

ÅPEN OVERVANNSHÅNTERING  
- BÆREKRAFTIG PLANLEGGING, MULIGHETER OG ANVENDELSE

OPEN STORMWATER MANAGEMENT  
- SUSTAINABLE PLANNING, OPPORTUNITIES AND APPLICATION

INGEBORG GJONE JOHANSEN

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP  
INSTITUTT FOR LANDSKAPSPLANLEGGING  
MASTEROPPGAVE 30 STP







# ÅPEN OVERVANNSHÅNDTERING

BÆREKRAFTIG PLANLEGGING, MULIGHETER OG ANVENDELSE

## Bibliotekside

Tittel: Åpen overvannshåndtering - bærekraftig planlegging, muligheter og anvendelse

Title: Open stormwater management - sustainable planning, opportunities and application

Forfatter: Ingeborg Gjone Johansen

Hovedveileder: Kine Halvorsen Thorén, professor ved Institutt for landskapsplanlegging.

Biveileder: Ingrid Merete Ødegård, 1. amanuensis i landskapsarkitektur, Institutt for landskapsplanlegging.

Sideantall: 91

Opplag: 5 stk.

Emneord: Overvann, Åpen overvannshåndtering, Klimaendringer, ExFlood, Veumdalen, Veumbekken, Fredrikstad, Klimatilpasning, Bærekraftig planlegging

Keywords: Storm water, Open storm water management, Climate change, ExFlood, Veumdalen, Veumbekken, Fredrikstad, Adapting to climate change, Sustainable planning

## Sammendrag

Klimaendringer innebærer økte mengder nedbør og hyppigere flomsituasjoner. Dette kombinert med stadig nedbygging av naturlige arealer bidrar til store problemer med overvann og flom i urbane nedbørfelt. De økonomiske konsekvensene kan i mange tilfeller bli store.

Økende fokus på de grønne bærekraftige løsningene på ulike felt i arealplanleggingen har bidratt til slik tankegang også når det gjelder håndtering av overvann, og åpne løsninger blir etter dette i stadig større grad prioritert fremfor lukkede systemer. Behovet for tverrfaglig samarbeid mellom vann og avløpsetat, planetat og grønn etat blir følgelig tydelig.

Denne oppgaven er todelt der del 1 er en generell del og der del 2 viser et casestudie hvor åpne løsninger skisseres på et konkret areal.

I del 1 omtales bakgrunnen for tematikken rundt overvann og flomproblematikk. Utviklingen mot en mer klimatilpasset arealplanlegging, hvilke verktøy vi har til rådighet i en slik planlegging, samt organisatoriske utfordringer knyttet til disse spørsmålene omtales deretter. Til slutt i del 1 gjøres det rede for det store mangfoldet innen åpne overvannsløsninger.

Del 2 er et casestudie i Veumdalen i Fredrikstad kommune. Etter en område- og lokaliseringsanalyse i nedbørfeltet skisseres ulike løsninger for implementering av åpne overvannstiltak ut. I tillegg omtales ulike viktige aspekter knyttet til åpne løsninger i sammenheng med de utvalgte skisseringene.



## Abstract

Climate change involves increased amounts of rainfall and frequent flooding. This combined with increasing reduction of natural areas contributes to major problems with surface water and flooding in urban catchments. The economic consequences in many cases can be significant.

Increasing focus on green sustainable solutions in various fields of land use planning has contributed to such thinking when it comes to dealing with storm water and open solutions are after this increasingly a priority rather than closed systems. The need for interdisciplinary cooperation among water engineer, land planner and landscape architect is thus evident.

This paper is twofolded with Part 1 being a general part and Part 2 shows a case study of open solutions outlined in a specific area.

Part 1 discusses the background about stormwater runoff and flooding problems. The trend towards a more climate-adapted land use planning, what tools we have at our disposal in such planning, and organizational challenges related to these questions are discussed thereafter. Finally, in Part 1 accounts for the great diversity within the open stormwater solutions.

Part 2 is a case study in the Veum valley in Fredrikstad municipality. After a site and location analysis in catchment i outline various solutions for the implementation of open stormwater measures. In addition, various important aspects of open solutions are being discussed.



## Forord

Denne masteroppgaven er skrevet ved Institutt for landskapsplanlegging (ILP) ved Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB). Oppgaven er gjennomført våren 2012 som siste del av et 5 årig mastergradsstudie i landskapsarkitektur. Oppgaven utgjør 30 studiepoeng.

Masteroppgaven er skrevet med støtte fra Miljøverndepartementet. Departementet ønsket våren 2012 å markedsføre planleggingsfag som en attraktiv karrierevei og delte ut masterstipender til studenter med planfaglige temaer for masteroppgaven. Klimatilpasset bærekraftig arealplanlegging var et av temaene de ønsket å støtte og det er under denne kategorien min oppgave befinner seg. Jeg ønsker med dette å rette en stor takk til Miljøverndepartementet og ser fram til å presentere oppgaven for dem.

Masteroppgaven er også en del av ExFlood prosjektet og jeg ønsker å takke alle i ExFlood teamet for nyttige møter og diskusjoner. (Mer om prosjektet står i innledningen til oppgaven).

Målet mitt med denne oppgaven har vært å sette meg inn i et fagfelt jeg kunne lite om fra før. Overvann og problematikk rundt dette er svært aktuelt i dag og en forståelse av sammenhenger, begreper og systemer innen dette feltet har vært mye av motivasjonen for valg av tema og problemstilling.

Jeg ønsker å takke min hovedveileder Kine Halvorsen Thorén for meget god veiledning og diskusjon gjennom hele oppgaven.

En stor takk rettes også til:

Ole Petter Skallebakke i Fredrikstad kommune for hjelp med kart og bakgrunnsmateriale, samt omvisning i Fredrikstad.

Avdeling for byutvikling i Fredrikstad kommune for nyttig informasjon.

Exflood teamet og studenter for forståelse rundt problematikk og diskusjon rundt problemstillinger.

Fredrik Holth for veiledning rundt lovverk og verktøy for plansikring.

Bjørn Krogh Johansen for moralsk støtte og gode innspill.

Ivar Haga i Multiconsult for hjelp med beregning av damvolumer.

Gunnar Tenge for hjelp med kartmaterialer.

Caroline Dilling for diskusjon og hyggelige turer til Fredrikstad.

Ruth Elise Gjone for korrekturlesing.

The logo for Exflood, featuring the word "Ex" in a light blue script font and "flood" in a dark blue sans-serif font, with a blue wavy line underneath.

*Denne masteroppgaven er printet med støtte fra Norsk Forskningsråd, NORKLIMAprogrammet, prosjektnummer 200678/S30 (ExFlood prosjektet)*

*This study was partly funded by the Norwegian Research Council, NORKLIMAprogramme, project number 200678/S30 (ExFlood project)*

# Innholdsfortegnelse

Bibliotekside	4
Sammendrag	5
Abstract	6
Forord	7
Innholdsfortegnelse	8
Oppgavens oppbygning	10
Begrepsavklaring	11
INNLEDNING	
Oppgavens problemstilling	13
Mål med oppgaven	13
Metode	14
Avgrensing	14
Prosjektet ExFlood	15
DEL 1 : GENERELL DEL	
1.1. BAKGRUNN FOR TEMATIKK - DET STORE BILDET	16
Et klima i endring	17
Klimaendringenes effekt på overvann	17
Konvensjonelle overvannssystemer	18
Åpne overvannsløsninger	19
Overvannet som ressurs	20
Utvikling mot bærekraftig overvannshåndtering	21
1.2. VERKTØYKASSA FOR KLIMATILPASNING	22
Klimatilpasning på lokalt nivå	23
Kommunenes ansvar	24
Verktøykassa for klimatilpasning	25
1. Samfunnstrygghetsarbeid	26
2. Arealplanlegging	27
Kommunal planstrategi	28
Statlig planretningslinje	28
Planprogram	28
Planbeskrivelse, konsekvensutredning og ROS- analyse	29
Kommuneplanen	30
Hensynet til overvann inn i plannivå under kommuneplanen	32
3. Byggesaksmyndighet	33
GOF - grønn overflatefaktor	33

Organisatoriske utfordringer	34
Nasjonal støtte og tydelige retningslinjer	34
Samspill på tvers av sektorer og forvaltningsnivå	35
Et solid og tilgjengelig kunnskapsgrunnlag	35
Kompetanse og kapasitet til tilpasningsarbeid	35
Prioritering og ressurser	36
Langsiktighet i planleggingen	36
Oppsummering verktøy og utfordringer	37
1.3. MULIGHETER INNEN ÅPNE OVERVANNSTILTAK	38
Utdyping av tiltaksliste	39
Tiltakslisten	40
Fra private til offentlige arealer	42
Fra formale til naturlige prinsipper	43
Åpne overvannstiltak og positiv synergieffekt	44
DEL 2 : CASESTUDIE	
2.1. OMRÅDE- OG LOKALISERINGSANALYSE I VEUMDALEN	45
Metode for analyse	46
Fredrikstad og Veumdalen	48
Problemer og utfordringer	49
Veumdalen fra nord til sør	50
Avgrensing av nedbørfelt	52
Terrengforhold	53
Løsmasser og infiltrasjonsevne	54
Arealdekke og avrenningsgrad	55
Prognoser for klimaendringer	56
Andre landskapskvaliteter	57
Fremtidig arealutnyttelse	58
Inndeling i områder basert på typer tiltak	59
Tilgjengelige og strategiske arealer rundt bekkedrag	60
2.2. SKISSEPLAN VEUMBEBEKKEN	61
Overordnet konsept	62
Brønnerødlia	63
Dimensjonering av damvolumer - den rasjonelle formel	65
Tilløp og utløpskontroll	72
Mølledammen	74
Trosvik	78
Elementer i bekken forøvrig	82
Arealbrukskonsekvenser	83
REFLEKSJONER OG AVSLUTTENDE MATERIALE	
Refleksjoner	87
Litteraturliste	89
Figurliste	90
Etterord	91

## Oppgavens oppbygning

### Innledning

Problemstilling, mål, metode og avgrensning samt informasjon om ExFlood gjøres rede for i denne innledende delen

## Del 1 - Generell del

---

### 1.1 Bakgrunn for tematikk - det store bildet

Klimaendringer og problemer med økende mengder overvann, samt tradisjonell og åpen overvannshåndtering og positive synergieffekter av slike løsninger omtales her.

### 1.2 Verktøykassa for klimatilpasning

Verktøy og utfordringer knyttet til klimatilpasning på lokalt nivå redegjøres for her.

### 1.3 Åpne overvannstiltak - oversikt over muligheter

En oversikt over mangfoldet av åpne overvannstiltak vises i denne delen.

## Del 2 - Casestudie Veumdalen

---

### 2.1 Område og lokaliseringsanalyse Veumdalen

Gjennom en overordnet analyse vises hvilke forhold som er av betydning for plassering, valg og utforming av åpne overvannsløsninger

### 2.2 Skisseplan Veumbekken

Analysen leder til utvalgte arealer der det skisseres muligheter for implementering av åpne overvannstiltak. Ulike prinsipper og positive effekter ved bruk av åpne løsninger skisseres i tilknytning til de foreslåtte innsatsområdene.

### Refleksjoner og avsluttende materiale

I denne avsluttende delen oppsummeres de viktigste poenger fra oppgaven. Etterord, litteraturliste samt figurliste finnes også her.



## Begrepsavklaring

I det følgende er det gitt en redegjørelse for begreper slik jeg gjennom litteraturen har forstått dem og valgt å anvende i denne oppgaven.

Overvann : nedbør og vann fra snøsmelting som renner av fra overflaten (Lindholm et al. 2008).

Overflatevann : alt vann over bakken, inkludert elver, bekker, innsjøer (Lindholm et al. 2008).

LOD/ LOH : Begrepet lokal overvannshåndtering/ overvannsdisponering brukes i denne oppgaven om tiltak på privat mark (Stahre 2004).

Åpne overvannsløsninger : Begrepet brukes om en rekke ulike metoder for håndtering av overvann. Felles for dem er at de etterligner naturens egen måte å ta hånd om overvannet på og at de er åpne og synlige i landskapet (Stahre 2004).

Bærekraftig overvannshåndtering : Betegnelse på en utvikling der overvannet utnyttes som en ressurs i stedet for et problem.

Nedslagsfelt/ nedbørsfelt : Et avgrenset område hvorfra all nedbør renner ned til et bestemt punkt nederst i feltet (Lindholm et al. 2008).

Resipient : Mottaker av behandlet eller ubehandlet avløpsvann. Dette kan være hav, innsjø, elv eller bekk (Lindholm et al. 2008).

Vannskiller : Et vannskille er grensen mellom to tilsigsfelt. Nedbøren som faller på hver sin side av et vannskille vil altså ende opp i ulike resipienter (Wikipedia 2012)

Flom : vannføringer/ vannstander som er større enn hva de etablerte vannveiene kan transportere (Wikipedia 2012 b)

Overløp/ regnvannsoverløp : utslippsarrangement i fellesavløpssystem som trer i kraft når vannføringen blir for stor som følge av for mye overvannstilførsel. Urenset avløpsvann tilføres da tilstøtende vannforekomster (Lindholm et al. 2008).

Gjentaksintervall : Tidsintervall i antall år mellom regn- eller avrenningstilfeller for en gitt intensitet (Lindholm et al. 2008).

Fordrøyning : Midlertidig lagring av overvann. Tilført vann holdes tilbake/ mellomlagres i magasin e.l. ved stor avrenning, for å redusere avrenningstoppene til nedenforliggende ledning, vassdrag, område (Lindholm et al. 2008).

Infiltrasjon : Nedbørvannets nedtrenging gjennom jordoverflaten (Lindholm et al. 2008).

Evapotranspirasjon : Evapotranspirasjon er summen av fordamping og transpirasjon (utdunsting) av vann fra planter. Fordampinga kommer fra jordsmonnet, toppen av løvtre og fra vannmasser. Transpirasjon er vann som plantene frigir. Evapotranspirasjon er en viktig del av vannsyklusen (Wikipedia 2011).

Flomveg : Lavpunkt/ strekninger i terreng eller i bebygde områder hvor vannet trykt kan ledes bort ved flom (Lindholm et al. 2008).

Permeable flater : Områder hvor grunnvannet/ regnvannet kan trenge ned i grunnen. Dette kan være gressdekte flater, jorder, grusveier, permeabel asfalt e.l. tilrettelagte flater.

IVF - kurve : Kurve som for en bestemt målestasjon viser sammenhengen mellom maksimal regnintensitet for en viss regnvarighet og et visst gjentaksintervall (Lindholm et al. 2008).

Avrenningskoeffisient : Tall mellom 0 og 1 som angir hvor stor andel av overvannet som renner av på overflaten.

Konsentrasjonstid : Den tid det tar å konsentrere all nedbør fra de fjerneste deler av avrenningsområdet til det punkt som betraktes (Lindholm et al. 2008).

Kulvert : Rør eller betongtunnel som fører overvann eller bekk under veier, jernbane eller lignende hindring (Lindholm et al. 2008).

Rt. : Forkortelse for Norsk rettstidende. Dom eller avgjørelser truffet av Høyesterett eller Høyesteretts kjæremålsutvalg, offentliggjøres i Norsk rettstidende.

NOU : Forkortelse for Norges offentlige utredninger. Regjeringen eller et departement nedsetter utvalg og arbeidsgrupper som utreder forskjellige forhold i samfunnet. En utredning kan enten komme som NOU (Norges offentlige utredninger) eller som en rapport.

ROS- analyse : Forkortelse for Risiko- og sårbarhetsanalyse. Risiko- og sårbarhetsanalysene nyttes i beslutningsprosesser som både har til hensikt å forebygge uønskede hendelser og forberede håndtering av uønskede hendelser, slik at tap av liv, helse, miljø, viktig infrastruktur og materielle verdier kan unngås og/-eller bli så små som mulig (DSB 2011).

Den rasjonelle formel : Formel for grov beregning av overvannsavrenning fra felt mindre enn 50 ha (Lindholm et al. 2008).

GOF (Grønn overflatefaktor) : Grønn overflatefaktor (GOF) er utviklet for å kunne beregne graden av grønne overflater for å sikre at utbygging skal kompensere for tap av grønne arealer og permeable flater. GOF anvendes i dag i Berlin og Malmø (Trondheim 2010).



An aerial photograph of a wide river valley. The river flows from the top left towards the bottom right. On the right side, a large dam structure is visible, with water cascading over it. The left bank is heavily forested with tall trees. The surrounding landscape consists of rolling hills and fields. The image is in grayscale, with a semi-transparent orange horizontal line positioned below the title.

# INNLEDNING



## Oppgavens problemstilling

Denne oppgaven er todelt der den første delen er en generell del som tar for seg bakgrunn for tematikk, muligheter, lovverk og plansikring av åpne overvannsløsninger

Den andre delen er et casestudie som gjennom en analyse undersøker hvilke forhold som er av betydning ved plassering, valg og utforming av åpne overvannsløsninger på et konkret område for deretter å presentere en skisseplan for implementering av løsningene.

Som landskapsarkitekt er det de positive synergieffektene man oppnår ved å velge å håndtere vann i åpne løsninger jeg finner mest interessant. Av den grunn er en del av analysen en lokaliseringsanalyse for å belyse hvor og med hvilke tiltak man kan oppnå størst effekt utover det å senke avrenning og flomtopper.

### Problemstillinger del 1:

Hvilke muligheter har vi innen åpen overvannshåndtering?

Hvilke juridiske verktøy er tilgjengelig for å sikre hensynet til overvann og flom i arealplanleggingen?

Hvilke organisatoriske utfordringer finnes for effektiv utvikling av en klimatilpasset arealplanlegging?

### Problemstilling del 2:

Hvordan implementere åpne overvannstiltak i et konkret område slik at de bidrar til å senke flomtopper og samtidig, i størst mulig grad, bidrar med positiv synergieffekt for landskapsbildet, rekreasjon og biologisk mangfold?

## Mål med oppgaven

Mine personlige mål for denne oppgaven er å få innblikk og oversikt over en tematikk jeg har hatt begrensede kunnskaper om tidligere.

Gjennom tidligere sommerjobber har jeg sett betydningen av overvannshåndtering som en stadig oftere og mer viktig del av prosjekter. Jeg har derfor sett det som nyttig å sette meg inn i denne tematikken, begrepsbruk, muligheter, lovverk, planlegging og hvordan man konkret kan implementere slike løsninger for å stå sterkere rustet til å diskutere slike problemstillinger i arbeidslivet.

## Metode

Metoden - de verktøy jeg har anvendt for å skaffe informasjon til å svare på problemstillingen i denne oppgaven presenteres her. Metoden for analysen i del 2.1 presenteres først i dette kapitlet.

En bred *litteraturstudie* ligger til grunn for svar på spørsmålene under del 1. For å kunne besvare spørsmålene har jeg satt meg inn i bakgrunnen for tematikken rundt åpne overvannsløsninger - det som jeg har kalt “det store bildet” i oppgaven. Særlig har Norsk Vann sin veileder i klimatilpasset overvannshåndtering (Lindholm et. al. 2008) dannet grunnlaget rundt forståelsen av tematikken og mangfoldet av åpne løsninger.

*Diskusjon og veiledning* rundt tiltakslisten utarbeidet av Bent Braskerud for ExFlood prosjektet (Braskerud 2011) har også vært viktig for å kartlegge mulighetene innenfor alternative løsninger.

Kapitlet om klimatilpasset planlegging har sin bakgrunn i *litteraturstudie* kombinert med *informasjonsinnhenting og veiledning* fra jurist og dosent Fredrik Holt ved UMB og fra seniorrådgiver Unn Ellefsen i Miljøverndepartementet.

For å besvare problemstillingen i del 2 har jeg gjennomført et *casestudie* i Veumdalen i Fredrikstad.

Casestudiet starter med en *område- og lokaliseringsanalyse* som har som mål å identifisere ulike aspekter ved landskapet i Veumdalen som har betydning for plassering, valg og utforming av åpne overvannsløsninger med formål å senke flomtopper og, i størst mulig grad, bidra med positiv synergieffekt for landskapsbildet, rekreasjon og biologisk mangfold. Metoden for analysen blir som nevnt presentert først i kapittel 2.1. Gjennom *litteraturen* og gjennom *studie av tidligere ExFlood-masteroppgaver* er det blitt klart hva som er av relevans i analysearbeidet. Jeg har kommet fram til den nødvendige informasjon til analysen ved hjelp av *befaringer i området, møter med Fredrikstad kommune, kartstudier, flyfotostudier og kvalitative intervju med lokalbefolkningen i Veumdalen*. Skisseforslagene for Veumbekken har bakgrunn i *bruk av den rasjonelle formelen for dimensjonering samt Norsk vann sin veileder i klimatilpasset overvannshåndtering* (Lindholm et. al. 2008) for utforming.

## Avgrensinger

### Nivå

Oppgaven tilnærmer seg problemstillingene med et overordnet perspektiv. Jeg går likevel på enkelte områder mer i detalj for å få frem viktige poenger og aspekter.

### Tematisk

Hovedtemaene for oppgaven har vært å se på muligheter innenfor bruk og planlegging samt sikring av åpne løsninger på et overordnet nivå. Dermed dreier oppgaven seg i all hovedsak om disse temaene. Flere andre viktige aspekter ved bruk av åpne løsninger som skjøtsel, detaljert formspråk, vegetasjon, økonomi o.l. er derfor i ingen eller liten grad trukket inn.

### Geografisk

Etter den generelle delen (del 1) avgrensers casestudiet (del 2) seg geografisk til et konkret nedbørsfelt i Fredrikstad kommune. Dermed er det denne nedbørsfeltavgrensingen for Veumdalen som er anvendt gjennom hele casestudiet.



## Prosjektet ExFlood

ExFlood er et samarbeidsprosjekt mellom BioForsk og Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB) ved Institutt for matematiske realfag og teknologi (IMT), Institutt for Plante- og miljøvitenskap (IPM) og Institutt for landskapsplanlegging (ILP). Prosjektet er et direkte resultat at den økte bevisstheten rundt klimaendringene og de stadig mer intense nedbørssituasjoner vi vil oppleve. Dette kombinert med stadig mer nedbygging av arealer vil føre til at vi i fremtiden vil oppleve store problemer med flom i urbane områder dersom ikke overvannet blir tatt på alvor.

Hovedmålet i ExFlood er følgelig å se på hvordan man med ulike tiltak kan redusere effektene av ekstreme værhendelser på infrastruktur i små sammensatte nedbørsfelt i Norge for så å innarbeide dette i et arealplanleggingsverktøy (ExFlood 2011).

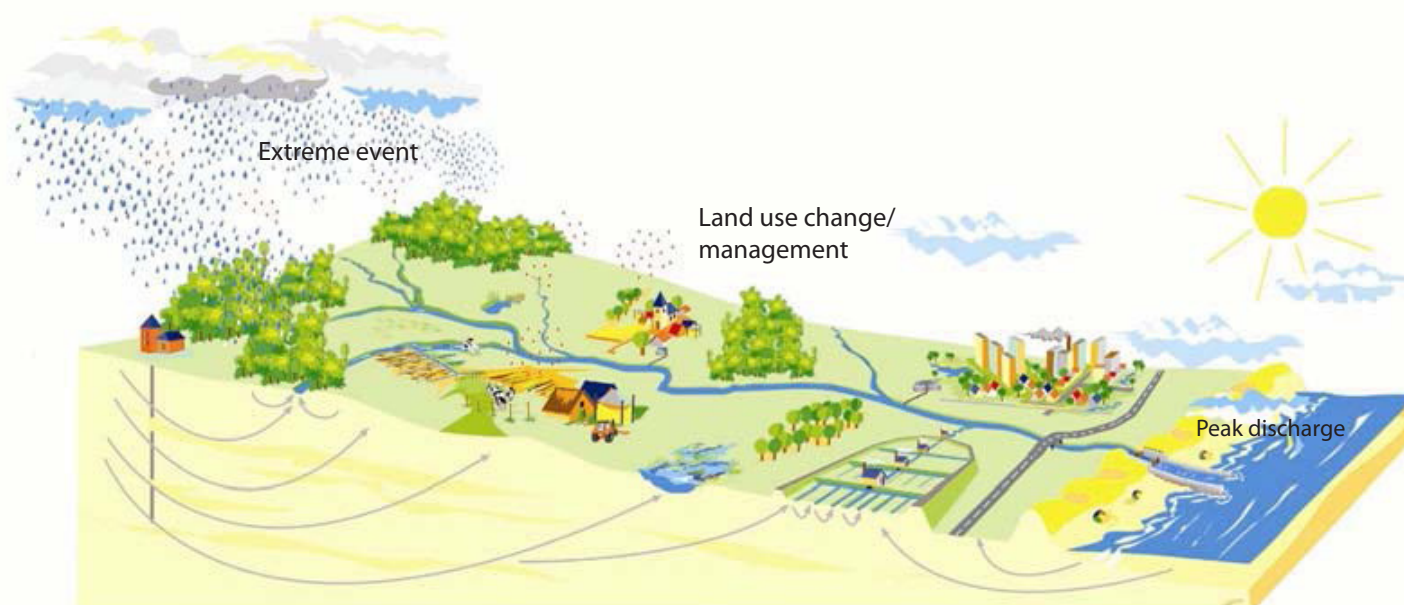
Prosjektet ExFlood jobber i samarbeid med tre norske kommuner som da også fungerer som studieområder. Kommunene Fredrikstad, Sandnes og Trondheim er valgt ut på bakgrunn av krav satt til datatilgjengelighet, eksisterende forskning og at de alle har opplevd gjentatte problemer og skade på infrastruktur grunnet ekstreme værhendelser.

I tillegg ligger de tre kommunene på ulike steder i landet som representerer ulike typer kystklima. Nedbørsfeltene i de ulike kommunene som er valgt ut kjennetegnes også ved at det oppstrøms i feltet er lite utbygde områder (spredte boligfelt, skog og jordbruk) som så dreneres i en bekk/elv til nedstrøms urbane områder (ExFlood 2010).

Denne oppgaven er koblet til prosjektet gjennom ILP og Fredrikstad er valgt som caseområde.

Det tverrfaglige miljøet og den korte avstanden mellom studieretninger og studenter med annen kompetanse og innfallsvinkel til problemstillinger er en styrke ved UMB.

I min oppgave har jeg hatt god nytte av det tverrfaglige miljøet. Vi har gjennom høsten og våren hatt felles møter/ veiledninger med studenter fra vann og miljøteknikk og landskapsarkitektur. Slike veiledninger gir innsikt i problemstillinger de andre studentene jobber med og det gir forståelse for deres fagfelt. Denne oppgaven vil også belyse hvor viktig det tverrfaglige samarbeidet og forståelsen er for å få til en velfungerende og helhetlig overvannsplanlegging.



Figur 1: The ExFlood approach. Skissen viser et nedbørsfelt hvor det rurale området drenerer ned til og gjennom det urbane området med vesentlig mer infrastruktur. (ExFlood 2010)



# DEL 1

## 1.1. BAKGRUNN FOR TEMATIKK - DET STORE BILDET

---



## Et klima i endring

Et klimascenario er et scenario for en mulig utvikling basert på forhold man vet påvirker klimaet. Disse forholdene kan være utslipp av klimagasser, solutstråling og vulkanitet for å nevne noen (Meteorologisk institutt 2012b). Det er en rekke usikkerhetsfaktorer knyttet til klimascenarier. Vi kan i dag likevel med ganske stor sikkerhet si at vi står overfor store klimautfordringer i tiden framover (Hanssen-Bauer et al. 2009). Globale klimamodeller viser at de klimaendringene som vil komme de neste 50 årene, blir betydelig større enn de vi allerede har opplevd (Lindholm et al. 2008).

Temperatur, nedbørmengde, vindstyrke og havnivå kan øke eller synke lokalt. I noen områder kan stormer, orkaner, tørkeperioder eller kraftige regnskyll bli vanligere. Alt dette påvirker i sin tur livsbetingelsene for dyr og planter, menneskers bosetting, infrastruktur, jordbruk og næringsvirksomhet (Meteorologisk institutt 2012c).

## Klimaendringenes effekt på overvann

Mengden overvann styres av nedbørsforhold og avrenningsgrad. Framtidens klima vil trolig by på økte nedbørsmengder og hyppigere og mer intense byger (Hanssen-Bauer et al. 2009). Samtidig bygger vi mennesker stadig ned naturlige arealer som tidligere kunne infiltrere og fordrøye overvann og erstatter dette med harde tette flater. Resultatet blir økt avrenning og nedbørsmengder som tidligere ikke skapte problemer vil i framtiden kunne skape flomsituasjoner (Lindholm et al. 2007).

Klimaendringene vil også kunne føre til en kraftig økning i forurensningsutslipp fordi avløpssystemene overbelastes. Store nedbørsmengder i kombinasjon med høy avrenning fører til at vanntilførselen blir så stor at overløpene i ledningssystemet trer i funksjon og vannet trenger ut. I fellesavløpssystemer vil da en blanding av overvann og avløpsvann renne ut og forurense områdene rundt.

De siste årenes mange tilfeller av ekstreme vær-situasjoner her i Norge er med på å bygge opp under det faktum at klimaet vil komme til å endre seg og at vi i framtidens arealplanlegging er nødt til å ta hensyn til dette.



Figur 2 : Flom i Gudbrandsdalen 2011.

Kilde: <http://www.dagbladet.no/2011/06/11/nyheter/flom/naturkatastrofer/innenriks/evakuering/16881912/>



Figur 3 : Flommen tok med seg hus og veier.

Kilde : <http://www.vg.no/nyheter/vaer/artikkel.php?artid=10095337>

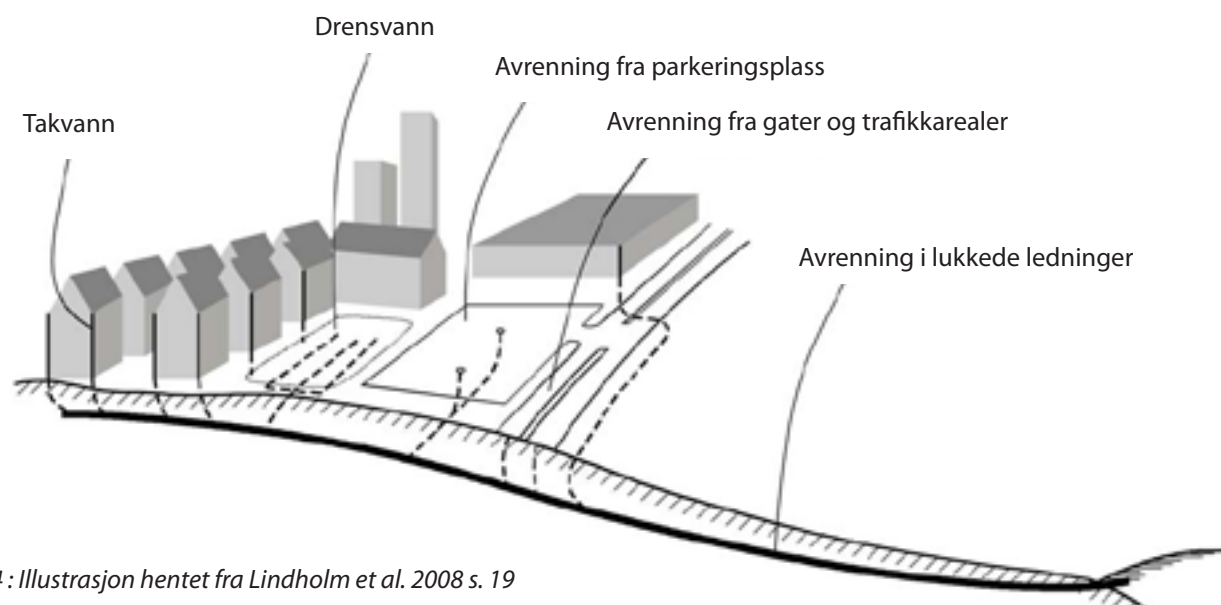
## Konvensjonelle overvannssystemer

Tradisjonell overvannshåndtering baserer seg på raskt og effektivt å lede vannet ned i oprettede grøfter og rør for på denne måten å få det bort fra jordbruksland, bebyggelse eller infrastruktur.

Det har vært vanlig å rette ut de naturlig meandrerende vannveiene og legge strekninger med rette rør der man har vesentlig mindre friksjon enn det er i en naturlig bekk. Resultatet er at vannet bruker kortere tid fra det møter bakken som nedbør til det forlater nedbørsfeltet, dvs. at vannet har kortere konsentrasjonstid (Marsh 2005). Dermed blir det store mengder vann som ledes raskt til resipient og da gjennom de urbane områdene nedstrøms i nedbørsfeltet.

Rørsystemene som tradisjonelt er benyttet har også begrenset kapasitet. Rørdimensjonene er ofte for små til å ta unna dagens nedbørmengder. Ettersom man stadig bygger ut og flere boliger kobles på allerede presset ledningsnett blir problemene stadig større. Som en følge av klimaendringene vil også grunnvannet ofte stå på et høyere nivå. Dette gjelder særlig etter kraftig nedbør. Dette kan føre til at infiltrasjonsvannmengden inn i rørene øker og det reduserer kapasiteten i avløpssystemet ytterligere (Lindholm et al. 2008).

