005). Retningslinjer for overvannshåndtering i Bergen kommune. 33 s.
- Bjørneboe, J. (2000). *Småhusområder: bedre bebyggelsesplaner og fortetting med kvalitet*. Håndbok, b. 49 - 2000. Oslo: Instituttet. 169 s.
- Bøverbru. (2008). Tilstandsvurdering av bekker. I: Fredrikstad kommune (red.). 32 s.
- Det norske hageselskapet. (2000). Vegetasjon i boligmiljø: Varig sikring av trær. 13 s.
- E-plante Norge AL. *Planter for norsk klima*. Tilgjengelig fra: <http://209.240.158.204/cgi-bin/eplante-kortinfo.cgi?planteID=LONCKI> (lest 08.05.2011).
- Endresen, S. (2008). Norsk Vann Rapport 162/2008 vedlegg 1.
- EUs vanndirektiv (EUs rammedirektiv for vann). (2000). Europaparlamentets- og rådsdirektiv 2000/60/EF.
- Forskrift om krav til byggverk – TEK 97. (1997). Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk. FOR-2009-09-09-1170.
- Forurensningsloven. (1983). Lov om vern mot forurensning og om avfall. LOV-2009-06-19-103.
- Fredrikstad kommune. (2007a). Kommunedelplan 2006 - 2017. 37 s.
- Fredrikstad kommune. (2007b). Overvannsrammeplan. 44 s.
- Hansen, E. & Hansen, O. B. (2007). *Trær og busker for norske hager*. Oslo: Tun. 352 s.
- Hansen, O. B. (2008). *Landskapsplanter: lignoser i emnet PHG 213*. Ås: Boksmia. 406 s.
- Hanssen-Bauer, I., Drange, H., Førland, E. J., Roald, L. A., Børsheim, K. Y., Hisdal, H., Lawrence, D., Nesje, A., Sandven, S., Sorteberg, A., et al. (2009). *Klima i Norge 2100: Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpasning*. 2 utg.: Departementenes servicesenter. 148 s.
- Haraldsen, T. K. (2009). *Jordkvalitet i grøntanlegg*. Ås: Universitetet for miljø- og biovitenskap (forelesning høsten 2009).
- Holmstrand, O. & Lindvall, P. (1979). *Infiltrera dagvatten: planering och metoder*. [Solna]: Naturvårdsverket, Byggeforskningen. 53 s.
- Kristensen, S., Nyhus, H. G., Husebye, E. F., Ratnaweera, H. & Endresen, S. (2007). Borgarting lagmannsrett - Dom. 24 s.
- Lindholm, O. (2007). *Klimatilpasninger: Veiledning om mulige tiltak i avløpsanlegg*. Oslo: Statens forurensningstilsyn. 48 s.
- Lindholm, O., Nie, L. & Bjerkholt, J. (2007). *Klimaeffekters betydning på oppstuvninger og forurensningsutslipp fra avløpsystemer i byer*. IMT-Rapport, b. 16. 78 s.
- Lindholm, O. (2008). *Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering*. Norsk Vann rapport, b. 162. Hamar: Norsk Vann BA. 79 s.
- Litlere, B. (2011). *Planteguiden*: NRK. Tilgjengelig fra: [http://www.nrk.no/programmer/tv/gronn\\_glede/planteguiden/](http://www.nrk.no/programmer/tv/gronn_glede/planteguiden/) (lest 10.05.2011).
- Lønø, K., Hansen, O. B. & Redalen, G. (2006). *Hageselskapets sortliste: 2000 planteslag for nordiske forhold presentert i tabellform*. Oslo: Det norske hageselskap. 284 s. s.
- Margolis, L. & Robinson, A. (2007). *Living systems: innovative materials and technologies for landscape architecture*. Basel: Birkhäuser. 191 s.
- Marsh, W. M. (2005). *Landscape planning: environmental applications*. Hoboken, N.J.: Wiley. XV, 458 s.
- Månsson, L. & Johanson, B. K. (2002). *Gyldendals bok om stauder*. [Oslo]: Gyldendal fakta. 239 s.
- Norges vassdrags- og energidirektorat. *EUs flomdirektiv* Tilgjengelig fra: <http://www.nve.no/no/Flom-og-skred/Flomdirektivet/> (lest 04.04.2011).
- Norsk institutt for skog og landskap. (2009). *Nå blomstrer det i Treforsøksparken*. Tilgjengelig fra: <http://www.skogoglandskap.no/nyheter/2009/treforsoksparken> (lest 09.05.2011).
- Olje- og energidepartementet. (1996). *NOU 1996: 16 Tiltak mot flom. 4.4.3 Årlige flomskader*. Tilgjengelig fra: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/oed/dok/NOU-er/1996/NOU-1996-16/5/4/3.html?id=341634> (lest 04.04.2011).
- Pedersen, P. A. (1994). *Vegetasjon ved trafikkårer: betydning, etablering og vedlikehold*. Håndbok, b. nr 169. Oslo: Vegdirektoratet. 94 s.
- Plan- og bygningsloven. (2009). Lov om planlegging og byggesaksbehandling. LOV-2010-06-25-48.
- Prevention Web. *WMO Disaster Risk Reduction Programme. Flood – Data and statistics*. Tilgjengelig fra: <http://www.preventionweb.net/english/hazards/statistics/?hid=62>. (lest 12.02.2011).
- Ryghaug, P. (2000). *Databeskrivelse: Løsmassegeologi: SOSI standard Del 2*: Statens kartverk.
- Skallebakke, O. P. (2010). *Om overflatevann i Fredrikstad* (13.10.2010).
- Solfjeld, I. (2009). *Bevaring av trær på byggeplasser* (forelesning høsten 2009).
- Stahre, P. (2004). *En langsiktig hållbar dagvattenhåndtering: planering och exempel*. [Stockholm]: Svenskt vatten. 81 s.
- Statens vegvesen. (2006). *Fartsdempende tiltak: veiledning*. Håndbok, b. 072. Oslo: Vegdirektoratet. 88 s. s.
- Statens vegvesen. (2008). *Veg- og gateutforming*. Håndbok, b. 017. [Oslo]: Vegdirektoratet. 198 s.
- Steffensen, J. (2004). *Åpne overvannsløsninger: erfaringer og anbefalinger*. Oslo: Statsbygg. 40 s.
- Stolte, J. (2010). *Exflood: Extreme weather in small catchments; new method for flood protection*: Bioforsk. Tilgjengelig fra: [http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/prosjekt/hovedtema?p\\_dimension\\_id=22783&p\\_menu\\_id=22793&p\\_sub\\_id=22784&p\\_dim2=22785](http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/prosjekt/hovedtema?p_dimension_id=22783&p_menu_id=22793&p_sub_id=22784&p_dim2=22785) (lest 22.04.2011).
- Store norske leksikon. *Om force majeure*. Tilgjengelig fra: [http://www.snl.no/force\\_majeure](http://www.snl.no/force_majeure) (lest 29.03.2011).
- Sweco. (2008). Bytrær på Carl Berners plass, Arbeidsbeskrivelse for gjennomføring av treplanting. 18 s.
- Tarback, E. J. & Lutgens, F. K. (2008). *Earth: an introduction to physical geology*. Upper Saddle River, N.J.: Pearson/Prentice Hall. XXI, 714 s.
- Thoresen, M. K. (1991). *Kvartærgeologisk kart over Norge: tema: jordarter*. Trondheim: Norges geologiske undersøkelse. 64 s.
- Thorolfsson, S. T. (2002). Vann i by: utfordringer og muligheter for veg og VA.
- Tvedt, T. (2007). *En reise i vannets fremtid*. Oslo: Kagge. 171 s.
- Tøndel, T. (2007). Veumdalen: Tiltaksplan vann og avløp. *Norconsult*. 40 s.
- Vannportalen.no. *EUs vanndirektiv* Tilgjengelig fra: <http://www.vannportalen.no/enkel.aspx?m=31147> (lest 04.04.2011).
- Vannressursloven. (2001). Lov om vassdrag og grunnvann. LOV-2010-06-25-45.
- Wavin. (2007). Q-Bic overvannskassetter Installasjonsveiledning. 14 s.
- Wergeland Krog, O. M. (1997). *Biologisk mangfold: Kartlegging av nøkkelbiotoper, tiltak for bevaring av arts-mangfoldet*. 79 s.
- World Commission on, E., Development & Brundtland, G. H. (1987). *Vår felles framtid*. [Oslo]: Tiden norsk forlag. 257 s.
- Åstebøl, S. O., Moxnes, K., Bækken, T. & Pedersen, P. A. (1999). *Endret bruk av salting*. I: TØI. Transportøkonomisk institutt. Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning (red.). Tilgjengelig fra: <http://www.miljoveg.toi.no/index.html?25835#top> (lest 30.04.2011).

