

Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2018 30 stp

Fakultet for landskap og samfunn (LANDSAM)
Ingrid Merete Ødegård

Åpen overvannshåndtering i et eksisterende bebygd boligområde. Case: Kjelsås/Grefsen i Oslo

Open storm water management in an existing built-up residential area. Case: Kjelsås/Grefsen in Oslo

Silje Helene Myhre

Landskapsarkitektur
Fakultet for landskap og samfunn (LANDSAM)

Biblioteksside

Tittel

Åpen overvannshåndtering i et eksisterende bebygde boligområde. Case: Kjelsås/Grefsen i Oslo

Opplag

3 stk

Title

Open storm water management in an existing built-up residential area. Case: Kjelsås/Grefsen in Oslo

Sidetall

130 sider

Forfatter

Silje Helene Myhre

Figurer

Dersom ikke annet er oppgitt er figurene egenproduserte eller bildene er egne.

Hovedveileder

Ingrid Merete Ødegård, førsteamanuensis ved Fakultet for landskap og samfunn, NMBU

Emneord

Åpen overvannshåndtering, eksisterende bebyggelse, klimaendringer, LOD, overvannstiltak for privat eiendom, Kjelsås/Grefsen i Oslo

Keyword

Open storm water management, built-up areas, climate change, LOD, stormwater measure for private property, Kjelsås/Grefsen in Oslo

Forord

Arbeidet med denne masteroppgaven marker avslutningen på mitt femårige studieløp og min utdannelse innenfor landskapsarkitektur ved LANDSAM på Norges miljø og biovitenskapelige universitet (NMBU). Oppgaven tilsvarer 30 studiepoeng.

Valg av tema til denne oppgaven baserer seg på min interesse for klimaendringer og overvannshåndtering. Denne interessen har oppstått gjennom studiet og blitt gradvis større i takt med min læring om temaet. Samtidig har jeg innsett mer og mer at jeg som landskapsarkitekt kan bidra til arbeidet med å bedre og få til en mer bærekraftig overvannshåndtering i prosjekter innenfor vårt fagfelt. Derfor var dette et tema jeg ønsket å lære mer om og skriv om i min masteroppgave.

Denne masteroppgaven er en prosjekteringsoppgave hvor prosjekteringen baserer seg på relevant teori samt analyser og registreringer av caseområdet. I tillegg er masteroppgaven skrevet i samarbeid med forskningsprosjektet New Water Ways. Derfor ønsker jeg rette en stor takk til dette forskningsprosjektet for at jeg kunne bli involvert og skrive en oppgaven i samarbeid med dem. I tillegg ønsker jeg å takke Isabel Seifert-Dähnn for svar på det jeg har lurt på angående New Water Ways-prosjektet.

Jeg vil også rette en stor takk til min veileder, Ingrid M. Ødegård for god veiledning gjennom arbeidet med denne oppgaven og for å ha ledet meg inn på rett spor når jeg har stått fast.

I tillegg ønsker jeg takke

....Bent Braskerud i Vann- og avløpsetaten i Oslo kommune for forslag til caseområde til oppgaven samt hans villighet til å stille seg selv til rådighet dersom jeg har trengt hjelp

....Gunnar Tenge ved NMBU for hjelp med å få tak i kartgrunnlag til oppgaven

Silje Helene Myhre, Ås 14.mai 2018

Silje H. Myhre

Sammendrag

Klimaframskrivingene for Norge tyder på en framtid med mer intense og hyppigere nedbørshendelser. I tillegg blir urbane områder fortettet og urbanisert enda mer. Dette medfører flere tette flater som ikke er gjennomtrengelig for overvannet og dermed blir overvannsavrenningen enda større. I dag er det vanlig praksis i byer og tettsteder å lede overvannet ned i avløpssystemet. Dette forverrer problemet med overvannet ved at det blir sjokkbelastninger på avløpsnettene ved kraftige nedbørshendelser. Da går avløpsnettene fullt og overløpene slipper ut urensset avløpsvann til resipienten for å avlaste systemet. Denne måten å håndtere overvannet på er ikke en spesielt god løsning.

Denne oppgaven belyser hvordan overvannshåndteringen kan bli mer bærekraftig og forbedres. Det vil også bli belyst hvordan overvannet kan bli en ressurs og et positivt element i byen. Ofte blir overvannet sett utelukkende på som et problem. Dette er en trend som bør endres på fordi overvannet også har mange positive egenskaper.

Opgaven tar også for seg hvordan overvannshåndtering kan forbedres i et boligområde i Oslo kommune. Dette er gjort ved at det er funnet relevant bakgrunnsinformasjon som er brukt videre til å analysere caseområdet på Kjelsås/Grefsen. Til slutt ble enkelte områder prosjektert for å vise hvordan overvannshåndtering kan forbedres både på private og offentlige arealer. Derfor er det også belyst hvilke overvannstiltak som er aktuelle for slike områder og hvordan de egner seg til bruk på offentlige og private områder.

Det å implementere aktuelle overvannstiltak i caseområdet viser at dette kan redusere overvannsavrenningen til kommunens avløpssystem samtidig som det tilfører urbane områder en bedre blågrønn infrastruktur. Den blågrønne strukturen bidrar også til bedre helse og trivsel hos mennesker. Det å implementere overvannstiltak i eksisterende bebygde områder bidrar til å løse overvannsproblematikken. Konklusjonen er at det må gjennomføres gode overvannstiltak i allerede eksisterende bebyggelse. Det å kun fokusere på planlegging av god overvannshåndtering i nye utbyggingsprosjekter holder ikke for å forbedre overvannshåndteringen. Det skyldes at store deler av Norge allerede er utbygd.

Abstract

The prognosis for climate change in Norway indicate a future with more intense and frequent precipitation events. In addition, urban areas become more densified and urbanizes even more. With the urbanization will more and more surfaces be turned into not permeable surfaces where storm water will drain on the surface instead of infiltrate in the ground. Also, today it is a common practice in cities and urban areas to lead storm water into the drainage system. This worsens the problems with shocks on the drainage system during heavy rainfalls events. Then the drainage system is full of water and then it releases unclean wastewater to the recipient to relieve the system. This way of dealing with the storm water is not a god solution.

This master thesis illustrates how storm water management can be more sustainable and improved. It will also be highlighted how storm water can be a resource and a positive element in the city. Often the storm water is seen only as a problem. This is a trend that should be changed because storm water has many positive features.

This thesis also deals with how storm water management ca be improved in a residential area in Oslo municipality. This is done by finding background information who has been used to analyse the case area at Kjelsås/Grefsen. At the end of the thesis, some areas were designed to show how storm water management can be improved in both private and public areas. Thus, it is also being working with which of the storm water solution who can be used in this kind of areas and how they are sustainable for uses in private and public areas.

Implementing sustainable storm water solution in the case area shows that this can reduce the storm water runoff and at the same time reduce the storm water drain to the municipal drainage system. It also providing the storm water manage and a better blue-green infrastructure in urban areas. The blue-green structure also contributes to better health and well-being for humans. The conclusion is that implementing of sustainable storm water solutions is important in existing built-up areas. Focusing only on planning of god storm water management in new projects does help to improve storm water management just a little. That is because large parts of Norway have already been developed and being built up.

Begrepsliste

Her følger en oversikt over ulike begreper som er brukt i denne oppgaven. Der hvor det ikke er oppgitt kilder er definisjonen basert egne vurderinger og hvordan det aktuelle begrepet brukes i oppgaven. Begrepene i listen er sortert alfabetisk. Noen av begrepene er sitert direkte fra kilden.

AK₅₂: Overløp på avløpssystemet i oppgavens caseområde på Kjelsås/Grefsen. Dette overløpet ligger ved trikkestoppet Grefsen stadion.

AVLØPSSYSTEM: System av ledninger for behandling og transport av avløpsvann.

BLÅGRØNN FAKTOR (BGF): Verktøy i byggesaksprosjekter som bidrar til å motivere utbygger til å velge hensiktsmessige løsninger på den aktuelle eiendommen i.h.t. til kravene som stilles til uteområde når det gjelder biodiversitet, overvannshåndtering og vegetasjon (Dronninga landskap et al., 2014).

BLÅGRØNN STRUKTUR: Nettverk av blå (vann) og grønne områder som ligger mellom og utenfor bebyggelsen (Temanotat: Grønn og blå struktur, 2015).

FELLESSYSTEM: Avløpssystem som transporterer spillvann og overvann i samme ledning (Lindholm & Bjerkholt, 2010).

FORDRØYNING: Midlertidig lagring av overvann. Vannet holdes tilbake eller mellomlagres i magasin eller lignende når det er stor avrenning i det formål å redusere avrenningstopper til nedenforliggende vassdrag eller avløpsledning (Lindholm & Bjerkholt, 2010).

GRUNNVANNSPEIL: Grunnvannets overflate (Lindholm & Bjerkholt, 2010).

GRØNNSTRUKTUR: Veven av mer eller mindre sammenhengende, store og små naturpregede områder i byer (Direktoratet for naturforvaltning, 2003).

KLIMAENDRINGER: Endringer i hyppigheten av ulike væreforhold som forekommer i et område (Haanssen-Bauer et al., 2015).

KLIMATILPASNING: Planlegging som tar høyde for de framtidige klimaendringene (Haanssen-Bauer et al., 2015).

IMPERMEABLE OVERFLATER: Harde overflater hvor vannet ikke klarer å trenge igjennom (NVE, 2015).

INFILTRASJON: Vannets inntrenging i oppsprukket fjell eller løsmasser (Skaaraas et al., 2015).

LOD: Står for lokal overvannsdiskonering, men LOH (lokal overvannshåndtering) kan også brukes om det samme. Dette er tiltak som anlegges lokalt der nedbøren faller som vil hindre overvannet å renner direkte til vassdrag eller avløpsledninger (Lindholm & Bjerkholt, 2010).

NEDBØRSFELT: Avgrenset område hvor nedbøren renner ned til et bestemt punkt nederst i feltet (Lindholm & Bjerkholt, 2010).

NEDBØRFELTBASERT ANALYSE: Metode for å analysere et nedbørsfelt avgrenset av vannskiller. Aktuell å bruke i prosjekter hvor overvannshåndtering og blågrønne strukturer står i fokus (Ødegård et al., 2013).

NEW WATER WAYS: Forskningsprosjekt som omhandler hvordan byer kan få til en bedre overvannshåndtering på en bærekraftig måte. Prosjektet undersøker alternative løsninger til dagens overvannshåndtering (New Water Ways).

OVERLØP: Utslippsarrangement i avløpssystemet som trer i kraft når rørene er fulle, altså når vannføringen blir for stor. Da renner urensset avløp direkte ut til tilstøtende vannforekomster. Dette er en konsekvens av påslipp av overvann til avløpssystemet (Lindholm & Bjerkholt, 2010).

OVERLØPSDRIFT: Hyppigheten av når overløpet går fullt og urensset avløpsvann sendes direkte ut i resipienten.

OVERVANN: Nedbør og smeltevann som renner av på overflaten av blant annet tak, vegger og veier (Lindholm & Bjerkholt, 2010).

PERMEABLE OVERFLATER: Overflater hvor vannet kan trenge ned i grunnen. Slike overflater kan være grusveier, gressflater, jorder og andre overflater uten asfalt, betong eller lignende (Lindholm & Bjerkholt, 2010).

RESIPIENT: Mottager av overvann og avløpsvann, enten behandlet eller ubehandlet. Eksempler er elv, innsjø, hav eller jord (Lindholm & Bjerkholt, 2010).

SEPARATSYSTEM: Avløpssystem hvor det er to separate ledninger for henholdsvis spillvann og overvann (Lindholm & Bjerkholt, 2010).

TETTE FLATER: Samme definisjon som impermeable flater. Disse begrepene kan brukes som hverandre.

TRELEDDSTRATEGI: Kombinasjon av overvannstiltak som infiltrerer, fordrøyer og bortleder overvann på en trygg måte til resipienten (NOU 2015:16).

VANNSKILLE: Skillelinjen som er trukket langs de høyeste punktene på et høydedrag i fjellet mellom to vassdrag (Sivle, 2017).

ÅPEN OVERVANNSHÅNDTERING/ÅPNE OVERVANNSLØSNINGER: Metoder for overvannshåndtering hvor overvannet helt eller delvis tas hånd om i åpne systemer. Disse systemene etterligner naturens egen måte å håndtere overvannet på gjennom overflateavrenning, infiltrasjon og fordrøyning i åpne systemer, våtmarker og dammer (Lindholm et al., 2008).

Innholdsfortegnelse

BIBLIOTEKSSIDE	2
FORORD	3
SAMMENDRAG	4
ABSTRACT	5
BEGREPSLISTE.....	5-6
INNHALDFORTEGNELSE	8-9

DEL 1 INNLEDNING

Bakgrunn for oppgaven	12-13
Struktur og metode	14-15
Mål, problemstilling og avgrensninger	15-16

DEL 2 TEORI

Vann	
Hydrologi	20
Overvann - hva er det?	21
Urbanisering - konsekvenser for overvannet	22
Nedbørfelt	23-24

Klima i endring

Hva er klimaendringer?	25
Klimaendringer i vente	26
Klimaendringers relevans for oppgaven	27
Klimatilpasning	28

Overvannshåndtering

Tradisjonell overvannshåndtering	30
Avløpssystemer	30
Skader som følge av dagens overvannshåndtering	31
Åpen overvannshåndtering	32
Treleddsstrategien	33
LOD	34
Overvannshåndtering framover	35

Håndtering av overvann i planleggingen

Fireleddsstrategien	36
Virkemidler i planleggingen	37
Overvannshåndtering i nye og eksisterende områder	38
Håndtering av overvann på privat og offentlig eiendom	39

Overvannets positive kapasitet

Overvann som ressurs, ikke problem	40
Blågrønne stukturer	41-43
Blågrønn faktor	44-45

DEL 3 OVERSIKT OVER AKTUELLE OVERVANNSTILTAK

Innledning	48-49
Bioswales	50
Frakobling av taknedløp	51
Grønne tak	52
Infiltrasjon på gresskledde flater	53
Permeable dekker	54
Regnbed	55

Regntønner	56
Videre bruk av oversikt over tiltak	57

DEL 4 ANALYSER OG REGISTRERINGER

Innledning	60
Presentasjon av caseområde	61
Historie	62-64
Demografi i caseområde	65
Skader av overvann	66
Nedbørsfeltet	67
Lokalklima	68
Prognoser for klimaendringer	69
Natur	70
Geologi	70-71
Blågrønne strukturer	72-73
Vannets løp	74
Topografi og avrenningsmønster	74-75
Dreneringslinjer og historiske bekkeløp	76-77
Bebyggelse	78
Bygningstypologier	78
Offentlig og privat	79
Arealdekke	80
Relevante dokumenter	81
Kommunale føringer	81-82
Tidligere masteroppgave	82-83
Oppsummering av analyser og registreringer	84-85

DEL 5 PROSJEKTERING

Hva er AK52?	88
Valg av detaljområde	89
Konsept og visjoner	90
Utformingsprinsipper for overvannshåndtering i detaljområde	91
Grundigere analyse av detaljområde	92
Blågrønn faktor	92
Arealdekke	93
Egnethet for overvannstiltak og infiltrasjon	94-95
Valg av eiendommer til prosjektering	96-97
Utforming av valgte områdene	98
Privat tomt 1	98-101
Privat tomt 2	102-104
Privat tomt 3	105-107
Offentlige tiltak i boligområdet	108-109
Myrerjordet	110-115

DEL 6 DISKUSJON

Underproblemstilling 1	118
Underproblemstilling 2	119
Underproblemstilling 3	120
Oppsummering	121
Refleksjon	121

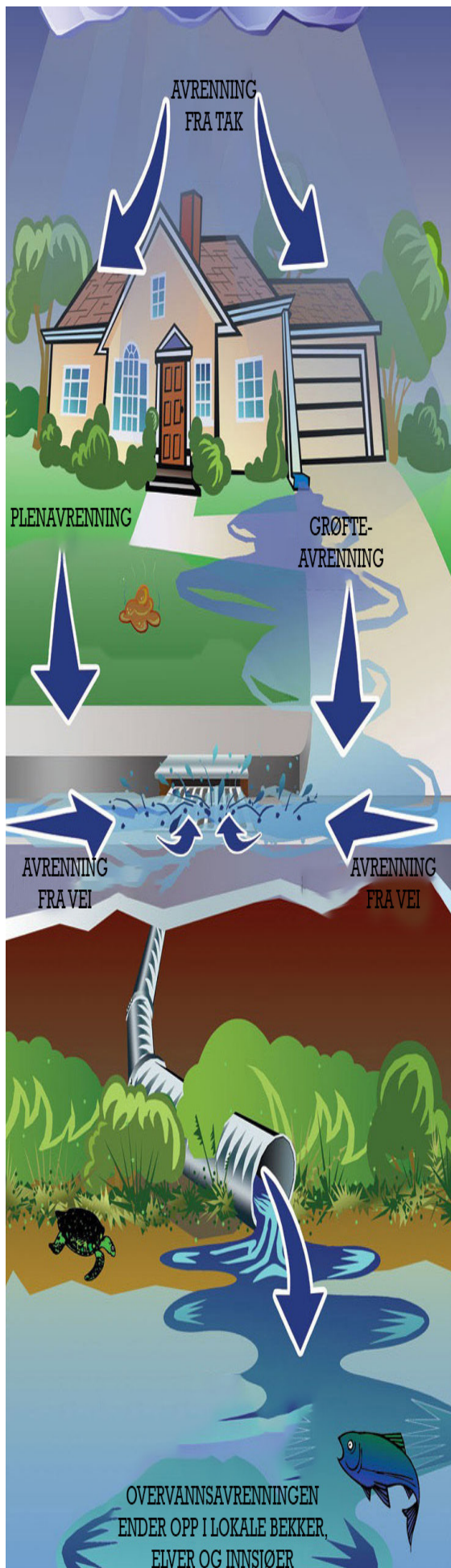
LITTERATUR	122-124
FIGURLISTE	125-129

Del I Innledning

Del 1 er en innledende del til oppgaven som inkluderer bakgrunn for oppgaven, struktur og metoden samt mål og problemstilling. Oppgaven knytter seg også opp mot New Water Ways-prosjektet som vil bli forklart nærmere i denne delen.