### Konvensjonelt system for håndtering av overvann



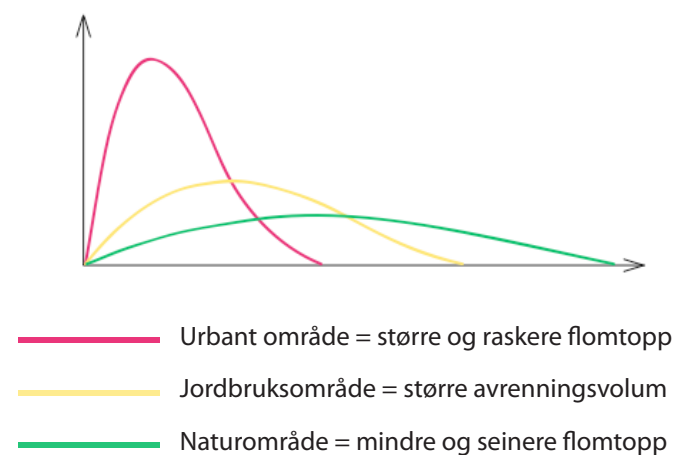
Figur 4: Illustrasjon hentet fra Lindholm et al. 2008 s. 19

Den tradisjonelle måten å håndtere overvannet på har ført til:

- Økt overvannsavrenning i mengde og intensitet og dermed direkte og indirekte flomskader
- Økte erosjonsskader som følge av flom
- Utslipp av forurenset overvann fra urbane områder
- Foringelse av det økologiske miljøet og mangfoldet

(Fredrikstad kommune 2007)

Etter dette er det klart at rørsystemene ikke lenger kan ta seg av overvannet alene, men at man må tenke nytt når det gjelder løsninger for å håndtere overvann.



Figur 5: Forandret avrenningsmønster ved endret arealbruk. Illustrasjon av Killian (2011) basert på Florgård og Palm (1981) s. 37

## Åpne overvannsløsninger

Hovedmålet med løsninger for åpen overvannshåndtering er å hindre økte mengder overvann i å nå resipienten og å kontrollere hastigheten på avrenningen.

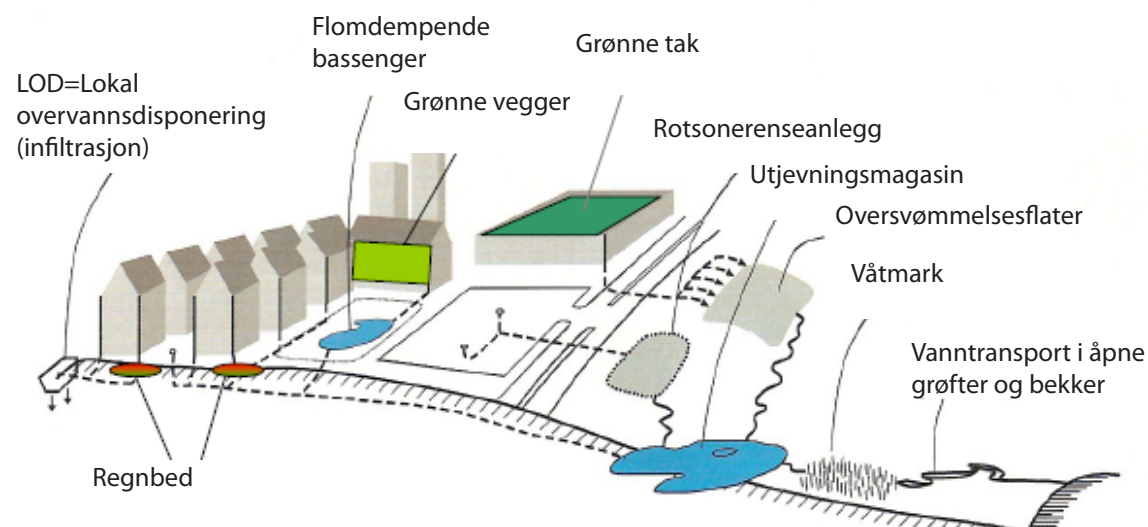
Som alternativ til den tradisjonelle måten å håndtere overvannet på ønsker en nå i stadig større grad i Norge å la overvannet finne vei i åpne systemer som bekker, dammer og naturlig infiltrasjon til grunnen. EUs vanddirektiv gir tydelig uttrykk for denne typen praksis, ved i stor grad å legge økologiske betraktninger til grunn i overvannsforvaltningen (Fredrikstad kommune 2007).

En slik alternativ måte å håndtere overvannet på krever en sterk kobling mellom overvannshåndtering og areal- og landskapsplanlegging. Av denne grunn er kunnskapen om og respekten for overvann svært viktig for landskapsarkitekter og arealplanleggere.

Begrepet åpne løsninger brukes om en rekke ulike metoder å håndtere overvann. Felles for dem er at de etterligner naturens egen måte å ta hånd om overvannet på og at de er åpne og synlige i landskapet (Stahre 2004).

Ytterligere gjennomgang av muligheter ved åpne og lokale løsninger gis i denne oppgavens del 1.3.

### Åpen og lokal håndtering av overvann



Figur 6 : Illustrasjon hentet fra (Braskerud 2011), basert på Lindholm et al. 2008 side 19



## Positive synergieffekter

Overvann har lenge utelukkende blitt betraktet som et problem som på billigst og mest mulig effektiv måte er blitt fjernet.

Ved å håndtere overvannet etter en mer bærekraftig tankegang har man i de senere årene innsett at vannet kan bli en ressurs på mange ulike måter.

- **Estetisk kvalitet**

Vann er et av de mest fasinende landskapselementene vi har. Ved å la vann renne åpent i landskapet og å gjøre noe ekstra ut av naturlige vannveier tilføres noe ekstra til landskapsbildet.

- **Rekreasjonsmessig kvalitet**

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

- **Pedagogisk kvalitet**

Vann og dyre- og plantelivet som følger med dette kan bidra til å spre kunnskap til barn og unge. Det kan brukes som en del av undervisningen i skole og barnehage. Som eksempel kan nevnes ordningen de har innført i Bergen kommune der kommunens mange skoler har adoptert hver sin bekk og hvert sitt tjern. De har oppsyn med dette og tar vare på det som en del av undervisningsopplegget (Sondbø).

- **Biomangfold**

Rent og friskt vann er en nødvendighet for å opprettholde biologisk mangfold. Vann er av avgjørende betydning for alt liv. Ved å la vannet spille en større rolle i de grønne områdene vil det øke antall økosystemer og det biologiske mangfoldet (Stahre 2004).

- **Historisk og kulturell verdi**

Ved å gjenåpne eller tilbakeføre gammelt elve- eller bekkedrag til sitt opprinnelige løp oppnår man en ny dimensjon i området (ibid).

- **Miljømessig kvalitet**

Åpne overvannsanlegg kan bidra til å rense vannet og heve vannkvaliteten ved at uønskede partikler sedimenterer eller gjennom opptak av forurensing i vegetasjonen i de åpne anleggene (ibid).

- **Teknisk kvalitet**

Et åpent anlegg av høy kvalitet kan fylle sin funksjon like godt som konvensjonelle tekniske løsninger (ibid).



Figur 7: Illustrasjon basert på Stahre (2004), side 13.

## Utvikling mot bærekraftig overvannshåndtering

Fokuset rundt flom og overvannsproblematikk har vært stor i land som Tyskland, USA og Canada i lang tid. Her i Norge har vi ikke opplevd like store problemer som de tettere befolkede landene. I tillegg har vi grunnet vår gode økonomi kunnet påkoste gjentatte utskiftninger av rørsystemene (Hovdenak 2011)

Økt befolkningstetthet, økte nedbørsmengder som følge av klimaendringer kombinert med fokus på grønne bærekraftige løsninger har imidlertid ført til at vi i de senere år også i Norge har fått øynene opp for problematikken og startet arbeidet med å få overvannet ut av rørsystemene.

Overvann har vært kommunalt ansvar og blitt håndtert av vann- og avløpsetaten alene, men det har lenge vært etterspurt et mer tverrfaglig samarbeid. Dette for å sikre en mer motstandsdyktig, mer økonomisk og mindre miljøskadelig håndtering av overvannet (Hovdenak 2011). Flere utgivelser fra fagetater har allerede på 80- og 90- tallet etterlyst samspillet mellom va- etat, planleggere og landskapsarkitekter

Innlemmelsen av EUs vanndirektiv (rammedirektivet for vann) i EØS-avtalen i 2008 styrket oppmerksomheten rundt vannforvaltning ytterligere i Norge. Direktivet er et av EUs viktigste miljødirektiver og det er banebrytende for norsk vannforvaltning (Vannportalen 2010).

Et av direktivets viktigste forutsetninger er at man skal få på plass en nedbørfeltorientert og helhetlig forvaltning av vann og vassdrag. Dette innebærer at ulike påvirkningsfaktorer i større grad vil måtte ses i sammenheng for at direktivets mål skal kunne nås (ibid).

I 2007 ble også flomdirektivet gjort gjeldende for EU landene. Det regnes som sikkert at dette etterhvert også vil bli gjort gjeldende for Norge gjennom EØS- avtalen (NVE 2011).

Flomdirektivet har som formål å bedre måten man håndterer risikoen flom representerer for mennesker, miljø, kulturarv og økonomi, med sikte på å redusere skader ved flom (ibid). Dette skal oppnås gjennom helhetlig planlegging av skadeforebyggende tiltak for det enkelte nedbørfelt. Altså fordrer dette direktivet på lik linje med vanndirektivet en nedbørfeltorientert og helhetlig planlegging.

Ytterligere gjennomgang av hvordan klimatilpasning bør inngå i kommunal planlegging og hvilke redskaper som er tilgjengelig for å få til bærekraftige løsninger gjøres rede for i kapittel 1.2.







# DEL 1

## 1.2. VERKTØYKASSA FOR KLIMATILPASNING

---





*Hvordan menneskeheten håndterer ekstremvær – før, under og i etterkant – har ofte mye større virkning på konsekvensene som er et resultat av ekstremværet enn ekstremværet iseg selv.  
(Wisner m.fl., 2012).*

## Klimatilpasning på lokalt nivå

Klimaendringene vi står overfor i tiden framover vil forsterke utfordringene klimaet medfører i dag samtidig som det vil oppstå flere nye utfordringer (Flæte et al. 2010).

Klimatilpasning er et begrep som benyttes for å beskrive hvordan samfunnet må ta hensyn til disse nye forholdene. Klimatilpasning innebærer en tilpasning til en rekke ulike klimaendringer, slik som havnivåstigning, økt skredfare, påkjenninger på naturmiljøet, økt fare for flom og ytterligere problemer med overvann i tettbebygde områder. Tema for denne oppgaven er kun de to sistnevnte, men på et overordnet plan- og forvaltningsnivå er det samme utfordringer knyttet til alle forholdene.

De mange kommunene i Norge har et helhetlig ansvar som lokal styresmakt for samfunnsutvikling og planlegging innenfor sine grenser. En integrering av klimatilpasningene i de kommunale ansvarsområdene er nødvendig for å sikre robuste lokalsamfunn i framtiden (Flæte et al. 2010).

Undersøkelser gjennomført av DSB (direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap) tyder på at mange norske kommuner har startet tilpasningsarbeidet. Likevel vises det tydelige tegn til en reaktiv holdning i kommunene – tiltak og tilpasning blir først satt i gang etter at en alvorlig skade har inntruffet (ibid). Klimaendringene øker behovet for en mer proaktiv tilnærming der man tilpasser seg endringene før de store ulykkene inntreffer.

Det kan være mange ulike former for ulykker som følge av klimaendringer. Ulykker som medfører personskader henger som oftest sammen med skred, mens følgen av nedbør og flomulykker i første rekke innebærer materielle skader. Skader på hus ved kjelleroversvømmelser eller skader på offentlig infrastruktur ved flom vil i de fleste tilfeller ha store økonomiske konsekvenser.



Figur 8 : Illustrerer tendensen til reaktiv holdning i kommunene. Tiltak og tilpasning blir først satt i gang etter slike skader har inntruffet.

Kilde: [http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/hedmark\\_og\\_oppland/1.7787549](http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/hedmark_og_oppland/1.7787549)



Figur 9 : Illustrerer tendensen til reaktiv holdning i kommunene. Tiltak og tilpasning blir først satt i gang etter slike skader har inntruffet.

Kilde: <https://www.lorenskog.kommune.no/Artikkel.aspx?AId=2743&back=1&MId1=6&MId2=&MId3=&>

## Kommunenes ansvar

De senere årene har det vært avsagt flere dommer der saken som har vært reist gjelder grensene for en kommunes ansvar for skade som følge av flom og tilbakeslag i kjellere.

I dom fra lagmannsretten avsagt den 13.6. 2007 gjaldt spørsmålet om Fredrikstad kommune var erstatningsansvarlig for skader som følge av tilbakeslag i den kommunale vann- og avløpsnett.

7. september 2002 passerte et sterkt regnvær Fredrikstad. Kommunens avløpsnett tok ikke unna vannmengdene, og dette førte til at en rekke kjellere ble oversvømt med vann. Ca 250 eiendommer ble skadet og en rekke forsikringsselskap krevde regress fra Fredrikstad kommune etter at de hadde erstattet skader på rundt 14,5 millioner kroner til sammen.

Hjemmelen for regress lå i Forurensningsloven § 24 a som sier at ”Anleggseieren er ansvarlig uten hensyn til skyld for skade som et avløpsanlegg volder fordi kapasiteten ikke strekker til eller fordi vedlikeholdet har vært utilstrekkelig.”

Fredrikstad kommune ble ikke kjent erstatningsansvarlig. Dette fordi lagmannsretten så regnhendelsen som en ansvarsbefriende ”force majeure” hendelse – en hendelse som kommunen ikke kunne vente at skulle inntreffe da denne regnhendelsen innebar mer regn enn det ledningsnett til kommunen var dimensjonert for.

Etter denne dommen er ytterligere to dommer blitt avsagt i Høyesterett omhandlende lignende tematikk.

I Rt. 2007 side 431 (Stavanger-dommen) fastslo Høyesterett enstemmig at det var adgang for kommunene til å begrense sitt ansvar etter forurensningsloven § 24 a for skader som er forårsaket av at avløpsnett ikke har vært dimensjonert til å ta unna uvanlig store nedbørmengder. Det følger imidlertid av dommen at slike begrensninger i konkrete tilfeller kan bli satt til side hvis de får urimelige utslag.

I Rt. 2011 side 425 (Alta-dommen/ Tyttebærstien) kom HR til motsatt resultat. Faktum i denne saken var at proppdannelser i et kommunalt avløpsnett tilhørende Alta kommune hadde gitt vannskader i kjelleren i en privatbolig. Proppdannelsen skyldtes ansamling av sand og grus i avløpsnett, og kommunen erkjente at skaden kunne vært unngått ved tilstrekkelig vedlikehold av anlegget.

Høyesterett avviste dermed at Alta kommune kunne fraskrive seg det objektive ansvar for vedlikehold av avløpsledninger etter forurensningsloven § 24 a.

Etter dette kan det leses at skader der det inntreffer ekstreme regnhendelser og der vann- og avløpsnettets dimensjonering er for liten for denne ekstremhendelsen skal det mye til for at kommunen blir holdt erstatningsansvarlig. Der skaden følger av kommunens manglende vedlikehold av vann- og avløpsnett skal det imidlertid mindre til før det kan fremmes erstatningsansvar etter forurensningsloven § 24 a.



Figur 10 : En av flere ekstreme regnhendelser i Fredrikstad. 70 mm nedbør falt på fem timer den 14.08. 2008. Dette innebar skader for 40 millioner kroner. Regnhendelsen var større og forårsaket fler skader enn hendelsen i 2002. Kilde: (Skallebakke 2011)



Med stadig større fokus på klimatilpasning i areal- og samfunnsplanleggingen kombinert med den raske utviklingen innen teknologi og presise hydrauliske modeller kan det antas at kommuner i flere tilfeller enn i dag kan holdes ansvarlig for slike skader.

Dermed viser behovet for proaktiv/ føre- var planlegging og en sterk kobling mellom vann og avløp og arealplanleggingen seg tydelig. Følgelig er det nødvendig med en oversikt over hvilke verktøy som er tilgjengelige for en slik klimatilpasset arealplanlegging samt hvilke organisatoriske utfordringer man står overfor i kommunene for å få dette på plass.



Figur 11 : Flom i Fredrikstad 31.7.2009. Kilde: (Skallebakke 2011)

## Verktøykassa for klimatilpasning

Vi har i Norge i dag generelt et godt utgangspunkt for å tilpasse oss nye klimaendringer ettersom vi er et land der ulike ganske ekstreme vær-situasjoner ikke er noe nytt. Vårflommer, snøskred og store snømengder er eksempler på situasjoner vi med jevne mellomrom opplever her til lands. Imidlertid vil vi i fremtidens klima oppleve mer ekstreme flomsituasjoner, større fare for skred og mer variasjon over sesonger enn det vi har vært vant med og en tilpasning til dette er nødvendig.

En forutsetning for at tilpasningene skal få gjennomslag er at hensynet til et endret klima blir tatt inn i alle beslutninger og planleggingsprosesser, på kommune-, fylke- og statsnivå (Forurensningsdirektoratet 2011).

En oversikt over hvilke verktøy som er tilgjengelige (verktøykassa for klimatilpasning) er etter dette nødvendig for effektivt å kunne ta disse i bruk.

NOU om tilpasning til et klima i endring (Flæte et al. 2010) beskriver de tre viktigste arenaene for lokalt tilpasningsarbeid til å være:

1. Samfunnstrygghetsarbeid
2. Arealplanlegging
3. Byggesaksarbeid

Arealplanlegging vil fange opp risiko ved ny eller endret bruk av areal, mens kommunen sitt arbeid med samfunnstrygghet i tillegg vil fange opp risiko i eksisterende arealbruk. Gjennom sin rolle som byggesaksmyndighet har kommunen også mulighet til å sette krav til plassering, utforming og dimensjonering av bygg (Flæte et al. 2010).



## 1. Samfunnstrygghetsarbeid

Den nye sivilbeskyttelsesloven (Lov om kommunal beredskapsplikt, sivile beskyttelsestiltak og Sivilforsvaret) gjort gjeldende fra 1. januar 2011 setter krav til at kommunene skal ha en sektorovergripende Risiko og sårbarhetsanalyse (heretter ROS- analyse).

Bestemmelsen sier:

### *§ 14. Kommunal beredskapsplikt - risiko- og sårbarhetsanalyse*

*Kommunen plikter å kartlegge hvilke uønskede hendelser som kan inntreffe i kommunen, vurdere sannsynligheten for at disse hendelsene inntreffer og hvordan de i så fall kan påvirke kommunen. Resultatet av dette arbeidet skal vurderes og sammenstilles i en helhetlig risiko- og sårbarhetsanalyse.*

*Risiko- og sårbarhetsanalysen skal legges til grunn for kommunens arbeid med samfunnssikkerhet og beredskap, herunder ved utarbeiding av planer etter lov 27. juni 2008 nr. 71 om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven).*

*Risiko- og sårbarhetsanalysen skal oppdateres i takt med revisjon av kommunedelplaner, jf. lov 27. juni 2008 nr. 71 om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) § 11-4 første ledd, og for øvrig ved endringer i risiko- og sårbarhetsbildet.*

En ROS- analyse etter sivilbeskyttelsesloven skiller seg fra ROS- analyse etter plan- og bygningsloven ved at analysen skal gjøre det mulig å se sammenhenger mellom de sektorvise analysene og dermed være et verktøy til å se samfunnstrygghet i et mer helhetlig perspektiv.

I dette ligger at ROS- analyse etter sivilbeskyttelsesloven også vil kunne identifisere risiko og sårbarhet i eksisterende bebyggelse og infrastruktur. Klimaendringene vil være med på å forsterke dette behovet for å kunne kartlegge farer og ulemper i allerede utbygde områder (Flæte et al. 2010).

Bestemmelsen omhandlende ROS- analyse i plan- og bygningsloven lyder som følger:

### *§ 4-3. Samfunnssikkerhet og risiko- og sårbarhetsanalyse*

*Ved utarbeidelse av planer for utbygging skal planmyndigheten påse at risiko- og sårbarhetsanalyse gjennomføres for planområdet, eller selv foreta slik analyse. Analysen skal vise alle risiko- og sårbarhetsforhold som har betydning for om arealet er egnet til utbyggingsformål, og eventuelle endringer i slike forhold som følge av planlagt utbygging. Område med fare, risiko eller sårbarhet avmerkes i planen som hensynssone, jf. §§ 11-8 og 12-6. Planmyndigheten skal i arealplaner vedta slike bestemmelser om utbyggingen i sonen, herunder forbud, som er nødvendig for å avverge skade og tap.*

Bestemmelsen gir altså primært hjemmel til å se risiko og sårbarhet i sammenheng ved nye utbygginger. Rent metodisk har ROS- analyser etter plan- og bygningsloven basert seg på kunnskap om historiske hendelser og analysene har derfor ikke tatt hensyn til at naturgitte forhold kan endre seg (Flæte et al. 2010).

I kravet til helhetlige ROS- analyser etter sivilbeskyttelsesloven § 14, 2. ledd skal ROS- analysen legges til grunn for kommunens arbeid med samfunnssikkerhet og beredskap, herunder ved utarbeiding av kommunale planer etter plan- og bygningsloven. 3. ledd i samme bestemmelse setter krav til at analysen skal oppdateres i takt med revisjon av kommunedelplaner og ellers ved endringer i risiko- og sårbarhetsbildet. I dette mener utvalget bak NOU om klimatilpasning (Flæte et al. 2010) at det ligger en stor mulighet for tilpasning til klimaendringer og denne koblingen representerer dermed et klimatilpassningsverktøy. Utvalget peker imidlertid på at dersom man skal få til en slik kobling er et tett samspill mellom etater internt i kommunen nødvendig.

## 2. Arealplanlegging

Overordnet arealplanlegging etter plan- og bygningsloven er det viktigste vektøyet kommunene har for å sikre en langsiktig, robust og bærekraftig utvikling og forvaltning av areal og naturmiljø i kommunen (Flæte et al. 2010).

Gjennom arealplanleggingen kan kommunene styre utviklingen slik at ny utbygging og infrastruktur ikke etableres i fareutsatte områder (ibid).

Kommunene har primæransvaret for arealplanleggingen i Norge. Ved å ta hensynet til klimatilpasning med i kommuneplanen vil kommunen utvikle større robusthet i møte med fremtidige klimaendringer (Andersen 2010).

For å oppnå denne robustheten er det viktig at problemstillinger og risikoområder knyttet til klimaendringer, vurderes og tas hensyn til i alle delene av planprosessen.

I det følgende vil de ulike stegene/ nivåene i planprosessen og hvordan klimatilpasning bør inngå i disse belyses.

## Planprosess

### Kommunal planstrategi

Strategiske valg av betydning for samfunnssikkerhet.

Eksempel:

- Strategi for sikker arealutnyttelse for å unngå naturfarer o.l.
- Klimatilpasning
- Kommunal beredskapsplikt
- Forhold i egne ROS- analyser

Vurdere om forhold i regional risiko- og sårbarhetsanalyse har betydning for planprosessene eller utforming av planer.

### Planprogram

Vurdering av behov for risiko- og sårbarhetsanalyser eller utredninger og opplegg for arbeidet med disse.

### Utredninger

#### Planbeskrivelse

Beskrive hvordan samfunnssikkerhetstemaer og strategi skal følges opp

#### Konsekvensutredninger

Risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS) som integrert del av konsekvensutredningen eller som selvstendig analyse

### Kommuneplanforslag

- Med samfunnssikkerhet i samfunnsdel
- Samfunnssikkerhet som egen temaplan?
- Samfunnssikkerhet i handlingsdel
- Samfunnssikkerhet i arealdel - hensynssoner med bestemmelser

### Reguleringsplan

Krav til sikkerhet og hensynssoner. Konkretiserer overordnede planer tiltak og krav til arealutnyttelsen

Figur 12 : Planprosess og klimatilpasning. Figur bearbeidet etter (Andersen 2010).

## Kommunal planstrategi

Etter pbl. §10-1 skal kommunestyret minst en gang hver valgperiode (4 år), og senest ett år etter konstituering vedta en kommunal planstrategi. Planstrategien bør omfatte en drøfting av kommunens strategiske valg knyttet til samfunnsutvikling, herunder langsiktig arealbruk, miljøutfordringer, sektorenes virksomhet og en vurdering av kommunens planbehov i valgperioden, jfr. §10-1.

Eventuelle nye nasjonale føringer som har kommet siden forrige planstrategi ble utarbeidet bør legges til grunn for disse vurderingene (Andersen 2010). Konsekvenser av klimaendringer som økte nedbørmengder, flom og skred, eller tap av biologisk mangfold, kan være slike nye føringer (ibid).

Ny kunnskap om potensielle fareområder og effekter av klimaendringer kan føre til at tomter og områder som tidligere har vært ansett som tilstrekkelig sikre for bebyggelse, ikke lenger innfrir kravene i plan- og bygningsloven (ibid).

Vurderinger og føringer tatt opp i planstrategien er derfor et godt verktøy som utgangspunkt for innlemmelse av klimatilpasningsarbeid i kommunale planer.

## Statlig planretningslinje

Regjeringen vedtok i 2009 en statlig planretningslinje (SPR) for klima- og energiplaner. Dette innebar at alle kommuner skulle ha utarbeidet en klima- og energiplan innen 1. juli 2010.

Et planbehov som må vurderes i den kommunale planstrategien kan derfor være å utarbeide (dersom man har unnlatt) eller revidere klima- og energiplanen og ta klimatilpasning inn som tema (Andersen 2010).

## Planprogram

Etter pbl. §4-1 skal det for alle planer som kan ha vesentlige virkninger for miljø og samfunn utarbeides planprogram som ledd i planoppstart.

Dette gjelder i alle tilfeller for kommuneplanen og for reguleringsplaner vurderes virkningene for miljø og samfunn.

Planprogrammet skal legge grunnlaget for det konkrete planarbeidet. Som et minimum skal programmet redegjøre for formålet med planarbeidet, planprosessen og opplegg for medvirkning.

For planer som omfattes av et særskilt krav om konsekvensutredning, jfr. pbl. § 4-2 andre ledd, vil risiko- og sårbarhetsanalysen, herunder klimatilpasning som hovedregel inngå som en del av de utredninger som skal gjennomføres i denne sammenhengen. Opplegget for arbeidet med risiko- og sårbarhetsanalysen må da tas med i planprogrammet (Andersen 2010).

## Planbeskrivelse, konsekvensutredning og ROS- analyse

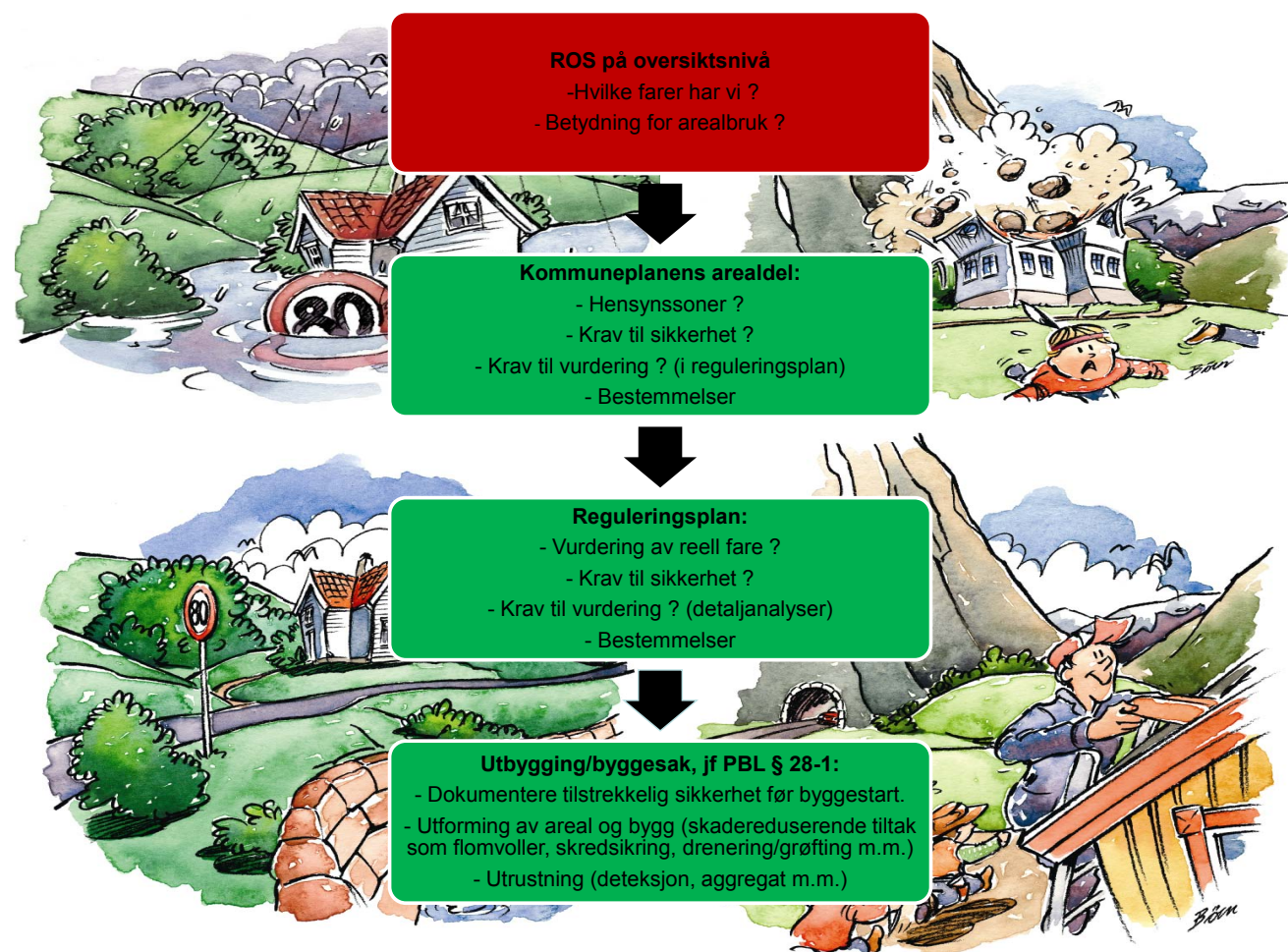
Etter pbl § 4-2, 1. ledd skal alle planer etter loven beskrive planens formål, hovedinnhold og virkninger. Planbeskrivelsen skal blant annet beskrive hvordan tema og utfordringer, herunder klimaendringer, fra planstrategi skal følges opp i det konkrete planforslaget.

Hensikten med konsekvensutredningen etter pbl § 4-2, 2. ledd er at hensynet til miljø og samfunn blir tatt i betraktning under forberedelser av planer og når det tas stilling til om og eventuelt på hvilke vilkår planen kan gjennomføres (Andersen 2010).

Kommunen skal ved utarbeidelse av utbyggingsplaner påse at risiko- og sårbarhetsanalyse gjennomføres for planområdet, jfr. pbl. § 4-3.

ROS - analysen vil være et viktig grunnlag for planleggingen, for eksempel i det å vurdere om det er nødvendig å sette betingelser til utbygging i et område av hensyn til sikkerhet. Slike betingelser kan være hensynet til naturfarer og klimatilpasning (ibid). ROS- analysen etter plan- og bygningsloven begrenser seg imidlertid, som tidligere nevnt, til å avdekke farer og ulemper ved ny utbygging.

De risiko- og sårbarhetsforhold som avdekkes gjennom den ovennevnte prosessen, herunder konsekvenser av klimaendringer, må tas hensyn til i den videre planprosessen. De må beskrives og vurderes i konsekvensutredningen og om nødvendig må de komme til uttrykk i endelig utarbeidet plan.



Figur 13 : ROS- analyser i kommuneplanprosessen. Illustrasjon hentet fra (Andersen 2010).



## Kommuneplanen

Kommuneplanen bestående av samfunnsdelen og arealdelen er det viktigste styringsdokumentet for utvikling og arealforvaltning i kommunene og følgelig det viktigste verktøy for klimatilpasningsarbeid.

### Samfunnsdelen

Mål og strategier for å møte ulike samfunnssikkerhetsutfordringer bør tas opp i kommuneplanens samfunnsdel etter pbl. § 11-2. Dette kan være strategier omhandlende det å redusere konsekvensene av endringer i klima, som økt flomfare, skredfare, ekstremvær, fuktskader i bygninger og lignende.

Klimatilpasningsutfordringene fra den kommunale planstrategien må behandles i samfunnsdelen.

Videre er det viktig at denne delen av kommuneplanen utarbeider retningslinjer for de ulike kommunale sektorenes virksomhet slik at det sikres nødvendig oppfølging av klimatilpasningsarbeidet (Andersen 2010).

### Kommuneplanens arealdel

Kommuneplanens arealdel skal angi hovedtrekkene i hvordan arealene skal brukes og vernes og hvilke viktige hensyn som må ivaretas ved disponering av arealene. Planen er juridisk bindende for all arealbruk i en kommune.

Kommuneplanen må ta inn og planfeste alle forhold avdekket i de ovenfor nevnte steg i planprosessen. Spesielt er det viktig å ha oversikt over risiko- og sårbarhetsforhold herunder behov for klimatilpasning.

Pbl. § 4-3 stiller som nevnt krav om risiko- og sårbarhetsanalyse. Dette for å sikre at forhold av betydning for om arealet er egnet til utbyggingsformål. Eventuelle endringer i slike forhold må som følge av planlagt utbygging avdekkes og legges til grunn for den videre planleggingen.

## Verktøy i kommuneplanens arealdel

- Arealformål grønnstruktur, jfr. Pbl. § 11-7 Nr. 3  
Grønnstruktur er et formål som er nytt i loven av 2008. Tidligere inngikk grønnstruktur som en del i «byggeområde» og dels i «spesialområde» og «friområde». Med grønnstruktur menes et sammenhengende, eller tilnærmet sammenhengende, vegetasjonspreget område som ligger innenfor eller i tilknytning til en by eller et tettsted (Berg).

Arealformålet ivaretar kommunens behov for å avgrense hovedstrukturen av naturområder i og ved byer og tettsteder. Grønnstruktur omfatter grøntområder langs elver og vassdrag, mønstret av enkeltområder og sammenhenger av parker, større friområder og lekeområder, tursti- og løypesammenhenger, snarveier og forbindelser mot større naturområder og viktige sammenhengende landskapsdrag og enkeltområder. Grønnstrukturen vil binde de grønne områdene innenfor byggesonen sammen med friluftsområder utenfor (ibid).