## ILLUSTRASJONER

City of Portland. (2007). Infiltration planters. Portland. 2 s.

Det norske hageselskapet. (2000). Vegetasjon i boligmiljø: Varig sikring av trær. 13 s.

Florgård, C. & Palm, R. (1980). *Vegetasjonen i dagvattenhatteringen*. [Solna]: Naturvårdsverket. 72 s. s.

Fredrikstad kommune. (2011). *Diverse kart*.

Google. (2011). *Google maps*. Tilgjengelig fra: [http://maps.google.com/maps?q=fredrikstad&rls=com.microsoft:IE-SearchBox&oe=UTF-8&rlz=117SNCA\\_no&um=1&ie=UTF-8&sa=N&hl=en&tab=wl](http://maps.google.com/maps?q=fredrikstad&rls=com.microsoft:IE-SearchBox&oe=UTF-8&rlz=117SNCA_no&um=1&ie=UTF-8&sa=N&hl=en&tab=wl).

Hanssen-Bauer, I., Drange, H., Førland, E. J., Roald, L. A., Børshheim, K. Y., Hisdal, H., Lawrence, D., Nesje, A., Sandven, S., Sorteberg, A., et al. (2009). *Klima i Norge 2100: Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpasning*. 2 utg.: Departementenes servicesenter. 148 s.

Marsh, W. M. (2005). *Landscape planning: environmental applications*. Hoboken, N.J.: Wiley. XV, 458 s.

Miljøverndepartementet. *Kart: Klima i Norge 2050 og 2100*. Tilgjengelig fra: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/kampanjer/klimatilpasning-norge-2/temperatur-og-nedborendringer-2050-og-2.html?id=609105> (lest 27.04.2011).

Norges geologiske undersøkelser (NGU). *Kvartærgeologisk løsmassekart*. Tilgjengelig fra: <http://www.ngu.no/kart/arealis/> (lest 02.02.2011).

Norsk institutt for skog og landskap. WMS-tjeneste: AR50. Tilgjengelig fra: [http://www.skogoglandskap.no/publisering/temaer/ar50\\_wms](http://www.skogoglandskap.no/publisering/temaer/ar50_wms) (lest 04.02.2011).

The United Nations Environment Programme (UNEP). (2008). *Vital Water Graphics. An Overview of the State of the World's Fresh and Marine Waters. 2. edition*. Tilgjengelig fra: <http://www.unep.org/dewa/vitalwater/index.html> (lest 12.02.2011).