Bakgrunn for oppgaven



I løpet av de siste årene har det blitt stadig større fokus på hvordan overvannet håndteres. Dette er en konsekvens av klimaendringene som sørger for hyppigere, kraftigere og mer intense nedbørshendelser. Det er blitt mer fokus rundt den tradisjonelle håndteringen av overvann hvor overvannet blir ledet ned i avløpssystemet og videre gjennom renseanleggene og ut til resipienten. Problemet med denne måten å håndtere overvannet på er at avløpssystemene allerede har en sprenget kapasitet. Åpne løsninger for overvannet sørger for god og effektiv håndtering av overvannet før det evt. slippes på rørsystemet i moderate mengder over tid istedenfor sjokkpåslipp etter en kraftig nedbørshendelse. I tillegg skaper slike åpne overvannsløsninger gode rekreasjonsområder og blågrønne strukturer som på samme tid også har andre positive effekter. Dermed er åpne og lokale løsninger for å håndtere overvannet et bedre alternativ enn å bygge ut det eksisterende rørsystemet i møte med mer nedbør i framtiden. Det skyldes at overvannet da kan skape positive elementer i nærmiljøet istedenfor å bli sett på som et problem.

Denne masteroppgaven tar for seg hvordan overvannet kan håndteres i boligområder hvor det er en kombinasjon av private, halvprivate, halvoffentlige og offentlige områder. I offentlige områder er det lettere for kommunen å gjøre tiltak for overvannshåndteringen slik kommunen ønsker. Å sørge for overvannstiltak på privat grunn som er ønskelig fra kommunen er en større og vanskeligere utfordring. Det skyldes at kommunen ikke har like stor innflytelse på hva som skal gjennomføres på privat eiendom som på offentlig eiendom. I denne masteroppgaven vil noe av problematikken rundt dette bli belyst og det vil bli foreslått hvordan dette kan løses for Oslo kommune ved prosjektering av et case i kommunen. Dette kan bli brukt videre som eksempel. I tillegg kobler masteroppgaven seg opp mot forskningsprosjektet New Water Ways.

Figur 1.1 Denne figuren viser hvordan overvann ofte blir håndtert. Dette er ingen god og bærekraftig løsning.



Figur 1.2 Mer overvann og nedbør er en stor utfordring, særlig i urbane områder. New Water Ways-prosjektet arbeider med å finne alternative løsninger til den tradisjonelle overvannshåndteringen.

Hva er New Water Ways-prosjektet?

Forskningsprosjektet New Water Ways startet opp i desember 2017. Prosjektet handler om hvordan byer kan få til en bedre overvannshåndtering på en bærekraftig måte. Gjennom prosjektet skal det utforskes og undersøkes alternative løsninger til dagens urbane overvannshåndtering. Arbeidet til New Water Ways skal bidra til å hjelpe norske byer å bli gode eksempler på overgangen fra dagens urbane vannforvaltning i byene til en mer bærekraftig vannforvaltning. Målet med prosjektet er å endre den rådende vannforvaltningen i byene til mer klimatilpassede, grønne, levende og vannsensitive byer. En slik endring er nødvendig på grunn av klimaendringene som vil sørge for et våtere klima med økende

frekvens og mengde nedbør.

New Water Ways blir ledet av Norsk institutt for Vannforskning (NIVA). I tillegg er det flere partnere med relevant kompetanse og erfaring i prosjektet. Dette forskningsprosjektet blir finansiert av Forskningsrådet med medfinansiering fra ulike prosjektpartnere. I tillegg til NIVA er aktører som Universitetet i Oslo, Norsk teknisk naturvitenskapelig universitet og Oslo Vann- og avløpsetat involvert i forskningsprosjektet. I dag har prosjektet noen utvalgte områder som blir brukt til case-studier. Eksempler på slike områder er Hovinbyen og Kjelsås/Grefsen i Oslo (New Water Ways). Området Kjelsås/Grefsen blir også caseområdet i denne masteroppgaven.

Struktur og metode



Oppgavens oppbygning

Oppgaven er delt inn i 6 deler: innledning, teori, oversikt over aktuelle overvannstiltak, analyser og registreringer, prosjektering av caseområdet og diskusjon.

Den innledende delen inneholder hvordan oppgaven er bygd opp, mål og problemstilling samt bakgrunn for oppgaven. Det er her grunnlaget for oppgaven blir til.

Det er i teoridelen at aktuelle teorier, metoder og prinsipper for overvannshåndtering blir presentert. De etterfølgende delene av oppgaven baserer seg på hva som ble funnet ut i teoridelen. Teorien vil gi et bilde av en helhet på hva overvannshåndtering er og hvordan holdningene til det er i dag.

Oversikt over aktuelle overvannstiltak er en framstilling av kunnskap om aktuelle tiltak som blir brukt videre i oppgaven. Denne delen av oppgaven vil fokusere mest på aktuelle overvannstiltak på private eiendommer i eksisterende bebygde områder. I tillegg vil offentlige tiltak i boligbebyggelsen tatt med.

Analysedelen av oppgaven vil bygge på en nedbørsfeltbasert analyse. Andre analyser som ses nødvendige for prosjekteringen vil også bli tatt med her. Prosjekteringsdelen vil basere seg på analysene og registreringene i denne delen samt del 3 av oppgaven.

I prosjektering av caseområdet blir oversikten i del 3 testet ut i konkret område på Kjelsås/Grefsen i Oslo. Dette området sliter med opphoping av skader og oversvømmelser som følge av overvann. Underveis kan det bli nødvendig å gå tilbake til analyser og registreringer for å fylle ut mangler i denne delen.

Diskusjonsdelen er den avsluttende delen på oppgaven. Her vil problemstillingene i oppgaven drøftet. Samtidig vil viktige funn og erfaringer bli trukket fram.

Metode

De metodene som er brukt for å innhente informasjon og kunnskap for å svare på problemstillingen i denne oppgaven blir presentert her. Metoden for analysene og registreringene i del 4 vil også bli presentert grundigere i den delen, men metoden vil bli beskrevet i grove trekk her.

Det er en litteraturstudie som ligger til grunn for teoridelen og den delen som omhandler aktuelle overvannstiltak. Her blir relevant litteratur funnet og sammenstilt på en oversiktlig måte. For å kunne nå målene og svare på problemstillingen for oppgaven er det nødvendig med et godt kunnskapsgrunnlag om overvannshåndtering. Del 2 og 3 vil derfor være et resultat av dette.

For å kunne bruke kunnskapen fra teoridelen og oversikten over aktuelle overvannstiltak i praksis er det nødvendig med en prosjekteringsdel med et konkret

caseområde. Metoden som brukes i arbeidet med å utarbeide prosjekteringsdelen er anvendelse av kunnskapen fra teoridelen, oversikt over aktuelle overvannstiltak samt analyser og registreringer av caseområdet. Med hjelp fra disse delene vil prosjekteringsdelen resultere i et løsningsforslag. Gjennom denne arbeidsprosessen kan det bli nødvendig å gå tilbake til analysedelen for å gjøre endringer. Derfor må det jobbes med analyser og prosjektering parallelt dersom det oppdages mangler i denne delen av oppgaven. I analysedelen vil metoden være en nedbørfeltbasert analyse, men det er også nødvendig å gjøre andre analyser. En nedbørfeltbasert analyse går ut på å identifisere problemområder og avgrense nedbørsfeltet til dette område. Deretter blir nedbørsfeltet analysert i.h.t. ulike temaer. Det resulterer i å identifisere arealer som har betydning for hvordan overvannet bør håndteres (Ødegård I.M., Clewing C. S., Thorén K. H., 2013).

Mål, problemstilling og avgrensinger

Mål

Belyse hvordan åpen overvannshåndtering kan brukes i allerede eksisterende bebygde områder for å redusere overvannsproblemer med private områder som fokus.

Belyse hvordan den blågrønne strukturen i eksisterende bebygde boligområder også kan hjelpe til i møte med klimaendringer, særlig med tanke på overvannshåndteringen i framtiden.

Senke flomtopper etter nedbør og redusere overløpsdriften på AK52 samt redusere opphopingen av skader i caseområdet. I tillegg er det ønskelig å forebygge og redusere overvannskader nedstrøms i nedbørsfeltet.

Problemstilling

Hvordan håndtere overvannet på en bærekraftig måte i et eksisterende bebygd boligområde i møte med klimaendringer?

Er det tilstrekkelig informasjon, veiledere og lignende for privatpersoner som omhandler overvannshåndtering på private tomter og eiendommer?

På hvilken måte bidrar de blågrønne områdene i eksisterende bebygde boligområder til å håndtere overvannet på en bærekraftig måte?

Kan de åpne overvannstiltakene bidra til å redusere overløpsdriften på AK 52 i caseområdet?

Avgrensinger på oppgaven

For kunne fullføre denne masteroppgaven innenfor den gitte tidsfristen har jeg sett at det er nødvendig med noen avgrensninger på oppgaven.

TEMA

Håndtering av overvann er et stort tema og det finnes mye litteratur og prosjekter som omhandler dette temaet. Derfor har jeg sett det nødvendig å avgrense dette teamet til overvannshåndtering i allerede eksisterende bebyggelse områder og hvordan overvannshåndteringen bør differensieres i.h.t offentlig og privat eiendom i boligområder.

GEOGRAFISK

Oppgaven tar for seg et nedbørsfelt i Oslo kommune. Dette nedbørsfeltet defineres, kartlegges og analyseres gjennom analysedelen i oppgaven. Dette gjøres på et mer overordnet nivå. Deretter følger det en prosjekteringsdel hvor et mindre område blir prosjektert.

PROSJEKTERINGSNIVÅ

Det nedbørsfeltet som er tatt utgangspunkt i dekker et større geografisk område. På grunn av den geografiske størrelsen på område og en gitt tidsfrist er det valgt å ikke detaljprosjekttere hele området, men kun et

mindre område innenfor dette nedbørsfeltet. Det eneste som er gjort på et overordnet nivå på nedbørsfeltet er kartlegging og analyser samt fastsetting av noen utformingsprinsipper. Disse utformingsprinsippene er veiledende for nedbørsfeltet og tiltenkt til bruk av kommune til senere arbeid i dette området.

UTVALG AV TILTAK OG BEREKNINGER

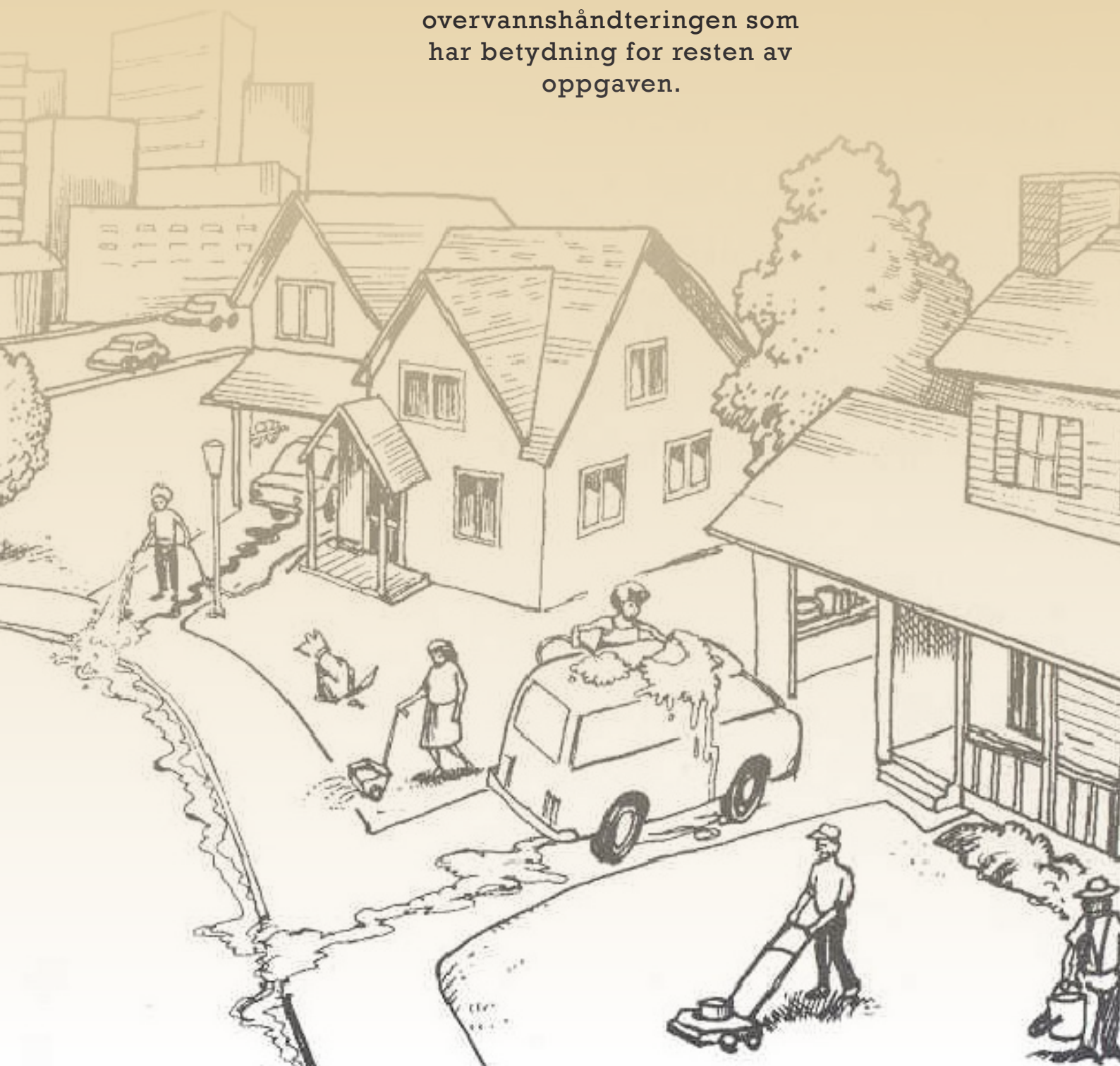
Utvalget av overvannstiltakene er gjort på egen vurdering og kunnskap i forhold til hvilke tiltak som er mest egnede i caseområdet. Det finnes utallige forskjellige tiltak som kan gjøres for å redusere overvannsproblemer. Derfor har jeg ansett det nødvendig å avgrense utvalget av tiltakene til åpne og lokale overvannstiltak. I prosjekteringsdelen er det ikke fokusert noe særlig på vegetasjon for de ulike tiltakene fordi dette blir for omfattende.

De områdene som er prosjektert er kun eksempler og dermed er det valgt å fokusere mest på prinsippene for overvannshåndteringen. Dermed er det ikke valgt å beregne overvannsmengder for de private tomtene, men kun gjøre et anslag for hvor mye de kommunale tiltakene bør ta i mot av overvannsmengder.

Del 2 Teori



I del 2 blir teorien presentert.
Det er denne informasjonen
som danner grunnlaget
for videre utarbeidelse av
oppgaven. Teorien dekker
ulike temaer innenfor
overvannshåndteringen som
har betydning for resten av
oppgaven.



Vann

Hydrologi

Hydrologi defineres som læren om vannet og vitenskapen om dets forekomst, fordeling og kretsløps på jorda (Tollan, 2009). I dette begrepet er det mye som bli inkludert f.eks. vannets fysiske og kjemiske egenskaper samt hvordan det kan endre seg i forhold til menneskelig aktivitet og omgivelsene sine.

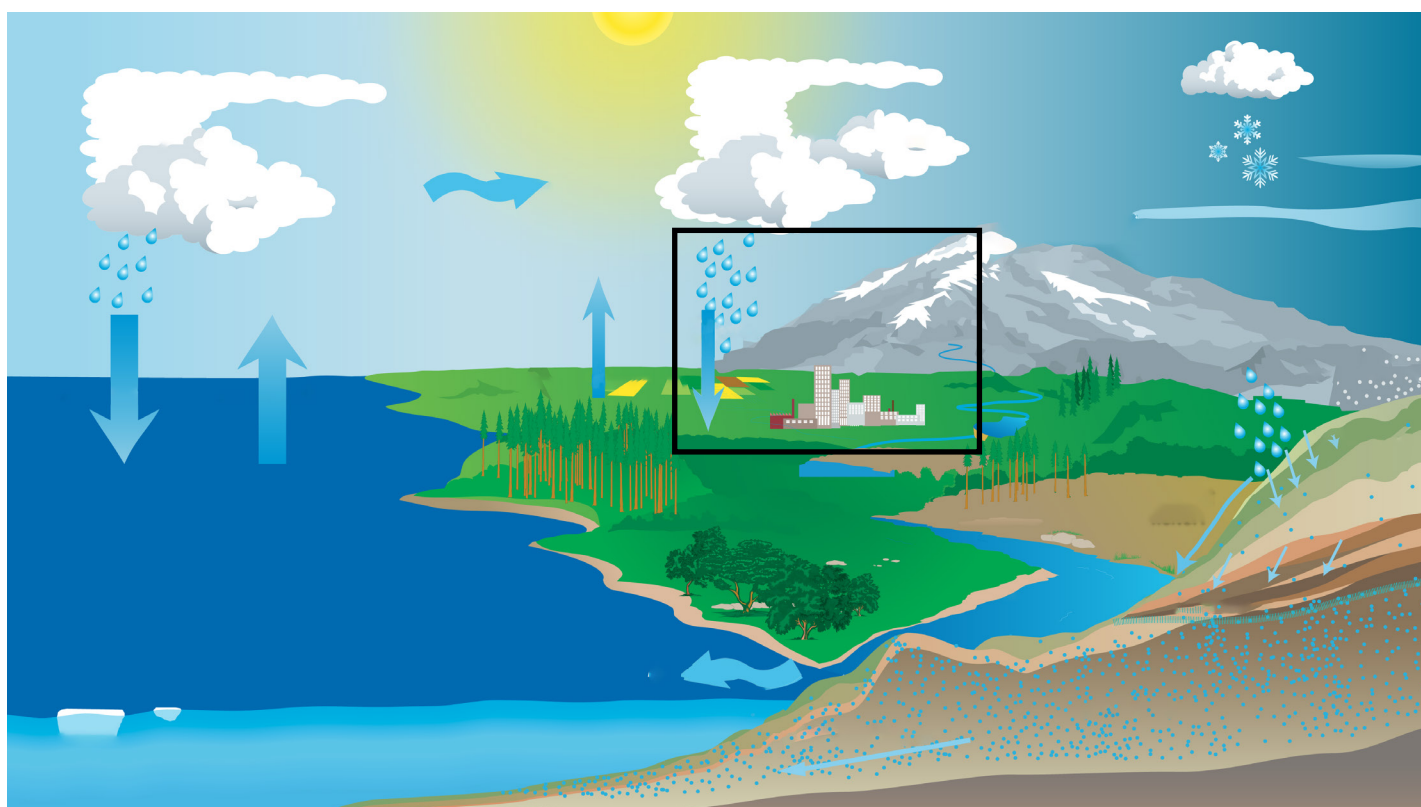
Hele 75 % av jordens overflate består av vann, enten i fast form slik som snø eller i væskeform. Hovedsakelig er det havet som utgjør det største arealet med vann på jorden. I tillegg er vann viktig for mange av de kjemiske reaksjonene som er nødvendig for overlevelse for dyr, planter og mennesker (Pedersen, 2017).