Grønnstruktur kan være aktuelt å bruke i planer i sammenheng med overvann og flom av flere grunner. Nedbygging av naturlige arealer som tidligere infiltrerte og fordrøyde overvann, kombinert med klimaendringene der vi stadig får kraftigere regn, er hovedgrunnene til problemene med overvann og flomskader i urbane nedbørfelt. Generell bevaring av grønne områder bidrar til å redusere avrenning fra overflaten ved transpirasjon fra vegetasjonen samt at grønne områder er bedre egnet for infiltrasjon og fordrøyning. Avrenningskoeffisienten reduseres og flomtopper senkes ved bevaring og innføring av vegetasjon.

- Hensynssoner, jfr. pbl. § 11-8  
For hensyn til klimatilpasning i planer er hensynssoner med tilhørende bestemmelser og retningslinjer også et viktig verktøy. Hensynssoner er nytt i loven av 2008.

Arealformål etter pbl. § 11-7 skal konkret angi hva et areal kan brukes til. Hensynssonene skal derimot vise hensyn og restriksjoner som har betydning for bruken av arealet. Hensikten med å skille ut hensynssoner på denne måten, er å vise hvilke viktige hensyn som må iakttas innenfor sonen, uavhengig av hvilken arealbruk det planlegges for (Berg).

Hensynssoner kan dermed legges over og på tvers av underliggende arealformål og det kan etter § 11-8, 1.ledd, siste punktum legges flere soner over hverandre.

I § 11-8 er det fastlagt både hvilke hensynssoner som kan benyttes og hvilke bestemmelser og retningslinjer som kan gis til den enkelte sone.

Områder med fare, risiko eller sårbarhet som er avdekket gjennom ROS- analysen skal avmerkes i arealplanen som hensynssoner og det skal vedtas bestemmelser om utbygging i sonen som er nødvendig for å avverge skade og tap, herunder også forbud mot bygging (Andersen 2010).

- Grønnstruktur som hensynssone, jfr. Pbl. § 11–8 bokstav c  
Det framgår av pbl. § 11–8 bokstav c at grønnstruktur også kan angis som en hensynssone. Dette er en alternativ måte å vise grønnstrukturen på i en kommuneplan. Det er da ikke et eget formål, men vil framstå som et hensyn knyttet til det underliggende arealformålet som kan være areal for bebyggelse og anlegg (Berg).

Man kan også benytte underformål fra kategorien bebyggelse og anlegg der dette er nødvendig for å detaljere og tydeliggjøre arealbruken, for eksempel presisere mindre bygninger, dammer og vannspeil (Hedemann Aalstad & Hasle Haslestad 2011).

De hensyn som er knyttet til det å ivareta grønnstrukturen vil framgå av bestemmelsene til hensynssonen. Slike hensyn kan være at deler av et område holdes ubebygget, at vegetasjonen beholdes eller at det bør opparbeides turvegsammenhenger. Dette kan legges inn som retningslinjer knyttet til en hensynssone og må ivaretas på rettslig bindende måte gjennom senere regulering. Her kan det være aktuelt å benytte reguleringsformålet grønnstruktur (Berg).

- Bestemmelser og retningslinjer

Det kan gis både generelle bestemmelser til kommuneplanens arealdel etter pbl. § 11-9 og det kan knyttes spesielle bestemmelser til et bestemt arealformål eller til en hensynssone etter §§ 11-8, 11-10 og 11-11.

Et eksempel på en bestemmelse tilknyttet hensynssone for flomfare er hentet fra kommuneplanen til Fredrikstad 2011- 2023 (se figur 14):

Flomfare, kode 320 (rød skravur):

*“Innenfor hensynssone H320 er det krav om at bygg/anlegg/installasjoner må dimensjoneres som vannsikre opp til kotehøyde +2.5 meter”*



Figur 14: Utsnitt av kommuneplan for Fredrikstad 2011-2023

Manglende informasjon om reelle effekter av verktøy

Da den nye plan- og bygningsloven og plandelen i denne fortsatt er forholdsvis ny er det vanskelig å se de reelle effektene av større hensyn til klimaendringer i planene (pers. med. Unn Ellefsen, Miljøverndepartementet 2012).

Imidlertid ser det ut som at de fleste kommuner er godt i gang med å implementere den nye plandelen og benytter verktøyene denne gir (ibid). Generelt er det bykommunene som har det bredeste spekteret av kompetanse hos seg og disse mestrer de nye reglene bedre enn andre mindre kommuner (ibid).

## Hensynet til overvann i plannivåer under kommuneplanen

Bergen kommune er en av kommunene i Norge som er lengst fremme når det gjelder å ta hensyn til overvann og flom i arealplanleggingen. De har gjennom “retningslinjer for overvannshåndtering i Bergen kommune” (Bergen kommune 2005) belyst hvordan hensyn til overvann bør komme inn i ulike plannivå. Under redegjøres for dette.

### Kommunedelplan, Hovedplan overvann, Vassdragsplan

Planene på dette nivået må sette rammebetingelsene for utvikling og bruk av grøntdrag og vassdrag i kommunen og de må gi retningslinjer for overvannshåndtering innenfor hele området eller delområder (ibid). Krav til overvannshåndtering bør tas med i planbestemmelser.

Spesielle forhold som må vurderes i forbindelse med planarbeidet på dette nivået og som har innvirkning på overvannshåndteringen er:

- Flomsoner og flomveier
- Vannkvalitet i byvassdrag/ resipienter
- Vegetasjonsbelter/ grøntdrag
- Arealer båndlagt til overvannsformål (renseparker, fordrøynings-/infiltrasjonsarealer)

### Rammeplan, Overvannsplan, Vassdragsplan

Prinsippplan for overvannshåndtering innenfor et avrenningsområde bør utarbeides. Denne planen skal ivareta de krav og prioriteringer som er satt i overordnede planer og legges til grunn for videre prosjektering av overvannshåndtering i det enkelte utbyggingsområde eller byggeprosjekt

I en plan på dette nivået bør følgende registreres og vurderes:

- Topografi
- Grunnforhold og vegetasjon
- Områder med vegetasjon som er sårbare for grunnvannsendringer
- Områder og resipienter som er sårbare for forurensinger
- Områder egnet for infiltrasjon, fordrøyning, rensedammer o.l.
- Naturlig avrenningsmønster
- Eksisterende flomveier
- Kommunalt avløps- og overvannssystem

### Prosjektplan for overvann som del av detaljregulering

Utnyttelse av muligheter for infiltrasjon, fordrøyning, rensing, bruk av vann som et estetisk element i byggeprosjektet osv. krever helhetstenkning i en tidlig fase av byggeprosjektet. Før et område planlegges eller rehabiliteres skal løsninger for overvannsdisponeringen være avklart og prosjektplan for overvann skal utarbeides som en del av detaljreguleringen. Planen skal ivareta de krav og prioriteringer som fremgår i overordnede planer og prinsippplaner (Bergen kommune 2005).

I tillegg er det nødvendig å ha en Drifts- og vedlikeholdsplan og en Anleggsplan for å sikre ansvarsfordeling og tilstrekkelig vedlikehold i etterkant, samt å sikre vannkvalitet i anleggsfasen.

Planområde	Nedbørfelt	Plannivå/ type
Vassdrag	Hele vassdraget	Kommunedelplan, Hovedplan overvann, Vassdragsplan
Område	Deler av vassdraget	Rammeplan, Overvannsplan, Vassdragsplan
Lokal	Et mindre delområde	Områderegulering, Detaljregulering
Tomt	Tomten	Detaljregulering, Byggesøknad

Figur 15 : Ulike nivåer i en helhetlig planlegging av overvannsløsninger. Overvannsproblestillinger må behandles spesielt innenfor hvert av plannivåene. Figur basert på (Bergen kommune 2005) side 7.



### 3. Byggesaksmyndighet

Som planleggings- godkjennings- og tilsynsorgan for saker etter plan- og bygningsloven har kommunen et betydelig ansvar for å sørge for at bygningene i kommunen får god standard og at brukerne beskyttes mot skader og ulempe (Flæte et al. 2010).

Den nye plan- og bygningsloven har innskjerpet kravet til kommunens tilsyn med byggesaker. Gjennom denne innskjerpede rollen har kommunen stor mulighet til å oppdage og følge opp regelbrudd som senere kan føre til skade (ibid).

En kommune kan pålegge utbygger å gjennomføre relevante tiltak for å hindre negative effekter av overvann. Eksempler på slike tiltak er gitt av (Lindholm et al. 2008) og presentert i det følgende:

- Bevare og utvikle trevegetasjon
- Lage smalere veier
- Anlegge permeable veidekker eller parkeringsplasser
- Anlegge mer gressflater og vegetasjon\*
- Bygge infiltrasjonsgrøfter og infiltrasjonsmagasiner i grunnen
- Kreve at alt overvann skal håndteres på egen tomt og med dette forby påkobling til kommunalt ledningsnett
- Angi hvor mye overvann som det eventuelt er lov å tilføre kommunale ledningsnett
- Anlegge slake gressbevokste veigrøfter (engelsk: swales)
- Anlegge 20 cm lett absorberende jordmaterialer over relativt tette jordarter
- Anlegge grønne hustak
- Frakoble takvannsrør og i stedet lede overvann fra takflater til plasser det kan infiltrere til grunnen
- Sette opp cisterner/ regnvannstønner under taknedløp for å samle vann som senere kan brukes til vanning i hage eller lignende

#### \* GOF - Grønn overflatefaktor

For beregning og krav til anleggelse av grønne overflater for infiltrasjon samt tilstrekkelige mengder vegetasjon i nye prosjekter kan bruk av GOF – Grønn overflatefaktor være et egnet verktøy.

Planleggingsmodellen Grønn overflatefaktor er utviklet for å kunne beregne graden av grønne overflater/ grønn teknikk i byggeprosjekter. Ideen er at utbyggingen skal kompensere for tap av grønne arealer og permeable flater (Trondheim 2010).

Modellen bygger på et poengsystem der asfalterte flater gir 0 (laveste poeng), mens vegeterte flater gir 1,0 (høyest poeng) (ibid).

Som eksempel kan nevnes at i den nye bydelen Västra Hamnen i Malmö ble det kun gitt byggetillatelse til utbyggere som kunne oppvise en GOF gjennomsnittsverdi på 0,6 poeng (ibid). I Berlin benytter man også GOF som planleggingsverktøy.

I Norge har Trondheim kommune anvendt GOF ved planleggingen av den klimanøytrale bydelen Brøset.

## Organisatoriske utfordringer

Den omtalte verktøykassa der samfunnstrygghetsarbeid, arealplanlegging og byggesaksbehandling danner grunnpilarene er et godt grunnlag for tilpasning til klimaendringer.

Det kan likevel identifiseres en god del utfordringer når det gjelder å få på plass en slik klimatilpasset arealplanlegging.

NOU om tilpasning til et klima i endring (Flæte et al. 2010) peker på fem viktige forutsetninger som bør være på plass for at en kommune skal kunne ivareta sitt ansvar for klimatilpasning i framtida:

1. Nasjonal støtte og tydelige retningslinjer
2. Samspill på tvers av sektorer og forvaltningsnivå
3. Et solid og tilgjengelig kunnskapsgrunnlag
4. Kompetanse og kapasitet til tilpasningsarbeid
5. Prioritering og ressurser

### 1. Nasjonal støtte og tydelige retningslinjer

En stor barriere for klimatilpasning i kommunene er forholdet mellom lokale og nasjonale styresmakter (Flæte et al. 2010).

Tydelige retningslinjer, oppfølging og målsetninger fra staten sin side etterlyses fra mange kommuner.

Tydelige grenser for hva som er statlig ansvar og hva som er kommunalt ansvar er også nødvendig. Det pekes i NOU om klimatilpasning (Flæte et al. 2010) på at ansvaret for håndtering av overvann og havnivåstigning burde plasseres hos en statlig styresmakt. Det henvises til NVE (Norges vassdrags- og energidirektorat) sin posisjon som statlig skredetat og at dette har vært med på å lette situasjonen for kommunene innen en av de mange viktige klimatilpasningstemaene.

Norske kommuner står overfor en rekke krav som må prioriteres i planlegging og drift. En konsekvens av dette er at oppgaver som ikke er lovpålagt blir nedprioritert. NOU om klimatilpasning (Flæte et al. 2010) vurderer lovverket vi har per i dag til ikke å være sterkt nok for å sikre den nødvendige langsiktige satsinga på klimatilpasning i kommunene.

## 2. Samspill på tvers av sektorer og forvaltningsnivå

Klimatilpasning tydeliggjør kommunene sitt behov for samspill internt i kommunene, så vel som samspill med andre aktører og med nasjonale og regionale styresmakter.

Plan- og bygningsloven pålegger kommunene ansvaret for å forebygge og sikre innbyggerne sine mot skred- og flomfare. Samtidig har kommunene behov for statlige retningslinjer og rettleiding i dette arbeidet. Gjennom NVE og fylkesmennene kontrollerer staten at skred- og flomfare er tilstrekkelig vurdert i kommunale planer (Flæte et al. 2010).

Like viktig som samarbeid på tvers av forvaltningsnivå er samarbeidet internt i en kommune og med ulike aktører som er inne i en planleggingsprosess. For overvann og flomproblematikken er det samarbeidet mellom vann og avløpsetat, planetat og grønn etat som er det viktigste for å få på plass gode bærekraftige løsninger.

## 3. Et solid og tilgjengelig kunnskapsgrunnlag

Hensynet til klimaendringer i planleggingen stiller nye og endrede krav til kart og annen koordinatbestemt informasjon. Krav til presisjon blir styrket og nytt tematisk innhold kan være aktuelt (Flæte et al. 2010).

Deler av det grunnlaget som finnes og anvendes for planlegging per i dag er etter utvalget bak NOU om klimatilpasning sin vurdering ikke tilstrekkelig med tanke på klimaendringer. Der klimadata finnes er det også en utfordring knyttet til manglende erfaring med bruk av denne typen informasjon (ibid).

## 4. Kompetanse og kapasitet til tilpasningsarbeid

Undersøkelser som det vises til i NOU om klimatilpasning (Flæte et al. 2010) tyder på at mange kommuner opplever det som faglig krevende å vurdere lokal sårbarhet av klimaendringer da de ikke vet hvor informasjonen finnes og hvordan den eventuelt skal benyttes lokalt i deres kommune.

Mangelen på kompetanse og kapasitet til å håndtere alle problemstillingene som reiser seg ved klimatilpasningsarbeidet er en generell utfordring for kommunene (Flæte et al. 2010).

Slik kompetanse kan, om man ikke sitter med den selv, innhentes fra konsulenter og eksperter innen ulike fagområder. Dette er nok i mange tilfeller det som gjøres rundt om i kommune- Norge. Utfordringen ligger da i å vite hva det er man trenger veiledning og informasjon om. Såkalt ”bestillerkompetanse” er derfor viktig å ha i en kommune. Etter pbl § 3-3, 4. ledd stilles det et faktisk krav til at en kommune skal ha nødvendig planfaglig kompetanse.

Det er imidlertid store variasjoner fra kommune til kommune når det gjelder å inneha kompetanse. Naturlig nok er det de største kommunene som oftest er best rustet med store fagmiljø og bred kunnskap.

De mange samarbeidsprogram som finnes for kunnskapsutveksling er derfor spesielt viktig for mindre kommuner, men også de store kan ha godt utbytte av slikt samarbeid.



## Framtidens byer

“Framtidens byer” er et eksempel på et samarbeidsprogram som har bidratt til kunnskapsutveksling og samarbeid om klimatilpasning mellom kommuner

Prosjektet er et samarbeid mellom staten og de 13 største byene i Norge og handler om å redusere klimagassutslippene og gjøre byene bedre å bo i (Miljøverndepartementet).

Et av de fire hovedinnsatsområdene i prosjektet er tilpasning til klimaendringer.

Deltakerbyene har utarbeidet handlingsprogram der de har utviklet strategier for å møte framtidige klimaendringer. Tiltak kan være både fysiske tiltak på vann- og avløpsnett og det kan være mer overordnede organisatoriske tiltak som oppdatering av ROS- analyser (Flæte et al. 2010).

Prosjektet har vist seg å være en viktig motor i klimatilpasningsarbeidet i Norge (Backe).

## 5. Prioritering og ressurser

Tilpasningsarbeid er økonomisk ressurskrevende. Det krever midler og personell på lik linje med mange andre gode formål som er kommunalt ansvar. Det kan derfor være en utfordring å oppnå tilstrekkelig prioritering av tilpasningsarbeidet i konkurranse med disse andre formålene som ofte er mer lokale og akutte brukerbehov som skole, eldreomsorg osv (Flæte et al. 2010).

Et tiltak for tilstrekkelig prioritering av klimatilpasningsarbeidet som diskuteres i NOU om klimatilpasning (Flæte et al. 2010) er øremerkede statlig overføringer.

Slike øremerkede midler vil kunne sikre at ikke klimatilpasningsarbeidet må konkurrere med de andre dagsaktuelle kommunale behov. Spesielt pekes det på at en slik finansieringsform kan være aktuelt for tiltak som er rettet mot å styrke planfaglig kompetanse og kapasitet.

### Langsiktighet i planleggingen

NOU om tilpasning til et klima i endring (Flæte et al. 2010) peker i tillegg til de fem nevnte utfordringene på et annet forhold og reiser med dette spørsmål om kommuneplaners tidsperspektiv.

Langsiktighet i planleggingen er essensielt for å oppnå ønsket tilpasning til klimaendringer. Vanlig tidsperspektiv for kommuneplaner er 10 til 12 år. Klimaendringene forsterker behovet for å utvide tidsperspektivet i kommunal planlegging (ibid).

Dette er begrunnet i at mange av de tiltakene som arealplanleggingen skal avgjøre utforming og plassering av vil ha lang levetid – vesentlig lenger enn 10- til 12 år. I planleggingen vil det derfor bli nødvendig å ta hensyn til at omgivelsene der bygninger og infrastruktur befinner seg i vesentlig grad vil kunne endre seg som følge av at klimaet endrer seg (ibid).

## Verktøykassa oppsummert

- Utarbeiding av helhetlige ROS- analyser etter sivilbeskyttelsesloven § 14
- Planstrategi utarbeides og omfatter en drøfting av kommunens strategiske valg knyttet til samfunnsutvikling, herunder langsiktig arealbruk, miljøutfordringer, sektorenes virksomhet og en vurdering av kommunens planbehov i valgperioden, jfr. §10-1.
- Klima- og energiplan utarbeidet etter krav i statlig planretningslinje (SPR). Planen må ta opp klimatilpasning i kommunen.
- Planprogrammet må ta for seg opplegget for arbeid med risiko- og sårbarhetsanalysen.
- Planbeskrivelsen beskriver hvordan klimaendringer identifisert i planstrategien skal følges opp i det konkrete planforslaget.
- ROS - analysen etter pbl. vurderer om det er nødvendig å sette betingelser til utbygging i et område av hensyn til sikkerhet med tanke på flom.
- Ulike verktøy anvendes i kommuneplanen; Arealformål grønnstruktur, jfr. Pbl. § 11–7 Nr. 3, hensynssoner med tilhørende bestemmelser og retningslinjer, jfr. Pbl. §§ 11-8 og 11-9, grønnstruktur som hensynssone, jfr. § 11-8 bokstav c.
- Hensyn til overvann inn i ulike planer på nivå under kommuneplanen. Disse gjenspeiler og konkretiserer hensynet til overvann og flom som er avdekket i overordnede planer og retningslinjer.
- Relevante tiltak for å hindre negative effekter av overvann pålegges utbygger i byggetillatelse

## Organisatoriske utfordringer oppsummert

- Klimatilpasningsarbeidet stiller krav til tydelige retningslinjer, oppfølging og målsetninger fra staten, samt tydelige grenser mellom statlig og kommunalt ansvar innenfor denne typen arbeid.
- Bærekraftig arealplanlegging stiller endrede krav til samspill internt i kommunene, så vel som samspill med andre aktører og med nasjonale og regionale styresmakter.
- Manglende klimadata og annen kartfestet informasjon til bruk ved arealplanlegging er en utfordring. I tillegg er det et problem at mange kommuner har manglende erfaring med bruk av slike typer data.
- Mangelen på kompetanse og kapasitet til å håndtere alle problemstillingene som reiser seg ved klimatilpasningsarbeidet er en generell utfordring for kommunene.
- Det har vist seg utfordrende å oppnå tilstrekkelig prioritering av tilpasningsarbeidet i kommunene når dette stiller seg i konkurranse med andre formål som ofte er mer lokale og akutte brukerbehov som skole, eldreomsorg o.l.





# DEL 1

## 1.3. MULIGHETER INNEN ÅPNE OVERVANNSTILTAK

---



## Utdyping av tiltaksliste

Listen på de neste sidene (40 og 41) er et utvalg av aktuelle tiltak for åpen overvannshåndtering. Utvalget er gjort med bakgrunn i gruppediskusjon i ExFlood- teamet 14.02.2012 rundt en omfattende tiltaksliste på nærmere 100 nevnte tiltak utarbeidet av Bent Braskerud i NVE som del av arbeidspakke 3 for ExFlood prosjektet (Braskerud 2011). Gruppediskusjonen omhandlet hvilke tiltak som potensielt har størst flomdempende effekt og hvilke som er realistiske å ta i bruk.

Listen er basert på arealbruk. Det skilles mellom tiltak på og ved bebyggelse, tiltak i urbane arealer som park, grøntdrag, p- plasser o.l., tiltak i jordbruksarealer og tiltak i skogsområder.

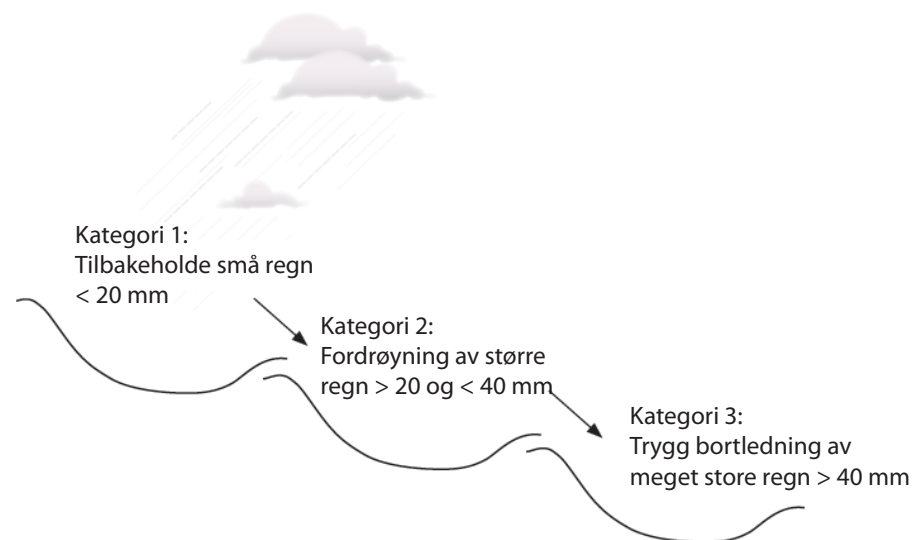
Det angis kategori for de ulike tiltakene. Inndelingen i kategorier relaterer seg til treleddsstrategien fra Norsk Vann sin veileder om klimatilpasset overvannshåndtering (Lindholm et. al. 2008). Prinsippet i treleddsstrategien er at kategori 1- tiltak i de aller fleste tilfeller klarer å infiltrere eller holde tilbake vannet i alle regn med en mindre nedbørmengde enn 20 mm. Når nedbør faller med større vannvolum enn dette (mellom 20 og 40 mm), vil det overskytende vannet renne videre til anlegg som forsinker og fordrøyer avrenningen. For meget store og sjedne regn (over 40 mm) er det behov for ytterligere tiltak for trygg bortledning. Treleddsstrategien en anbefalt brukt som prinsipp ved ny utbygging, med konkrete krav med henhold til avrenning fra hvert trinn (ibid).

Med retensjonsprosess menes hvilket formål tiltaket har; om det er ment at vann skal infiltrere til grunnen, om det skal fordrøyes på overflaten eller i undergrunnen, om det bidrar til evapotranspirasjon eller om det er ment som en fysisk flomvei.

Lokale forhold har i stor grad betydning for valg av anleggstype. Et anlegg beregnet for infiltrasjon egner seg dårlig der man har leirholdig grunn. Et anlegg i form av en "våt" dam egner seg dårlig på permeabel grunn (Lindholm et al. 2008).

Videre gis det i tiltakslisten en kort beskrivelse av tiltaket.

Tiltakslisten viser som nevnt kun et utvalg av mulige tiltak og en grov gruppering etter typen areal. Flere av tiltakene kan være aktuelle på andre arealer enn hva som er angitt. For eksempel kan regnbed være like aktuelle i parker og urbane arealer som på private tomter. Dammer med permanente vannspeil kan fungere både i urbane arealer og i mer rurale jordbruksarealer - da med ulike formprinsipp.



Figur 16 : Treleddsstrategien. Tallene er eksempler og må tilpasses lokalt. Anbefalt brukt som prinsipp ved ny utbygging. Figur basert på (Lindholm et al. 2008).

## Aktuelle tiltak for åpen overvannshåndtering

Tiltak	Kategori	Retensjonsprosess
<b>BEBYGGELSE</b>		
Frakobling av takrenner	Tilbakeholde små regn, fordrøyning av større regn	Infiltrasjon
Grønne tak	Tilbakeholde små regn, fordrøyning av større regn	Infiltrasjon, Evapotranspirasjon
Regnbed - små	Tilbakeholde små regn, fordrøyning av større regn	Overflatefordrøyning, Infiltrasjon, Evapotranspirasjon
<b>URBANE/ SEMIURBANE AREALER</b>		
"Tørre" fordrøyningsbasseng	Tilbakeholde små regn, fordrøyning av større regn	Overflatefordrøyning, Infiltrasjon
"Våte" basseng med fordrøyningsvolum	Tilbakeholde små regn, fordrøyning av større regn	Overflatefordrøyning
Lommevåtmark	Tilbakeholde små regn, fordrøyning av større regn	Overflatefordrøyning, Evapotranspirasjon
Gjenåpning av bekk	Tilbakeholde små regn, fordrøyning av større regn, trygg bortledning av meget store regn	Overflatefordrøyning
Permeable dekker	Tilbakeholde små regn, fordrøyning av større regn	Infiltrasjon, Undergrunnsfordrøyning
<b>JORDBRUKSAREALER</b>		
Flomdammer	Tilbakeholde små regn, fordrøyning av større regn	Overflatefordrøyning
Konstruert våtmark/ fagdam	Tilbakeholde små regn, fordrøyning av større regn, trygg bortledning av meget store regn	Overflatefordrøyning, Evapotranspirasjon
Dam med etterfølgende våtmark	Tilbakeholde små regn, fordrøyning av større regn	Overflatefordrøyning, Evapotranspirasjon
Overflommingsarealer	Fordrøyning av større regn, trygg bortledning av meget store regn	Overflatefordrøyning
Miljøbekk	Tilbakeholde små regn, fordrøyning av større regn, trygg bortledning av meget store regn	Overflatefordrøyning
<b>SKOGSOMRÅDER</b>		
Avskjæringsgrøfter	Trygg bortledning av meget store regn	Fysisk flomvei
Lavproduktive arealer som overflommingsarealer	Tilbakeholde små regn, fordrøyning av større regn	Overflatefordrøyning, Evapotranspirasjon
Bevare skogsområder	Tilbakeholde små regn	Evapotranspirasjon

## Beskrivelse

Takvannsrenner kobles av ledningsnett og vann ledes ut på plen eller grusplass. Evt. kan det ledes til takvannsbed e.l.

Vegetasjonsdekkede tak som reduserer volum og avrenningsintensitet

Vegetasjonsdekket grunn terrengform som mottar og infiltrerer vann

Tørre grasareal som fylles ved intens nedbør fordi vannet holdes tilbake pga. innsnevret utløp. Kan være stort eller lite areal.  
Dimensjoneres gjerne for en oppholdstid på 24 timer

Dam med lite vannspeil normalt, men som blir meget stor ved flomvannføringer

Liten våtmark (grunn dam med stående vannspeil og våtmarksvegetasjon). Urban versjon av fangdam/reusepark.

Bekk som tidligere har gått i rør eller kulvert under bakken åpnes. Øker bekkens kapasitet til vanntransport.

Det finnes mange ulike typer. Permeable p-plasser med porøs asfalt eller annet infiltrerbart dekke er noen av de mest aktuelle.

Dammer med begrenset utløp/terskler plassert i vannløp

Små våtmarker laget for rensing av vann ved sedimentasjon og tilbakeholdelse av næringsstoffer

Kombinasjon av en "våt" dam og en våtmark. Ofte sentralt element i friluftsområder. Rensende effekt.

Arealer formet slik at de kan oversvømmes ved sjeldne store nedbør

Tilrettelagt bekk med flomdempingstiltak, dammer, terskler, våtmarker og sumper

Bortledning av vann i grøfter for å hindre vann i å komme inn fra skog og utmark til bebygd areal

Vann ledes inn på lavproduktive arealer i flomsituasjoner

Bevaring av skogsområder og vegetasjonskleddede områder øker fordampingen og minsker avrenningskoeffisienten



## Ulike tiltak for åpen overvannshåndtering - fra private til offentlige arealer



Bilde 1 : Regnbed i privathage med frakoblede taknedløp som leder vannet i bedet og det infiltreres på stedet



Bilde 2 : Grønt sedumtak i liten skala på privat uthus



Bilde 3 : Regnbed for infiltrasjon og fordrøyning i offentlig vegareal



Bilde 6 : Nordens største grønne tak anlagt på Veolia sitt miljøanlegg i Groruddalen.



Bilde 5 : Gressdekte forsenkinger i sideterreng til boliggate. Vann infiltreres på stedet.



Bilde 4 : Permeabel asfalt på gangfelt og swale (grunn vegetasjonsdekket veggrøft). Begge elementer infiltrerer og fordrøyer.



Bilde 7 : Konstruerte våtmarker anlagt i jordbruksarealer. Fordrøyer vannet og har rensende effekt



Bilde 8 : Flerfunksjonelt overflomningsareal i skolegård



Bilde 9 : Gjenåpning og gjenskaping av rekreasjonsområde rundt Ilabekken i Trondheim.



## Ulike tiltak for åpen overvannshåndtering - fra formale til naturlike formprinsipper



Bilde 10 : Stram vannvei som leder overvannet til fordrøyningsvolumer i Ekostaden Augustenborg, Malmö



Bilde 11 :Tråkkesteiner og nivåer for opphold ut i vannkanten. Formale formprinsipper ligger til grunn for denne delen av anlegget på Fornebu



Bilde 12 : Kanal på Fornebu med en stram og en naturlig side. Illustrerer overgangen fra bebyggelse til natur i området



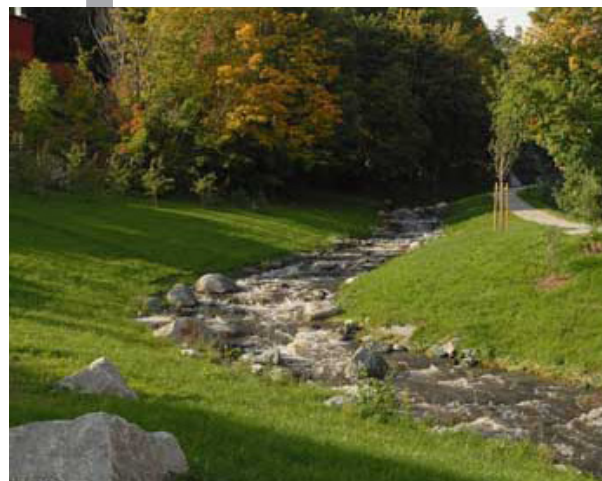
Bilde 15 : Dam for oppsamling og fordrøyning av overvann i Augustenborg. Kant- og vannvegetasjon og tilfeldige tråkkesteiner gir et noe mer naturlig preg



Bilde 14 : Naturlik gresskledd forsenking (swale) for infiltrasjon, rensing og fordrøyning av overvann



Bilde 13 : Dam med permanent vannspeil fra Augustenborg. Tråkkesteiner i vannet og kanter i stein gir et forholdsvis stramt uttrykk. de buede formene myker opp



Bilde 16 : Gjenåpning av Ilabekken i Trondheim. tilfeldig plassering av stein i og rundt bekkedreget bremses vann og gir et naturlikt uttrykk



Bilde 17 : Konstruert våtmark i form av fangdam anlagt i dyrket mark som rensende og estetisk element. Naturlike formprinsipper



Bilde 18 : Naturlike formprinsipper ligger til grunn for våtmarksområdet



## Åpne overvannstiltak og positiv synergieffekt

Det finnes svært mange ulike tiltak som kan være alternativer til den tradisjonelle måten å håndtere overvannet på.

Tiltakene, bruksområdene, formålet og utformingen varierer stort. Noen tiltak anlegges på privat tomt og i tilknytning til småhusbebyggelse. Noen tiltak inngår som en del av et byutviklingsprosjekt, mens andre igjen er tiltak som del av storsamfunnets infrastruktur eller en del av bondens skjøtsel av egne arealer.

Det er alle de forskjellige overvannsløsningene satt sammen til et helhetlig og bærekraftig overvannssystem som helt klart vil få den største effekten på å senke flomtopper og å minske skader som følge av flom. Dette innebærer at alle som planlegger og forvalter arealer, såvel som hver enkelt huseier, må ha en forståelse og respekt for vannets veier og krefter og må planlegge og forvalte sine arealer deretter.

Som landskapsarkitekt er det koblingen mellom den faktiske effekten på å senke flomtopper og effekten de åpne løsningene har på landskap, naturgrunnlag og rekreasjon forøvrig jeg ser som mest utfordrende og interessant. Jeg har derfor i denne oppgaven valgt å ha fokus på de tiltakene som etter min vurdering vil ha størst positiv synergieffekt utover det flomdempende.

Noen ulike tiltak er presentert i tiltakslisten på side 40 og 41. I det følgende vil jeg imidlertid kort redegjøre for hva jeg mener med at enkelte tiltak vil kunne ha større positiv synergieffekt enn andre. Denne drøftingen gjenspeiler valg tatt i lokaliseringsdelen av analysen, jfr. figur 29 på side 59.

Ved å dele inn grupper med tiltak etter arealbruk/ arealdekke kan det gis en grov oversikt over i hvilke typer arealer man vil kunne oppnå størst effekt i forhold til målsetningen i oppgaven.

### PRIVATE TOMTER

Tiltak som kan bedre overvannssituasjonen i disse områdene:

Pålegg om frakobling av takrenner og ledning av vannet til infiltrasjon på privat tomt, Vannet kan ledes til regnbed eller til takvannssamlere, Grønne tak kan anlegges der takvinkel gjør det mulig.

Dette er tiltak som kan være positive elementer i private hageanlegg, men som har liten effekt for landskapsbilde, rekreasjon og biologisk mangfold i et større område da allmennheten ikke vil ha tilgang.

### NYE UTBYGGINGSOMRÅDER

For nye byggefelt er det aktuelt med en helhetlig plan for å håndtere og fordrøye overvann på arealet som bygges ut slik at utbyggingen ikke øker avrenningssituasjonen totalt i nedbørfeltet. Slike helhetlige planer innebærer tiltak både på privat tomt og tiltak på kommunale fellesarealer. Kanaler, dammer o.l. kan samle opp og fordrøye vannet fra de private tomtene. En slik helhetlig plan for et nytt boligfelt vil ha noe mer effekt for nevnte målsetning, men da hovedsaklig for beboerne i det aktuelle området.

### URBANE AREALER

Tiltak som kan bedre overvannssituasjonen i disse områdene kan være; Kanaler - gjenåpning av bekkeløp, dammer og vannspeil, lommevåtmarker, regnbed i større skala. Dette er tiltak som potensielt kan ha stor effekt for den gitte målsetningen.

### JORDBRUKSAREALER

Tiltak som kan bedre overvannssituasjonen i disse områdene kan være; Tørre og våte dammer, våtmarksområder - store og små, revevegetering, gjenåpning av bekkeløp der slike er lagt i rør, utvikling av en miljøbekk. Dette er tiltak som potensielt kan ha stor effekt for den gitte målsetningen, men der avveininger opp mot bondens interesser, jordvern og økonomiske hensyn kommer sterkt inn. Andre flomdempende tiltak som kan være aktuelle i jordbruksarealer er tiltak som går mer på bondens skjøtsel og opparbeiding av sine egne arealer. Dette kan være grubbing for å øke porevolumet i jorda, å pløye jordene langs kotene for å redusere vannhastighet, å fjerne sedimenter i tidligere anlagte dammer o.l. (Braskerud 2011). Dette er tiltak som ikke vil ha noen effekt i forhold til målsetningen i denne oppgaven.

### EKSISTERENDE BEKKEDRAG

I og langs eksisterende bekkedrag kan flere av tiltakene nevnt som aktuelle for jordbruksarealer implementeres som utvidelser og oppdemminger av bekkeløpet. Satt i en sammenheng kan slike tiltak i bekkeløpet danne det som kalles en miljøbekk. Tiltakene og bekkedraget kan integreres som en del av turveinettet i et område og det vil da ha stor positiv effekt både som flomdemper og for rekreasjon, estetikk og biomangfold.

### SKOGSOMRÅDER

I skogsområder er et av de viktigste flomdempende tiltakene å beholde vegetasjonen. Bevaring av vegetasjon og skog er udiskuterbart også positivt for landskapsbilde, rekreasjon og naturmangfold. Andre flomdempende tiltak som nevnes for skogsområder som for eksempel grøfting og tilrettelagte lavproduktive arealer som overflommingsarealer har mindre eller ingen effekt for den gitte problemstillingen.





# DEL 2

## 2.1. OMRÅDE- OG LOKALISERINGSANALYSE VEUMDALEN

---



## Metode for analyse

### MÅL FOR ANALYSE

Å identifisere ulike aspekter ved landskapet i Veumdalen som har betydning for plassering, valg og utforming av åpne overvannsløsninger med det formål å senke flomtopper og samtidig, i størst mulig grad, bidra med positiv synergieffekt for landskapsbildet, rekreasjon og biologisk mangfold.

Relevant informasjon i analysen er derfor de tema som har betydning for denne målsetningen.

I det følgende vil jeg gjøre en kort redegjørelse for de ulike tema i analysen og hvorfor disse er relevant i denne sammenhengen.

### TILNÆRMING TIL OMRÅDET

Denne delen av analysen er relevant for å bli kjent med området, dets overordnede struktur og innhold samt problemer og utfordringer med tanke på overvann og flom.

### AVGRENSING AV NEDBØRFELT

En overordnet avgrensning av nedbørfeltet er relevant for å avgrense området og for å avdekke resipienter for vannet som faller innenfor avgrensingen. Ved mer detaljert beregning og prosjektering kreves ytterligere avgrensning av vannskiller innad i nedbørfeltet.

### AVRENNINGSKOEFFISIENT

Både fallforhold, arealdekke og infiltrasjonsforhold i løsmasser er av betydning for å bestemme mengden avrenning fra et område (avrenningskoeffisient). Bestemmelse av avrenning fra et område er av betydning for beregning av overvannsmengder ved hjelp av den rasjonelle formel (kilde) eller ved annen type beregning.

Løsmasser og infiltrasjonsforhold er også av stor betydning for valg av type overvannstiltak da tiltak med hensikt å fordrøye krever tetting av bunn dersom massene er lett infiltrerbare, mens andre tiltak kan ha som hensikt å infiltrere overvannet til grunnen.

Ved en overordnet generalisering av flater vil avrenningskoeffisienten bli nokså unøyaktig. Ved mer detaljert dimensjonering og prosjektering enn i

denne oppgaven vil en mer differensiert inndeling i avrenningskoeffisient være nødvendig.

### PROGNOSER FOR KLIMAENDRINGER

Ved beregning av damvolumer ved hjelp av den rasjonelle metode er det nødvendig å vite forventet økt nedbørmengde i det aktuelle nedbørfeltet. En oversikt over prognoser for klimaendringer nedskalert til det aktuelle området er derfor relevant.

### LOKALISERING FOR STØRST POSITIV SYNERGIEFFEKT

Analysen må inneholde en del som handler om å identifisere ulike innsatsområder der implementering av åpne overvannstiltak potensielt vil kunne ha størst positiv synergieffekt for landskapsbildet, rekreasjon og biologisk mangfold. En inndeling i typeområder for ulike typer tiltak innenfor nedbørfeltet er etter dette relevant.

### ANDRE LANDSKAPSKVALITETER

Da denne analysen har som mål å avdekke hvor og med hvilke typer åpne overvannstiltak man kan oppnå størst mulig synergieffekt utover å senke flomtopper er det viktig å kartlegge hvilke landskapskvaliteter som finnes i området. Dette slik at disse kan styrkes ved bruk av åpne løsninger eller det kan tilføres en ny kvalitet til området der dette mangler. Her er det lagt vekt på rekreasjonsmessige forhold, historie og biologisk mangfold.

### FREMTIDIG AREALUTNYTTELSE

En oversikt over hvordan kommunen ser for seg å disponere arealene i fremtiden er av betydning for lokalisering av innsatsområder for implementering av tiltak. Et nytt boligområde eller en endring av arealfunksjon kan ha stor innvirkning på folks opphold og bevegelser.

### TILGJENGELIGE OG STRATEGISKE AREALER

Da anlegg for åpen overvannshåndtering er mer plasskrevende enn lukkede systemer er det etter inspirasjon fra Hovdenak 2011 nødvendig med en kartlegging av hvor man har tilgjengelig plass for å implementere åpne tiltak. Denne vurderingen tar også inn over seg hvor det er strategisk å legge innsats basert på andre forhold avdekket i lokaliseringdelen av analysen.



## Fremgangsmåte område- og lokaliseringsanalyse

Etter gjennomgangen av metode for analyse på forrige side blir følgende tema relevante å avdekke gjennom analysen.

### Tilnærming til området

Informasjon om området  
Problemer og utfordringer  
Bildeforløp

### Nedbørfeltorienterte forhold

Avgrensning av nedbørfeltet  
Terrengforhold  
Løsmasser og infiltrasjonsforhold  
Arealdekke og avrenningsgrad  
Prognoser for klimaendringer

### Lokalisering

Andre landskapskvaliteter  
Fremtidig arealutnyttelse  
Inndeling i typeområder  
Tilgjengelige og strategiske arealer





## Tilnærming til området



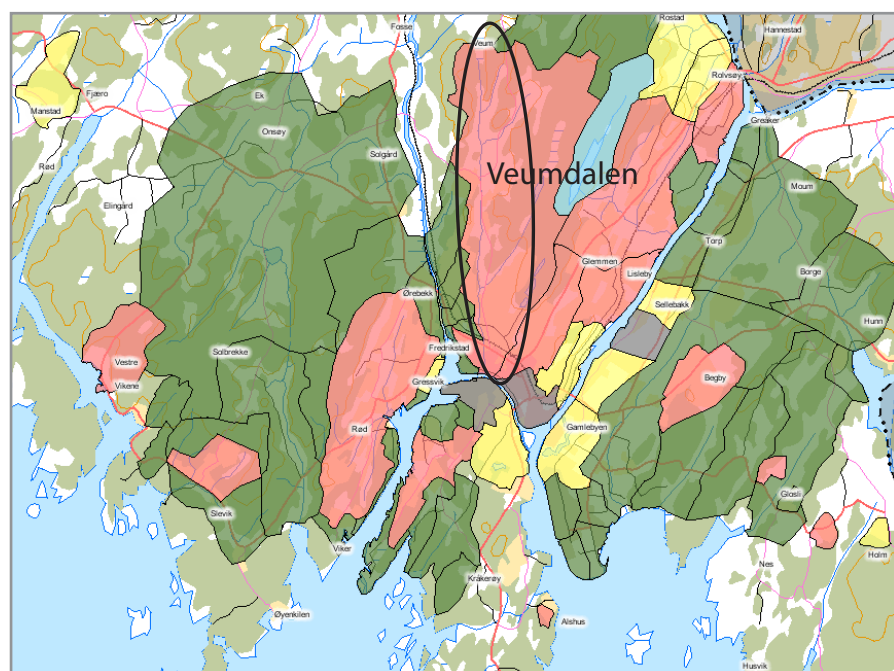
Figur 17 : Plassering av Fredrikstad, Kilde: <http://www.bing.com/maps/>

## Fredrikstad

Fredrikstad kommune ligger i Østfold fylke, ved utløpet av Norges lengste elv Glomma.

Kommunen har ca 75 000 innbyggere fordelt på sine 283 km<sup>2</sup> (Fredrikstad kommune 2012).

Lengst nordøst i kommunen finner vi innslag av innlandsklima, men hovedsakelig har kommunen kystklima.



Figur 18 : Hovedplan for overvannshåndtering definerer Veumdalen som en rød sone der det skal gjennomføres omfattende tiltak på overvannshåndteringen (Tøndel 2007).

## Veumdalen

Veumdalen er et nedbørsfelt i Fredrikstad kommune der Veumbekken er hovedvassdrag hvis nedre del går gjennom deler av Fredrikstad by før den renner ut i Vesterelven (ExFlood 2011).

Veumdalen ligger sentralt plassert midt i Fredrikstad. Dalen strekker seg fra utløpet i Glomma i sør og ca 7 km nordover, inn i Fredrikstadmarka. Det bor rundt 8700 innbyggere i dette området.

Veumdalen har vist seg som et av de mest utsatte stedene i Fredrikstad kommune hva gjelder overvannsproblemer. I løpet av de siste tiårene har kommunen opplevd gjentatte problemer i området.

Dette har ført til at Veumdalen i sin helhet er blitt markert ut som en rød sone, det vil si et område med omfattende behov for tiltak på overvannssiden (se figur 18). Under sterk nedbør (høyt gjentakintervall) kan det i dag oppstå flom som medfører skader på eiendommer og eiendeler. Fortetting og utbygging i nedbørsfeltene kan øke de maksimale flommene og øke skadeomfanget (Fredrikstad kommune 2007).

Prinsippkrav for overvannshåndteringen i de røde sonene sier at:

- Det skal utarbeides en helhetlig overvannsplan for områdene som skal bygges ut. Planen skal inkludere en konsekvensvurdering for hele det topografiske nedbørsfeltet
- Ved utbygging skal det gjennomføres tiltak slik at maksimal avrenning ikke øker utover dagens avrenning.
- Flomveier skal planlegges.

(Tøndel 2007)

## Problemer og utfordringer i Veumdalen

Noen store problemområder i Veumdalen:

### KJELLEROVERSVØMMELSER

Deler av Veumdalen har spesielt hatt problemer med kjelleroversvømmelser ved store nedbørshendelser, jfr. dommen mot Fredrikstad kommune beskrevet i del 1.2.

### VEUMBEBKEN FLOMMER OVER

Som vist i artiklene til høyre har Veumbekken ved flere anledninger gått over sine bredder og oversvømt veier og jordbruksarealer og på denne måten forårsaket store skader. At Veumbekken og dens sidebekker går over sine bredder og forårsaker skade er et vanlig syn i Veumdalen (pers. med. Mats Norum 29.04.2012)

### FORURENSING

Avløpssystemet besto i 2007 av 39 % fellesledninger for spillvann og overvann, der det resterende separatsystemet ikke er virksomt all den tid det ender i et fellessystem (Tøndel 2007). Overløp fra fellesledningene kombinert med avrenning fra jordbruk og veiarealer har bidratt til betydelig forurensning av Veumbekken.

### FORESLÅTTE TILTAK

For å bøte på de mange problemene har Fredrikstad kommune foreslått flere tiltak. En gjenåpning av Veumbekkens nedre løp (nedenfor jernbanen) er et av de mest spennende. Kulverten som ligger under Holmegata er per i dag 1,5 x 2,5 og er alt for liten for å ta unna de store vannmengdene som til tider kommer. Norconsult har på bestilling fra Fredrikstad kommune gjennomført et skisseprosjekt for denne gjenåpningen. Andre tiltak som er satt i gang er: større dimensjoner på rørledninger, pålegg om frakobling av takvannsrør for huseiere og kartlegging av flomsoneer.



### Veumbekken flommer over

Vannet flommer i Fredrikstad og skaper store problemer. Blant annet er St. Croix undergangen ved brannstasjonen stengt for all trafikk og Veumbekken går over sine bredder

### Rundt 1.000 skademeldinger



### Veumbekken flommer over

øper store problemer. Blant annet er St. Croix undergangen ved brannstasjonen stengt for all trafikk, og Veumbekken



### Kan åpne Veumbekken

For å unngå nye oversvømmelser i Holmegaten er det aktuelt å åpne Veumbekken fra Frydenberg og helt ned til Vesterelva.



Figur 19: Avisutklipp om flomhendelser i Fredrikstad.



## Veumdalen fra nord til sør



Øvre deler av Veumdalen består av skogkledte høyder og jordbruksområder i dalbunnen. Utsikt mot Veummyra.



Veum allé og Østfold psykiatriske sykehus i bakgrunnen.



Gang- sykkelvei følger Veumveien oppover hele dalen. Her rett ved planlagt utbygging av Brønnerødli.



Figur 20 : Flyfoto Veumdalen. Kilde: Kommunekart Fredrikstad





4

Jordbruksområder langs Veumveien i midtre deler av nedbørsfeltet. Veumbekken omkranses av vegetasjonsbelte.



7

Siste strekk av Veumbekken før kulverten ved jernbanen. Turvei langs bekken er aktivt i bruk, men området er lite opparbeidet.



5

Store boligområder i dalsidene. Veumbekken strekker seg gjennom disse og har vegetasjonsbelte på begge sider. Her fra restene etter den gamle mølla ved Foremans vei.



8

Boligbygging på gamle Fredrikstad stadion.



6

Boligområder. Christianslund allé der det har vært store problemer med kjelleroversvømmelser.



9

Urbane arealer og Veumbekken i kulvert under Holmegata før utløpet i Vesterelven.



## Nedbørfeltorienterte forhold

### Avgrensning av nedbørfeltet i Veumdalen

Hvit markering viser nedbørfeltavgrensningen.


I bunnen av dalen finner vi Veumbekken som er resipient for vannet som faller ned i det ca 12 km<sup>2</sup> store nedslagsfeltet.

Veumbekken springer ut fra Veummyra (alternativt navn Langemyr) og tilgrensede skogsområder lengst nord i dalen og har sitt utløp i Vesterelva (Glomma).

Stordammen øst i dalen er en kunstig steinfyllingsdam som ble anlagt i 1809. Dammen mottar drenevann fra den ovenforliggende Stordamsmyra.

Bjørndalsdammene utgjør tre dammer som ble bygget som drikkevannskilde på 1870-tallet. Denne funksjonen sluttet de imidlertid å ha på 1960-tallet.

Hjørnerødbekken er en ca 2 km lang sidebekk til Veumbekken. Den får sin tilførsel ved lekkasje fra Stordammen og ved overløp ved store nedbørsmengder (Tøndel 2007).

- Nedbørfeltets avgrensning 
- Veumbekken åpen 
- Veumbekken i rør 

Figur 21 : Nedbørfeltets avgrensning definert av (Vadum 2011). Kart fra kommune kart Fredrikstad





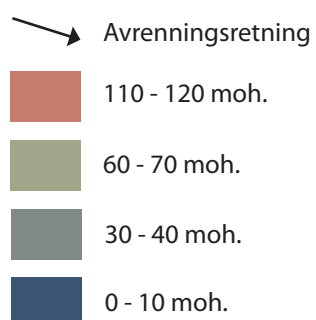
## Terrengforhold

En registrering av de overordnede terrengforholdene vist i et høydelagskart viser oss at vi finner de høyest beliggende kollene nordøst i området. Ellers ser vi et jevnt fall fra nord mot sør.

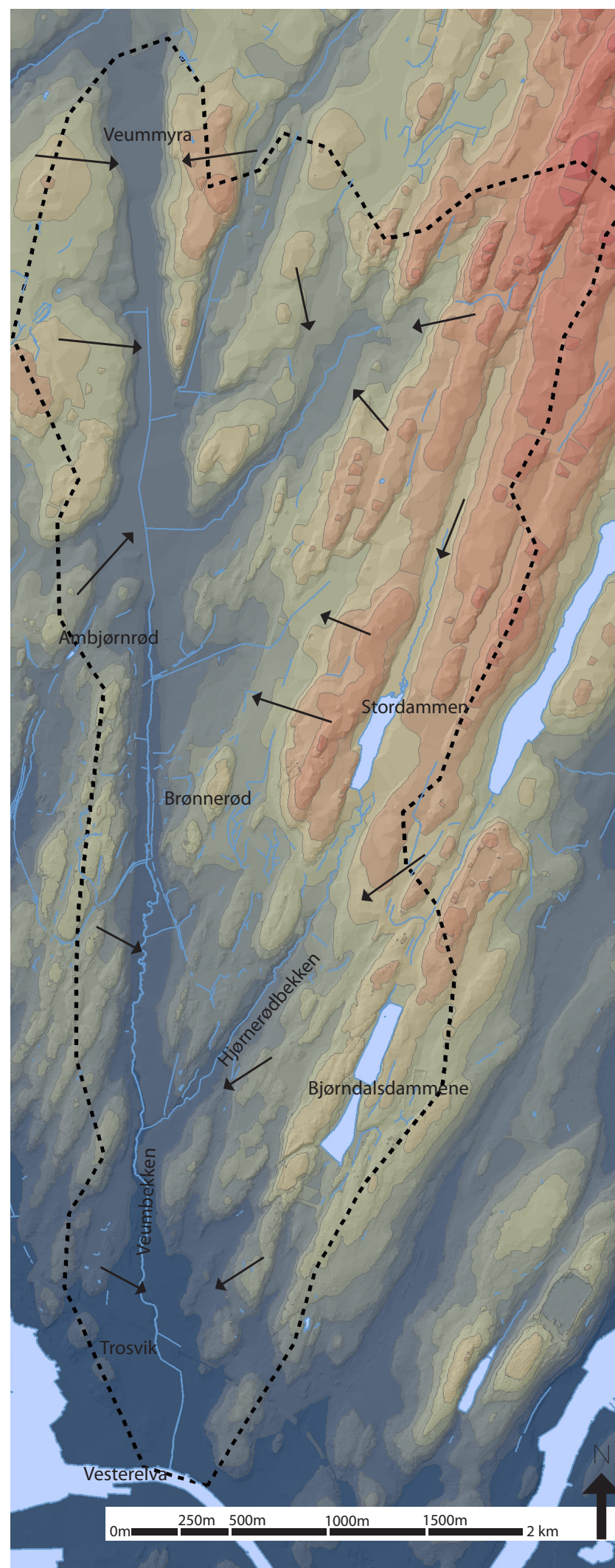
Hoveddalen med Veumbekken i bunnen strekker seg i nord- sørlig retning og flere mindre sidedaler slutter seg til denne både fra øst og vest.

Dette forteller at Veumbekken er resipient for alt vannet som faller ned innenfor avgrensingen og bekken leder vannet videre ut i Vesterelva lengst sør i området.

De mest ekstreme og intense regnhendelser krever med kort tidshorisont lokale tiltak, men alt vannet vil til slutt ende i Veumbekken og denne er følgelig sentral som flomvei i området.



Figur 22: Høydelag og avrenningsretninger. Kart utarbeidet av Vadum (2011)





## Løsmasser og infiltrasjonsforhold

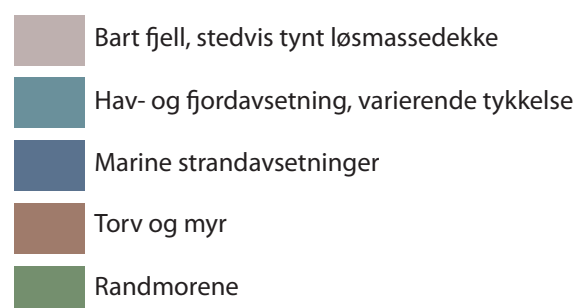
I Veumdalen finner vi fem hovedtyper av løsmasser; bart fjell med stedvis tynt løsmassedekke, hav- og fjordavsetninger, marin strandavsetning, torv og myr og randmorene. Sistnevnte i svært små mengder.

De to typene løsmasser som dominerer er bart fjell med stedvis tynt løsmassedekke og hav- og fjordavsetninger. Ingen av disse typene løsmasser er egnet for infiltrasjon av vann. Hav- og fjordavsetningene er i stor grad finkornet leire og silt og det er løsmassetyper som er meget godt pakket og som fører til stor grad av avrenning. Dette gjelder også for det bare fjellet som i Veumdalen består av grunnfjell av massiv granitt.

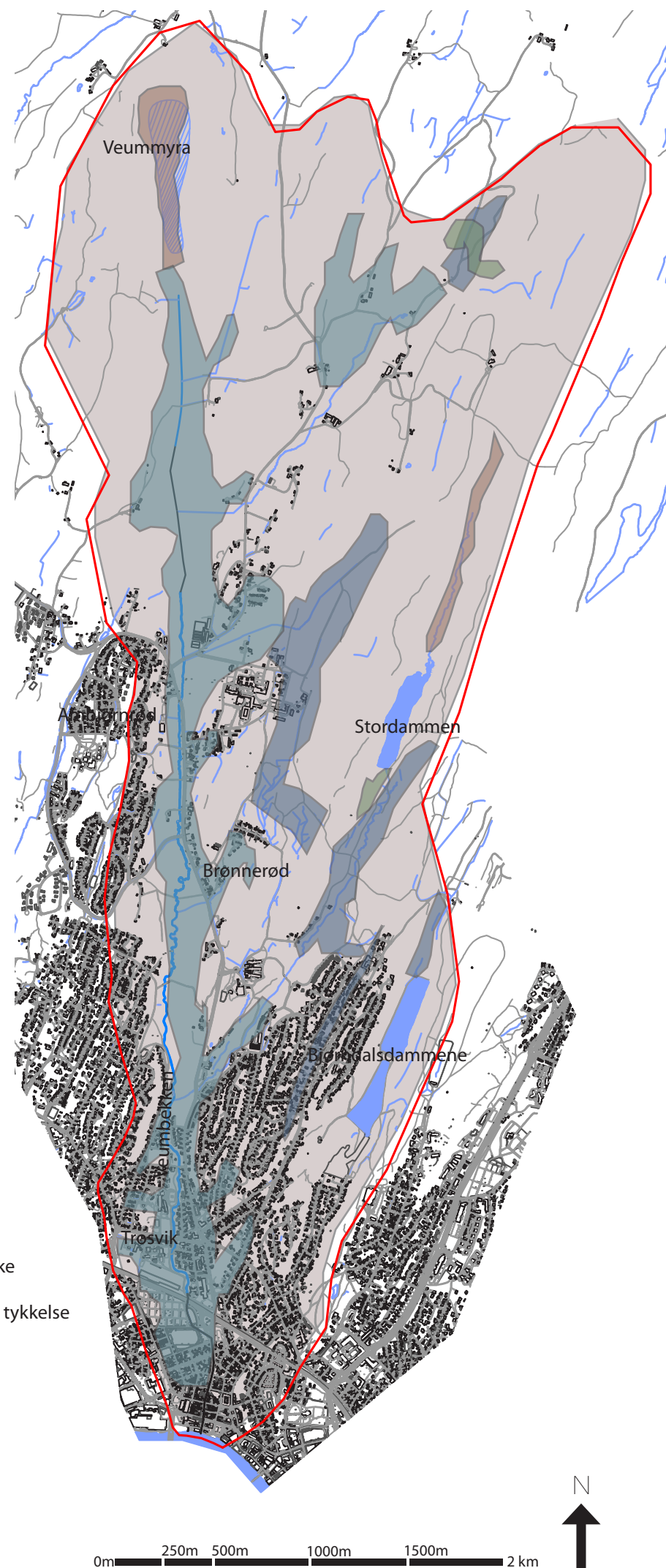
På mindre områder i nedbørsfeltet finner vi marine strandavsetninger. Dette er masser som sand og grus og de er derfor noe mer egnet for infiltrasjon.

Torv og myr finner vi to steder i nedbørsfeltet; Veummyra og Stordamsmyra. Disse massene er også lite egnet til infiltrasjon.

Løsmassene i Veumdalen er etter dette vist å være generelt dårlig egnet for infiltrasjon med unntak av noen mindre områder med marine strandavsetninger som er noe bedre egnet.



Figur 23 : Jordsmonn og infiltrasjon i Veumdalen  
Kart er basert på informasjon fra NGU



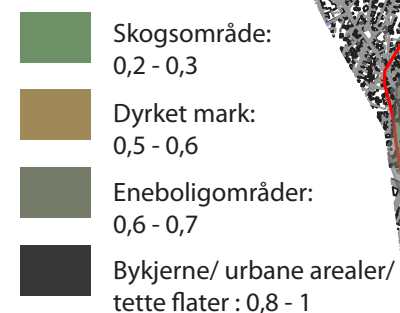
## Arealdekke og avrenningsgrad

Den overordnede registreringen av overflatens arealdekke innenfor nedbørsfeltets avgrensning gir oss fire ulike kategorier; skog, dyrket mark, eneboligområder og bykjerne/urbane arealer.

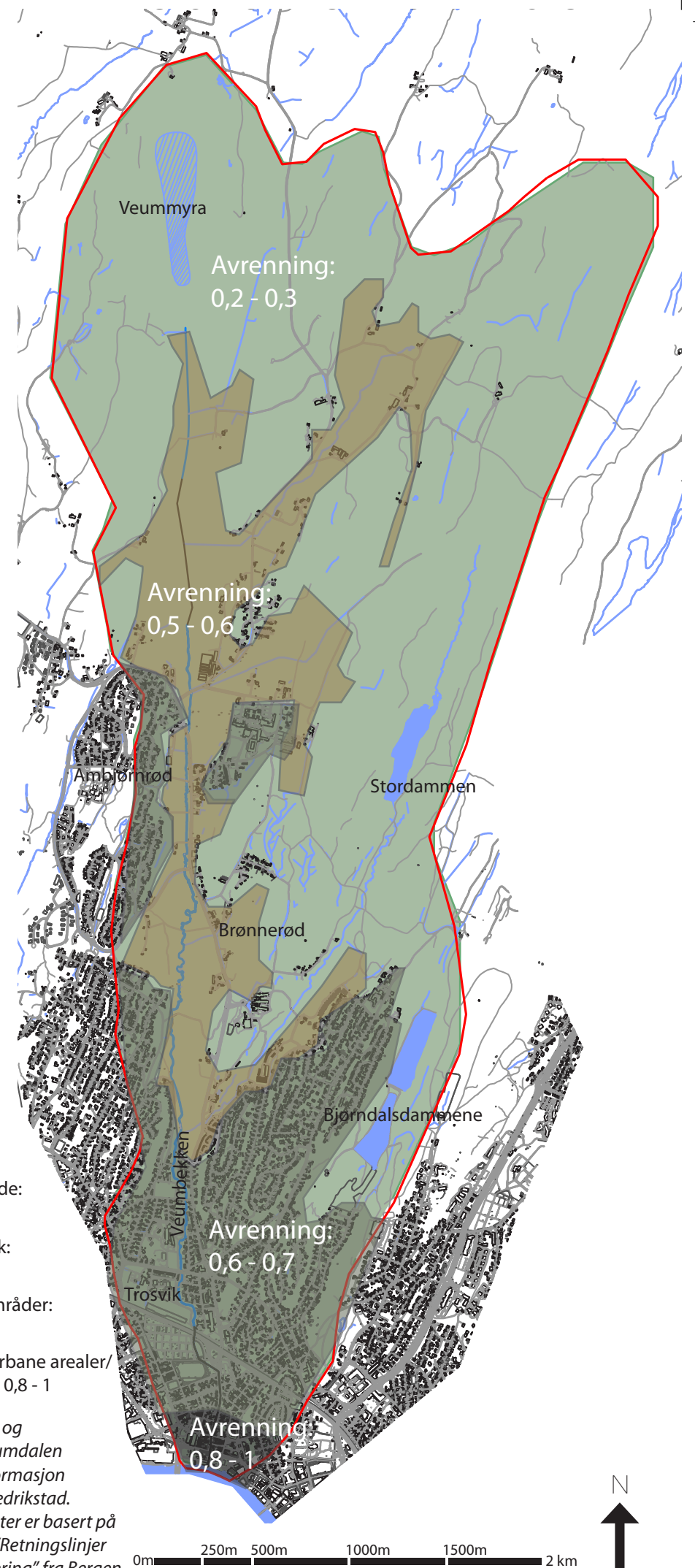
I Veumdalen består skogen i stor grad av gran og furuskog som vokser på skrinne koller og i de marine strandavsetningene. Disse grunnforholdene tilsier høy grad av avrenning, men dette dempes betydelig av det nokså tette tresjiktet vi finner i skogen. Avrenningskoeffisienten er derfor satt til 0,2 - 0,3 for skogsområdene. Dette forteller oss at det er nokså liten grad av avrenning herfra. I myrområdene som vi også finner i skogen kan avrenningen bli nærmere 0,1 - 0,2 da myrene fordrøyer vannet før det siger videre til bekkene.

Store deler av området består av dyrket mark, hovedsaklig i form av kornproduksjon (ExFlood 2011). Den dyrkede marken gir en høyere avrenning særlig i de nordre delene da Veumbekken her er rettet opp og ikke lenger renner i sitt naturlige løp. Da stående vann er lite ønskelig i disse jordbruksområdene er arealene godt drenert og rette grøfter som leder vannet effektivt bort er etablert. Samtidig er det i disse områdene tilnærmet ingen vegetasjonssoner. Åkerkanter som tidligere var en naturlig del av denne typen landskap er fjernet for å effektivisere jordbruket. Vegetasjonssoner kunne vært med på å senke avrenningen fra den dyrkede marka, men siden de så og si er fraværende er avrenningsgraden satt til 0,5 - 0,6

Eneboligområdene i området er noe varierende, men som overordnet registrering er avrenningen satt til 0,6 - 0,7, noe som indikerer relativt høy grad av avrenning. Videre sør, nedenfor jernbanen, er flatene tilnærmet helt tette og avrenningen nærmer seg 1.



Figur 24 : Arealdekke og avrenningsgrad i Veumdalen  
Kart er basert på informasjon fra Kommunekart Fredrikstad. Avrenningskoeffisienter er basert på veiledende tall gitt i "Retningslinjer for overvannshåndtering" fra Bergen kommune, side 14.





## Prognoser for klimaendringer i Fredrikstad

Beregninger av endringer i temperatur og nedbørmengder innebærer alltid et stort usikkerhetsmoment. Videre er det knyttet stor usikkerhet til hvordan samfunnet vil endre seg innen den samme tidperioden med hensyn til folketall, utbygging, areal- og transportutvikling o.l.

Redusering av klimagassutslipp for på den måten å forebygge klimaendringer blir viktig i framtiden, men vel så viktig blir det å tilpasse arealplanleggingen til de mulige scenarioene for klimaendringer. En stor del av utfordringen ligger i dette at de mulige tiltakene og tilpasningene skal gjøres ut fra en uviss framtid (Sælensminde et al. 2010).

Som nevnt i del 1.2. er det imidlertid viktig med nedskaleringer av klimascenarioer til lokale forhold for å kunne se sannsynlige endringer i egen kommune.

### Temperaturendringer

Figur 25 viser at det ut fra flere ulike klimamodeller forventes en generell økning i temperatur i Fredrikstad.