Vannet spiller også en sentral rolle i de ytre geologiske prosessene som former jordoverflaten. Vann, is og vind sliter ned berggrunnen og smuldrer den opp til løsmasser som flyttes på. Disse massene bli ofte transportert til forsenkninger der de blir avleiret. Hovedsakelig er det det samme kreftene som flytter på løsmassene som sliter ned berggrunnen. Det er gjennom slike prosesser landskapet blir utviklet med bl.a. daler, vidder og innsjøer (NHM, 2011).

I Norge er is og snø viktige hydrologiske fenomener (Tollan, 2009). Gjennomsnittlig faller det ca. 1400 mm nedbør over hele landet hvert år. Det er ca. en tredjedel av denne nedbøren som er snø. I tillegg har Norges klima og geologiske historie sørget for at hydrologien i landet har vært mye preget av breer og innsjøer (NVE, 2015a). Dette har vært med på å forme de karakteristiske fjellene og fjordene i landskapet som Norge er kjent for.

For denne oppgaven er det urbanhydrologien som er mest interessant. Urbanhydrologi defineres som den delen av vannets kretsløp som er tilknyttet bebygde områder (NVE, 2016). Både utbygging og urbanisering øker andelen av tette flater som er ugjennomtrengelige for vannet. Dermed vil avrenningshastigheten ved nedbør øke samtidig som størrelsen på flommene også vil øke. Dette skaper utfordringer med overvannshåndtering i urbane områder. I tillegg skaper dette konsekvenser som oversvømmelser og erosjon (NVE, 2016).

Særlig i de senere årene har det vært en stadig økende interesse for de hydrologiske konsekvensene av landskaps- og



Figur 2.1. Denne illustrasjonen viser hvordan vannet sirkulerer i sitt kretsløp. Pilene viser hvilken retning vannet beveger seg. Det svarte firkanten viser hvilken del av kretsløpet som utgjør urbanhydrologien.



Figur 2.2. Bilde viser et godt eksempel på et urbant område hvor det er mye bygninger og tette flater.

naturforandringer. Økende kostnader knyttet til oversvømmelser i byer og tettsteder forekommer også hyppigere nå enn før. Dette resulterer i økende bekymringer for forsikringsselskaper, kommuner og eiere av eiendommer (NVE, 2015b). Derfor er det viktig med nødvendig urbanhydrologisk data og kompetanse for å kunne takle utfordringer knyttet til overvannet i urbane områder.



Overvann – hva er det?

Overvann defineres som «vann som renner av på overflaten av tak, vegger, veier og andre flater» (Lindholm et al., 2008). Hovedsakelig blir dette vannet enten ført ned i avløpsledninger eller håndtert lokalt. Kilden til vannet som renner av på overflaten er nedbør eller smeltevann fra snø og is. Dersom overvannet blir håndtert lokalt blir vannet ledet bort til områder hvor det kan infiltreres i grunnen eller ned i nærliggende grøfter og bekker (Miljødirektoratet, 2017).

Denne masteroppgaven fokuserer på åpen håndtering av overvannet. Ved bruk av avledning av overvann åpent og lokalt overvannsløsninger kan det bidra til å opp et bedre bomiljø. I tillegg kan det redusere kostnadene i forbindelse med skader og bortledning av overvannet (Lindholm & Bjerkholt, 2010). Dermed kan overvannet bli et positivt element for parter.

Figur 2.3. Bildet illustrerer hvordan overvannet ofte blir håndtert ved at det blir ledet mot og ned i gatesluk i byer og tettsteder.

Urbanisering – konsekvenser for vannet

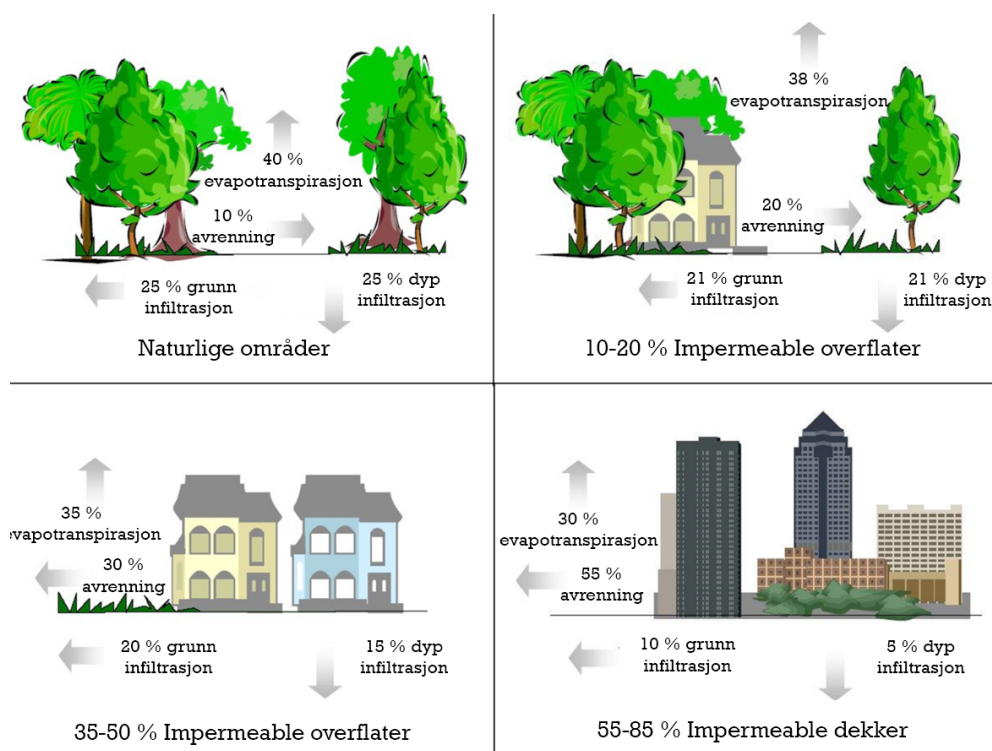
I byer og tettsteder blir det stadig mer vanlig med overvannsproblemer. En stor utfordring er kombinasjonen av fortetting og kraftig nedbør. Konsekvensen av dette er at avrenningen på overflaten blir stor og hurtig som kan skade infrastruktur og bygninger (Miljødirektoratet, 2017).

Trenden i dag er at byutvikling blir styrt mot sentrumsutvikling og -fortetting (Miljødirektoratet, 2017). Dette fører til at det blir flere tette og ugjennomtrengelige flater for vannet. Dermed oppstår det flere problemer og utfordringer med overvannet i tettsteder og byer enn på ubebygde mark. På grunn av disse utfordringene er det viktig at kommunen planlegger for å håndtere overvannet tidlig i planprosessen (Miljødirektoratet, 2017). Dette er svært aktuelt i nye utbygningsområder. Problemet med er at det meste av bebyggelsen i Norge allerede eksisterer. Dette medfører at for å bedre overvannshåndtering i byer og tettsteder må overvannstiltak også implementeres i allerede utbygde områder.

Når et område bygges ut vil den naturlige vannbalansen bli endret. Ved urbanisering

og fortetting blir vannets kretsløp påvirket og vannet oppfører seg annerledes enn før utbygningen, noe som resulterer i at det oppstår nye utfordringer som må håndteres. Redusert infiltrasjon og fordamping, senkning av grunnvannstander og økt overflateavrenning er de viktigste hydrologiske effektene av urbanisering. Dette er effekter som får praktiske konsekvenser i urbane områder. Disse konsekvensene er bl.a. en større fare for oversvømmelse av infrastruktur, anlegg og bygninger. I tillegg blir det en økt påkjenning for resipienten både forurensings- og volummessig ved større tilførsel av vann (NVE, 2015b).

I tillegg til allerede nevnte utfordringer med urbanisering og overvann er det nevnt noen flere i Norsk vann sin rapport (Lindholm et al., 2008). De naturlige flomveiene til vannet blir endret, vassdrag og naturlige grøfter blir lagt i rør, og dammer og myrer blir drenert eller alle konsekvenser av urbanisering. Noe av årsaken til at dette blir gjort å frigjøre arealer til å bygge ut.



Figur 2.4. Blant annet infiltrasjon og avrenning av overvann blir endret mye når et område blir utbygget. Bildet viser hvordan vannbalansen blir endret ved urbanisering.

Nedbørfelt

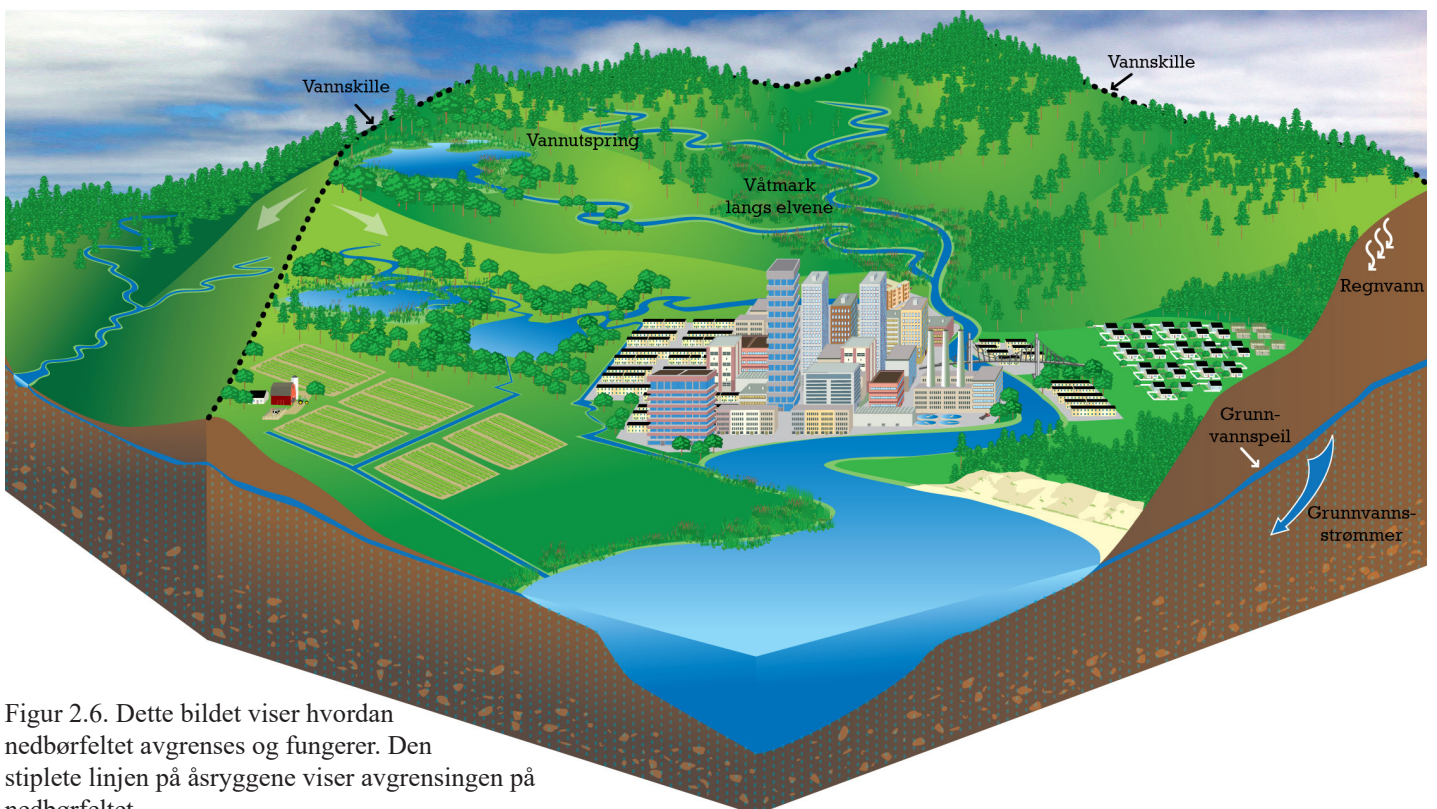
Et nedbørfelt er et avgrenset område hvor nedbøren renner ned til et bestemt punkt. Nedbørfelt og nedslagsfelt betyr det samme og brukes om hverandre (Lindholm & Bjerkholt, 2010). Alt vannet i nedbørfeltet vil samle seg og renne ned til en vannkilde. Ofte dannes det vannkilder slik som bekker, vassdrag og hav i lavpunktene i terrenget. Sammen danner nedbørfeltene et nettverk av bekker og elver som fører vannet videre til større nedbørfelt og til slutt til havet (Connors, 2018).

Det er terrenget i nedbørfeltet som avgjør hvor vannet renner. Ryggen på høydedragene rundt nedbørfeltet avgrenser nedbørfeltet. Et nedbørfelt kan sammenlignes med en åpen paraply som er snudd opp ned. All nedbør som faller innenfor paraplyens overflate vil gå ned til bunnen midt i paraplyen. Det vannet som faller utenfor paraplyen vil falle på bakken. Nedbørfeltene fungerer på samme måte (Connors, 2018). Det samler alt vannet som faller i innenfor avgrensingen av feltet og leder det til et bestemt punkt.



Figur 2.5. Dette bildet illustrer hvordan nedbørfelt fungerer. Det fungerer på samme måte som en paraply når det blir snudd på opp ned.

Nedbørfeltet kan deles inn i ulike soner. De ulike sonene i nedbørfeltet er bidragssonen, samlingssonen, transportsonen og elvemunningen (Marsh, 2005). Dette er en grov inndeling av et komplekst system, men som er brukbar i planleggingssammenheng for å forstå egenskapene, mulighetene og begrensningene i nedbørfeltet. På neste side følger en kort beskrivelse av hver enkelt sone.



Figur 2.6. Dette bildet viser hvordan nedbørfeltet avgrenses og fungerer. Den stiplede linjen på åsryggene viser avgrensingen på nedbørfeltet.

1. BIDRAGSSONEN

Bidragssonen er den øvre delen av nedbørfeltet. Disse områdene representerer starten på systemet. Overvannet fra bidragssonen kan bli transportert mange kilometer for å finne veien ned til det større vassdragene lenger nedover i systemet. Det er i denne sonen at det kan være en fordel å legge bebyggelsen. Grunnen til det er at ofte er lite oppsamling av vann i bidragssonen og topografien sørger for at vannet vil renne vekk fra bebyggelsen. Ulempen med dette er at arealdekke blir endret fra permeabel til impermeabel og bidrar dermed til mer avrenning og overvann nedover i systemet. I tillegg kan området være en kilde til forurensing som påvirker lenger ned i systemet (Marsh, 2005).