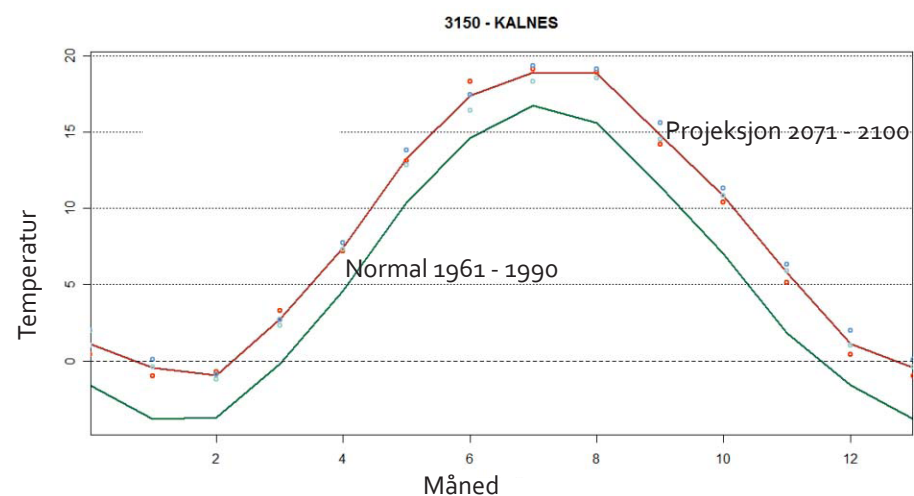
Den grønne linjen er normaltemperatur i perioden 1961-1990, mens den røde linjen er projeksjonen for normaltemperaturen i perioden 2071-2100. Forskningen viser tendenser til at temperaturøkningen blir størst om vinteren, særlig i januar. Det blir altså flere dager med temperaturer over 0 grader enn vi har vært vant med. Dette vil innebære flere mildværsperioder i vinterhalvåret (Sælensminde et al. 2010).

### Endringer i nedbørmengde

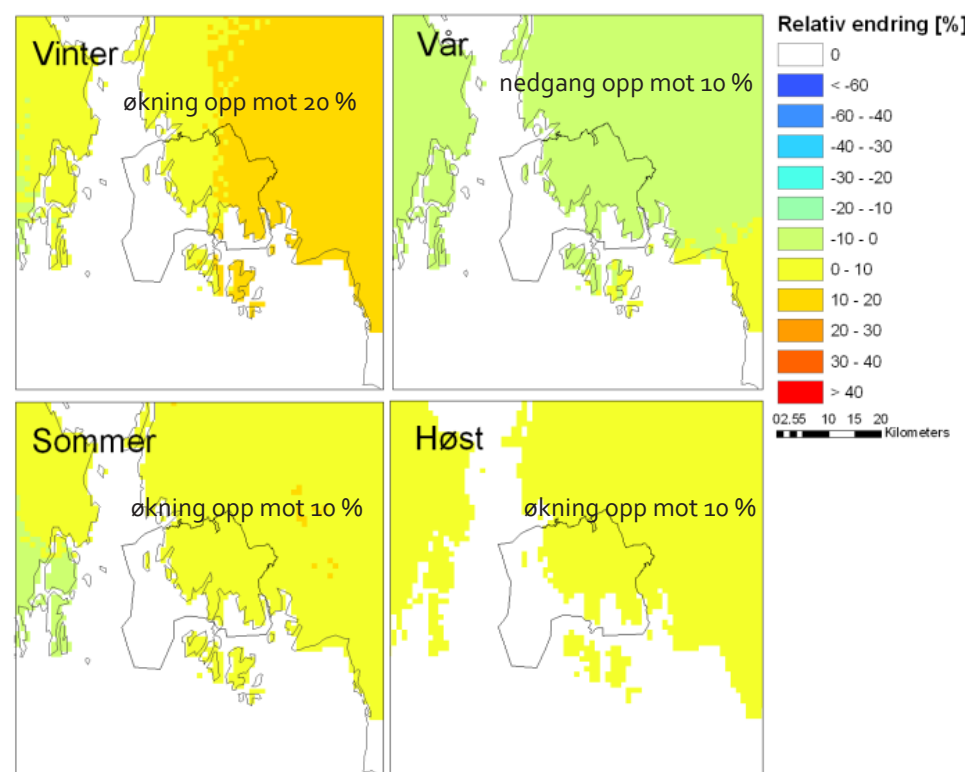
Figur 26 viser at vi kan forvente en generell økning i nedbøren, men at variasjonen i nedbørmengde over året kan øke. Om våren kan vi forvente en nedgang i nedbøren opp mot 10 prosent, mens nedbøren for resten av året kan øke opp mot 20 prosent – med størst forventet økning i de østlige delene av kommunen om vinteren (Sælensminde et al. 2010).

Det blir trolig færre oppholdsdager høst vinter og vår, mens det kan bli flere dager uten nedbør om sommeren. Flere nedbørsdager med temperaturer over 0 grader og færre med temperaturer under 0 grader innebærer mer regn og mindre nedbør i form av snø (ibid).

Dette igjen innebærer at vi vil oppleve færre flomsituasjoner som følge av stor snøsmelting om våren. I stedet vil flommer som følge av voldsomme brå nedbørmengder forekomme, da også i noen tilfeller på frossen mark i vinterhalvåret.



Figur 25 : Temperatur, middelværdier per måned 2071-2100 mot 1961-1990 for Fredrikstad kommune. Figur hentet fra (Sælensminde et al. 2010) side 25.



Figur 26 : Endring i nedbør fra 1981-2010 til 2021-50 for Fredrikstad kommune. Figuren viser relativ endring i prosent. Størst forventet økning er 20% i de østlige deler av kommunen om vinteren. Figur hentet fra (Sælensminde et al. 2010) side 28.



### Andre landskapskvaliteter

Her er slått sammen en registrering av ulike kvaliteter i landskapet som kan ha betydning for lokaliseringen av tiltak.

Kartet viser tydelig at hovedtyngden av turområder og turmål ligger utenfor markagrensa øst i dalen. Her finner vi både Bjørndalsdammene og Stordammen som begge er yndede rekreasjonsmål. Skihytta i nordøst med servering på søndager er også et populært turmål i marka og beboerne omtaler dette som “hjertet av Fredrikstadmarka”

Plassert mellom Stordammen og Bjørndalsdammene ligger Dølasletta som er et statlig sikra friluftsområde. Området er en gjengrodd balløkke som har stor verdi som område for lek og allsidige aktiviteter.

Fra sør til nord i dalen går en gang- og sykkelvei. Denne er viktig for all daglig ferdsel til og fra jobb og de mange skolene som ligger i dalen. Kvaliteten av denne som turvei svekkes imidlertid av at den langs hele strekningen ligger tett opptil den sterkt trafikkerte Veumveien.

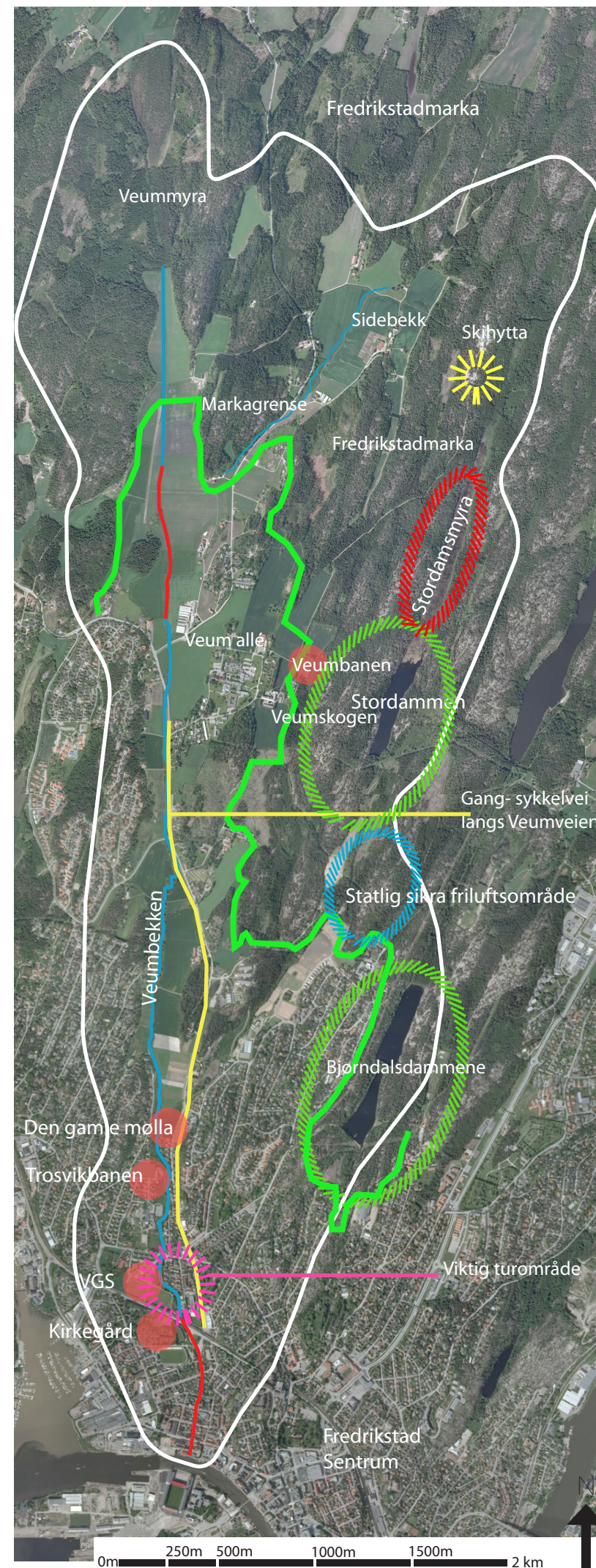
Langs siste del av Veumbekkens åpne løp finner vi et lite viktig turområde som er med på å binde sentrumsområdene sør for jernbanen med resten av dalen. Området har stort potensiale, men er imidlertid ikke særlig opparbeidet eller velholdt.

Området rundt Stordamsmyra i overkant av Stordammen er naturreservat der det er registrert flere sjeldne arter. Veummyra og Veumbekken er begge registrert som viktige lokale naturtyper.

Det skal ha vært sjørret i bekken tidligere, men nå går det bare stingsild der (pers. med. Ole Petter Skallebakke 2012). Med etablering av noen enkle tiltak kan sjørreten komme tilbake (ibid).

I Veumbekken finnes fortsatt rester av en gammel mølle. Møllebruket ble nedlagt ca 1932. Det skal ha ligget en mølledam oppstrøms for møllebruket (ibid).

Figur 27 : Landskapskvaliteter i Veumdalen. Registreringen av hvilke kvaliteter som finnes i Veumdalen med tanke på friluftsliv, rekreasjon og naturmangfold er gjort i samarbeid med beboere i Veumdalen samt informasjon fra direktoratet for naturforvaltning og kommunekart for Fredrikstad.





## Fremtidig arealutnyttelse

Under omtales de viktigste endringer og begrensninger på arealbruk som er satt i kommuneplanen for 2011-2023.

### Brønnerødlia

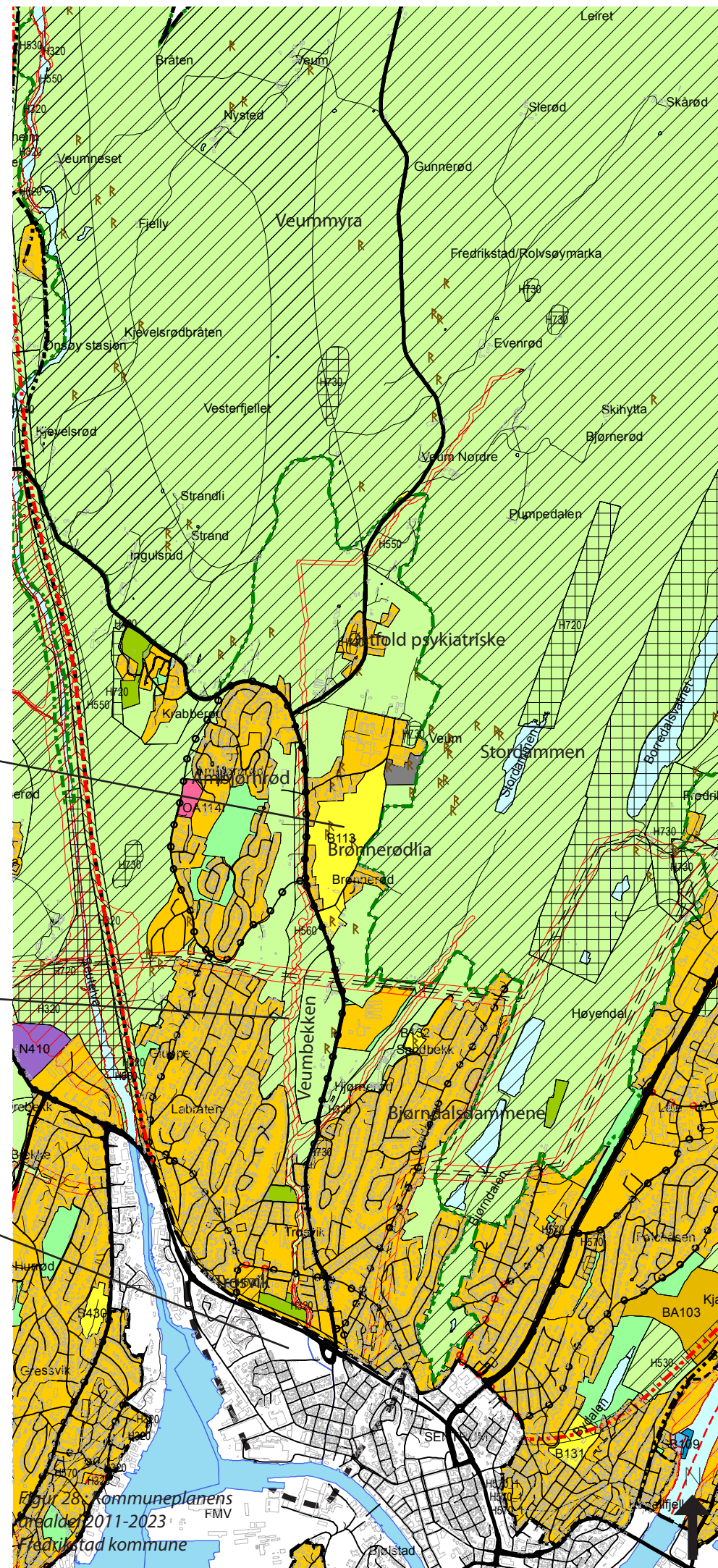
En stor utbygging av Brønnerødlia er den største endringen i arealbruk som ligger inne i planen. I samtale med Fredrikstad kommune ble det opplyst at denne utbyggingen av Brønnerødlia har vært inne som aktuelt nytt boligfelt i mange år og at arbeidet med reguleringsplan er i gang for feltet. Dermed er dette trolig en utbygging som ligger nokså nært i tid. Ny bebyggelse her vil føre til ytterligere aktivisering av tilgrensende arealer.

### Hensynssone

En hensynssone flomfare er markert rundt Veumbekken. Dette grunnet bekkens viktige funksjon som flomvei og at den ved gjentatte anledninger har flommet over og forårsaket skade.

### Utbygging av gamle Fredrikstad stadion

Sentrumsplanen (ikke vist her) viser at gamle Fredrikstad stadion skal bygges om til bolig- og næring. Byggearbeidene er i gang på dette arealet (se bilde under). Ny bebyggelse her vil føre til ytterligere aktivisering av tilgrensende arealer.





## Inndeling i områder basert på gruppering av tiltak

Kategorier i kart

	Boligområder
	Urbane arealer
	Nye utbyggingsfelt
	Eksisterende bekke drag
	Jordbruksarealer
	Skogsområder
	Skoler, Fotballbaner, Sykehus, Kirkegård

Oppgavens problemstilling:

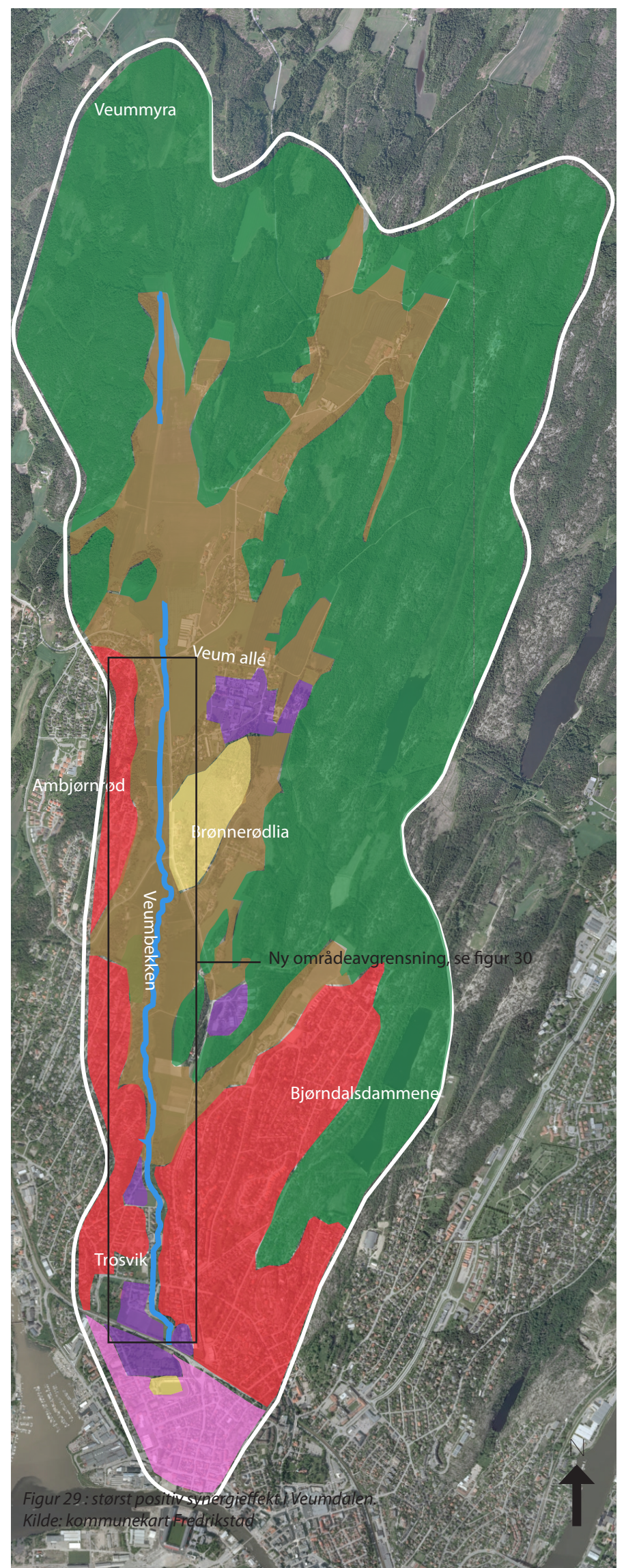
Hvordan implementere åpne overvannstiltak i et konkret område slik at de bidrar til å senke flomtopper og samtidig i størst mulig grad bidrar med positiv synergieffekt for landskapsbildet, rekreasjon og biologisk mangfold?

Kategorier i kart	Effekt i forhold til målsetning*
Eksist. boligområder	liten
Urbane arealer	stor
Nye utbyggingsfelt	middels
Jordbruksarealer	stor/ middels
Skogsområder	middels
Eksisterende bekke drag	stor

\* Vurderingen baserer seg på diskusjon fra oppgaven side 44.

Konklusjon:

Av dette kan vi lese at ved implementering av åpne overvannstiltak i de urbane arealene lengst sør i området, i jordbruksarealene og langs det eksisterende bekke draget til Veumbekken vil man kunne oppnå størst effekt i forhold til målsetningen. Da det allerede foreligger skisseplaner i kommunen om gjenåpning av Veumbekkens nedre løp velger jeg å utelukke de urbane arealene fra denne oppgaven. Jeg står da igjen med jordbruksarealene og tiltak i og rundt Veumbekkens løp som de aktuelle områdene for implementering av tiltak og velger å fokusere på bekkens løp ved skissering av løsninger.



Figur 29: størst positiv synergieffekt i Veumdalen.  
Kilde: kommune kart Fredrikstad



## Tilgjengelige og strategiske arealer rundt bekkedrag

Ettersom lokaliseringsdelen av analysen har vist at det i Veumdalen er riktig å legge innsats i arealene i og rundt Veumbekken for å oppnå mest mulig effekt i forhold til målsetningen, er det nødvendig å kartlegge arealene rundt bekkedraget. Hvilke kvaliteter finnes i områdene rundt og hvor er det tilgjengelig areal med plass til å legge inn tiltak. Denne analysen er gjort etter inspirasjon fra Hovdenak 2011.

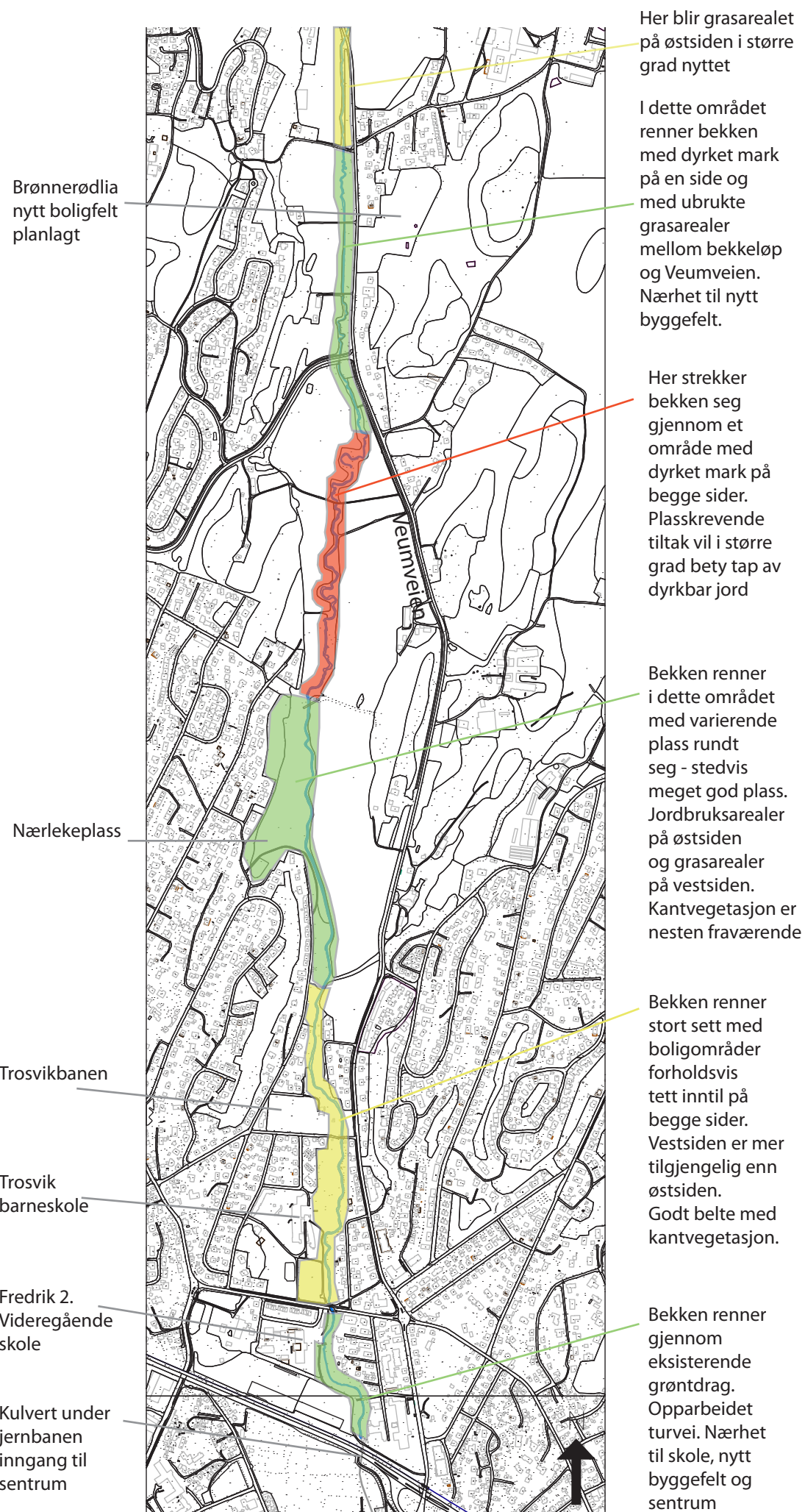
### Begrunnelse for avgrensning:

Da det som nevnt allerede foreligger planer i kommunen om gjenåpning av Veumbekkens nedre løp og bekken her per i dag ikke renner åpent velger jeg å definere at dette arealet er utenfor den nye områdeavgrensningen. (Se forøvrig masteroppgaven til Caroline Dilling våren 2012 som også omhandler denne nedre del av Veumbekken).

I nord settes den nye områdeavgrensningen til stedet der Veumveien krysser Veumbekken (se figur . Rett nord for denne kryssingen ligger bekken igjen i rør gjennom jordbruksarealer. Gjenåpning av denne delen kunne også vært et aktuelt og viktig tiltak, men jeg ønsker å se på implementering av tiltak i eksisterende bekkeløp og dermed utelukkes dette arealet.

Kartet til høyre oppsummerer hvor det kan være mest aktuelt å legge inn tiltak i bekkedraget. Vurderingen tar utgangspunkt i målsetningen for oppgaven samt at den tar opp i seg andre forhold som er avdekket i analysen og som er av betydning for strategisk valg av innsatsområder.

- Mest aktuelt for tiltak
- Mindre aktuelt for tiltak
- Lite aktuelt for tiltak



Figur 30: Tilgjengelige og strategiske arealer rundt bekkedrag





# DEL 2

## 2.1. SKISSEPLAN VEUMBEBKEN

---



## OVERORDNET KONSEPT : UTVIKLING AV EN MILJØBEKK

### Veumbekken som fordrøyningsvolum og opplevelseskvalitet

Ved en satsing på Veumbekken og overvannstiltak i og på arealene rundt denne vil man kunne tilføre Veumdalen en ny kvalitet.

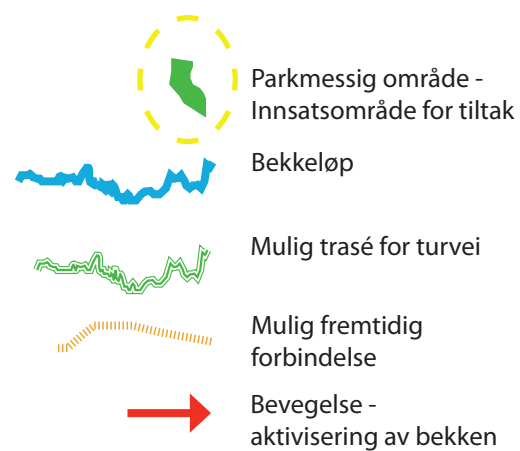
Da hovedtyngden av turveier i dag finnes i marka rundt Stordammen og Bjørndalsdammene kan den blågrønne strukturen som Veumbekken utgjør fungere som motvekt.

Det søkes å danne en turveiforbindelse som skiller seg fra gang- sykkelveien langs Veumveien, og som skiller seg fra turveinettet i marka - det er til den daglige joggeturen, trilleturen med barnevogn eller rusleturen i et friminutt denne turveien kan finne sin plass.

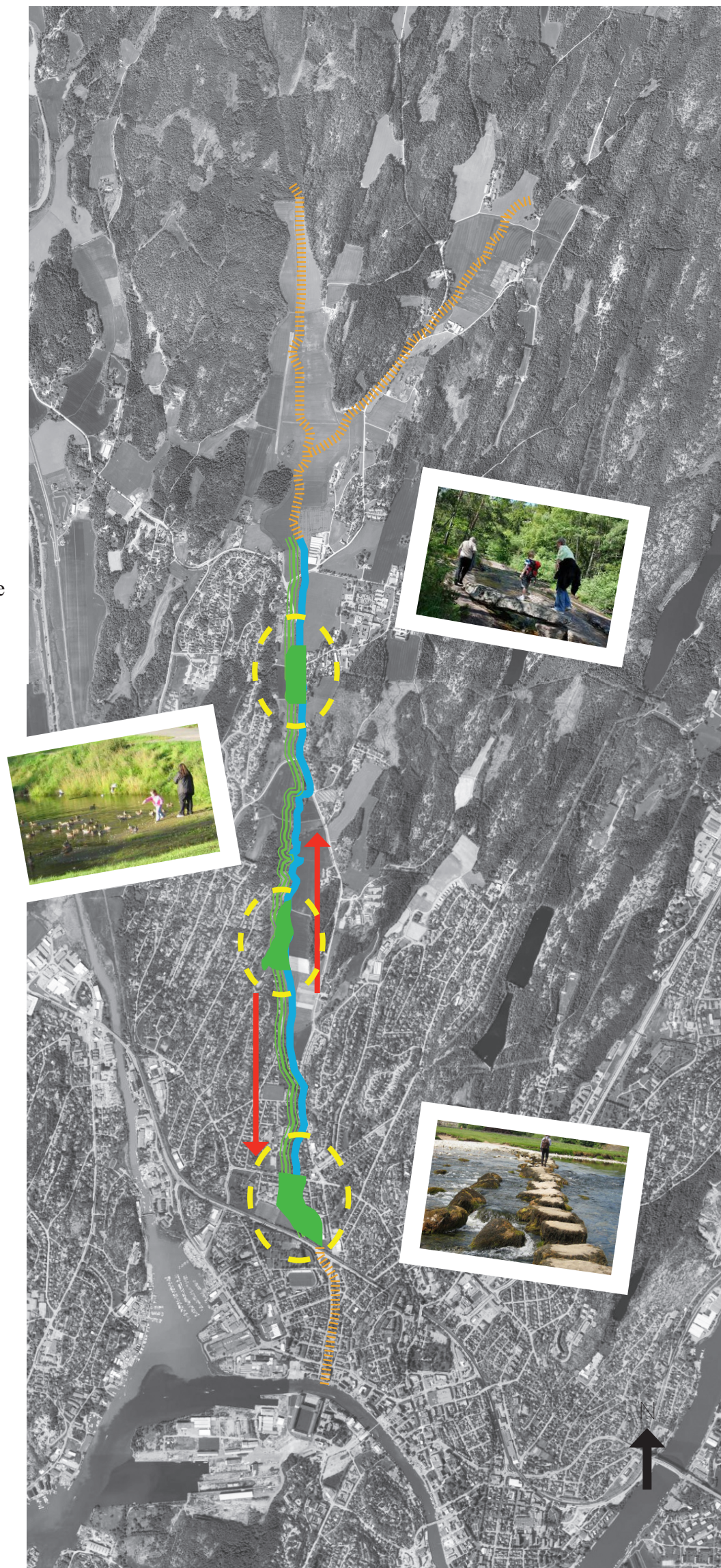
Ved strategisk utvalgte innsatsområder der det gjennomføres utvidelser av eksisterende bekkeløp til dammer og våtmarksområder, terrengforming, revegetering, og tilbakeføring av kulturlandskap søkes det å gi opplevelser langs veien samtidig som tiltakene gir fordrøyende effekt og bidrar til å senke flomtopper. Det søkes altså å utvikle en såkalt miljøbekk.

Den eventuelle gjenåpningen av bekken nedenfor jernbanen vil kunne heve et eventuelt turdrag ytterligere, med forbindelse langs bekken helt fra sentrum. En mulig gjenåpning og forbindelse helt til Veummyra og skogsområdene rundt og langs sidebekken som kan lede mot Skihytta kan også heve kvaliteten ytterligere. Gjenåpningene er som tidligere definert imidlertid ikke vurdert i denne oppgaven.

Utviklingen av en miljøbekk vil tilfredsstillere alle de nevnte målsetninger om estetisk bidrag til landskapsbildet, rekreasjonsmessig kvalitet og økt biologisk mangfold.

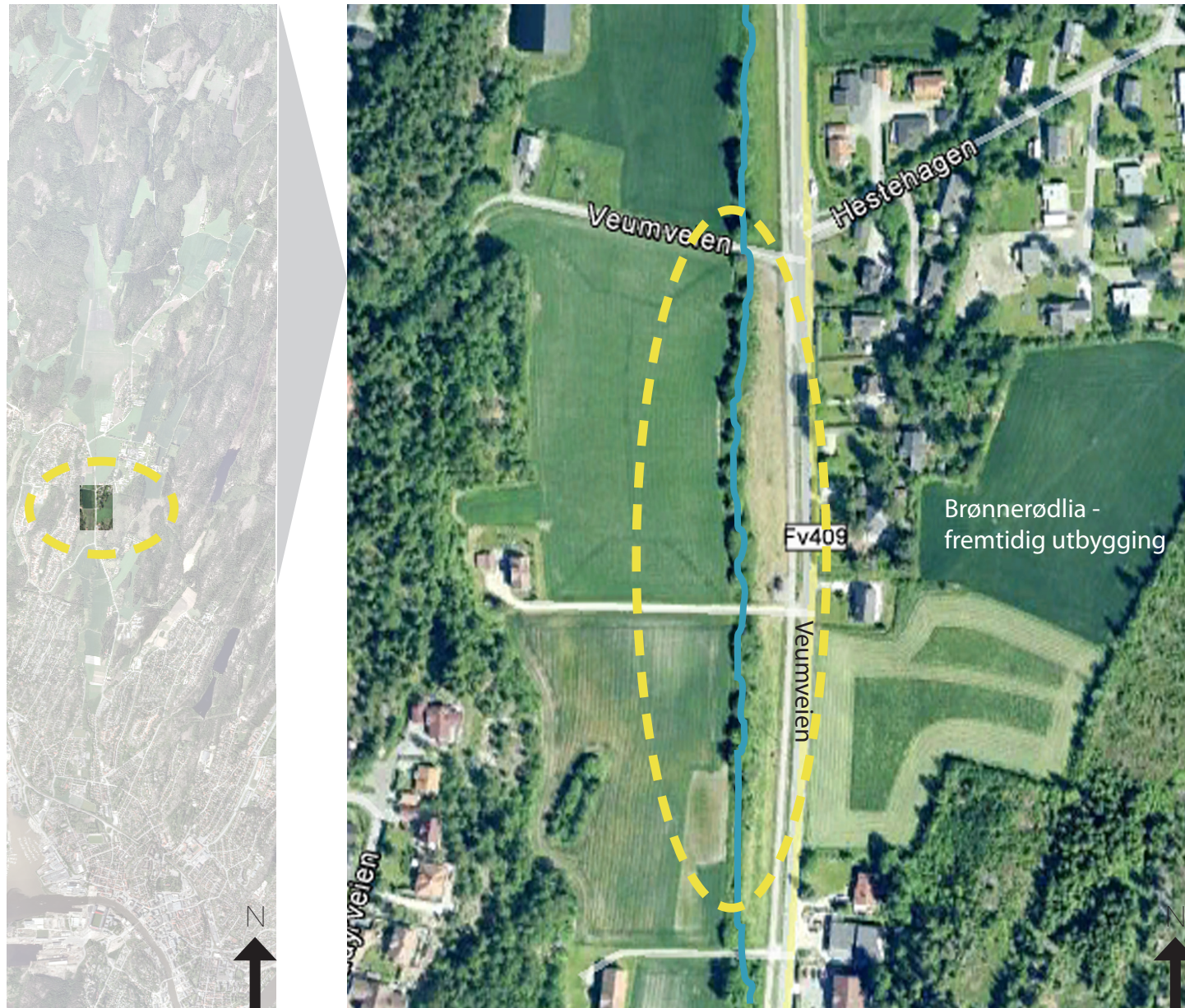


Figur 31: Konseptbeskrivelse Veumbekken  
Kilde: kommune kart Fredrikstad





## Eksisterende situasjon



Figur 32 : Oversikt innsatsområde. Kilde: google maps

Oppsummert punktvis har områdeanalysen vist:

- Løsmassene i området er hav- og fjordavsetninger som er finkornet leirholdig materiale dårlig egnet for infiltrasjon, men passer godt for fordrøyning.
- Veumbekken renner åpent gjennom dyrket mark i området.
- Relativt godt vegetasjonsbelte rundt bekken.
- Ellers er vegetasjon fraværende langs gårdsveier o.l.
- Det foreligger planer om nytt boligfelt på Brønnerødli.
- Gressdekt areal mellom Veumveien og Veumbekken nyttes i liten grad.



Veumbekken renner åpent og meandrerer gjennom jordbruksarealer.



Gressdekt areal mellom Veumveien og Veumbekken er i liten grad nyttet.



Etter krysset Veumveien og Hestehagen er arealet inngjerdet og brukes til hester.



Områdeillustrasjon innsatsområde 1  
Utsikt mot sør

Konseptbeskrivelse innsatsområde 1:

Det anlegges en serie med “tørre” og “våte” dammer som utvidelser og oppdømmelse av Veumbekken.

Ved å legge inn tiltak såpass høyt oppe i nedbørfeltet oppnår man fordrøyende effekt og mindre press på bekkeløpet nedstrøms.

De “tørre dammene” er beregnet å ta hånd om meget store og sjeldne regn og ved normal vannføring i bekken renner denne som vanlig gjennom disse. De “våte dammene” er ment for å tilbakeholde et større vannvolum også ved normal vannføring, samtidig har de ekstra fordrøyningsvolum over normal vannstand.

Dammene og tursti langs denne fremhever Veumbekken som et positivt landskapselement.





## Dimensjonering av damvolumer - den rasjonelle formel

Beregning for dimensjonering av fordrøyningsvolumer er en oppgave som krever vannteknisk kompetanse. Vannteknikerne anvender komplekse hydrauliske datamodeller som gir nøyaktige resultater og et tverrfaglig samarbeid er her derfor nødvendig for å oppnå gode resultater.

Jeg ser det likevel som viktig at en landskapsarkitekt har en viss formening om hvilke faktorer som inngår i en slik type beregning og for det overordnede nivået i denne oppgaven er den rasjonelle formelen egnet til å gi en grov oversikt over avrenningsvolumer fra feltet og dermed dimensjonering av damvolumer.

Den rasjonelle metoden er egnet for homogene nedslagsfelt på mindre enn 50 ha. Den er egnet for å gi en grov oversikt over avrenningsvolumene fra feltet og beskriver kun overvann fra nedbør (Lindholm & Bjerlholt 2010).

Altså er metoden ikke egnet der nedslagsfeltet er større enn 50 ha eller der det er svært sammensatt. Av denne grunn anvendes beregningsmetoden kun på et av de tre innsatsområdene i denne oppgaven - innsatsområde 1. Forslagene til tiltak i de resterende to innsatsområdene blir kun grovt skissert med intensjoner og beskrivelser.

Alle verdier og informasjon til beregningen er omtrentlige overslag og det er basert på informasjon fra analysen og oppmålinger i tilgjengelige kartgrunnlag.

### DEN RASJONELLE FORMELEN:

$$Q=K*\Phi*A*I$$

Q= avrent vann fra feltet i liter/sekund.

K= sikkerhetsfaktor som blandt annet tar høyde for fremtidige klimaendringer.

$\Phi$ = avrenningskoeffisient, angir hvor stor andel av nedbøren som renner av på overflaten. Avhenger av overflatens permeabilitet, beskaffenhet, fallforhold, nedbørsmengder og nedbørsvarighet.

A= nedbørsfeltets areal i hektar.

I= nedbørsintensitet, hentes fra relevant IVF kurve

#### Sikkerhetsfaktor K

Sikkerhetsfaktoren skal ta høyde for framtidige klimaendringer. Analysen har vist at størst forventet økning i nedbørsmengde er 20 %.

#### Avrenningskoeffisient $\Phi$

Tall på avrenningskoeffisient for ulike typer flater er varierende i litteraturen. I analysen er det gjort en grov inndeling av arealdekke med angivelse av avrenningskoeffisient for de ulike typene dekke. Denne inndelingen er lagt til grunn ved beregninger her.

#### Nedbørsfeltets areal A

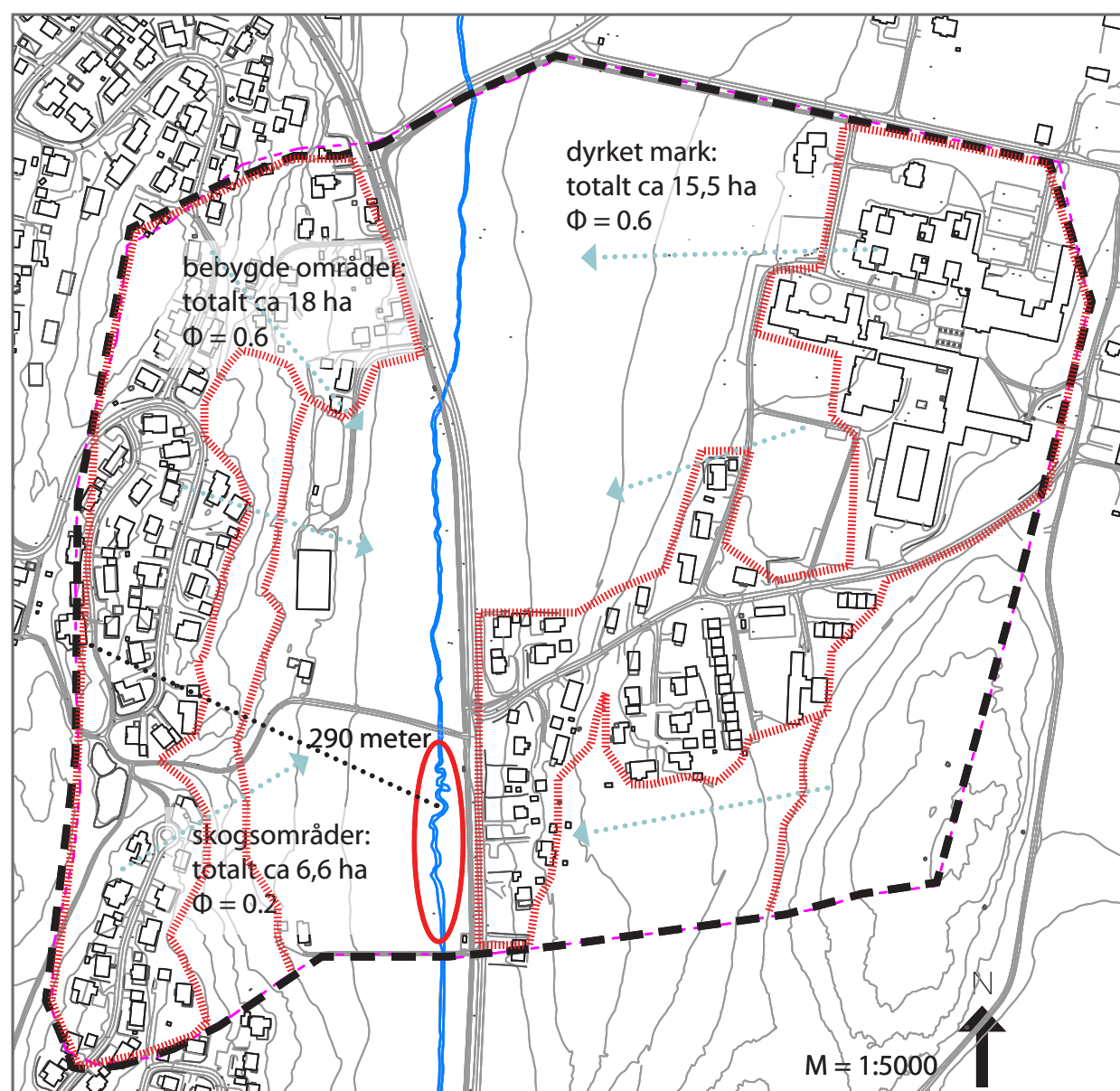
Avgrensning av nedbørsfeltet som genererer vann til det aktuelle innsatsområdet er nødvendig for beregningen og er vist på neste side.

#### Nedbørsintensitet I






Nedbørsintensiteten finner vi i ved å lese av såkalte IVF- kurver for det aktuelle området. IVF-kurven viser hvor mye regn som er forventet å komme i forskjellige regnhendelser. I følge Overvannsrammeplanen til Fredrikstad kommune skal det velges regnkurve for 5 års gjentakintervall dersom fordrøyningsvolum ligger i område med lavt skadepotensiale. Lindholm 2008 anbefaler derimot at dammer vurderes å dimensjoneres for å håndtere vannmengder opp til 100 års regnhendelser. En avregning i forhold til begge regnkurver gjennomføres.



## Avgrensning av nedslagsfelt til innsatsområde 1



Figur 33 : Avgrensning av nedslagsfelt til innsatsområde 1.

-  Oppsamlingspunkt - tiltak
-  Avgrensning areal typer
-  Avgrensning nedslagsfelt
-  Avrenningsretninger
-  Anvendt tilrenningslengde

Kartutsnittet til venstre viser avgrensningen av nedslagsfeltet til det utvalgte innsatsområdet. Avgrensningen er gjort i samråd med VA- teknikker Ivar Haga i Multiconsult. Det er nødvendig å presisere at avgrensningen er omtrentlig. Ved beregning av avrenning er det svært mange usikkerhetsmomenter, blandt annet kan eksisterende VA- nett og veidrenering endre nedbørfeltene da dette område ligger i område med en god del infrastruktur og bebyggelse.

Kartet viser også inndeling i arealdekke med angivelse av avrenningskoeffisient som henviser til tall og inndeling gjort i analysen. Inndelingen er av betydning for utregning av gjennomsnittlig avrenningskoeffisient på neste side.

Videre viser kartet en tilrenningslengden på 290 meter som er anvendt ved beregningen av nedbørsintensitet (I) på neste side. Egentlig baserer nedbørsintensitet seg på en tilrenningslengde som er lengden fra det fjerneste punktet i nedbørfeltet og til oppsamlingspunktet (der det skal legges inn tiltak). For dette nedbørfeltet ville denne lengden blitt svært lang og grunnet de mange usikkerhetsfaktorene som oppstår er en kortere lengde valgt.

## Utregning

I det følgende er det vist utregning ved bruk av den rasjonelle formel for å finne avrenning i liter/ sek. Deretter er dette gjort om til nødvendig volum av fordrøyningsdammer.

Faktorer til beregningen:

$K = 1,2$  (20 % økning i nedbør, fra analyse)

$\Phi = 0,56$  (\*1)

$A = \text{ca } 40 \text{ ha}$  (\*2)

$I = 91 \text{ l/s/ha}$  (\*3)

### \*1 Finne midlere avrenningskoeffisient $\Phi$

Anslåtte avrenningskoeffisienter hentet fra analysen:

Bebygde områder: 0,6

Skogsområder: 0,2

Dyrket mark: 0,6

Areal av ulike arealdekker:

Bebygde områder: ca 18 ha

Skogsområder: ca 6,6 ha

Dyrket mark: ca 15,5 ha

Midlere avrenningskoeffisient for nedslagsfelt : 
$$\frac{(0,6 \times 33,5) + (0,2 \times 6,6)}{(18 + 6,6 + 15,5)} = 0,56$$

### \*2 Trekke opp nedslagsfeltet til innsatsområdet

Arealet og begrunnelse for avgrensning er gitt på side 66 i figur 33.

### \*3 Finne nedbørsintensitet

Tilrenningslengde: 290m (fra figur 33 side 66)

Over underlag med midlere avrenningskoeffisient: 0,5

Gjennomsnittlig helning på strekningen: 11%.

Tabellen viser: 31 minutter (se figur 34)

Ved å lese av IVF nedbørkurven (figur 35) for 5 års gjentakintervall: 91 l/s/ha

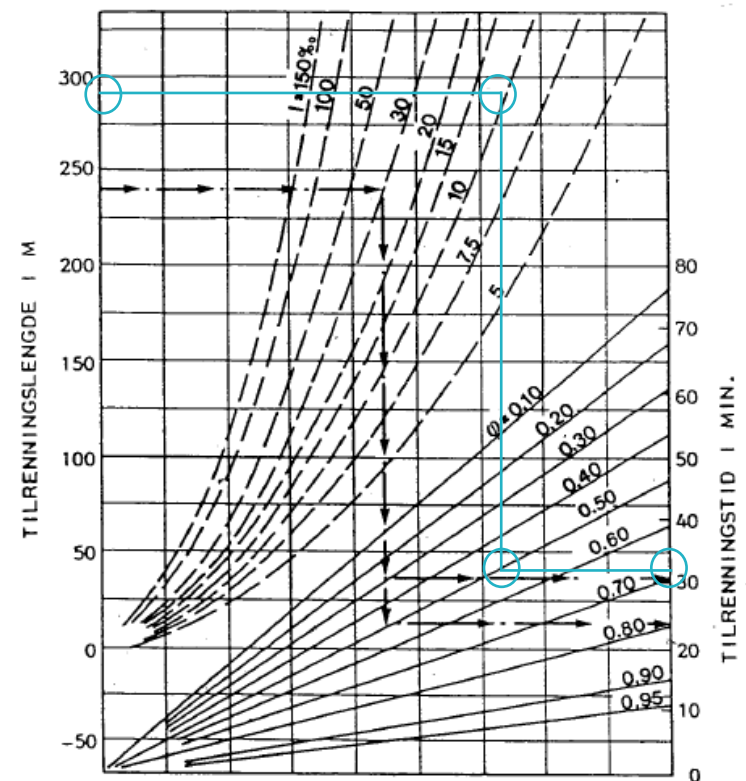
Utregning den rasjonelle formel:

$Q = 1,2 \times 0,56 \times 40 \times 91 = \text{ca } 2446 \text{ l/s}$

Finne avrenningsvolum i liter

Formel:  $Q \times \text{tilrenningstid}$

Dermed:  $2446 \times (60 \times 31) = 4549560 / 1000 = \text{ca } 4550 \text{ m}^3$



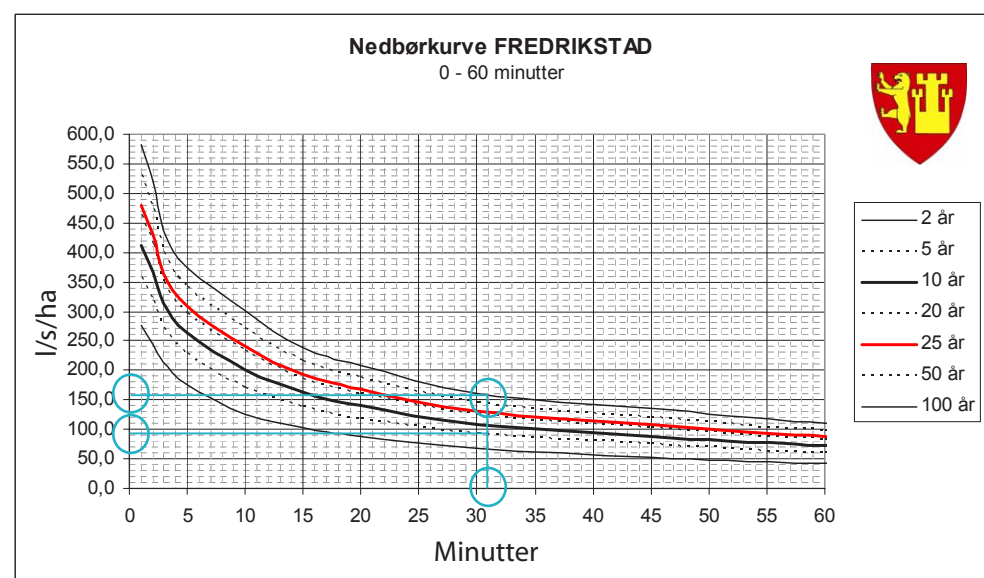
Figur 34: Viser sammenheng mellom tilrenningslengde i meter og minutter. Blå markering viser til beregning. (Bergen kommune 2005)

Konklusjon:

For å håndtere 5- års regn må dammene utgjøre ca 4550 m<sup>3</sup>

For å håndtere 100- års regn blir utregningen i stedet: 160 l/s/ha (fra IVF-kurven) = ca 7998 m<sup>3</sup>

Jeg har i denne oppgaven ikke gått inn på beregning av utløpsåpninger og dermed vet jeg ikke det videreførte vannvolumet. De nødvendige volumene av dammene kan imidlertid beregnes å bli mindre da det kontinuerlig vil videreføres vannmengder fra dammene (pers. med. Ivar Haga, Multiconsult, 24.04. 2012)



Figur 35: IVF- kurve for Fredrikstad. Blå markering viser til beregning. Mottatt på mail fra Ole Petter Skallebakke.

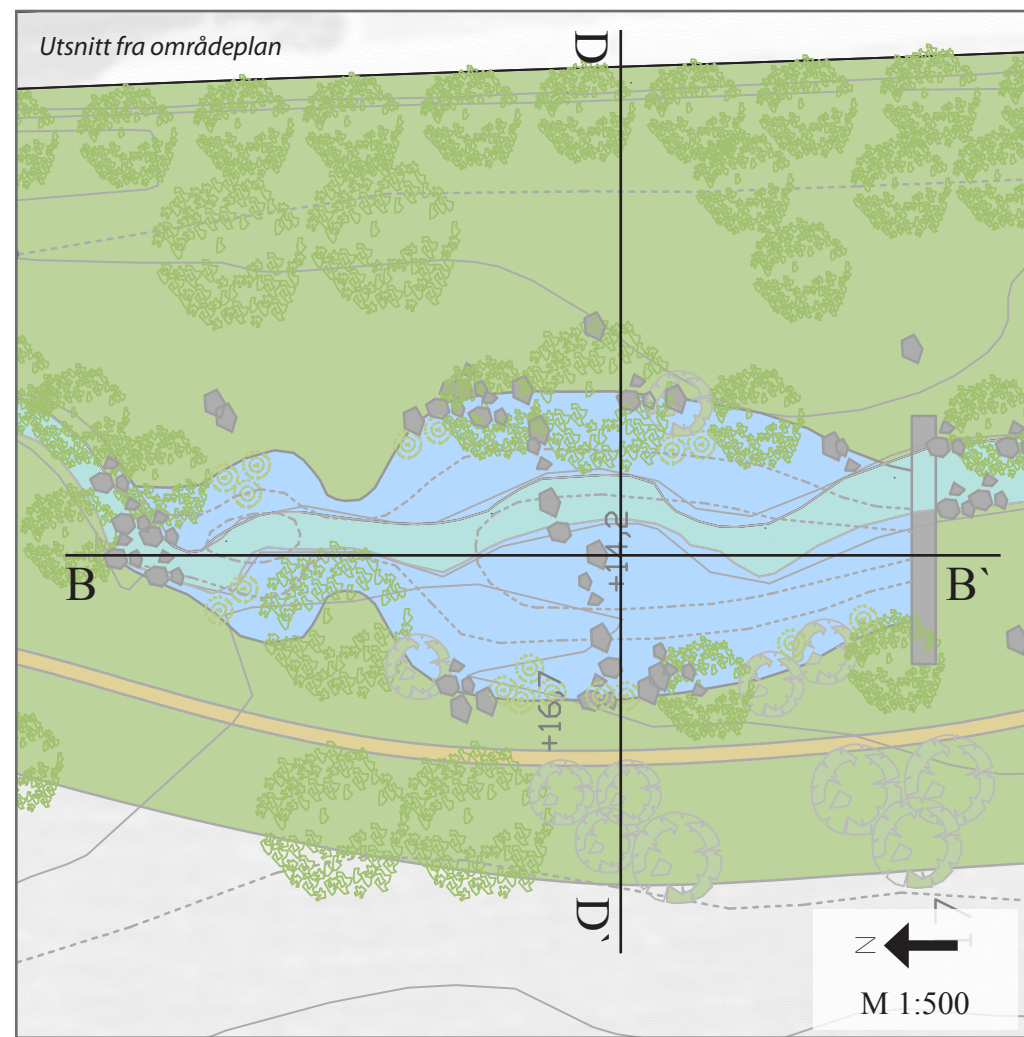




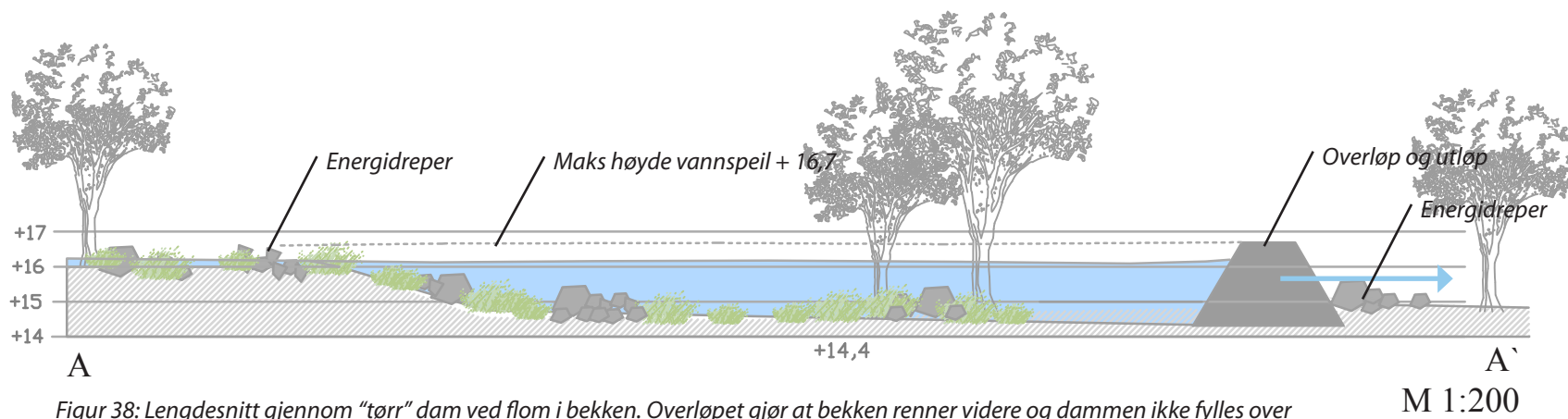




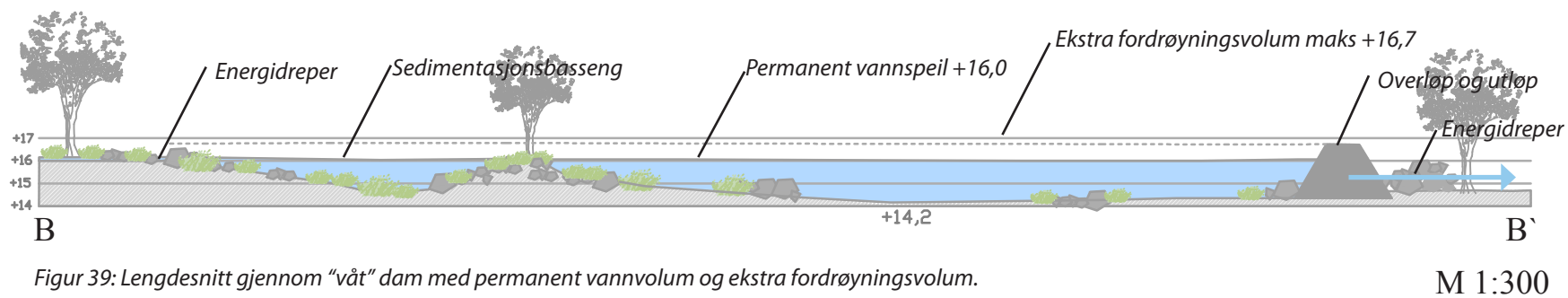
Figur 36: Illustrasjon av "tørr" dam ved flom i bekken. Ved stor vannføring i bekken, vil utløpskontrollen holde vann tilbake og fylle opp dammen. På denne måten fordrøyes vannet og flomtoppene slik at de gjør mindre skade videre nedstrøms i bekkeløpet.



Figur 37: Illustrasjon av "våt" dam med permanent vannspeil. I slamsonen sedimenterer partikler som senere kan hentes ut maskinelt.



Figur 38: Lengdesnitt gjennom "tørr" dam ved flom i bekken. Overløpet gjør at bekken renner videre og dammen ikke fylles over sine bredder. Utløpet dimensjoneres og utformes slik at bekken renner som normalt ved normal vannføring.



Figur 39: Lengdesnitt gjennom "våt" dam med permanent vannvolum og ekstra fordrøyningsvolum.



## Illustrasjonssnitt C - C'



Figur 40: Illustrerende tverrsnitt (C til C' som vist i figur 36) som viser den "tørre" dammen ved normal vannføring i bekken. Sideterreng ned mot bekken formes slik at opphold og tilgang til bekken er mulig ved tørre/ normale perioder. Da det er ikke er noe mål i seg selv å minke vannstanden i bekken forøvrig vil fordrøyning av vann kun være aktuelt når vannstanden i bekken øker og utløpskontrollen må dimensjoneres deretter. Slake skråninger ned mot bekkeløpet (ikke brattere enn 1:4) gjør det trygt også for barn. (Snittet er ment som illustrasjon og prinsipp og er ikke i målestokk).

## Illustrasjonssnitt D - D'



Figur 41: Illustrerende tverrsnitt (D til D' som vist i figur 37) som viser den "våte" dammen med permanent vannvolum. Utløp må dimensjoneres og formes slik at ønsket vannmengde oppholdes i dammen. Dammen har betydelig ekstra kapasitet for fordrøyning i volum over permanent vannstand. (Snittet er ment som illustrasjon og prinsipp og er ikke i målestokk).



## Tilløp og utløpskontroll

Det er viktig at tilløpet til dammene anlegges slik at det vil tåle en brå tilrenning ved store nedbør. For å hindre erosjon i massene ved tilløpet kan det plastres med stein og solide vekster som binder massene.

For å hindre oppvirvling av avsatt slam bør det i tillegg anlegges en “energigreper” foran tilløpet. Dette kan være i form av betongblokker eller store steiner (Lindholm et al. 2008).

En slik “energigreper” er det også viktig å anlegge ved dammenes utløp slik at det ikke oppvirvles slam her som følger med bekkens løp videre nedover.

For å oppnå ønsket resultat for tilbakeholdelse av vann i dammer er det viktig at ingeniører beregner form og åpning på utløpet (Endresen 2005).

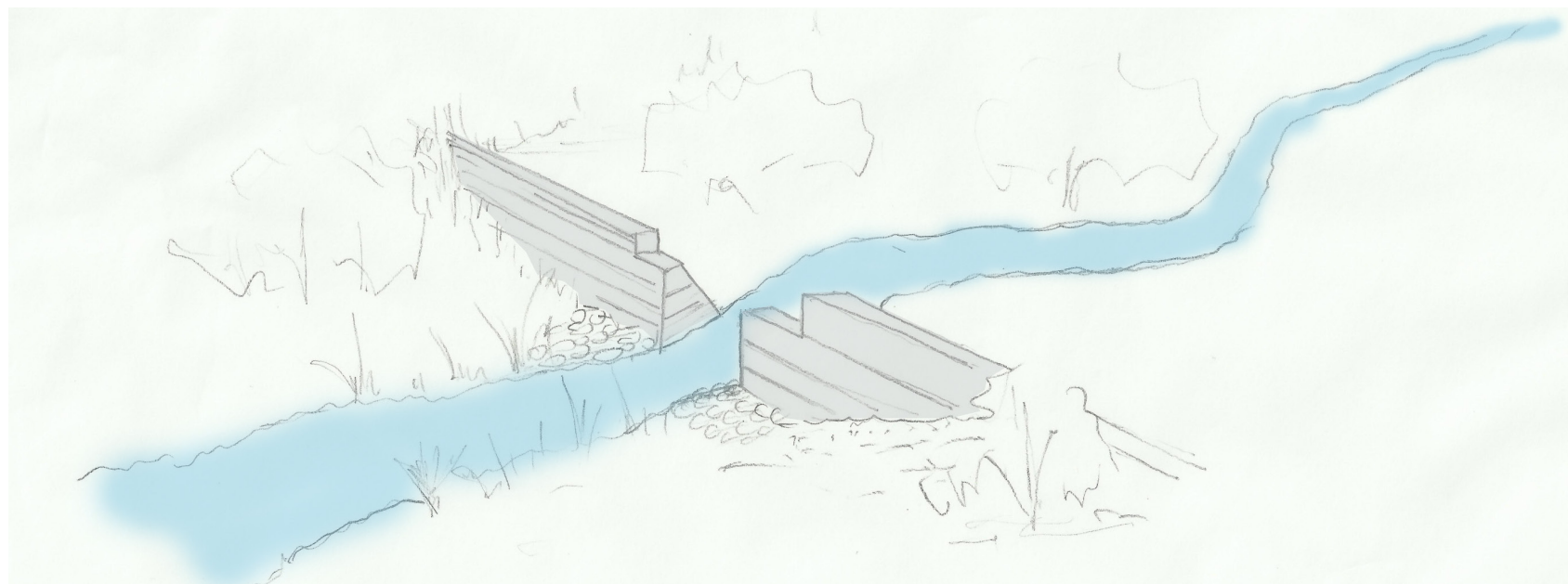
Nødvendig utløpskontroll bestemmes blandt annet av kommunale utslippskrav, kapasiteten på etterfølgende ledningsanlegg eller etterfølgende infiltrasjons- eller fordrøyninganlegg (ibid).

Ofte er det behov for nødoverløp i tillegg til det ordinære utløpet, i fall dette skulle svikte eller ikke har tilstrekkelig kapasitet.

Det finnes mange former for utløpskontroll, men ikke alle løsninger egner seg for det kalde klimaet i Norge (ibid). I det følgende vises noen prinsipper for utløpskontroll som er aktuelle her til lands.

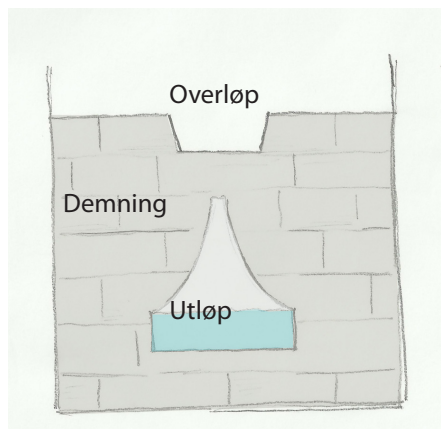
Figur 42 viser utløp via en skarpkantet avtrappet overløpsterskel. Med et slikt overløp stiger utløpsmengden sterkt ved økende overløpshøyde og denne typen utløskontroll egner seg muligens best ved store damanlegg med små vannstandsvariasjoner (Endresen 2005).

Alternativt til denne løsningen kunne man valgt et overløp formet som en V (et V- overløp) (ibid).



Figur 42 : Utløp via overløp. Illustrasjon basert på Endresen (2005) s. 6

Figur 43 viser et strupet utløp - et proporsjonalt overløp. Det finnes ulike former for strupet utløp. Dette er en type der bredden er stor nederst og avtar med høyden. Denne typen utløpsåpning gir jevn avrenning (Endresen 2005).