2. SAMLINGSSONEN

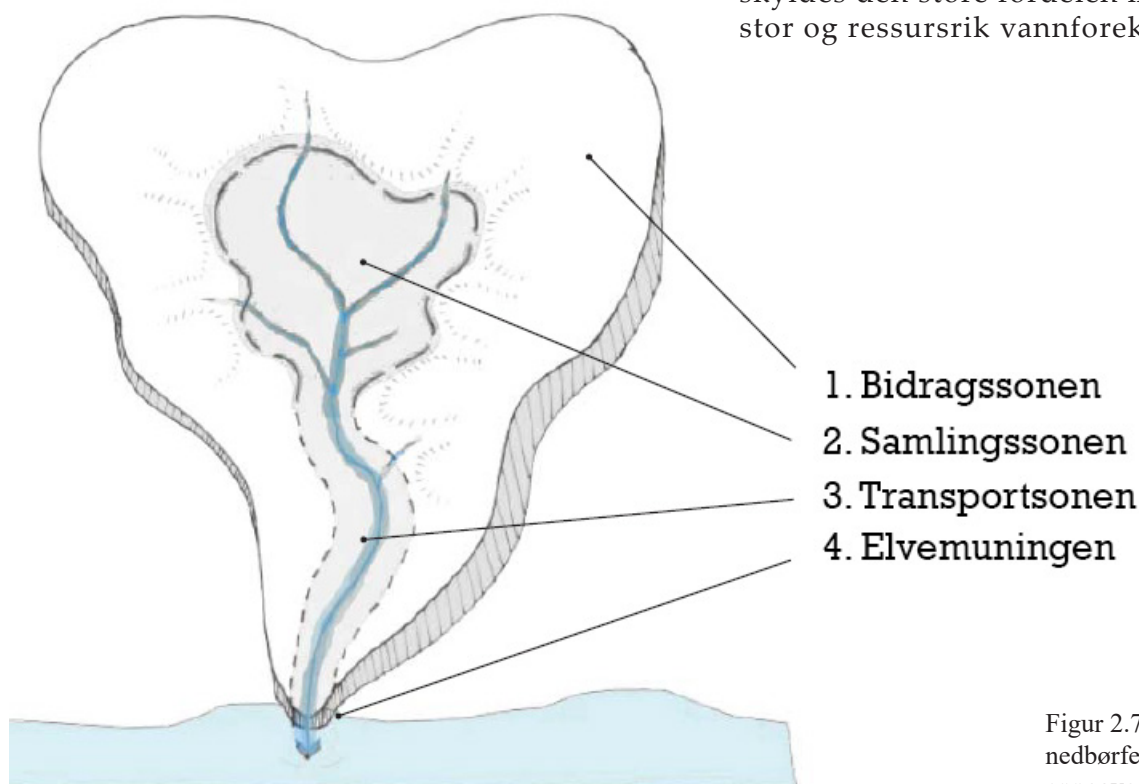
Denne delen av nedbørfeltet er et laveliggende område i den øvre delen av nedbørfeltet. Samlingssonen samler opp vannet fra bidragssonen. I samlingssonen er det også vanlig med tilsig av grunnvann i utkanten av sonen. I tillegg kan sentrale deler av området i samlingssonen ha høy grunnvannstand i perioder med mye nedbør. Derfor er slike områder utsatt for flom. Det skyldes den høye grunnvannstand i enkelte perioder som forårsaker dreneringsproblemer (Marsh, 2005).

3. TRANSPORTSONEN

Transportssonen er den delen av nedbørfeltet som består av sentrale bekker og elver. Disse har som funksjon å lede vannet som har samlet seg opp i nedbørfelt til resipienten. Denne sonen inkluderer også områdene langs vassdragene som fungerer som en buffer ved flomhendelser. Det si at dette området tar imot overflødig vann ved flom. Avrenningen av vann som transportssonen tar imot kommer fra bidragssonen og samlingssonen, men den største delen av vannet i sonen er grunnvann fra grunnvannsspeilet som ligger høyere oppe i nedbørfeltet samt tilsig fra omkringliggende områder. Selv om overvannet utgjør en liten del av vannvolumet i transportssonen så er det nettopp dette vannet som utgjør hoveddelen av flomvannet. Det skyldes at arealer beslaglegges til ulik arealbruk og dermed vil andelen arealer med god permeabilitet synke i nedbørfeltet (Marsh, 2005).

4. ELVEMUNNINGEN

Dette er det punktet hvor alt vannet nedbørfeltet har samlet opp konsentreres. Elvemunningen blir et område der det avsettes sedimenter og det samles opp næringsstoffer. Dermed blir det lagt et godt grunnlag for et rikt plante- og dyreliv. Ofte er elvemunninger utbygget til tross for en ugunstig plassering med hensyn til ustabil grunn og flomfare. Det skyldes den store fordelene med nærheten til en stor og ressursrik vannforekomst (Marsh, 2005).



Figur 2.7. De ulike sonene i nedbørfeltet. Caseområdet i denne oppgaven sokner til bidragssonen.

Klima i endring

Hva er klimaendringer?

Klimaet defineres som hyppigheten av ulike værforhold som forekommer i et område eller på et bestemt sted (Haanssen-Bauer et al., 2015). Værforholdene kan beskrives som det vi opplever på et bestemt tidspunkt på et sted f.eks. nedbør, temperatur, vind, skydekke og luftfuktighet. Ofte beskrives både værforhold og klimaet ved hjelp av middelværdier (gjennomsnitt), men ekstremverdier er også en viktig del av klimaet. Været spiller en viktig rolle i hverdagen, men det er klimainformasjonen som er viktig for planleggingsformål (Haanssen-Bauer et al., 2015).

Klimaendringer er endringene i hyppigheten av når ulike værforhold forekommer (Benestad et al., 2017). Dette inkluderer endringer i gjennomsnittsverdiene av bl.a. vind, nedbør eller temperatur. Endringer i hvor ofte ekstremvær inntreffer er også en del av begrepet klimaendringer.

Endringer i klimaet har variert av naturlige årsaker til alle tider. Det er ubalansen i energiutvekslingen mellom verdensrommet og jorden som er skyld i disse klimaendringene. Inntil den industrielle revolusjonen var det hovedsakelig naturlige årsaker som påvirket klimaendringene, men etter denne revolusjonen har den menneskelige påvirkningen blitt større og større. FNs klimapanel mener at det er den menneskelige påvirkningen som er hovedårsaken til økningen i temperaturen globalt siden 1950. I tillegg er det særlig i løpet av de siste 100-150 årene at den menneskelige påvirkningen er blitt merkbar på en global skala (Haanssen-Bauer et al., 2015).

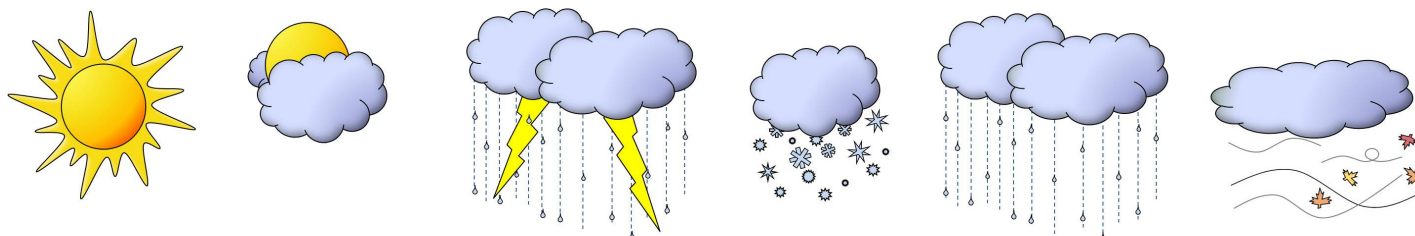


Figur 2.8. Disse bildene viser effektene som følge av klimaendringer som kan forventes i framtiden. I tillegg viser noen av bildene hvordan menneskene påvirker klimaet.



Figur 2.10. Regnvær som er en av mange værforhold og er særlig noe som vil endre seg framover i Norge.

Figur 2.9. Det er de ulike værholdene som utgjør klimaet og endringer i disse utgjør klimaendringene.



Klimaendringer i vente

Det er særlig prognosene for klimaendringene i Norge som er av interesse i denne oppgaven. Klimaendringene vil fortsette å øke sammen med raskt økende klimagassutslipp fra menneskelig aktivitet (CO₂, CH₄ og N₂O). Dersom klimagassutslipp reduseres vil klimaendringene bli betydelige mindre (Haanssen-Bauer et al., 2015).

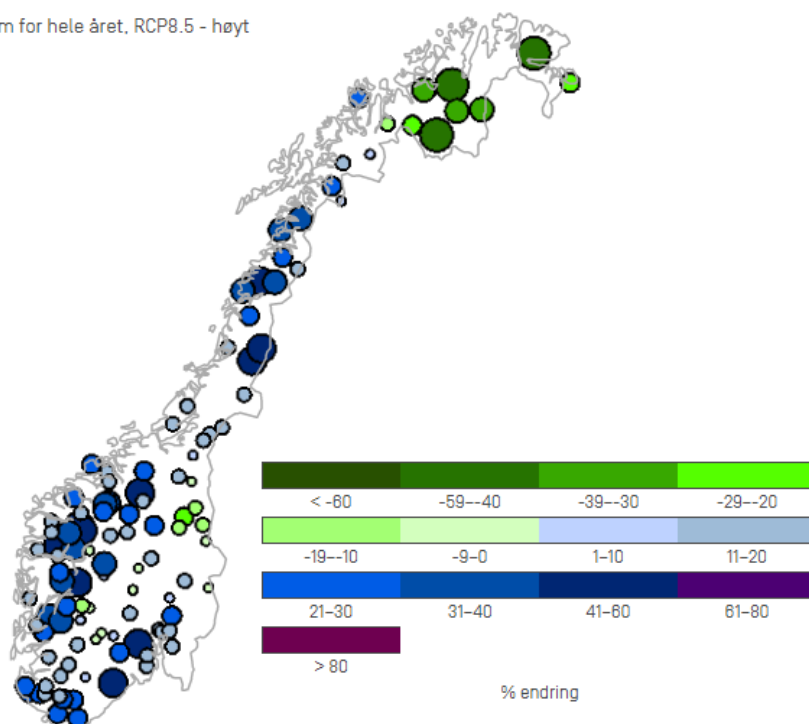
Rapporten Klima i Norge 2100 trekker fram noen hovedfunn for hvordan klima vil endre seg framover og hvordan klimaet vil være på slutten av dette århundre fram mot 2100 (Haanssen-Bauer et al., 2015). Følgende hovedfunn er trukket fram i rapporten:

- Årstemperatur: Økning på ca. 4,5 °C (spenn: 3,3 til 6,4 °C)
- Årsnedbør: Økning på ca. 18 % (spenn: 7 til 23 %)
- Styrregnepisodene blir kraftigere og vil forekomme hyppigere
- Regnflommene blir større og kommer oftere
- Snøsmelteflommene blir færre og mindre
- I lavtliggende områder vil snøen bli nesten borte i mange år, mens det i høyfjellet kan bli større snømengder i enkelte områder
- Det blir færre isbreer og de som er igjen har blitt mye mindre

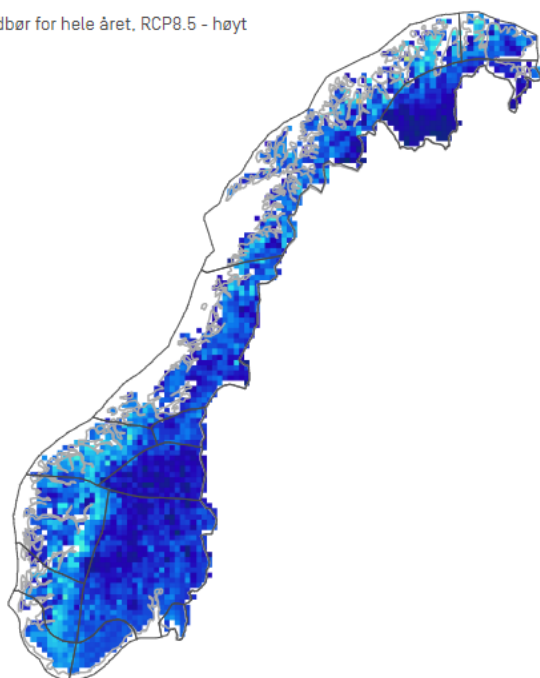
- Havnivået øker med mellom 15 og 55 cm avhengig av lokalitet

Klimaframskrivingene i denne rapporten baserer seg på resultater fra globale klimamodeller. En klimamodell er et verktøy som hjelper oss med å studere hvilke klimaendringer som kan komme i fremtiden og hvilken sannsynlighet det er for at klimaendringene skal inntreffe (Benestad et al., 2017). Disse klimamodellene er kjørt med ulike «utslippsscenarioer» som vil si antagelser om utslipp av klimagasser i framtiden. Det er i hovedsak blitt benyttet tre ulike utslippsscenarioer: RCP8.5, RCP4.5 og RCP2.6. Utslippsscenarioet RCP2.6 innebærer at det gjennomføres drastiske utslippskutt fra år 2020, mens utslippsscenarioet RCP8.5 bygger på at klimagassutslippene fortsetter å øke helt fram til slutten av århundre. Derimot innebærer utslippsscenarioet RCP4.5 små utslippsendringer fram mot år 2050 for så videre å kutte utslippene (Haanssen-Bauer et al., 2015). Denne oppgaven baserer seg på prognosene fra klimautslippsscenarioet RCP8.5. Det skyldes at det er dette scenarioet som inntreffer dersom det ikke gjøres noe og utviklingen følger samme hastighet som det har vært i løpet av de siste årene.

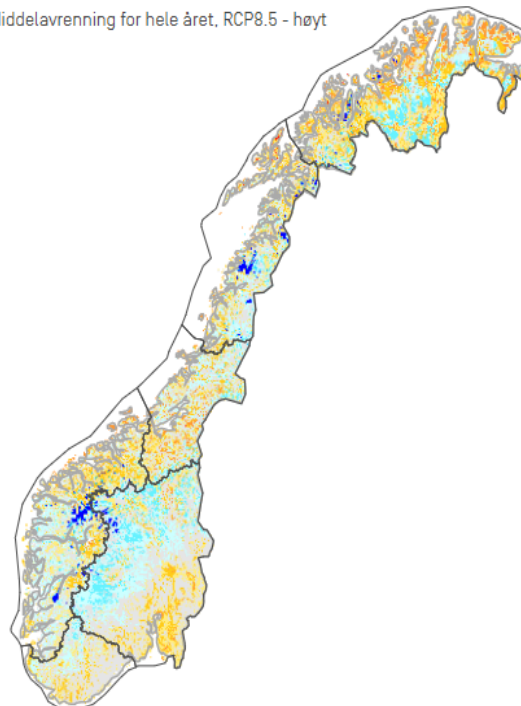
Flom for hele året, RCP8.5 - høyt



Figur 2.11. Kartet viser endring i 200-års flom i perioden 1971-2000 til 2071-2100 i Norge.



Figur 2.12. Dette kartet viser endringer i nedbørssummen i perioden 1971-200 til 2071-2100.



Figur 2.13. Dette kartet viser endringer i middelavrenningen i perioden 1971-200 til 2071-2100. Avrenningen vil si den delen av nedbøren som renner av på overflaten.

Klimaendringenes relevans for oppgaven

Endringene i nedbør, avrenning, snø og flom i framtiden har størst relevans for denne oppgaven.

I framtiden vil antall dager med kraftig nedbør, årsnedbør og nedbørsmengden på dager med kraftig nedbør øke. Mot slutten av dette århundre er det en økning i årsnedbør på 18 % i Norge dersom utslippsscenarioet RCP8.5 inntreffer. I tillegg vil det være en dobling av antall dager med kraftig nedbør og en økning på 19 % i nedbørsmengden på dager med kraftig nedbør (Haanssen-Bauer et al., 2015).

Avrenning og nedbør henger sammen samtidig som at økt temperaturen også påvirker avrenningen. Det beregnes at det vil være en liten økning i årsavrenningen mot slutten av dette århundre for utslippsscenarioet RCP8.5. Det vil derimot være større endringer i

sesongendringene. Det forventes økt avrenning vinterstid mens på sommerstid vil avrenningen reduseres (Haanssen-Bauer et al., 2015).

Endringer i snømengde og lengde på snøsesong forventes også framover. Det forventes en kortere snøsesong i hele Norge. Det skyldes økte temperaturer som gir en senere start på snøleggingen og tidligere snøsmelting. I tillegg beregnes det en reduksjon i maksimal snømengde gjennom året på de aller fleste steder, men i enkelte områder på høyfjellet vil det være en økning i maksimal snømengde fordi den forventede økningen i nedbøren vil komme som snø (Haanssen-Bauer et al., 2015).

På sikt vil smeltevannsflommer avta, men generelt forventes størrelsen på regnflommer å øke. Grunnet høyere temperaturer vil flomtidspunktet forskyve seg mot en tidligere

vårflom. I tillegg vil faren for flommer om vinteren og sent på høsten vil øke. I store vassdrag hvor snøsmelteflommer er dominerende forventes det en reduksjon på opptil 50 % for vårflommene. Vassdragene som i dag er mye påvirket av regnflommer forventes det en økning på ca. 60 % på flomstørrelsen for det høye utslippsscenarioet (Haanssen-Bauer et al., 2015).

Klimatilpasning

Ofte brukes begrepet «klimatilpasning» om planlegging som tar høyde for hvordan klimaet vil endre seg framover. I Norge er klimatilpasning viktig for mange sektorer. Et eksempel er at det er viktig at både veier og annen infrastruktur bygges slik at de tåler belastningene som forventes framover som følge av flom, snø, is, og ekstremnedbør (Haanssen-Bauer et al., 2015).

Planleggingen for 50 til 100 år framover i tid anses det ikke tilstrekkelig å kun basere

klimatilpasning på hvordan klimaet er i dag og har vært hittil. Dette har skapt et behov i planleggingen for beskrivelser av hvordan endringen i klimaet vil utvikle seg framover i tid. I tillegg er det også et behov for å beskrive hvordan menneskelig virksomhet påvirker klimaendringene (Haanssen-Bauer et al., 2015). Derfor er rapporten «Klima i Norge 2100» nyttig for planleggingen slik at det kan planlegges i tråd med hvilke klimaendringer som forventes.

Når et samfunn er klimatilpasset vil det si at dette samfunnet er i stand til å unngå eller ulempene som følge av klimaendringene (Miljødirektoratet). Et eksempel på dette er økenedebør som medfører flere overvannsskader på bygninger og infrastruktur. I tillegg vil dette samfunnet utnytte de nye mulighetene som klimaendringene tar med seg (Miljødirektoratet). Det kan være å utnytte den økte mengden overvann som en ressurs i kombinasjon med f.eks. parker eller idrettsanlegg.



Figur 2.14. Samfunn som er robuste mot de forventede klimaendringene i framtiden er godt klimatilpasset. Bildet viser at infrastrukturen her ikke er særlig godt tilpasset endringene i klima fordi massene under jernbanen er erodert bort. I tillegg er det en kjelleroversvømmelse i boligblokkene.