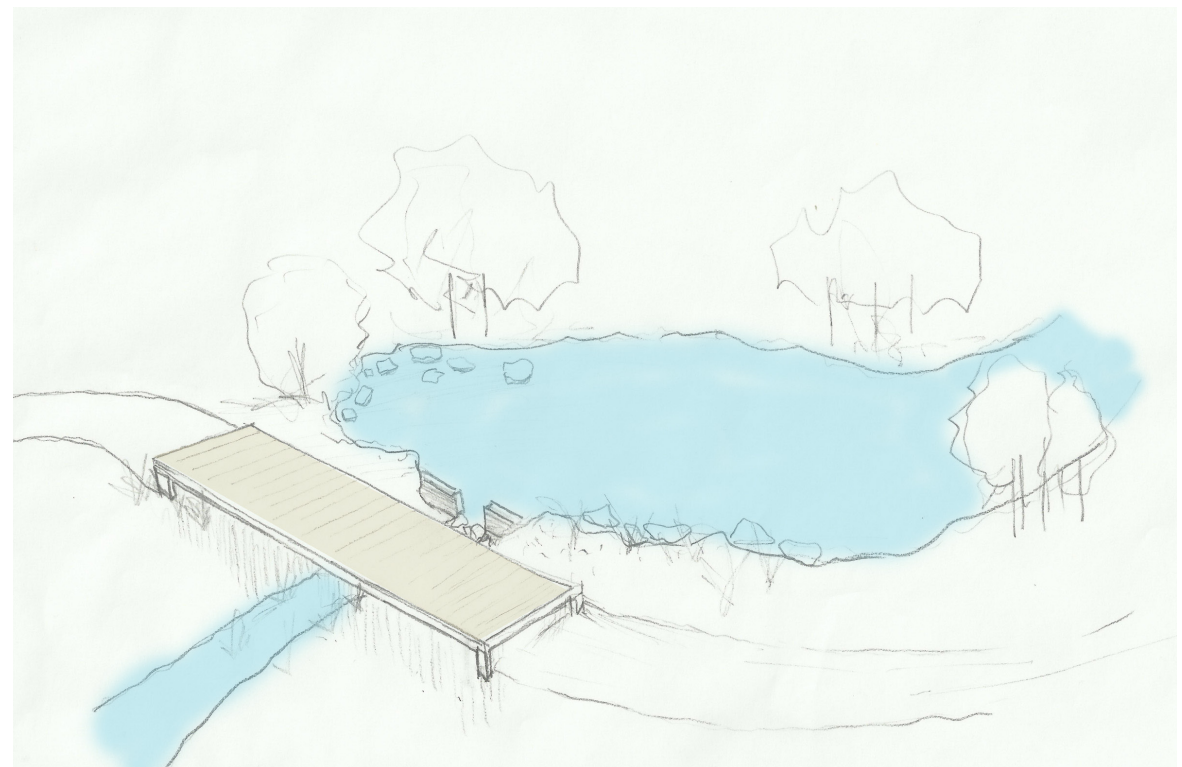
Figur 43 : Strupet utløp. Illustrasjon basert på Endresen (2005) s. 7



Figur 44 : Overløpsdemning som kunstnerisk element. Bilde fra prosjekt i Alnavassdraget i Trondheim kommune.

Kilde: <http://www.arkitektur.no/?nid=102862&lcid=1044&tid=158202>

Figurene 44 og 45 viser variasjoner innen utløpskontroll via en overløpsterskel/ en demning. Terskelen kan anlegges i kombinasjon med en bro eller som kunstnerisk element i mer urbane anlegg.



Figur 45 : Overløpsdemning kombinert med bro. Illustrasjon basert på (Hovdenak 2011) s. 79



### Eksisterende situasjon



Figur 46: Oversikt innsatsområde. Kilde: google maps

Oppsummert punktvis har områdeanalysen vist:

- Løsmassene i området er hav- og fjordavsetninger som er finkornet leirholdig materiale dårlig egnet for infiltrasjon, men passer godt for fordrøyning.
- Veumbekken renner åpent gjennom området med dyrket mark på østsiden og gressbakke på vestsiden.
- Veumbekken har god plass
- Gressbakken er i ingen grad opparbeidet.
- Vegetasjonssone rundt Veumbekken er liten.
- Vegetasjon fraværende langs gårdsveier o.l.
- Nærlekeplass
- Området er rett sør for restene etter den gamle mølla ved Foremans vei.



Rester av den gamle mølla i Veumbekken, ved Foremans vei litt sør for innsatsområdet.



Oversiktsbilde innsatsområde. Kilde: google maps



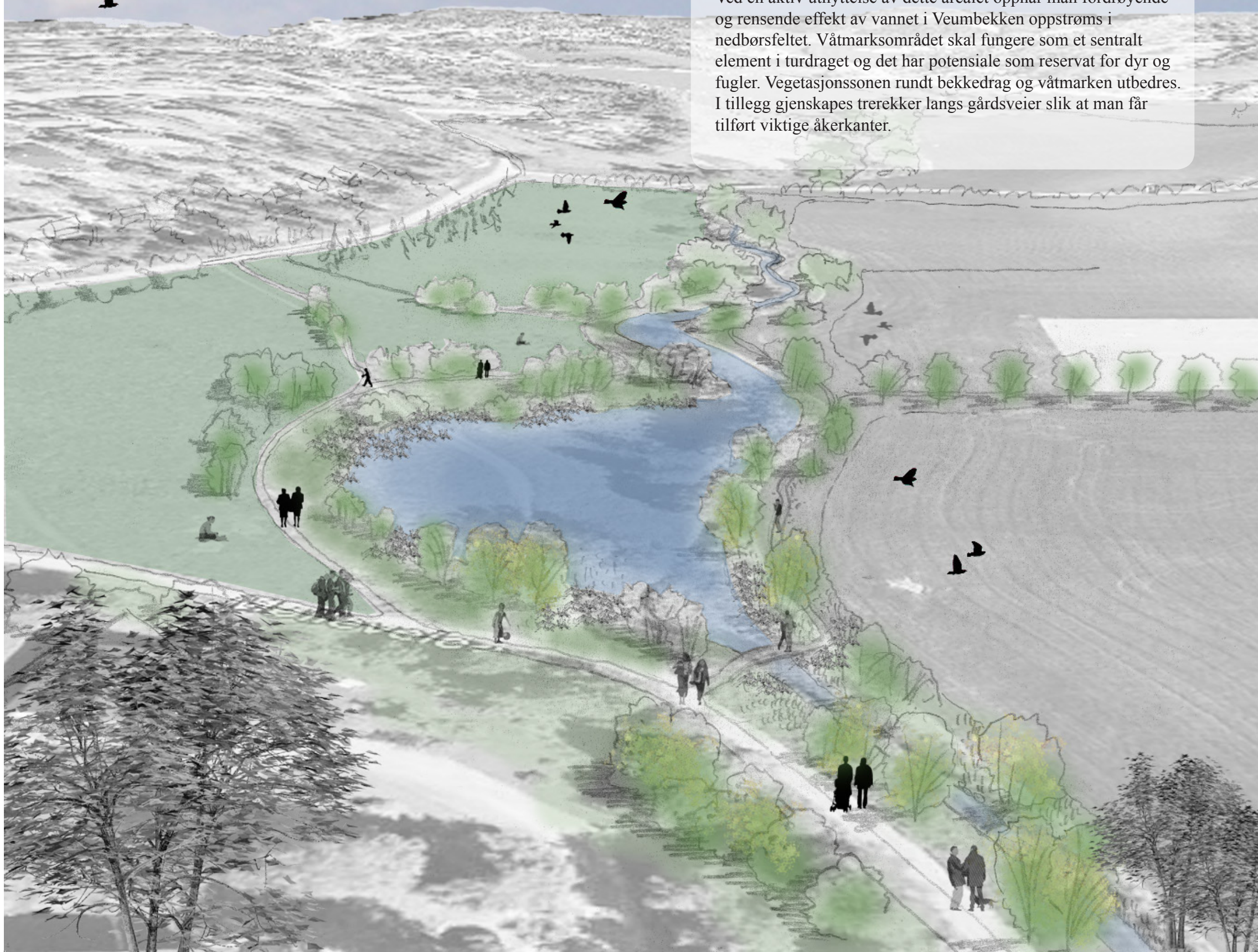
Områdeillustrasjon innsatsområde 2  
Utsikt mot nord

#### Konseptbeskrivelse innsatsområde 2:

Det anlegges et våtmarksområde med stort fordrøyningsvolum som oppdemmelse og utvidelse av bekkeløpet til Veumbekken. Grunnforholdene ligger til rette for en slik type anlegg.

Den tidligere mølledammen som lå oppstrøms mølla i Foremans vei kan gi navn til dette området og historien kan på denne måten løftes fram.

Ved en aktiv utnyttelse av dette arealet oppnår man fordrøyende og rensende effekt av vannet i Veumbekken oppstrøms i nedbørsfeltet. Våtmarksområdet skal fungere som et sentralt element i turdraget og det har potensiale som reservat for dyr og fugler. Vegetasjonssonen rundt bekkedrag og våtmarken utbedres. I tillegg gjenskapes trekker langs gårdsveier slik at man får tilført viktige åkerkanter.





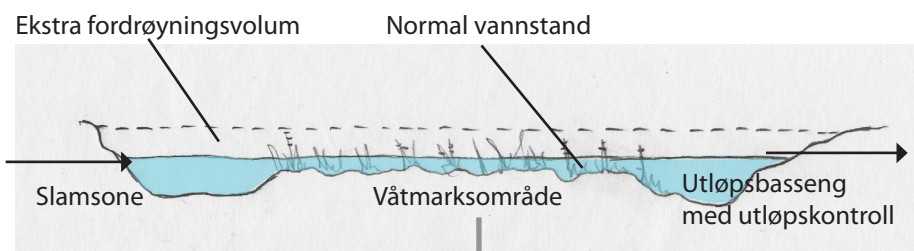
## Prinsipper for våtmarkens utforming

En våtmark med ekstra fordrøyningsvolum over normal vannstand bidrar med betydelig volum for fordrøyning av overvann såvel som å være et positivt element for rekreasjon, naturmangfold og landskapsbilde ved normal vannstand.

Et slikt våtmarksområde er plasskrevende og det fordrer en leirholdig tett grunn. Begge disse vilkår er oppfylt i innsatsområdet.

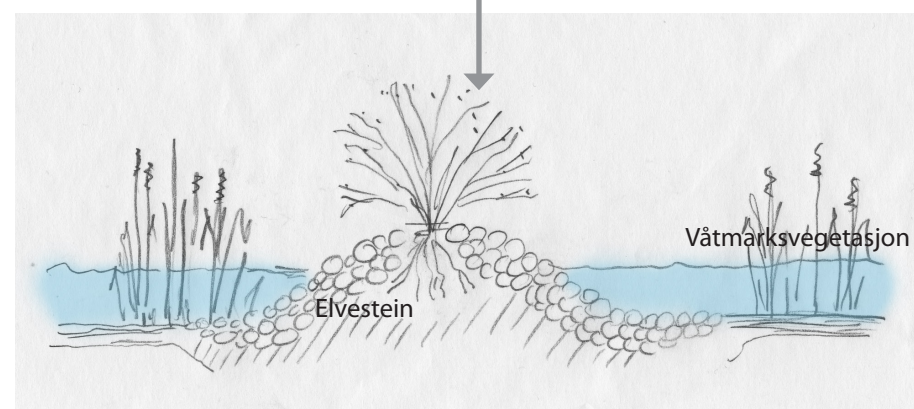
Utformingen av anleggene er vist i prinsippssnitt under. Først bør det anlegges en slamsone/ et sedimentasjonskammer, deretter kommer selve våtmarksområdet og til slutt anlegges et lite utløpsbasseng med utløpskontroll (Endresen 2005).

### Prinsippssnitt våtmark med stort fordrøyningsvolum



Figur 47: Snitt gjennom våtmark med stort fordrøyningsvolum. Illustrasjon basert på (Endresen 2005) s. 26.

### Prinsippssnitt voll i våtmark



Figur 48: Snitt gjennom voll anlagt i våtmarksområdet. Vollen forlenger vannveien og fordeler vannet over våtmarka. Illustrasjon basert på (Endresen 2005) s. 23.

## Våtmarkens rensende effekt

Våtmarkene er blitt kalt "biologiske supersystemer" på grunn av sin høye produksjonsevne som legger grunnlaget for et svært høyt nivå av naturmangfold (Miljøverndepartementet b).

I tillegg til å bidra til naturmangfold har våtmarken en viktig rensende effekt på vannet. Ved god drift er våtmarkens renseseffekt meget høy. Dette forutsetter blandt annet at vegetasjonen slås med noen års intervall og at slåttene fjernes (Endresen 2005).

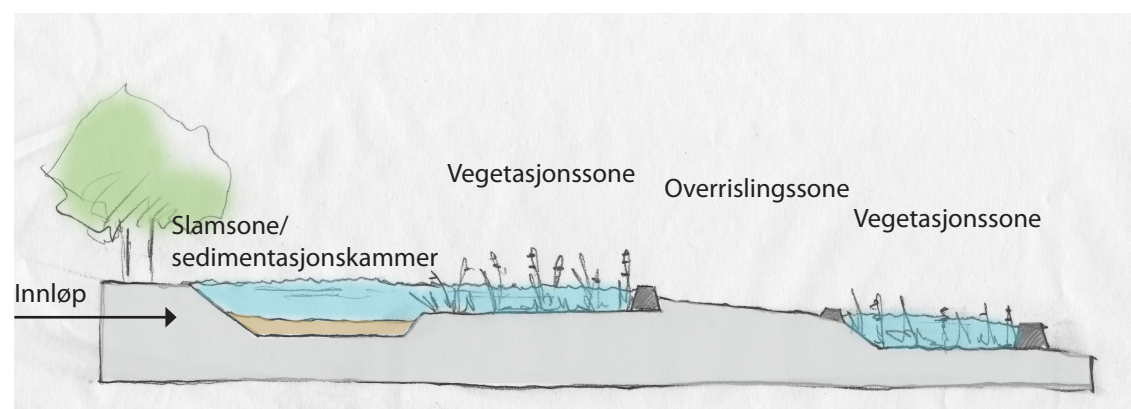
For best mulig renseseffekt bør tilløpet til våtmarken spres over så stor del som mulig. Dette for ikke å få dødsoner og kortslutningsstrømmer. Med anleggelse av voller i våtmarken kan man forlenge vannveien og fordele vannet over våtmarka (ibid).

Følgende prosesser bidrar til å fjerne jordpartikler og næringsstoffer i våtmarksområder:

- Sedimentering av partikler og partikkelbundne næringsstoffer
- Biologisk opptak og omdanning av næringsstoffer
- Kjemisk binding av næringsstoff til sediment

(Grønsten et al. 2008)

### Prinsippssnitt komponenter i våtmarkens rensesprosess



Figur 49: Snitt som viser de ulike sonene i en våtmark som bidrar til dens rensende effekt. Illustrasjon basert på (Grønsten et al. 2008) s. 2.

## Åpent overvann og biologisk mangfold

Dammer og bekker i kulturlandskapet har ofte en rik flora og fauna. Variasjon i utforming av bekken vil stimulere forskjellige arter og totalt sett fremme naturmangfoldet (Hauge & Aspmo 2006).

For å oppnå best mulig resultat for naturmangfold kan en veksle mellom dype og grunne områder, beplantede partier og åpne vannflater (ibid).

Vegetasjon i og langs dammer og bekkedrag øker artsdiversiteten. Den bidrar med lys- og skyggeeffekter og med næring gjennom lauvfelling. Vegetasjonen er følgelig viktig for egglegging og klekking, de kan være materiale for husbygging og ikke minst en matkilde (ibid).

## Vegetasjonsbruk

Under vises eksempler på vannvegetasjon til bruk i og langs bekkedraget. Da dette casestudiet kun er et skissert forslag vil jeg ikke gå videre inn på vegetasjonsbruk utover dette.

Ved en opparbeidelse av tiltak i Veumbekken er det viktig å beholde så mye som mulig av eksisterende vegetasjon. Der foreslåtte terrenginngrep krever at man fjerner denne bør det imidlertid revegeteres med passende arter.

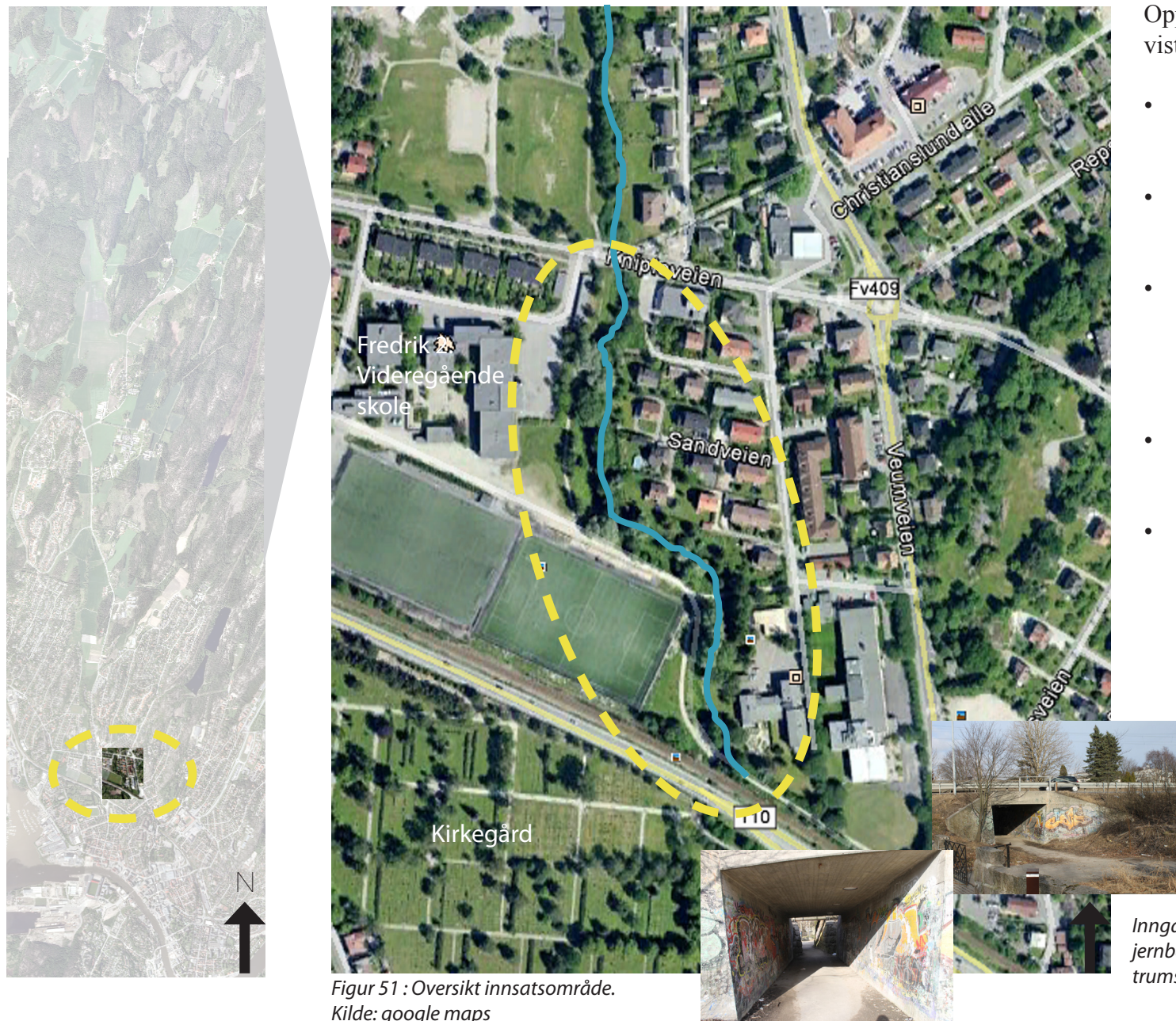
Plantevalget må ta hensyn til eksisterende vegetasjon og landskapet forøvrig. I tillegg må det ta hensyn til tiltakenes funksjon.



Figur 50 : Vegetasjonsbruk ved bekkedrag. Referanser til bilder i fuguroversikt.



## Eksisterende situasjon



Figur 51 : Oversikt innsatsområde.  
Kilde: google maps

Oppsummert punktvis har områdeanalysen vist:

- Området er et viktig lite turdrag per i dag og det går turvei langs bekken.
- Området har stort potensiale, men er i liten grad opparbeidet.
- Området har nærhet til flere viktige funksjoner som tiltrekker folk; kirkegården, videregående skole, barneskole, kunstgressbaner o.l.
- Området er siste del av Veumbekkens åpne løp.
- Omkringliggende arealer er varierende men overordnet karakterisert som eneboligområder.

Inngangen til området går gjennom kulvert under jernbanen. Kulverten kobler området til de mer sentrumspregede områdene.



Området har opparbeidet turvei. Søppel i bekkeløp og rufsete vegetasjonsbelte gjør bekken lite estetisk tiltalende.



Bruforbindelse over bekken er gammel og ødelagt.



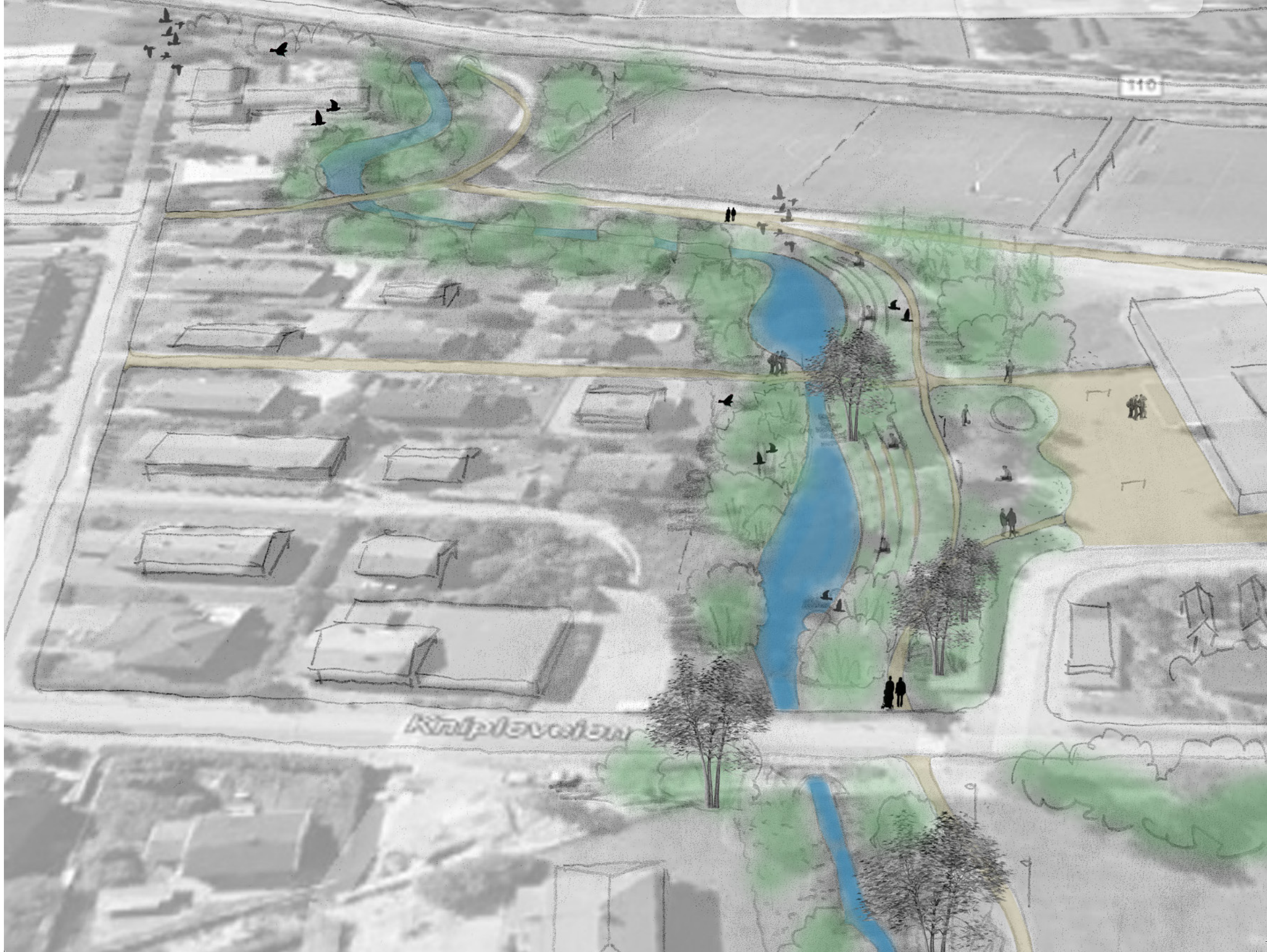
Skråning ned mot bekkedrag med flere gamle trær gir særpreg.



Områdeillustrasjon delområde 3  
Utsikt mot sør

Konseptbeskrivelse innsatsområde 3:

Dammer anlegges på strategisk utvalgte steder som utvidelser av bekkeløp. Dette fremhever bekken i turområdet og bidrar med betydelig fordrøyningsvolum i den kritisk siste åpne del av Veumbekken. Bearbeiding av kanter til bekkedraget på ulike måter gjør at bekken fremstår mer innbydende og vil heve landskapsbildet i området. Oppgradering av bruforbindelser gir flere innganger til området





Skisserte endringer i delområdet som hever Veumbekkens kvalitet som fordrøyningsvolum og opplevelseskvalitet.

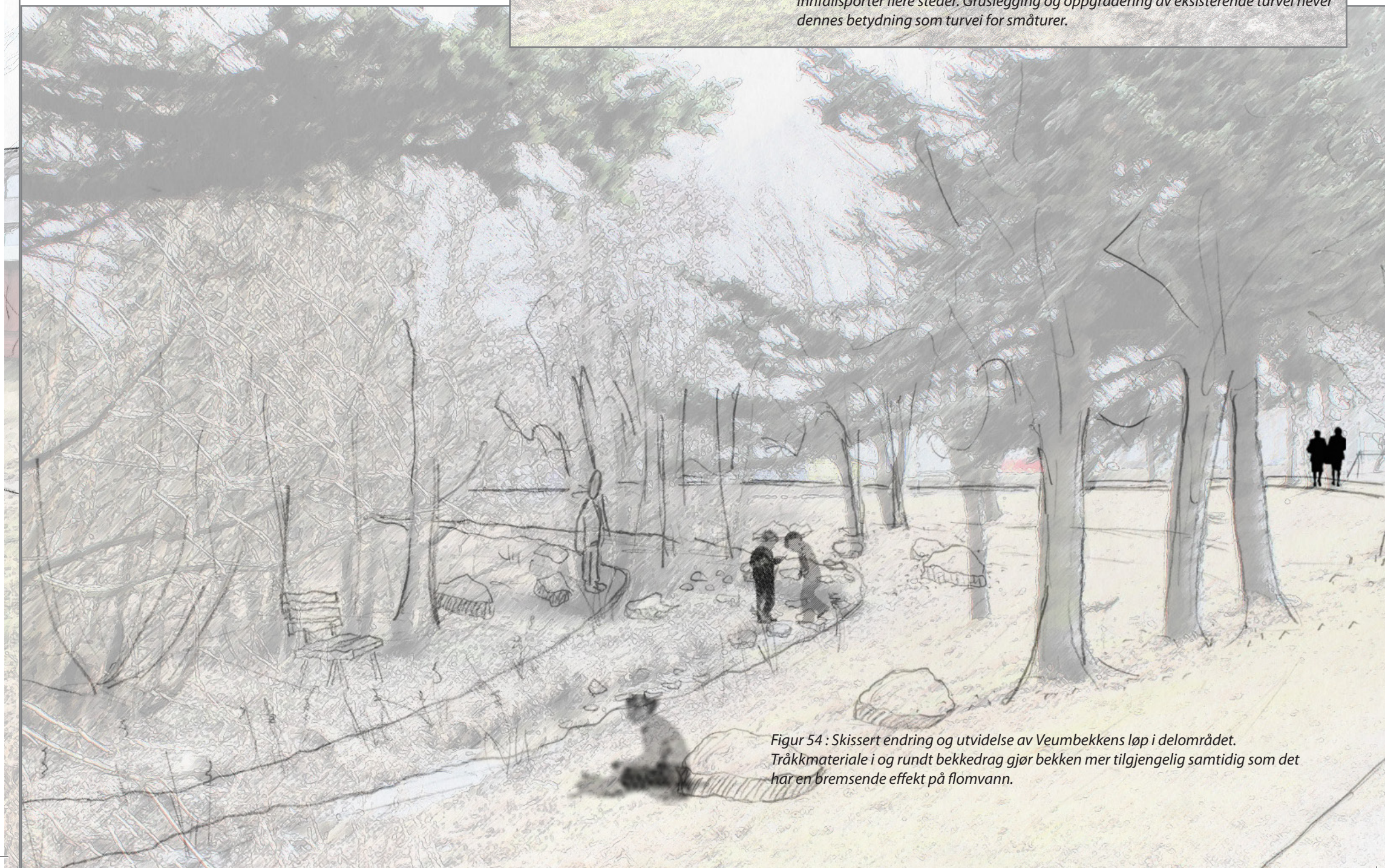
“Vannet er et urelement. Livsskapende og livsnødvendig klarer det på enestående måter å påvirke våre følelser og stemninger. Nettopp derfor blir vannet det mest interessante og mangfoldige elementet i hagearkitekturen”. (Archer-Willis A. 1999.)

Figur 52 : Skissert endring og utvidelse av Veumbekkens løp i delområdet. Steinsatt kant gir et ryddig uttrykk og fremhever samtidig bekkeløpet. En form for utløpskontroll er nødvendig for å holde permanente vannspeil.





Figur 53: Skissert endring av bruforbindelser i området. Slike forbindelser gir innfallsporter flere steder. Gruslegging og oppgradering av eksisterende turvei hever dennes betydning som turvei for småturer.



Figur 54: Skissert endring og utvidelse av Veumbekkens løp i delområdet. Tråkkmateriale i og rundt bekkedrag gjør bekken mer tilgjengelig samtidig som det har en bremsende effekt på flomvann.



## Elementer i bekken forøvrig

Utviklingen av en miljøbekk innebærer å løfte bekken og dens kvaliteter også utover de nevnte innsatsområdene.

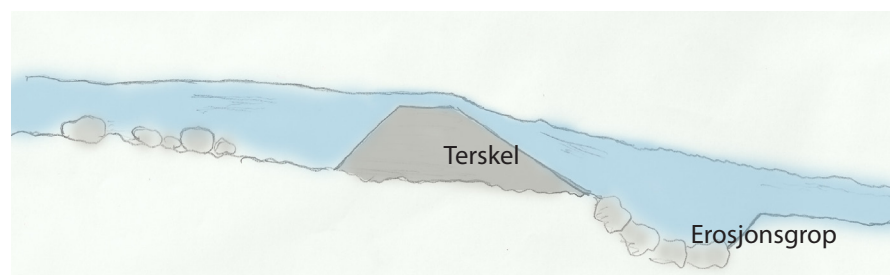
Terskler kan integreres i bekkeløpet for å bedre forholdene for fisk i Veumbekken. Analysen viste at det tidligere har gått sjørrett i bekken så tiltak for å få denne tilbake kan være aktuelt. Gytegrus kan også legges ut i kombinasjon med tersklene for å bedre forholdene for sjørreten i Veumbekken (pers. med. Ole Petter Skallebakke)

Plastring av sideterreng til bekken med stein bidrar til å heve det estetiske uttrykket av bekken samtidig som det bidrar til å redusere erosjon og graving av sideterreng. Kantvegetasjon er også viktig som erosjonssikring.

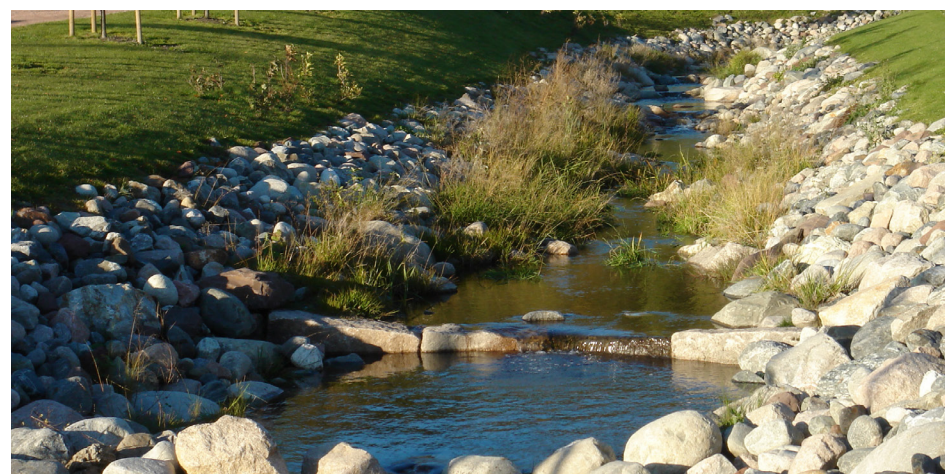
Store steiner kan også på utvalgte plasser legges i bekkeløpet og fungere som tråkkstein for lek og som små passasjer over bekken ved lav vannstand.



Figur 55 : Tråkkesteiner og ulike sittemuligheter bidrar til å aktivisere bekken. Illustrasjon basert på (Kristensen 2010) s. 31.



Figur 56 : Prinsippsnitt av en terskel. Illustrasjon basert på Vassdragshåndboka NVE (Fergus et al. 2012)



Figur 57 : Rehabiliteringsprosjektet av Kjøsterudbekken ved Åssiden gravplass i Drammen. Terskler er utført i ulike nivåer som danner flere kulper som fisken trives i. Bearbeiding av sideterreng hever estetisk inntrykk og er tiltak mot erosjon. Kilde: (Kristensen 2010)



Figur 58 : Gjenåpning av Ilabekken i Trondheim. Dammer med tråkkesteiner og steiner i bekkeløpet forøvrig bremser vanntransport og kan innby til opphold og lek. Kilde: <http://www.naturmangfoldaret.no/historier/statens-bymiljopris/>



Figur 59 : Ved å fremheve Ilabekken har innbyggerne fått et nytt attraktivt friområde. Kilde: [http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/nrk\\_trondelag/1.6551681](http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/nrk_trondelag/1.6551681)



## Arealbrukskonsekvenser

Den foreslåtte skisseplanen for Veumbekken som bidrar til at bekken kan fungere som fordrøyningsvolum og opplevelseskvalitet samtidig som å være en flomvei vil innebære endringer i arealbruk i forhold til dagens situasjon.