Overvannshåndtering

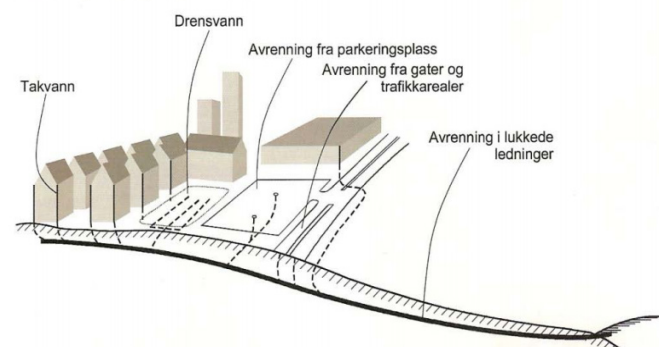
Overvannsproblemer blir mer og mer vanlig i tettsteder og byer. Det skyldes kombinasjonen av kraftig nedbør og fortetting. Dette er en stor utfordring fordi vannavrenningen blir stor og hurtig som kan medføre skader på bygninger og infrastruktur (Miljødirektoratet, 2017). Etter hvert som både tettsteder og byer fortettes enda mer vil det bli et økende behov for en god overvannshåndtering. Det skyldes mangel på naturlig drenering og infiltrasjon av vann ved nedbør i slike områder (Klimatilpasning, 2017). Både urbanisering og utbygging involverer ofte mye tette flater og rask bortledning av vann i rør. Dette forsterker oversvømmelsesskader, økt overløpsdrift på avløpsnett og flommer i vassdragene. I tillegg kan dette også medføre økte skader nedstrøms i nedbørfeltet (Lindholm & Bjerkholt, 2010).

Overvannet kan håndteres lokalt og åpent eller det kan føres ned i avløpssystemer (Lindholm & Bjerkholt, 2010). Videre på de neste sidene vil åpen og lokal overvannshåndtering samt tradisjonell overvannshåndtering bli beskrevet nærmere.

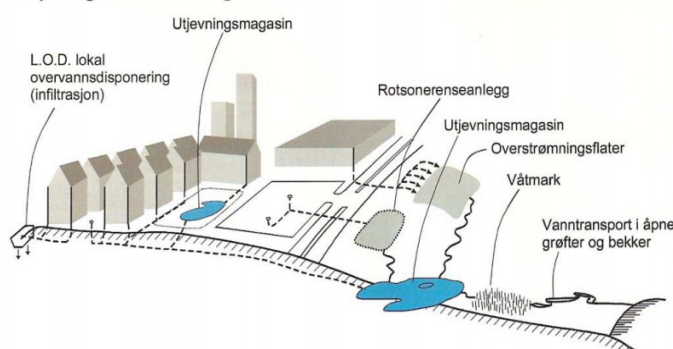
Figur 2.15. Kombinasjon mer ekstremnedbør og fortetting i urbane områder fører til en utfordring med overvannshåndteringen samt økte overvannsmengder.



Konvensjonelt system for overvann



Åpen og lokal håndtering av overvann



Figur 2.16. I dag benyttes det ofte kontroversielle system for overvannshåndtering som går ut på å lede vannet ned i avløpssystemet som vist øverst i figuren.

Tradisjonell overvannshåndtering

Den tradisjonelle overvannshåndtering innebærer å lede vannet vekk så raskt og effektivt som mulig. Dette er en løsning som ikke holder lenger fordi mer ekstremnedbør overbelaster avløpssystemene. Fortetting i urbane områder medfører at regnvannet færre naturlige området hvor vannet kan fordrøyes og infiltreres. Dermed har vannet ikke noe sted å gjøre av seg (Urbane uterom). Derfor bør det benyttes alternative løsninger for å håndtere overvannet slik at avløpssystemet blir avlastet.



Figur 2.17. Ved ekstreme nedbørshendelser vil ikke avløpssystemet kunne ta unna vannmengdene og gatene i byer og tettsted blir slik som på bildet.

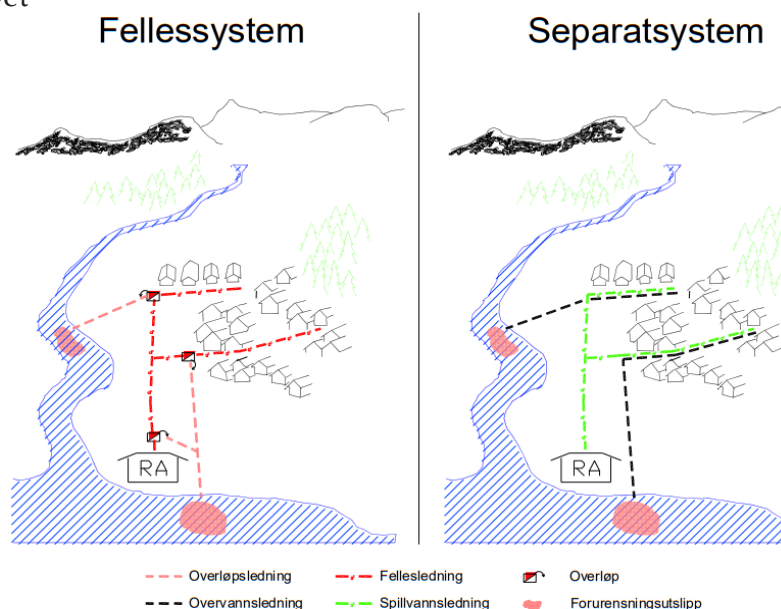
Avløpssystemer

Avløpsvann er en fellesbetegnelse på spillvann fra industri, husholdninger og lignende. Dette begrepet omfatter også overvann som tilføres avløpssystemet (Lindholm & Bjerkholt, 2010). Tradisjonelt har det vært vanlig å frakte avløpsvann gjennom et rørsystem til renseanlegg og resipient. I dag benyttes det hovedsakelig to forskjellige avløpssystem og det er fellessystemet og separatsystemet (Ingebrighetsen, 2017).

Separatsystemet er et avløpssystem hvor det er to separate avledninger for overvann og spillvann. Dermed er det to forskjellige avløpsledninger for spillvann og overvann. Spillvann er avløpsvann fra bl.a. næringsliv, husholdninger og offentlige institusjoner (Lindholm & Bjerkholt, 2010). Dette avløpssystemet er mest hensiktsmessig å bruke selv om det er plasskrevende. Det skyldes at ved overløpsdrift blir kun overvannet sluppet

ut i resipient. Dermed unngås det at urensset kloakk blir sluppet ut i resipienten.

Fellessystemet er et avløpssystem hvor både spillvann og overvann blir transportert i samme avløpsledning. Regnvannsoverløp er en viktig av avløpsnett hvor det er utført som fellessystem. Dette overløpet har som hovedoppgave å hindre overbelastning på renseanlegg og ledningsnett nedstrøms ved snøsmelting og nedbør. Dette medfører at ved sterke regn vil urensset avløpsvann renne direkte ut i vannforekomster. Normalt er dette en bys største vannforurensningsproblem (Lindholm & Bjerkholt, 2010). Derfor er dette avløpssystemet ikke det beste å bruke i byer hvor det blir genert mye overvann. Det medfører at avløpssystemet ofte blir overbelastet og det blir sluppet ut urensset avløpsvann til resipienten.



Figur 2.18. Illustrasjon av fellessystemet og separatsystemet utarbeidet av Fredrikstad kommune.

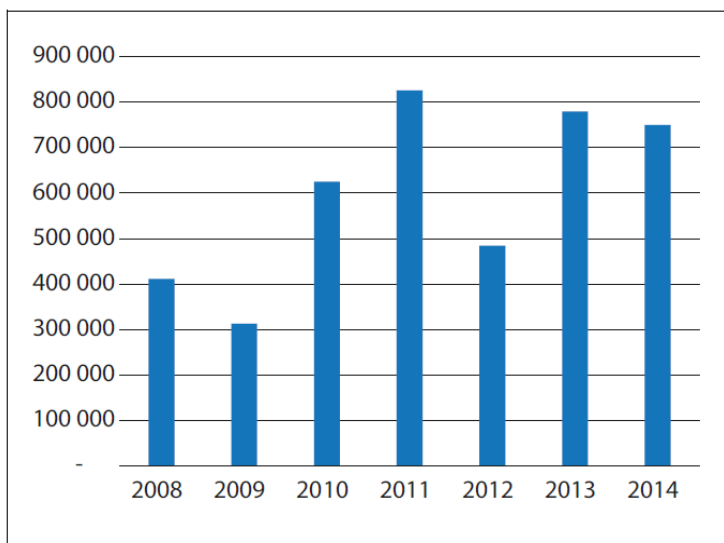
Skader som følge av dagens overvannshåndtering

I dagens samfunn har skader som følge av overvann blitt mer tidsaktuelt enn før. Skader som skyldes overvann øker. Disse overvannsskadene skyldes økning i nedbøren grunnet klimaendringene og økt vannavrenning på grunn av byutvikling med fortetting og nedbygging av grønnstrukturen i byer og tettsteder (NOU 2015:16).

Det er vanskelig å identifisere den konkrete årsaken til overvannsskader (NOU 2015:16). Det skyldes at overvann påvirkes både av naturlige forhold (f.eks. topografi og mye nedbør) og kollektivt påførte skader av mennesker (f.eks. flere småutbygninger og utslipp av klimagasser).

Det er også vanskelig å anslå det totale skadeomfanget av overvannsskader på nasjonalt nivå i Norge. Dette på tross av at mange av skadevirkningen er kjente. Det anslå at det totale skadeomfanget av overvannsskader ligger et sted mellom 1,6 og 3,6 milliarder kroner på landsbasis per år (NOU 2015:16). Dette underbygger at dagens måte å håndtere overvannet ikke er god nok ettersom den er skyld i store utbetalinger fra forsikringselskapene på landsbasis årlig.

I framtiden kan vi forvente flere episoder med kraftig nedbør og en økning i fortetting og utbygning i tettsteder og byer. Både fortettingen og klimautviklingen kan øke intensiteten i overvannsavrenningen. Dersom det ikke blir gjort forebyggende tiltak må det forventes at skadeutviklingen følger samme utvikling som i



Figur 2.19. Denne figuren viser forsikringsutbetalinger for vanninntrenginger utenfra i perioden 2008–2014.

dag. Denne utviklingen vil si at skadeomfanget og -kostandene av overvannet bare vil øke. På grunnlag av dagens mangelfulle grunnlag kan det forventes at kostnadene i forbindelse med overvann øker med 45 til 100 milliarder kroner i løpet av de neste 40 årene. Derfor er det behov for å klimatilpasse reguleringsplaner, reguleringsplaner og overvannssystemer. Dette bør gjøres for å forebygge og redusere skadevirkningene overvann påfører samfunnet i dag og framover i tid (NOU 2015:16).



Figur 2.20. Flom i Oslo gater, 2013.



Figur 2.21. Skader av flommen 24/7-2011 på jernbanen på Notodden, Telemark.

Åpen overvannshåndtering

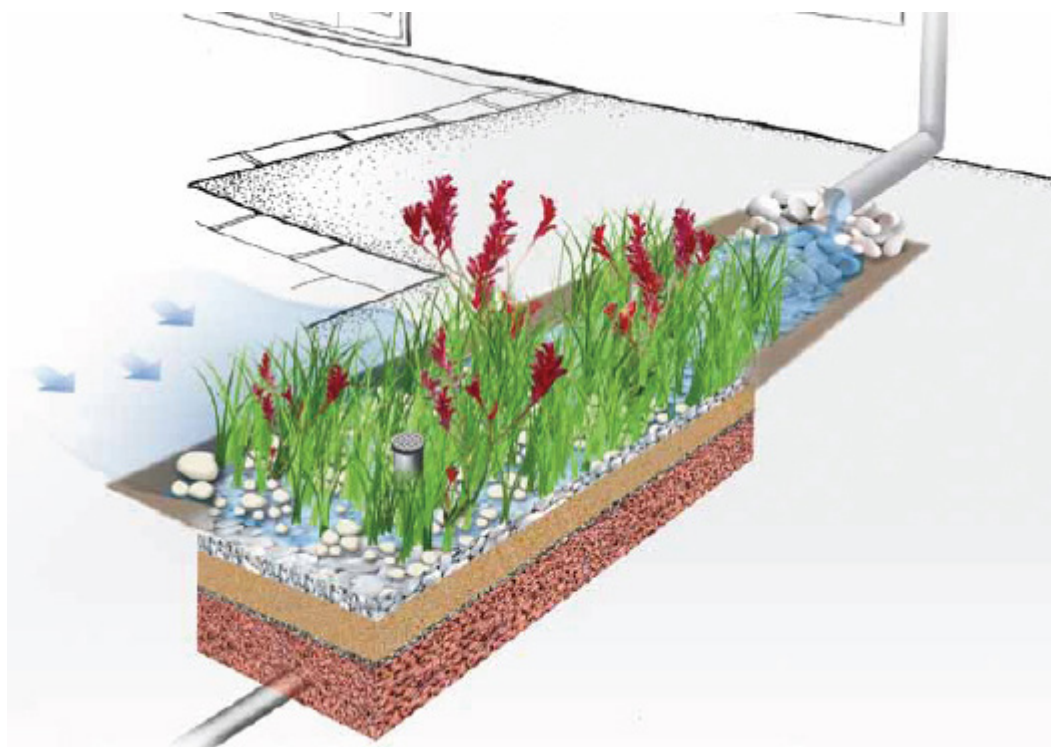
Åpen overvannshåndtering er et begrep som brukes om metoder for å håndtere overvannet lokalt som etterligner naturens måte å håndtere overvannet. Dette inkluderer infiltrasjon, dammer, våtmarker og fordrøyning på oversvømmelsesflater (Åstebøl et al., 2013). Det å håndtere overvannet lokalt vil si å la vannet finne naturlige veier i området via infiltrasjon på egnede arealer og la vannet renne videre i åpne vannveier eller dammer. Vannet vil finne veien naturlig til vassdragene før eller senere (Lindholm et al., 2008).

Anleggene som blir brukt i åpen og lokal overvannshåndtering skiller seg fra lukkede systemer ved at overvannet er synlig. Dersom slike anlegg skal fungere godt er riktig dimensjonering og utforming gode forutsetninger for å holde tilbake både overvannet og forurensinger i vannet (Åstebøl et al., 2013).

Å håndtere overvannet åpent og lokalt er en mer moderne måte å håndtere overvannet på. I de senere årene har mange erkjent at ved å

benytte åpne overvannsløsninger som dammer, naturlige dreneringer og renner istedenfor lukkede ledningsnett, kan overvannet bli et positivt og estetisk element i bybildet (Lindholm et al., 2008).

Det er mange gode grunner for å håndtere overvannet åpent og lokalt. Denne måten å håndtere overvannet på reduserer flombelastningen og forurensningstilførselen til vassdragene, frigjør kapasiteten på eksisterende avløpsnett og reduserer vannmengdene til rensenanleggene i områder med fellessystem. I tillegg tilfører en slik overvannshåndtering mange positive verdier til området. Eksempler på disse verdiene er at overvannet blir utnyttet som en ressurs for både planter og mennesker samtidig som det medfører økt biologisk mangfold. I tillegg tilrettelegger det muligheter for rekreasjon i bymiljøer samtidig som vann i byen gir trivsel og rekreasjon i lokalmiljøet. På samme tid vil belastningen på vassdrag og risiko for flomskader reduseres (Åstebøl et al., 2013).



Figur 2.22. Illustrasjonen viser et eksempel på hvordan overvannet kan bli håndtert åpent og lokalt ved bruk av regnbed og frakobling av taknedløp.

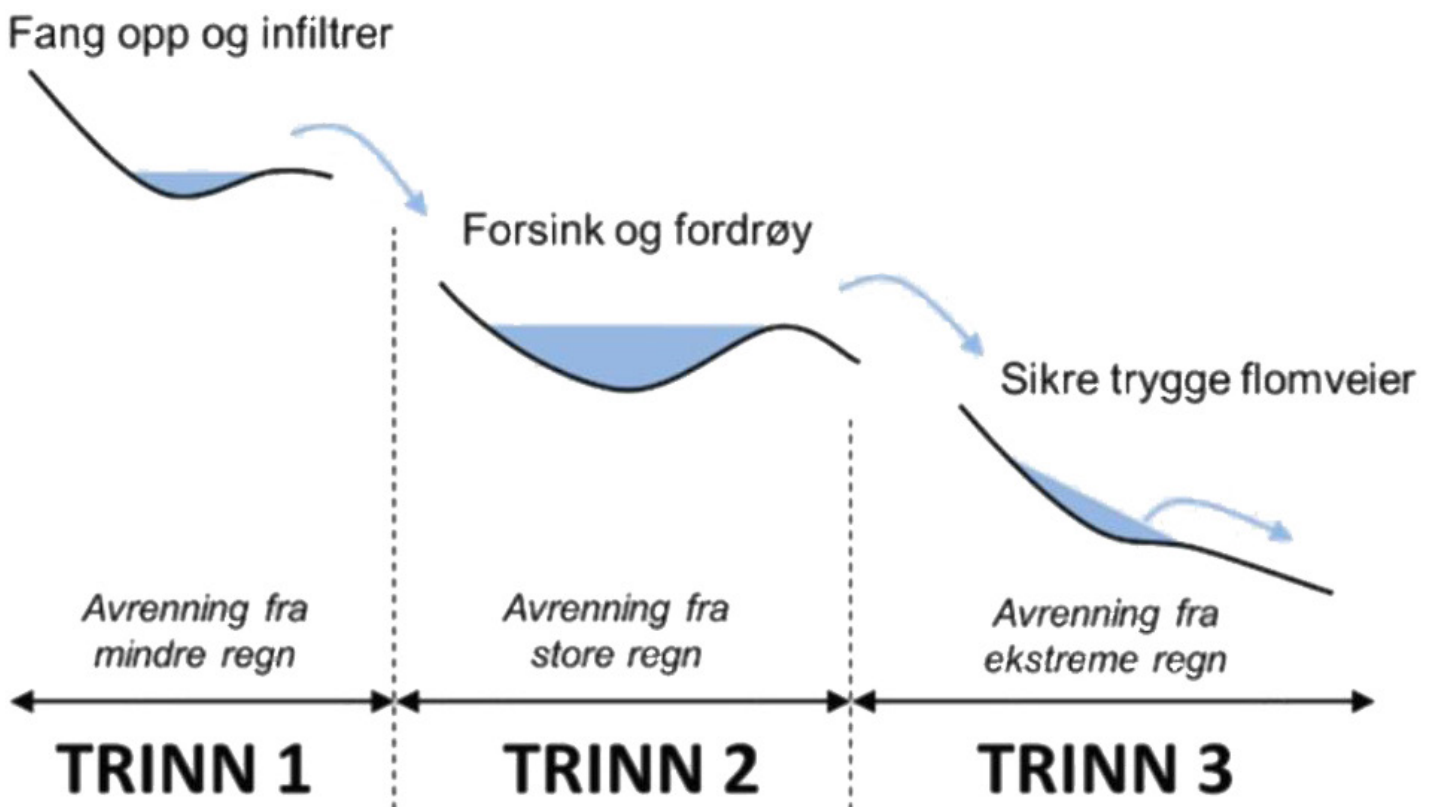
Treleddsstrategien

Denne strategien kan defineres som en «kombinasjon av tiltak som av infiltrrer, fordrøyer og avleder overvann til resipienten på en trygg måte» (NOU 2015:16). Figuren under viser tankegangen bak treleddstrategien gjennom bruk av infiltrasjon, fordrøying og forsinking samt trygge flomveier. Denne strategien omhandler hvordan det er ønskelig å håndtere nedbøren (Lindholm & Bjerkholt, 2010). Hensikten med strategien er å skape et bedre bymiljø og avlaste avløpsnettets samt sikre en trygg bortledning av overvannet til resipienten (NOU 2015:16).

Tankegangen bak treleddstrategien er at overvannet i det første leddet skal håndteres lokalt og infiltreres om det er muligheter for det. Det første leddet inkluderer kun mindre nedbørshendelser og avrenning av overvann. Når nedbørs- og avrenningsmengdene blir

større vil vannet renne videre til åpne anlegg som vil fordrøye og forsinke overvannet (ledd 2). Enkelte nedbørshendelser er såpass store at de normale systemene ikke har kapasitet til å håndtere vannmengde alene. Derfor må det anlegges flomveier som kan avlede vannet fra disse nedbørshendelsen på en trygg måte (ledd 3). Slike regnhendelser er sjeldne (Lindholm & Bjerkholt, 2010).

Hvis treleddsstrategien følges er resultatet et overvannssystem som egner seg godt til å respondere på både normale og ekstreme nedbørshendelser. Tiltakene kan også tilpasses gradvis etter hvert som klimaendringene vil utvikle seg. I tillegg vil synlig vann i bomiljøet oppleves som positivt, men det kan være utfordrende med sikkerhet og vannkvalitet (NOU 2015:16).



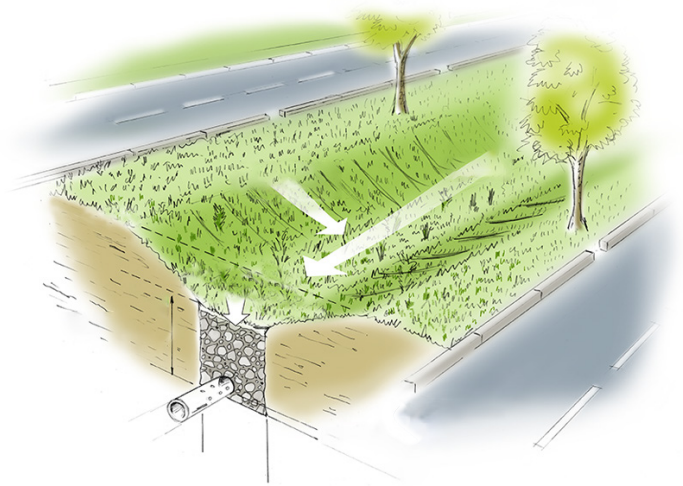
Figur 2.23. Illustrasjon av treleddstrategien som viser hvordan nedbøren bør håndteres.

Lokal overvannsdiskonering (LOD)

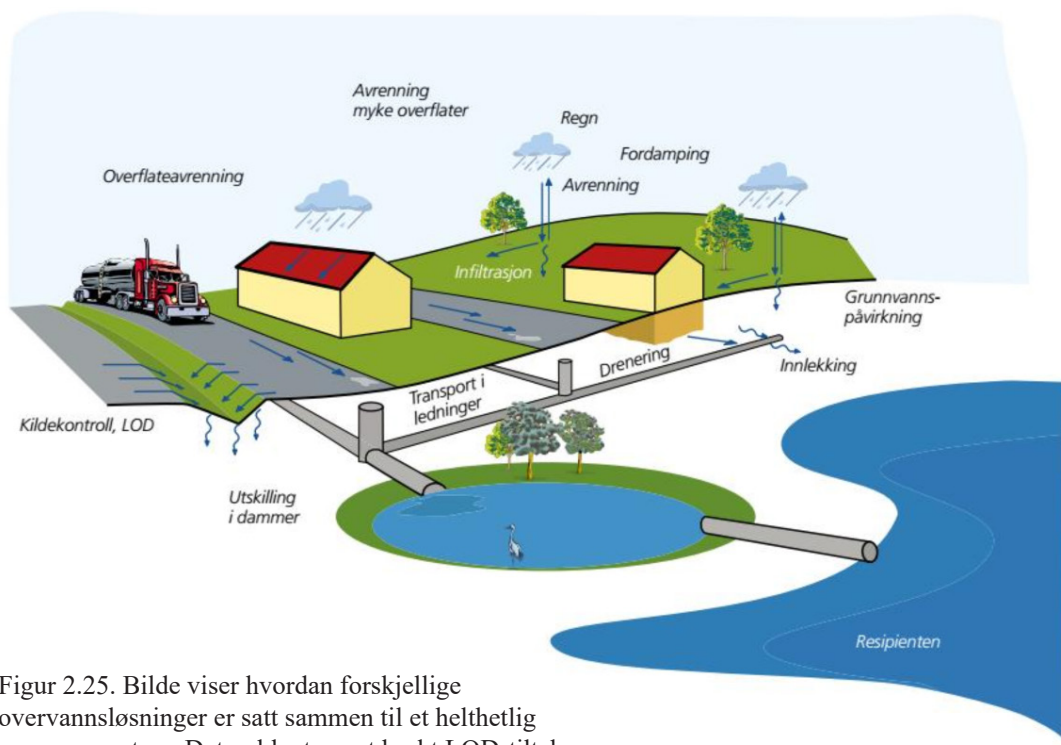
Overvannet kan håndtere lokalt eller det kan føres bort i avløpsledninger. Det å behandle overvannet lokalt vil si å la vannet finne naturlige veier i området gjennom bl.a. infiltrasjon i grunnen eller at vannet blir ledet bort via åpne renner og dammer (Lindholm & Bjerkholt, 2010). Dette innebærer også å redusere eller eliminere tilrenning av overvann til avløpssystemene. Det hjelper også å forsinke overvannet før det slippes på avløpssystemet. Dette er noe av det som blir inkludert i begrepet lokal overvannsdiskonering (LOD). I prinsippet omfatter LOD alle ulike alternativ til den tradisjonelle bortledningen av overvann i rør (Lindholm et al., 2008). Eksempler på LOD-tiltak er infiltrasjon på gresskledde flater, grønne tak, dammer, våtmark og infiltrasjonsgrøfter.

De lokale forhold har stor betydning for valg av LOD-tiltak i et prosjekt. I tillegg er det et kaldt klima i Norge og derfor er det nødvendig at anleggene fungerer på vinterstid (Lindholm & Bjerkholt, 2010). Ved valg og eventuelt kombinasjon av de ulike LOD-tiltakene i et prosjekt avhenger dette av om det aktuelle område bl.a. ligger i flatt eller bratt terreng samt om grunnen er impermeabel eller permeabel (Vasseljen et al., 2016). Dersom det er mulig bør det anvendes LOD-tiltak før rørkapasiteten økes i områder med sprenget kapasitet på avløpsnett (Lindholm et al., 2008).

Ved å ta vare på overvannet og håndtere det lokalt og åpent i nedbørsfeltet medfører at det naturlige kretsløpet for vannet beholdes og overvannet vil skape positive elementer for miljøet både lokalt og regionalt. I tillegg er LOD-anlegg viktige for å redusere flomskader, kjelleroversvømmelser og forurensningsutslipp. Dersom anleggene skal fungere optimalt er det viktig med rutinemessig drift og vedlikehold av anlegget. Hvis ikke dette gjennomføres vil anleggene ikke kunne opprettholde sin tiltenkte funksjon. I tillegg kan anlegget bli lite tiltalende og forsøpelt. God drift og vedlikehold av LOD-anleggene er den beste garantien for at investeringene i anlegget gir god avkastning både samfunnsmessig og miljømessig (Lindholm & Bjerkholt, 2010).



Figur 2.24. Eksempel på en infiltrasjonsgrøft som et LOD-tiltak.



Figur 2.25. Bilde viser hvordan forskjellige overvannsløsninger er satt sammen til et helhetlig overvannssystem. Det er blant annet brukt LOD-tiltak.

Overvannshåndtering i framtiden - bærekraftige og åpene overvannsløsninger

I løpet av de siste årene har det vært en økning i flomskader. Det samme gjelder for andre skader som følge av overvann. Dette skyldes en økning i nedbørsflommer og endringer i klimaet. De ulike klimascenariene viser at det vil bli en økning i hyppigheten av slike flommer samtidig som store endringer i klimaet er en realitet. Fortetting og økt urbanisering bidrar også til dette. Derfor er det et sterkt behov for nye grep i arbeidet med overvann. Dette arbeidet bør også styrkes (Lindholm et al., 2008).

En god overvannshåndtering innebærer metoder og løsninger som skal tilpasses lokale behov og forhold. Disse løsningene skal være bærekraftige samtidig som de tilfører omgivelsene nye kvaliteter (Lindholm et al., 2008). For å få til en god klimatilpasset og bærekraftig overvannshåndtering må tverrfaglighet og god planlegging inngå i prosessen med å utvikle dagens overvannshåndtering (Asker kommune, 2018). Dermed må mange fagdisipliner og fagetater



Figur 2.26. Bilde viser hvordan det kan etableres hager som tar i mot regnvann i nærheten av boligblokker.



Figur 2.27. Utvikling av grønne strukturer er viktig for en god og bærekraftig overvannshåndtering. Dette er også arealer som bidrar til en bærekraftig overvannshåndtering og bør derfor beholdes.

i kommunen medvirke i dette arbeidet med overvannshåndteringen i kommunene.

I dag har vi en overvannshåndtering som er billig og på en mest mulig effektiv måte fjerner overvannet fra bebygde arealer. Dette er en motsetning til det som kan kalles en bærekraftig overvannshåndtering. Når det benyttes en bærekraftig overvannshåndtering involverer det også andre kvaliteter som blant annet estetikk, rekreasjon og biologisk mangfold. En bærekraftig og framtidrettet overvannshåndtering baserer seg på å bevare overvannet i området der det er ved å redusere overvannsavrenningen gjennom infiltrasjon og fordrøyning. Dermed unngås det også at overvannet blir forurenset (Lindholm et al., 2008).

Proessen med å planlegge en mer bærekraftig og langsiktig overvannshåndtering er mer kompleks og tidkrevende enn planlegging av den tradisjonelle overvannshåndteringen (Lindholm et al., 2008). Derimot er det nødvendig å revurdere og gjøre nye inngrep i hvordan det i dag arbeides med overvannshåndtering i Norge. Til syvende og sist er det både en økonomisk og samfunnsmessig fordel å utvikle overvannshåndteringen mot mer bærekraftige og klimatilpassede løsninger (Lindholm et al., 2008). I dette arbeidet bør også den eksisterende blågrønne strukturen få en sentral plass. Det er i slike områder det kan bli gjort mye med tanke på overvannshåndteringen. Det skyldes at store deler av Norge allerede er utbygd. Derfor holder det ikke å kun fokusere på overvannshåndtering i nye utbyggningsområder, men det må også iverksettes tiltak i eksisterende utbygde områder.

Framover bør også det grønne skrifte bli mer blått. Det må også i større grad arbeides med en byutvikling som er basert på naturen og landskapets egne premisser. Både klimaendringer og befolkningsvekst har gjort det nødvendig å utvikle tettsteder og byer på nye måter (Backe, 2016). Det å ta hensyn til overvann er blitt viktigere, men vil bli enda viktigere i årene som kommer. Dette skyldes at klimaendringene fører til bl.a. mer nedbør i framtiden.

Som nevnt tidligere er byer og tettsteder ofte planlagt etter prinsippet om at overvannet er et problem og skal helst raskest mulig vekke fra overflaten og ned i avløpssystemene. Samtidig er mange bekker og elver langt i rør. Disse prinsippene har bidratt mye til flom på enkelte steder. Derfor er det helt nødvendig å overvannet sin naturlige plass tilbake i landskapet og la det bli synlig i landskapet. Med andre ord må et åpent, bærekraftig og tilgjengelig vannsystem prioriteres i planleggingen (Backe, 2016).

Håndtering av overvann i planleggingen

Et viktig premiss for god planlegging av overvannshåndtering er en bevisst holdning til nedbørfeltet, det hydrologiske kretsløpet og prosjektområdets beliggenhet i dette. Etablering av nye blågrønne strukturer utgjør en sentral nøkkel for en god overvannshåndtering. Det samme gjelder for videreutvikling av eksisterende blågrønne strukturer (Vasseljen et al., 2016).

Det er mye aktivitet og mange involverte både på lokalt og nasjonalt nivå i forhold til praksisen for overvannshåndteringen i Norge. Den største pådriveren for å bedre kunnskap, mer tverrsektorielt samarbeid og bedre rammevilkår rundt overvannsproblematikken er vann- og avløpssektoren (NOU 2015:16).

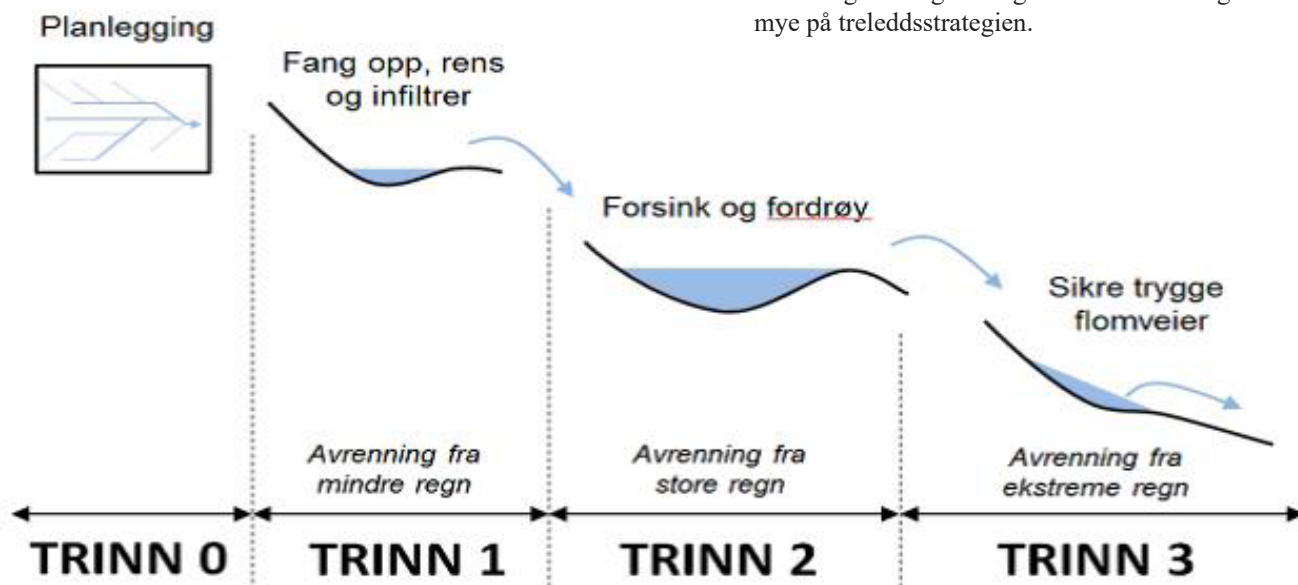
God planlegging for overvannshåndtering vil bli stadig viktigere både i dag og i årene framover.

Fireleddsstrategien

Fireleddsstrategien kan ses på som en videreutvikling av treleddsstrategien. Disse to strategien går ut på det samme, men i fireleddsstrategien er det lagt til et ledd 0 slik det framgår av figuren nedenfor. Ledd 0 er planlegging. Tverrfaglig og god planlegging er viktig for å kunne få til en klimatilpasset og bærekraftig overvannshåndtering. Planlegging bør også være basert på bruk av treleddsstrategien og LOD-tiltak (Asker kommune, 2018).

Både private og offentlige utviklere må forholde seg aktivt til overvannsdiskonseringen. Dette må de ulike aktørene forholde seg til enten gjennom krav og påbud eller av egen interesse (Vasseljen et al., 2016). I dag har kommunene i Norge til en viss grad begynt å benytte seg av de mulighetene som allerede finnes i den eksisterende lovgivingen i forhold til overvannshåndtering. Det er også viktig at kommunene benytter seg av eksisterende lovverk med hensyn på kraftig nedbør og overvannsproblematikken. I tillegg er det viktig at kommunene legger vekt på dette i sin planlegging (NOU 2015:16). Det er også muligheter for kommune å benytte seg av andre virkemidler enn kun lovverket i planleggingen. Andre virkemidler som kan benyttes er bl.a. økonomiske og informative virkemidler.