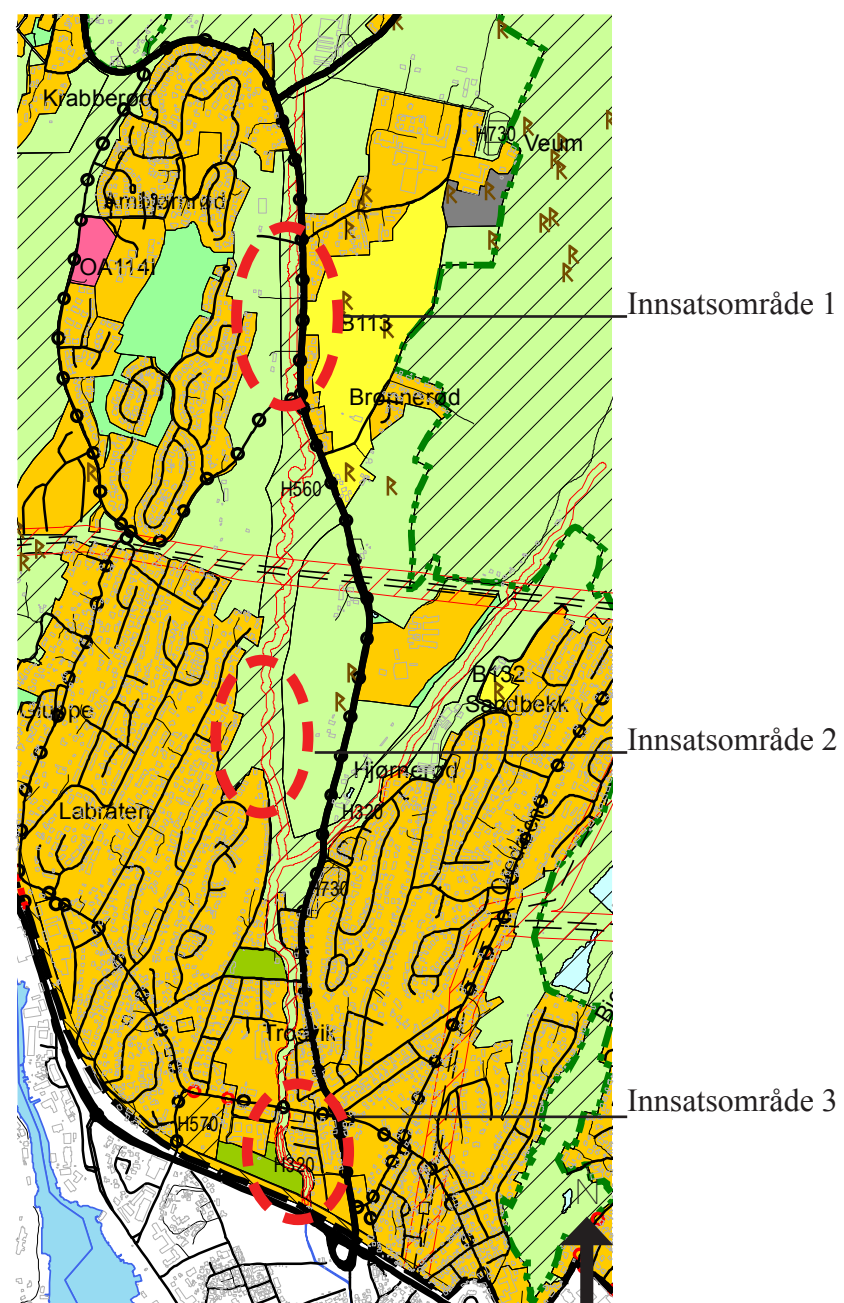
Denne oppgaven går ikke detaljert inn på endring av arealkategorier i kart eller bruk av konkrete bestemmelser, men jeg ønsker med dette å peke på det faktum at den foreslåtte skisseplanen vil medføre endringer og komme med noen forslag til bruk av egnede verktøy. Dette er basert på gjennomgangen av verktøykassa for klimatilpasning gjort i del 1.2 av oppgaven.

De omtalte innsatsområdene ligger alle i LNF områder. I tillegg er det knyttet to hensynssoner til arealene; hensynssone naturmiljø (se sort skravur i figur 60) og hensynssone flomfare (se rød skravur i figur 60). Hensynssone flomfare har tilknyttet bestemmelsen: *“Innenfor hensynssone H320 er det krav om at bygg/anlegg/installasjoner må dimensjoneres som vannsikre opp til kotehøyde +2.5 meter”*

Ved etablering av et turdrag langs Veumbekken der de åpne løsningene inngår som elementer i dette kan det konsekvensen av foreslått skisseplan være at det må brukes arealkategorien grønnstruktur med underformål turdrag i en sone rundt Veumbekkens løp. Dette innebærer at kommunen må erverve arealer som tidligere har vært dyrket mark ved ekspropriasjon. Videre diskusjon rundt dette er imidlertid for omfattende til å gå inn på her. Et alternativ som gir mindre inngrep i eksisterende arealbruk kan være etablering av mindre friområder kun i de foreslåtte innsatsområdene.

Til hensynssone naturmiljø som allerede foreligger for arealene kan det tilknyttes bestemmelser om bevaring og revegetering av den viktige kantvegetasjonen rundt bekkeløpet samt innføring av vegetasjonssoner langs gårdsveier.

Som nevnt i oppgavens del 1.2 kan grønnstruktur også angis som en hensynssone etter pbl. § 11–8 bokstav c. Dette kunne vært et aktuelt virkemiddel for skisseplanen i denne oppgaven. Til hensynssonen grønnstruktur kan det angis retningslinjer som sier at vegetasjon skal beholdes eller at det skal opprettes turveisammenhenger.



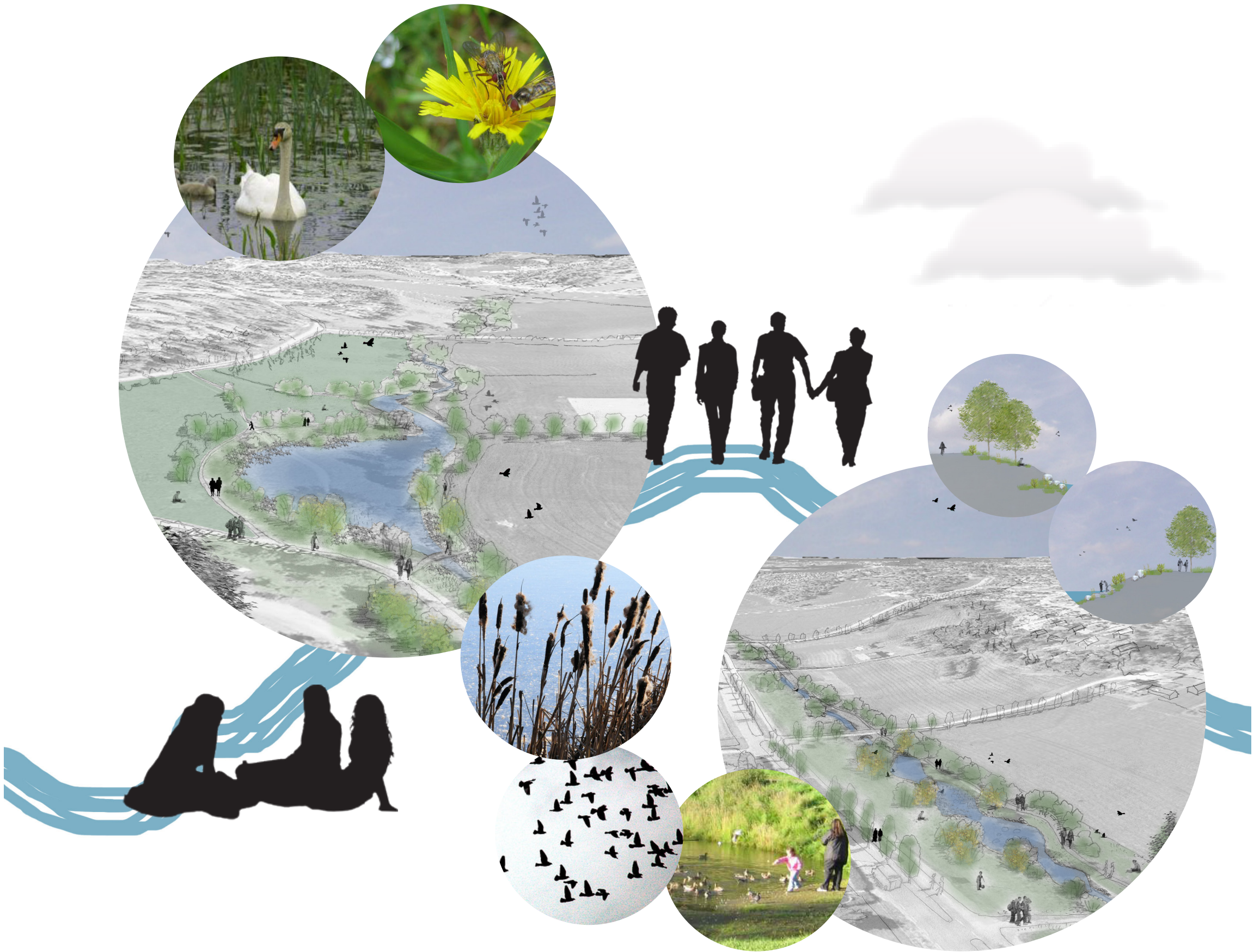
Figur 60: Utsnitt av kommuneplanen for Fredrikstad 2011-2023





Figur 61 : Langs Veumbekken fra sentrum til marka.  
Illustrasjonen viser hvordan implementering av åpne tiltak, gjennomført som utvidelser og oppdemmelser av bekkeløpet, kombinert med å tilføre en ny turvei langs bekken kan bidra med positive synergieffekter for hele området.







A black and white photograph of a person jumping over a wall into a pool of water. The person is captured mid-air, with arms outstretched and legs bent. The background shows a landscape with trees and a cloudy sky. The text 'REFLEKSJONER OG AVSLUTTENDE MATERIALE' is overlaid on the image.

# REFLEKSJONER OG AVSLUTTENDE MATERIALE



## Refleksjoner

Klimaendringer, flom, overvann og alternative metoder for å håndtere utfordringene knyttet til dette er store og omfattende temaer. Denne oppgaven har forsøkt å belyse noen av sidene ved tematikken.

Her vil jeg forsøke å summere opp de viktigste poenger som oppgaven har belyst.

### MANGFOLD OG VARIASJON

Med det stadig økende fokus på klimaendringenes effekt kombinert med økende satsing på grønne bærekraftige løsninger i arealplanleggingen er det liten tvil om at åpne overvannsløsninger vil komme til å bli stadig mer kjent som et godt alternativ til tradisjonelle systemer.

Denne oppgaven har satt fokus på mangfoldet av åpne og alternative tiltak. Fra små lokale tiltak på privat grunn til tiltak som inngår som en del av storsamfunnets infrastruktur. Oppgaven har også gjennom diskusjon og gjennom en lokaliseringsanalyse søkt å differensiere ulike tiltak ut fra deres varierende effekt utover det å håndtere overvann og flomsituasjoner.

Åpne overvannstiltak og deres positive effekt for andre forhold, da med spesiell vekt på landskapsbildet, rekreasjon, friluftsliv og biologisk mangfold, er etter min mening svært spennende. Ved valg av slike løsninger i nye prosjekter vil man kunne oppnå en ekstra dimensjon samtidig som man løser overvannsproblematikk.

Casestudiet og skisseplanen i denne oppgaven har vist hvordan de åpne løsningene ikke kun er aktuelt ved ny utbygging eller ved byutviklingsprosjekter i urbane arealer, men hvordan løsningene kan inngå som en del av eksisterende bekkestrukturer. Den har også etter inspirasjon fra Stahre 2004 vist hvordan løsningene og bekken kan fremheves og gjøres til en del av turveinettet i kommunen.

Oppgaven har imidlertid ikke gått inn på diskusjoner som vil oppstå i kjølevannet av foreslått skisseplan. Hensynet til jordvern er ikke drøftet, heller ikke økonomiske, ressursmessige eller andre hensyn. Dette er likevel diskusjoner jeg er klar over at oppstår som følge av forslaget.

### VERKTØY OG UTFORDRINGER

I Norge er kommunene lokal styresmakt for samfunnsutvikling og planlegging. Følgelig er det i de kommunale prosesser at den største utfordringen knyttet til lokalt klimatilpasningsarbeid ligger. Etter dette er det også i kommunen at det største potensialet for gode bærekraftige løsninger for framtiden ligger.

Gjennom kommunens arbeid innen de tre arenaer samfunnstrygghet, arealplanlegging og byggesaker fremkommer verktøyene som er tilgjengelig for det lokale klimatilpasningsarbeidet.

Et viktig poeng som denne oppgaven har pekt på er at de mange ulike verktøy er tilgjengelig, men at de organisatoriske utfordringene knyttet til effektivt å ta disse i bruk er mange.

Ettersom bruk av eksempelvis hensynssoner med tilknyttede bestemmelser er et nytt verktøy i plan- og bygningsloven er det pekt på at det er vanskelig å se de reelle effektene av bruken av slike verktøy ennå. Dette er imidlertid et meget spennende studie som kan gi inspirasjon til en annen masteroppgave en del år fram i tid.



## TVERRFAGLIGHET

Et av de viktigste poenger som kan trekkes ut fra arbeidet med denne oppgaven er at klimatilpasning og arbeid med overvann og flom krever tverrfaglig samarbeid for å oppnå gode bærekraftige løsninger. Samspillet gjelder internt i kommunene, så vel som med andre aktører og med nasjonale og regionale styresmakter.

Hele prosessen med denne oppgaven har belyst dette behovet for tverrfaglighet. Prosjektet ExFlood har vært samtalearene og bidratt til forståelse og diskusjon på tvers av studieretninger.

Oppgaven og prosjektet har belyst at kunnskap om tematikk, problemstillinger, fremgangsmåter og begreper er viktig bakgrunn for å kunne kommunisere med andre fagfelt, samtidig som det har bidratt med forståelse for hva som er en landskapsarkitekt og planlegger sin rolle i samspillet.

Som eksempel har utregningene gjort med hjelp av “den rasjonelle formel” i del 2.2 i denne oppgaven bidratt til forståelse av hvilke forhold ved landskapet som påvirker avrenning og synliggjort problemene med stadig økende mengder tette flater. Selv om utregningen ble upresis og man i virkeligheten ville anvendt hydrauliske datamodeller for beregningen bidro prosessen etter min mening med viktig kunnskap og forståelse.

## PLANPROSESS

Et annet viktig poeng og en forutsetning for at tilpasningene skal få gjennomslag er at hensynet til et endret klima blir tatt inn i alle beslutninger og planleggingsprosesser, på kommune-, fylke- og statsnivå (Forurensningsdirektoratet 2011).

Dette krever kunnskap og forståelse rundt tematikken i alle ledd av en planprosess og stiller store krav til kommunens kompetanse, ressursbruk og prioriteringer.

## KOMMUNENS ANSVAR

I del 1.2 ble det omtalt ulike dommer som trekker opp grensene for en kommunes ansvar for skade som følge av overvann og flom slik situasjonen er per i dag.

Det ble også pekt på som et viktig poeng at det kan antas at en kommunes ansvar etterhvert vil bli stadig større. Dette grunnet i det økende fokuset på klimatilpasning i areal- og samfunnsplanleggingen kombinert med den raske utviklingen innen teknologi og presise hydrauliske modeller.

Etter dette vises behovet for proaktiv/ føre- var planlegging og at hensyn til overvann ikke er til å komme utenom. Ved å tenke på overvannet som en ressurs heller enn et problem vil man etter min mening komme langt.



## Litteraturliste

- Andersen, G. (2010). Klimatilpasning i kommuneplanen: Miljøverndepartementet. Available at: (<http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/kampanjer/klimatilpasning-norge-2/veileder-til-klimatilpasning/veileder-klimatilpasning-veien-videre/klimatilpasning-inn-i-planverk-2.html?id=613242>) (accessed: 14.04.).
- Archer-Wills, A. (ed.) (1999). Water power - A unique approach to designing water gardens. New York.
- Backe, G. Verktøy for kommunenes arbeid med klimatilpasning: Direktoratet for samfunns-sikkerhet og beredskap
- Berg, J. Lovkommentar til plandelen i ny plan- og bygningslov Miljøverndepartementet. Available at: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dok/veiledninger/2009/ny-versjon-lovkommentar-til-plandelen-i-kapittel-11-kommuneplan/-11-7-arealformal-i-kommune-planens-areal.html?id=556792> (accessed: 19.04.).
- Bergen kommune. (2005). Retningslinjer for overvannshåndtering i Bergen kommune: Byrådsavdelingen for byutvikling. Vann og avløpsetaten.
- Braskerud, B. (2011). WP3 - Tiltak for å begrense oversvømmelse.
- DSB. (2011). Risiko og sårbarhet. Available at: <http://www.dsb.no/no/Ansvarsomrader/Regional-og-kommunal-beredskap/Risiko-og-sarbarhet/> (accessed: 25.04.).
- Lindholm, O., Endresen, S., Thorolfsson, S., Sægrov, S., Jakobsen, G. & Aaby, L. (2008). Norsk Vann Rapport nr. 162 : Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering. 79 pp.
- Endresen, S. (2005). Vedlegg 1 : Beskrivelse av anlegg for lokal overvannshåndtering. NORVAR -rapport 144/2005.
- ExFlood. (2010). Extreme weather in small catchments: new method for flood protection. . Available at: [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) (accessed: 13.02).
- ExFlood. (2011). Faktaark 1 ExFlood, Veumdalen (Fredrikstad). Available at: <http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/93865/Faktaark%20Fredrikstad.pdf> (accessed: 16.04).
- Stahre, P. (2004). En langsiktig hållbar dagvattenhantering: planering och exempel. Svenskt vatten.
- Flæte, O., Bardalen, A., Dalen, L., Drange, H., Gjærum, I., Hanssen-Bauer, I., Hisdal, H., Hovelsrud, G. K., Karlsen, J., Larssen, S. A., et al. (2010). NOU 2010:10 - Tilpassing til eit klima i endring : Samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane. In Servicesenteret for departementa, I. (ed.): Noregs offentlege utgreingar.
- Forurensningsdirektoratet, K.-o. (2011). Tilpasning til et klima i endring: Miljøstatus i Norge. Available at: <http://www.miljostatus.no/Tema/Klima/Klimanorge/Tilpasning-til-et-klima-i-endring/> (accessed: 18.04.).
- Fredrikstad kommune. (2012). Gammelt og nytt side om side. Available at: <http://www.fredrikstad.kommune.no/no/Om-kommunen/Fredrikstad-kommune---gammelt-og-nytt-side-om-side/> (accessed: 31.01.).
- Fredrikstad kommune. (2007). Overvannsrammeplan.
- Grønsten, H. A., Hauge, A., Borch, H. & Blankenberg, A.-G. B. (2008). Fangdammer – effektive oppsamlere av jord og næringsstoffer: BioForsk.
- 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 148 pp.
- Hauge, A. & Aspmo, R. (2006). Gjenåpning av lukka bekker: BioForsk.
- Hedemann Aalstad, G. & Hasle Haslestad, K. (2011). Behandling av arealplaner i NVE, Retningslinjer og veiledere: NVE.
- Hovdenak, O. (2011). Sjøskogbekken : fra problem til ressurs. En oppgave om håndtering av overflatevann: UMB.
- Lindholm, O., Nie, L. & Bjerlholt, J. (2007). Klimaeffekters betydning for oppstuvinger og forurensningsutslipp fra avløpssystemer i byer : IMT rapport nr.16/2007: IMT. 78 pp.
- Lindholm, O., Nie, L. & Bjerlholt, J. (2007). Klimaeffekters betydning for oppstuvinger og forurensningsutslipp fra avløpssystemer i byer : IMT rapport nr.16/2007: IMT. 78 pp.
- Marsh, W. M. (ed.) (2005). Landscape Planning: Environmental Applications.
- Pettersen, C. (2010). Livskraftige kommuner
- Meteorologisk institutt. (2012b). Fremtidens klima - hva vet vi? Available at: <http://met.no/Klima/Fremtidsklima/> (accessed: 07.02).
- Meteorologisk institutt. (2012c). Effekter av klimaendringer. Available at: <http://met.no/Klima/Fremtidsklima/Virkninger/> (accessed: 07.02.).
- Miljøverndepartementet. Framtidens byer. Available at: <http://www.regjeringen.no/nb/sub/framtidsbyer/om-framtids-byer.html?id=548028> (accessed: 14.04.).
- Miljøverndepartementet b). Våtmarker. Available at: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/aktuelt/nyheter/2012/vatmarker.html?id=671237> (accessed: 14.04.).
- NVE. (2011). EUs flomdirektiv: Norges vassdrags- og energidirektorat. Available at: <http://www.nve.no/no/Flom-og-skred/Flomdirektivet/> (accessed: 12.04.).
- Sondbø, S. Vannforvaltning i Bergen kommune.
- Sælensminde, I., Aall, C. & Hygen, H. O. (2010). Klimatilpasning i Fredrikstad: Vestlandsforskning.
- Trondheim. (2010). Hva er grønn overflatefaktor?: Trondheim kommune, Byplankontoret.
- Tøndel, T. (2007). Veumdalen Tiltaksplan vann og avløp: Norconsult.
- Vannportalen. (2010). Om vanndirektivet - EUs rammedirektiv for vann Available at: <http://www.vannportalen.no/enkel.aspx?m=31147> (accessed: 12.04.).
- Wikipedia. (2012). Vannskille. Available at: <http://no.wikipedia.org/wiki/Vannskille> (accessed: 20.03.).
- Wikipedia. (2012 b). Flom. Available at: <http://no.wikipedia.org/wiki/Flom> (accessed: 20.03.).
- Wikipedia. (2011). Evapotranspirasjon. Available at: <http://nn.wikipedia.org/wiki/Evapotranspirasjon> (accessed: 13.02.).
- Wisner, B., Gaillard, JC og Kelman, I. (2012), Routledge Handbook of Hazards and Disaster Risk Reduction, Routledge, London.



## Figurliste

Figur 1: The ExFlood approach. ExFlood. (2010). Extreme weather in small catchments: new method for flood protection. . Available at: [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) (accessed: 13.02).

Figur 2: Flom i Gudbrandsdalen 2011. Kilde: <http://www.dagbladet.no/2011/06/11/nyheter/flom/naturkatastrofer/innenriks/evakuering/16881912/>

Figur 3 : Flommen tok med seg hus og veier.  
Kilde : <http://www.vg.no/nyheter/vaer/artikkel.php?artid=10095337>

Figur 4 : Konvensjonelt system for håndtering av overvann. Illustrasjon hentet fra Lindholm et al. 2008 side 19

Figur 5: Forandret avrenningsmønster ved endret arealbruk. Illustrasjon av Killian (2011) basert på Florgård og Palm. Vegetasjonen i dagvattenhandteringen. (1981) s. 37

Figur 6 : Åpen og lokal håndtering av overvann. Illustrasjon hentet fra (Braskerud 2011), basert på Lindholm et al. 2008 side 19

Figur 7 : Positive synergieffekter ved åpen overvannshåndtering. Illustrasjon basert på Stahre (2004), side 13.

Figur 8 : Illustrerer tendensen til reaktiv holdning i kommunene.  
Kilde: [http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/hedmark\\_og\\_oppland/1.7787549](http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/hedmark_og_oppland/1.7787549)

Figur 9 : Illustrerer tendensen til reaktiv holdning i kommunene.  
Kilde: <https://www.lorenskog.kommune.no/Artikkel.aspx?AId=2743&back=1&MIId1=6&MIId2=&MIId3=&>

Figur 10 : En av flere ekstreme regnhendelser i Fredrikstad. Kilde: Klimatilpasning og overvann i Fredrikstad, Ole Petter Skallebakke, Fredrikstad kommune, Oslo 16. mars 2011 (Skallebakke 2011)

Figur 11 : Flom i Fredrikstad 31.7.2009. Kilde: (Skallebakke 2011)

Figur 12 : Planprosess og klimatilpasning. Figur bearbejdet etter Andersen, G. (2010). Klimatilpasning i kommuneplanen: Miljøverndepartementet. Available at: (<http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/kampanjer/klimatilpasning-norge-2/veileder-til-klimatilpasning/veileder-klimatilpasning-veien-videre/klimatilpasning-inn-i-planverk-2.html?id=613242>) (accessed: 14.04.).

Figur 13 : ROS- analyser i kommuneplanprosessen. Illustrasjon hentet fra (Andersen 2010).

Figur 14: Utsnitt av kommuneplan for Fredrikstad 2011-2023

Figur 15 : Ulike nivåer i en helhetlig planlegging av overvannsløsninger. Overvannsproblemstillinger må behandles spesielt innenfor hvert av plannivåene.  
Figur basert på (Bergen kommune 2005) side 7.

Figur 16 : Treleddsstrategien. Figur basert på (Lindholm et al. 2008).

Figur 17 : Plassering av Fredrikstad, Kilde: <http://www.bing.com/maps/>

Figur 18 : Hovedplan for overvannshåndtering definerer Veumdalen som en rød sone der det skal gjennomføres omfattende tiltak på overvannshåndteringen (Tøndel 2007).

Figur 19 : Avisutklipp om flomhendelser i Fredrikstad.

Figur 20 : Flyfoto Veumdalen. Kilde: Kommunekart Fredrikstad

Figur 21 : Nedbørsfeltets avgrensning definert i Overvannshåndtering i Veumdalen, Fredrikstad. Eivind Andreas Vadum (Vadum 2011). Kart fra kommunekart Fredrikstad.

Figur 22: Høydelag og avrenningsretninger. Kart utarbeidet av Vadum (2011).

Figur 23 : Jordsmonn og infiltrasjon i Veumdalen. Kart er basert på informasjon fra Norges geologiske undersøkelser (NGU)

Figur 24 : Arealdekke og avrenningsgrad i Veumdalen  
Kart er basert på informasjon fra Kommunekart Fredrikstad. Avrenningskoeffisienter er basert på veiledende tall gitt i "Retningslinjer for overvannshåndtering" fra Bergen kommune, side 14.

Figur 25 : Temperatur, middelveier per måned 2071-2100 mot 1961-1990 for Fredrikstad kommune. Figur hentet fra (Sælensminde et al. 2010) side 25.

Figur 26 : Endring i nedbør fra 1981-2010 til 2021-50 for Fredrikstad kommune. Figuren viser relativ endring i prosent. Størst forventet økning er 20% i de østlige deler av kommunen om vinteren. Figur hentet fra (Sælensminde et al. 2010) side 28.

Figur 27 : Andre landskapskvaliteter i Veumdalen.  
Registreringen av hvike kvaliteter som finnes i Veumdalen med tanke på friluftsliv, rekreasjon og naturmangfold er gjort i samarbeid med beboere i Veumdalen samt informasjon fra direktoratet for naturforvaltning og kommunekart for Fredrikstad.

Figur 28 : Kommuneplanens arealdel 2011-2023, Fredrikstad kommune

Figur 29 : Størst positiv synergieffekt i Veumdalen. Kilde: kommunekart Fredrikstad

Figur 31: Konseptbeskrivelse Veumbekken. Kilde: kommunekart Fredrikstad.

Figur 32 : Oversikt innsatsområde. Kilde: google maps.

Figur 34: Viser sammenheng mellom tilrenningslengde i meter og minutter. Blå markering viser til beregning. (Bergen kommune 2005)

Figur 35: IVF- kurve for Fredrikstad. Blå markering viser til beregning.  
Mottatt på mail fra Ole Petter Skallebakke.

Figur 42 : Utløp via overløp. Illustrasjon basert på Endresen (2005) s. 6

Figur 43 : Strupet utløp. Illustrasjon basert på Endresen (2005) s. 7

Figur 44 : Overløpsdemning som kunstnerisk element. Bilde fra prosjekt i Alnavassdraget i Trondheim kommune.  
Kilde: <http://www.arkitektur.no/?nid=102862&lcid=1044&tid=158202>

Figur 45 : Overløpsdemning kombinert med bro. Illustrasjon basert på (Hovdenak 2011) s. 79

Figur 46 : Oversikt innsatsområde. Kilde: google maps

Figur 47 : Snitt gjennom våtmark med stort fordryningsvolum. Illustrasjon basert på (Endresen 2005) s. 26.

Figur 48 : Snitt gjennom voll anlagt i våtmarksområdet. Vollen forlenger vannveien og fordeler vannet over våtmarka. Illustrasjon basert på (Endresen 2005) s. 23.

Figur 49 : Snitt som viser de ulike sonene i en våtmark som bidrar til dens rensende effekt. Illustrasjon basert på (Grønsten et al. 2008) s. 2.



Figur 51 : Oversikt innsatsområde. Kilde: google maps

Figur 55 : Tråkkesteiner og ulike sittemuligheter bidrar til å aktivisere bekken. Illustrasjon basert på Kristensen, I. P. (2010). Mulighetsstudie for gjenåpning av Kjøsterudbekken på Åssiden i Drammen: UMB, ILP. s. 31.

Figur 56 : Prinsippsnitt av en terskel. Illustrasjon basert på Fergus, T., Hoseth, K. A. & Sæterbø, E. (2012). Vassdragshåndboka. I: NVE (red.).

Figur 57 : Kilde: (Kristensen 2010)

Figur 58: Kilde: <http://www.naturmangfoldaret.no/historier/statens-bymiljøpris/>

Figur 59: Kilde: [http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/nrk\\_trondelag/1.6551681](http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/nrk_trondelag/1.6551681)

Figur 60: Utsnitt av kommuneplanen for Fredrikstad 2011-2023

Bildereferanser side 42 og 43:

Bilde 1 : <http://www.get2press.dk/default.asp?show=showpm&pmid=4215>

Bilde 2 : <http://vibekeslillegronne.blogspot.com/2011/09/det-grnneste-taket.html>

Bilde 3 : <http://sorenogpeteriusa.blogspot.com/>

Bilde 4 : <http://sorenogpeteriusa.blogspot.com/>

Bilde 5 : Lindholm et al. 2008

Bilde 6 : <http://www.tu.no/bygg/2010/09/10/gronn-flomsikring>

Bilde 7 : <http://www.birdlife.no/organisasjonen/nyheter/?id=68>

Bilde 8 : Lindholm et al. 2008

Bilde 9 : <http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/pressemeldinger/2010/-trondheim-har-bidratt-til-a-reparere-n.html?id=614810>

Bilde 10 : <http://www.lemoniteur.fr/191-territoire/article/etudes-de-cas/600273-concevoir-un-ecoquartier-l-exemple-d-augustenburg>

Bilde 11 : <http://www.malark.se/aktuellt/>

Bilde 12 : <http://lacretenoire.wordpress.com/2009/08/25/>

Bilde 13 : Lindholm et al. 2008

Bilde 14 : <http://www.stormwaterpartners.com/facilities/bioswale.html>

Bilde 15 : Lindholm et al. 2008

Bilde 16 : <http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/kampanjer/klimatilpasning-norge-2/bibliotek/erfaringer/fra-problem-til-ressurs.html?id=544732>

Bilde 17 : [http://www.klimakommune.no/drikkevann/Fangdammer\\_effektive\\_oppsamlere\\_av\\_jord\\_og\\_n\\_ringsstoffer.shtml](http://www.klimakommune.no/drikkevann/Fangdammer_effektive_oppsamlere_av_jord_og_n_ringsstoffer.shtml)

Bilde 18 : [http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/prosjekt/hovedtema?p\\_dimension\\_id=19627&p\\_menu\\_id=19636&p\\_sub\\_id=19628&p\\_dim2=23372](http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/prosjekt/hovedtema?p_dimension_id=19627&p_menu_id=19636&p_sub_id=19628&p_dim2=23372)

Bildereferanser side 77:

Rødsvingel: Kristensen (2010)

Iris: <http://www.flickr.com/photos/54644808@N00/529834433/>

Pil: <http://forskerfabrikken.blogspot.com/2011/04/aspirin-legemiddel-med-en-lang-historie.html>

Nøkkerose: <http://www.vulkaner.no/n/blomst/vannlilje.html>

Starr: Kristensen (2010)

Takrør: [http://www.rolv.no/urtemedisin/medisinplanter/phra\\_aus.htm](http://www.rolv.no/urtemedisin/medisinplanter/phra_aus.htm)

Svartor: <http://www.reiersol.no/produkter/lauvtr%E6r/svartor>

Alle bilder og figurer utover referanser nevnt her er egne bilder.

Oversikt over personlige meddelelser:

Fredrik Holth, Jurist og Dosent ved Planlegging, eiendomsfag og jus, UMB.

Unn Ellefsen, Seniorrådgiver Miljøverndepartementet

Mats Norum, Beboer i Veumdalen

Ivar Tangerud Haga, Sivilingeniør Vann og miljøteknikk, Rådgiver i Multiconsult AS

Ole Petter Skallebakke, Vann og avløpsetaten Fredrikstad kommune, kontaktperson for ExFlood prosjektet.

## Etterord

Ved oppstart av denne oppgaven fant jeg det utfordrende å avgrense seg til en problemstilling når tematikken er så omfattende og tverrfaglig som det overvannshåndtering og flom er. Man berører hele tiden fagfelt der det blir spørsmål om man skal gå inn på dette eller ikke.

Jeg føler derfor at oppgaven har gitt meg en “sniktitt” inn i disse fagfeltene, men viktigst av alt har den bidratt til å definere hva som er en landskapsarkitekt og planleggers rolle i det tverrfaglige samarbeidet overvannsproblematikken fordrer.

Etter endt prosess med denne masteroppgaven sitter jeg igjen med mye ny kunnskap. Innsikt og oversikt over problemstillinger, utfordringer, begreper og plangrep har gjort at overvannstematikken i prosjekter ikke lenger er “skremmende”.

Jeg føler at oppgaven har gjort meg rustet til å drøfte lignende problemstillinger i framtiden.