Det er gjennom tverrfagligheten i planleggingen for å få til en god overvannshåndtering at landskapsarkitekter kommer inn. Her vil flere fagfelt samarbeide for å kunne få til en best mulig klimatilpasset og bærekraftig overvannshåndtering.



Figur 2.28. Illustrasjon av fireleddsstrategien. Slik det framgår av figuren ligner fireleddsstrategien mye på treleddsstrategien.

Virkemidler i planleggingen

Det er flere virkemidler som kan brukes i planleggingen for å oppnå en bedre og mer bærekraftig overvannshåndtering. I denne oppgaven forstås virkemidler i planleggingen som et middel en eller flere aktører bruker for å utløse et tiltak (Paus et al., 2015). Eksempler på virkemidler som kan brukes i planleggingen er juridiske virkemidler, økonomiske virkemidler, informative virkemidler og samordningsvirkemidler (NOU 2015:16).

Juridiske virkemidler er lover og forskrifter som kan pålegges av myndighetene. Dermed inkluderer dette abonnementsvilkår, tillatelser og avtaler mellom bedrifter og myndigheter. Forbud eller påbud kan være med på å regulere overvannshåndteringen i forhold ønsket håndtering av dette (Paus et al., 2015). I Norge er det hovedsakelig Stortingsmeldinger, offentlige utredninger, EUs vanddirektiv, Norges lover og forskrifter som faller inn under denne kategorien (Vasseljen et al., 2016). De lovene er mest relevante for overvannshåndteringen er Plan- og bygningsloven (PBL), Graneloven, Forurensningsloven og Naturmangfoldloven.

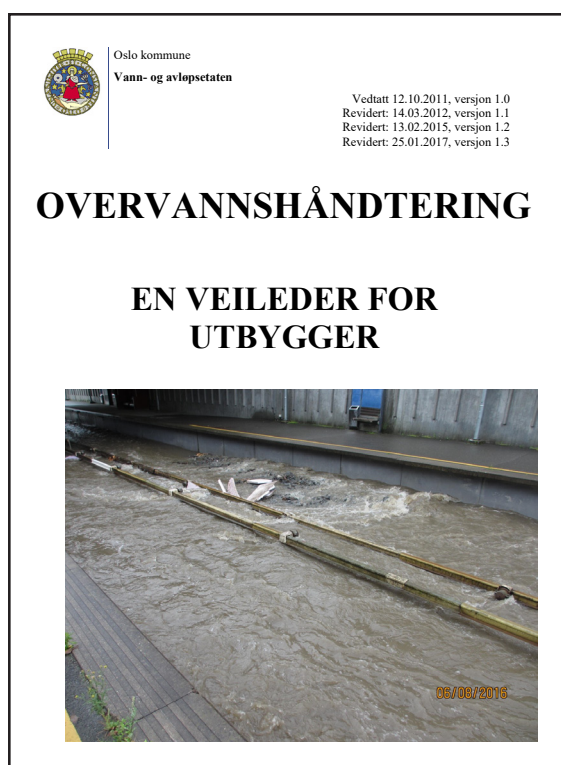
Økonomiske virkemidler er virkemidler som motiverer til implementering av overvannstiltak som fører til reduksjon av risikoen for oversvømmelser ut fra et økonomisk perspektiv. Dette kan f.eks. være tilskudd til etablering av lokale overvannstiltak eller gebyrer for bortledning av overvann på kommunens

avløpsnett (Paus et al., 2015). Dette er et virkemiddel som ikke er så mye brukt i Norge, men som brukes aktivt i bl.a. Danmark og England.

Informative virkemidler er tiltak som skaffer ny informasjon og som gjør denne informasjonen forståelig, lett tilgjengelig og relevant for den aktuelle brukeren (NOU 2015:16). I tillegg fremmer disse virkemidlene kunnskap og bevisstheten hos innbyggere og virksomheter til å bidra til å gjennomføre gode tiltak i forhold til overvannshåndteringen (Paus et al., 2015). Gode eksempler på informative virkemidler er veiledere, retningslinjer og andre informasjonsdokumenter om overvannshåndteringen.

Samordningsvirkemidler innebærer tiltak som bidrar til samordning mellom de ulike partene. Med andre ord vil det si samarbeid, kommunikasjon og styring mellom aktuelle aktører. Eksempler på slike typer virkemidler er etablering av felles plattformer for utveksling av informasjon eller en overordnet styring aktuelle aktører organiseres i forhold til posisjon og rolle (Paus et al., 2015).

I denne oppgaven er de informative virkemiddeleene viktigst. Videre i oppgaven kommer en oversikt over noen overvannstiltak som kan bearbeides og bli en veileder for privatpersoner som omhandler overvannshåndtering på privat eiendom.



Figur 2.29. Bildet viser et eksempel på et informativt virkemiddel. Dette er en veileder for utbygger utarbeidet av Oslo kommune.

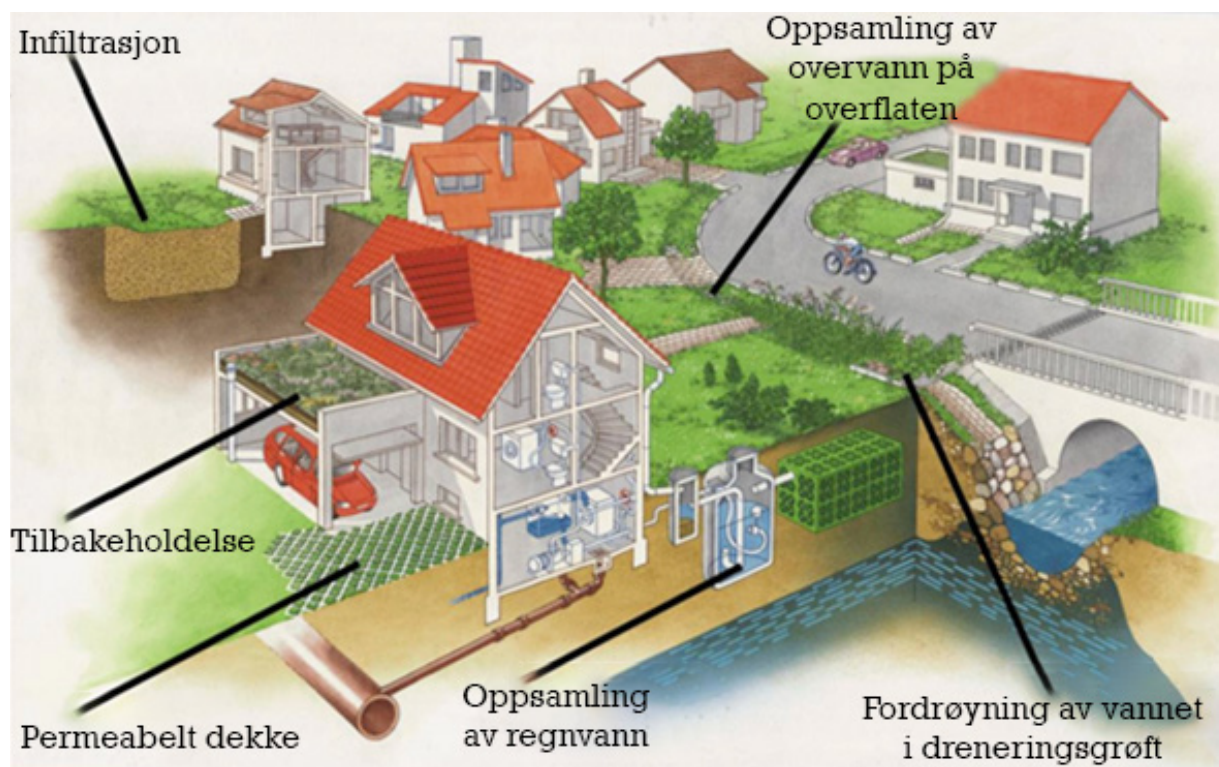
Overvannshåndtering i nye og eksisterende områder

Nye og eksisterende områder har ulike forutsetninger og muligheter for overvannshåndtering, både åpen lokal overvannshåndtering og tradisjonell overvannshåndtering. Fordelen i nye områder er at man har gode forutsetninger for optimalisering av landskapsutforming, arealbruk og VA-tekniske løsninger som gir gode forutsetninger for å kunne tilpasse overvannsløsninger de lokale forholdene på det aktuelle stedet (Åstebøl et al., 2013). Denne muligheten eksisterer ikke i allerede bebygde områder, men det umuliggjør ikke en god overvannshåndtering.

Hovedstrukturen i overvannsystemet er allerede gitt i allerede eksisterende område. Dette er utfordrende i slike områder og setter en begrensning for utvalget av overvannsløsninger. I eksisterende områder må tiltakene hovedsakelig rettes mot kilden. Det vil si håndtere vannet før det kommer ned i ledningssystemet. Frakobling av taknedløp på ledningsnett er et aktuelt tiltak i slike tilfeller (Åstebøl et al., 2013).

Tradisjonelt er det brukt lukkede overvannsløsninger i eksisterende bebyggelse. Det gjør det mer krevende å få til åpne og lokale overvannstiltak enn i ny bebyggelsen hvor dette kan komme inn i prosjektet fra starten av. Gjennom planlegging av overvannstiltak i eksisterende områder er det nødvendig å se på flere ulike tiltaksløsninger både på privat grunn og sentrale tiltaksløsninger på mer offentlige områder (Åstebøl et al., 2013).

I dag legges ansvaret for overvannshåndtering på kommunene. Det anbefales at hver enkelt kommune utarbeider og gjennomfører en overordnet overvannsstrategi. Dette arbeidet er utfordrende for kommune samtidig som det fortsatt er noe uklart hvilke plikter og ansvar kommunen og huseier har. På samme tid er det også uklart hvilke overvannstiltak det kan pålegges eksisterende anlegg, infrastruktur og bebyggelse. I tillegg fokuserer plan- og bygningsloven mye på overvannstiltak i nye områder og ikke mye på allerede eksisterende bebygde områder (NOU 2015:16).



Figur 2.30. En helhetlig overvannshåndtering hvor det er brukt flere små tiltak både på privat og offentlig eiendom.

Overvannshåndtering på private og offentlige områder

Den grunnleggende filosofien for lokal og åpen overvannshåndtering er å ta hånd om regnet der det faller. Det innebærer å bruke tiltak både på offentlig og privat grunn nær bebyggelsen og andre tette flater som parkeringsplasser, veier og lignede (Åstebøl et al., 2013).

Som nevnt tidligere er det nødvendig å se på flere ulike overvannstiltak i eksisterende områder hvor både offentlige og private eiendommer blir inkludert. Frakobling av taknedløp på ledningsnett og etablering av regnbed er aktuelle løsninger på privat grunn som kan anlegges i ettertid. I tillegg er filteranlegg og basseng sentrale løsninger som også er mulig å anlegge senere. Andre mulige løsningsveier er bruk av blant annet idrettsanlegg til kontrollert magasinerings av overvann (Åstebøl et al., 2013).

Slik mulighetene er for kommunen i dag er det begrenset hva kommunen kan pålegge og kreve av overvannstiltak i eksisterende bebyggelse. Dette gjelder også ovenfor eier av hver enkelt eiendom. I dag retter plan- og bygningsloven hovedsakelig seg mot nye tiltak og utbyggingsprosjekter. Dermed har denne loven mindre betydning for allerede eksisterende bebyggelse. Kommunen kan imidlertid gi pålegg om infiltrasjon med støtte i vannressursloven § 7. Denne bestemmelsen i lovverket er lite kjent samtidig som det er uklart om hvor langt denne rekker. Et eksempel er om denne bestemmelsen kan brukes for å kreve at tette flater fjernes og blir erstattet med vegetasjon eller andre tiltak som bidrar til fordrøyning og infiltrasjon av



Figur 2.31. Overvannstiltak kan også benyttes ved offentlige parkeringsplasser og andre arealer med harde flater.

overvann (NOU 2015:16). Derimot er lettere for kommunen å gjennomføre overvannstiltak i offentlig områder som eies av kommunen. Her kan kommune gjøre som de vil selv om det er utfordrende å gjennomføre overvannstiltak i allerede eksisterende og bebyggede områder.

Kilden for overvannet er ofte på private tomter og eiendommer. Derfor er det viktig å oppmuntre private til å gjennomføre tiltak på sin egen tomt slik at overvannet kan infiltreres eller bli fordrøyd og forsinket nær kilden. Det kan være aktuelt å pålegge dette på de private grunneierne. Det vannet som ikke kan tas vare på i privateide områder må tas hånd om av kommunale tiltak på offentlige arealer (Lindholm et al., 2008).

Figur 2.32. I dette boliområdet er det blitt bruk flere typer overvannstiltak som f.eks. minimalt med harde og tette flater som frugjør arealer til fordrøyning og infiltrasjon.



Overvannets positive kapasitet

Overvannet trenger ikke nødvendigvis å være et problem i dagens samfunn slik det ofte blir sett på som (Lindholm et al., 2008). Overvann kan også brukes som en ressurs for å skape gode opplevelser i utemiljøet, da i form av dammer, vannspeil, åpne bekkeløp og vannrenner. I tillegg til denne opplevelsesverdien oppnås andre positive effekter som f.eks. fordroyning av overvann, økt biologisk mangfold og flomforebygging (Vasseljen et al., 2016). Overvannet er inngår også som et viktig element i blågrønne struktur og i vurderingen av blågrønn faktor i grøntområder.

Overvannet som ressurs, ikke problem

Overvannet har blitt sett på som utelukkende et problem i mange år, men dette vannet bør heller bli oppfattet som en ressurs for opplevelse og rekreasjon samt et verdifullt element i nærmiljøet. I tillegg er de tradisjonelle løsningene for håndtering av overvann kostbare og ikke gode nok. Derfor bør det heller velges åpne og lokale løsninger for håndtering av overvannet (Vasseljen et al., 2016). Dermed blir overvannet et estetisk element i bybildet.

Vann er et element i nærmiljøet som oppleves attraktivt og som noe positivt. Derfor kan det oppnås et bedre bomiljø og i enkelte tilfeller lavere kostnader dersom det planlegges for at overvannet ledes bort gjennom dammer og åpne vannveier, altså at overvannet blir håndtert gjennom åpne og lokale løsninger istedenfor den tradisjonelle løsningen (Lindholm et al., 2008).

Overvannet og byvassdragene bør behandles og planlegges som en helhet. En slik måte å se overvannet på krever en god kobling mellom areal- og landskapsplanlegging og overvannshåndtering. Dersom dette blir gjort på en god måte vil overvannet bli sett på som et positivt og verdifullt element i nærmiljøet framfor noe som skaper problemer og store utbetalinger fra forsikringsselskaper til flomskader på både bygninger og infrastruktur (Lindholm & Bjerkholt, 2010). Gjennom planleggingen av overvannsløsninger og håndteringen av overvannet bør man være oppmerksom på at overvannet kan inneholde en god del miljøgifter og forurensninger. Dette bør det tas hensyn til slik at det ikke får store konsekvenser for bl.a. følsomme og sårbare vannforekomster (Lindholm et al., 2008).



Figur 2.33. Flom ved E16 på Vøyenenga. Dette er et godt eksempel på hvordan overvannet kan være et problem.



Figur 2.34. Dette bildet illustrerer hvordan blågrønne områder kan være et positivt element i nærmiljøet også for barn og unge.

Grønne og blågrønne strukturer i urbane områder

Det mange kommuner som ikke har oversikt over verdifulle områder tilknyttet det grønne og det blå innenfor kommunegrensen sin. Disse verdifulle områdene består av og har tilknytning til landskapet, natur og rekreasjon/friluftsliv. Når fortetting utføres med liten eller ingen kunnskap om grøntområders betydning kan verdifulle grøntområder og bokvaliteter i nærmiljøet bli ødelagt (Direktoratet for naturforvaltning, 2003). Derfor er det viktig med kunnskap om både det grønne og det blå i planleggingen for kunne beholde de positive effektene grønnstrukturen og blågrønne strukturer.

Grønnstruktur og blågrønne strukturer er begreper som brukes innenfor fagfeltet vårt som har blitt mer og mer aktuelt i de senere årene. I dagens samfunn hvor det er behov for å fortette mange steder går dette utover de naturpregede områdene i urbane områder. Etterhvert har man også innsett at slike naturpregede arealer har mange fordeler. Denne fortetting som strategi for miljøvennlig tettsted- og byutviklinger stiller oss ovenfor mange nye og store

utfordringer. Planmyndighetene stiller krav til at blant annet grønnstrukturen er et fokusområde i den fysiske planleggingen (Direktoratet for naturforvaltning, 2003), men hva ligger det i begrepet grønnstruktur og blågrønne strukturer?

Grønnstruktur defineres som «veven av mer eller mindre sammenhengende, store og små naturpregede områder i byer og tettsteder og består av:

1. Overgangssonen mellom by og land, dvs. de nærmeste 1-2 km inn i de store natur- og kulturlandskapsområdene rundt byen
2. Store og små naturområder i byen inkludert strandområder, kystsonen, sjøer, tjern, elver og bekker
3. Parker, institusjonsområder, skolegårder, kirkegårder, alléer og andre opparbeidete grønne områder
4. Jordbruksområder og kolonihager
5. Private hager/fellesarealer i boligområdene
6. Grønne «restområder» som både kan ha kultur- og naturpreg, f.eks. rivetomter, industriotomter, fyllinger, løkker, veikanter, ulike kantsoner og lignende» (Direktoratet for naturforvaltning, 2003).

Denne definisjonen er hentet fra håndboken Grønn by ...arealplanlegging og grønnstruktur som ble utgitt av Direktoratet for naturforvaltning i 2003. Det er kommet en nyere håndbok med tema grønnstruktur i planlegging i 2014, men definisjonen på grønnstruktur her tar ikke med privathager og felleshager i sin definisjon av grønnstruktur slik som de foregående håndbøkene gjør med samme tema (Miljødirektoratet, 2014). I denne oppgaven er det valgt å bruke definisjonen til håndboken fra 2003 som er relativt lik den fra foregående håndboken fra 1994 (Thóren & Nyhuus, 1994). Det skyldes at privathager og felleshager er tatt med i grønnstrukturbegrepet.

Den blågrønne strukturen kan defineres som «nettverket av blå (vann) og grønne områder som ligger mellom og utenfor bebyggelsen» (Hamar kommune, 2015). Her blir områder som små og store naturområder, kulturlandskap, vassdrag med omgivelser og urbane områder hvor det er tilrettelagt for rekreasjon og lek tatt med i begrepet.

Disse to definisjonene av grønnstruktur og blågrønne strukturer dekker mye av det samme og har relativt lik betydning. Blågrønne strukturer er i bunn og grunn det samme som grønnstruktur, men forskjellen er at det «blå» (vannet) er mer spesifisert i navnet til blågrønne strukturer.

Den naturen som er rundt og i byen eller tettsteder er et helt sentralt element for forming og identitetsskaping til stedet. Naturen er også viktig for befolkningens muligheter for friluftsliv og andre uteaktiviteter på en miljøvennlig og enkelt måte. Med sine grønne strukturer og turveier både for sykkel og gange spiller naturen en viktig rolle for folks helse og trivsel. I tillegg til dette åpner naturen opp for mange muligheter for lek, mosjon, rekreasjon, opplevelse, sosialt samvær og friluftsliv til alle årets årstider. Kontakt med eller utsikt til natur har vist seg å påvirke immunforsvar og hormoner samtidig som den har positiv effekt på prosessen med å bli frisk for syke mennesker (Hamar kommune, 2015). Dette er kun noe av det



Figur 2.35. Bilde viser en grønnstruktur som inneholder et åpent vassdrag. Slike områder er viktig for infiltrasjon og fordøyning av overvann.

positive naturen gjør for menneskene og ikke bare områder hvor det kan oppnås en god og bærekraftig overvannshåndtering.

Med tanke på klimatilpasning har den blågrønne strukturen en stor betydning. Arealer med grønne flater og åpne vassdrag er viktige arealer for både infiltrasjon og fordrøyning av overvann. Derfor vil en god blågrønn struktur kunne bidra til å øke klimarobustheten til en by (Hamar kommune, 2015). I tillegg vil man gjennom arbeid med den blågrønne infrastrukturen jobbe med naturen istedenfor mot den. Som et eksempel kan man tilpasse parker til å håndtere overvannet på en naturlig måte og på den måten hindre flom i urbane områder. I tillegg vil man også unngå mange «grå» løsninger i byen, særlig da i form av flomsikring i betong, overvannsmagasiner under bakken og andre lignede løsninger på overvannsproblemet. Derfor kan det sies at gode blågrønne løsninger ikke bare løser et problem, men også gir økt verdi i form av vakre parker og naturområder i nærmiljøet (Rambøll).



Figur 2.36. Fortetting og urbanisering går ofte utover grøntområdene. Bilde viser et eksempel på dette, men her har planleggerne klart å beholde den urbane parken som ligger ved elven.

Fortettingen og nedbyggingen av grøntområder finner ofte sted til fordel for andre formål som f.eks. kirkegård, skole, barnehage, idrettsanlegg eller bygninger. Konsekvensene av dette blir at tilgangen på natur og rekreasjonsområder blir mindre. Dette medfører også oppsplittingen av grøntarealer som begrenser områder som er tilgjengelig for infiltrasjon og fordrøyningen av overvannet i urbane områder (Hamar kommune, 2015).



Figur 2.37. Slike blågrønne strukturer som bildet viser er også viktige for menneskers helse og tivsel. Derfor er blågrønne strukturer ikke kun viktig for å oppnå en god overvannshåndtering.

Blågrønn faktor

Blågrønn faktor blir ofte forkortet BGF og er et verktøy i byggesaksprosjekter. Dette verktøyet skal sikre forutsigbarhet for utbygger når det gjelder de kravene som er stilt til vegetasjon, biodiversitet og vannhåndtering (Ardila et al., 2014b). Ved bruk av blågrønn faktor i planprosessen bidrar dette til å gi uterom og grøntarealer en høyere status.

Gjennom bruk av BGF-metoden gir dette muligheter for utbygger å velge hensiktsmessige løsninger for den aktuelle eiendommen. Metoden skal i første omgang sikre potensialet for overvannshåndtering og vekst av vegetasjon. Det å motivere utbygger til å økte innslag og ivareta ulike blågrønne kvaliteter i uteområder er hovedformålet med blågrønn faktor (Ardila et al., 2014b).

Blågrønn faktor skal også bidra til følgende:

- Dempe skader fra mer og kraftigere nedbør
- En bærekraftig overvannshåndtering
- Fremme estetiske og økologiske kvaliteter
- Utvikling av jordsmonnet
- Forbedring av vannkvalitet, mikroklima og luftkvalitet
- Tilrettelegge for bedre uterom

For å finne ut den blågrønne faktoren brukes det poengsetting av forskjellige blågrønne kvaliteter på den aktuelle eiendommen ved hjelp av et regneark. Dette regnearket vil automatisk regne ut den blågrønne faktoren etter følgende formel: $BGF = \frac{\text{Økologisk effektiv flate}}{\text{Totalt tomteareal}}$. Verdisetting av de ulike kvalitetene vurderes

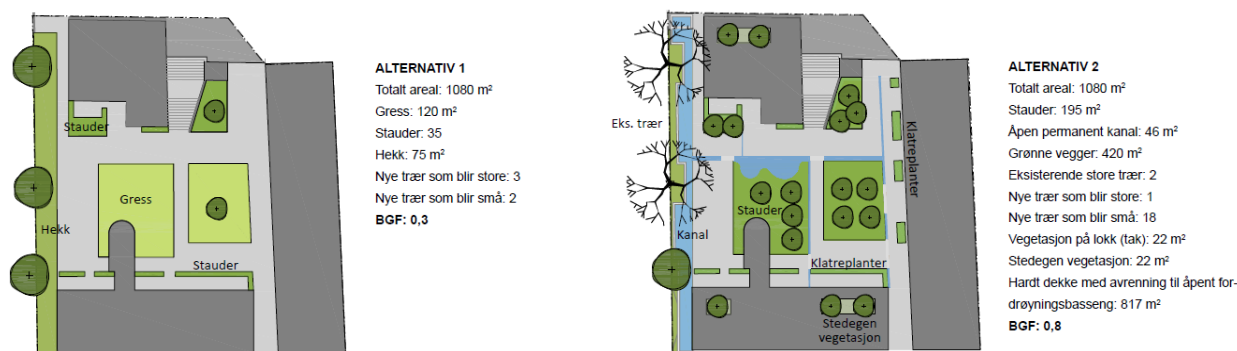
ut ifra en skala fra 0 til 1. Denne skalaen brukes slik at areal med f.eks. vegetasjon, vannspeil og permeable flater får høyest verdi mens arealer med få blågrønne kvaliteter vil få lave verdier.

Det stilles ofte et minimumskrav til BGF i planprosessen. Dette kravet vil variere i henhold til hvilken områdetype den aktuelle tomten ligger i. Rapporten BGF Veileder byggesak er følgende minimumskrav anbefalt:

1. Prosjekter i tett by/sentrumsområder: 0,7
2. Prosjekter i ytre by/småhusbebyggelse/rekkehus/åpen blokkbebyggelse: 0,8
3. Offentlige gater og plasser: 0,3

Kommunene kan også sette et minimumskrav for BGF som gjelder i kommunen. I Oslo kommune hvor caseområdet i denne oppgaven ligger er bestemmelsen at BGF skal til enhver tid følge gjeldende norm for blågrønn faktor (Kommunplan 2015. Oslo mot 2030- Smart, trygg og grønn, 2015). Dermed er det de gitte minimumskravene til rapporten BGF Veileder i byggesak som gjelder i Oslo kommune.

I 2016 ble det utarbeidet en rapport på grunnlag av en teoretisk gjennomgang av byggesakveilederen Blågrønn faktor (BGF) og kartlegging av de brukererfaringene som finnes ute i kommunene (Skogvold et al., 2016). Denne rapporten konkluderte med at BGF er et nyttig verktøy for utviklingen av blågrønne strukturer i byer og tettsteder. Enkle justeringer i både tekst og regneark i veilederen bør gjøres. Det vil sørge for at det blir enklere å gjøre en lokal tilpasning av BGF (Skogvold et al., 2016).



Figur 2.38. Figuren viser et regneeksempel på BGF. Eksempelet er en ny bygård i Oslo. De to alternative løsningene viser at ulikt utvalg av vegetasjon og overvannshåndtering gir en betydelig forskjell på BGF.

BLÅGRØNN FAKTOR (BGF) Samarbeidsprosjekt mellom Bærum og Oslo kommune som del av programmet Framtidens byer. Utarbeidet for Bærum og Oslo kommune av Dronninga landskap, COWI og CF Møller. Revidert Oslo kommune 28.01.2014.					
Verdi	Symbol	Faktor	Beskrivelse	Areal m ²	BGF
TOMTENS AREAL (INKLUDERT BEBYGD AREAL). Fyll ut tomtens areal:				0	
1. BLÅGRØNNE FLATER					
1		ÅPENT PERMANENT VANNspeil som FORDRØYER REGNVANN	Permanente vannspeil som tilføres regnvann fra tomten, uansett om dette er en kanal med betongbunn, bekk med grønne bredder eller annet type vannspeil. Kun selve vannspeilet regnes.	0	0
0,3		DELVIS PERMEABLE FLATER som GRUS, SINGEL OG GRESSARMERT DEKKE	Harde overflater med permeabilitet, som sørger for infiltrasjon. For eksempel gressarming av betong, grus eller singel. Gjelder ikke flater over underliggende harde dekker dersom jorddybden er mindre enn 80 cm.	0	0
0,2		IMPERMEABLE OVERFLATER MED AVRENNING TIL VEGETASJONSAREALER ELLER ÅPENT FORDRØYNINGSMAGASIN	F.eks. betong, asfalt, takflater og belegningsstein. Beregnes for areal tilsvarende størrelsen på vegetasjonsflaten som mottar vannet. Fordrøyningsmagasin må ha kapasitet iht. kommunale krav til påslipp til offentlig avløpsnett.	0	0
0,1		IMPERMEABLE OVERFLATER MED AVRENNING TIL LOKALT OVERVANNSANLEGG UNDER TERRENG	F.eks. betong, asfalt, takflater med avrenning som ledes til anlegg under terreng for fordrøyning og rensing av overvannet. Dette gjelder også underjordiske løsninger med kombinert vanning av trær. Hele arealet teller forutsatt at fordrøyningsmagasinet er iht. kommunale krav til påslipp til offentlig avløpsnett.	0	0
1		OVERFLATER MED VEGETASJON FORBUNDET MED JORD ELLER NATURLIG FJELL I DAGEN	Vegetasjon som vokser i jord og har kontakt med jorden under. Gunstig for utvikling av flora og fauna og for vann som kan trekke ned til grunnvannet. Punktet gjelder også for naturlige fjellknauser og svaberg.	0	0
0,8		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD >80 cm	Vegetasjon som vokser i jord på min. 80 cm dybde, men som ikke har kontakt med jorden/grunnen under; f.eks. oppå et garasjeanlegg eller tak. Dybden er stor nok til at større trær kan vokse.	0	0
0,6		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 40-80 cm	Som over, men med 40-80 cm jord for at hekker, store busker og små og mellomstore trær kan vokse.	0	0
0,4		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 20-40 cm	Som over, men med 20-40 cm jord for mulig vekst av stauder og små busker.	0	0
0,2		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 3-20 cm	Som over, men med 3-20 cm jord, for mulig vekst av sedum, gress, og markdekkere.	0	0
2. BLÅ OG GRØNNE TILLEGGSKVALITETER. GIR EKSTRAPOENG. DET SAMME AREALET KAN DERFOR TELLES FLERE GANGER.					
BLÅ TILLEGGSKVALITETER					
0,3		NATURLIGE BREDDER TIL VANNspeil	Åpent vannspeil med naturlige bredder telles med i denne kategorien dersom det er tilgjengelig for flora/fauna i bakkenivå og har naturlig bunnsstrat og kantsone. F.eks: bekk, kanal og dam med grønne bredder. Arealet som regnes er bredden til vannspeilet.	0	0
0,3		REGNBED ELLER TILSVARENDE	Vegetasjonsareal som fungerer som regnbud eller tilsvarende beplantet infiltrasjonsløsning som samler opp, fordrøyer og infiltrerer regnvann ned i jorden/grunnen. Dette gjelder ikke permanente vannspeil og fordrøyningsbasseng som telles i blå flater.	0	0
GRØNNE TILLEGGSKVALITETER, PUNKTENE UNDER (TRÆR) SKAL FYLLES INN SOM STYKK				STK	
1		EKSISTERENDE STORE TRÆR >10 m	Eksisterende store trær; over 10 m. Faktor: 25 m ² /tre.	0	0
0,8		EKSISTERENDE TRÆR som FORVENTES BLI >10 m	Eksisterende trær som blir over 10 meter høye. Skogstrær, edelløvtrær og parktrær, som f.eks; alm, ask, bjørk, eik, lind, lønn, kastanje, furu og mange flere. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 100 cm). Faktor: 25 m ² /tre (x 0,8).	0	0
0,6		EKSISTERENDE TRÆR som BLIR SMÅ/MELLOMSTORE (5-10 m)	Eksisterende trær som er 5-10 meter høye. Prydtrær og frukttrær, f.eks; apal, kirsebær, magnolia, pæretre, robinia og mange flere. Gjelder også formklippede trær. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 60 cm). Faktor: 16 m ² /tre (x 0,6).	0	0
0,7		NYPLANTEDE TRÆR som FORVENTES BLI >10 m	Trær som blir over 10 meter høye. Art: Se to spalter over. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 100 cm). Faktor: 25 m ² /tre (x 0,7).	0	0
0,5		NYPLANTEDE TRÆR som FORVENTES BLI SMÅ/MELLOMSTORE (5-10 m)	Trær som blir 5-10 meter høye. Art: Se to spalter over. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 60 cm). Faktor: 16 m ² /tre (x 0,5).	0	0
PUNKTENE UNDER SKAL FYLLES INN SOM m²				Areal m²	
0,6		STEDEGEN VEGETASJON	Etablering eller verving av overflater med stort innslag av verdifulle plantearter som inngår i det lokale, historiske natur- og kulturlandskapet.	0	0
0,4		HEKKER, BUSKER OG FLERSTAMMEDE TRÆR	Hekker, busker og flerstammete trær beregnes maksimalt for dryppsonen til busken, kronens utstrekning.	0	0
0,4		GRØNNE VEGGER	For klatreplanter og andre grønne vegger regnes veggarealet som forventes å være dekket i løpet av 5 år (maks 10 m i høyde for klatreplanter).	0	0
0,3		STAUDER OG BUNNDEKKERE	Gjelder ikke plen eller sedum.	0	0
0,1		SAMMENHENGENDE GRØNTAREALER OVER 75 m ²	Sammenhengende grøntareal som er større enn 75 m ² , som for eksempel store gressplener, plantefelt eller annet.	0	0
PUNKTENE UNDER SKAL FYLLES INN MED TALLET 0,05				0,05	
0,05		KOBLING TIL EKSISTERENDE BLÅGRØNN STRUKTUR	Dersom blå og/eller grønne elementer i området kobles til eksisterende blågrønn struktur utenfor området. Sammenhengen skal være tydelig. For eksempel en bekkåpning, en kobling til eksisterende kanal eller vannspeil, flomvei, forlengelsen av en allé eller et skogholt, sammenslåing av flere gårdsrom med fri ferdsel mellom dem. Dette gir et generelt tillegg på 0,05 i BGF.	0	0
TOTAL BLÅGRØNN FAKTOR (BGF)				###	

Figur 2.39. Bildet viser regnearket som blir brukt til poengsetting for å finne den blågrønne faktoren.

Del 3 Oversikt over aktuelle overvannstiltak



Denne delen av oppgaven gir en oversikt over hvilke tiltak som er aktuelle og egnet for eksisterende boligbebyggelse.

I tillegg vil det bli drøftet behovet for å utarbeide en tiltaksbank eller veileder på overvannshåndtering for privatpersoner til bruk på private eiendommer og tomter.

Innledning

Overvannshåndtering kan benyttes i de aller fleste områdene selv om det allerede er et utbyggt område. Mulighetene for implementering av overvannstiltak er færre i eksisterende og allerede utbygde områder enn i nye områder som skal bygges ut.

Hver enkelt eiendom eller tomt i eksisterende boligområder har ikke særlig stor påvirkning på avrenningen av overvann, men den samlede effekten på overvannsavrenningen kan bli vesentlig. I tillegg vil lokal overvannshåndtering i eksisterende områder redusere belastningen av overvann på avløpsnett til kommunen (Lindholm et al., 2008). Derfor er det viktig å etablere og bruke overvannstiltak i allerede utbygde områder, også boligområder.

Denne delen av oppgaven vil gi en oversikt over aktuelle overvannstiltak som kan brukes i private områder. Hovedfokuset vil være private tomter og eiendommer i boligbebyggelse. Under hvert tiltak vil det bli beskrevet hva





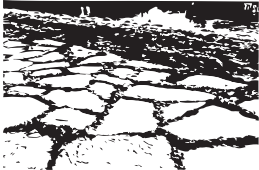


tiltaket er samt en kort vurdering av egnetheten for tiltaket på privat tomt. På de tiltakene det er aktuelt vil det også være en kort vurdering på bruk av tiltaket på offentlig areal i boligområder. Dette tas med kun fordi det ofte er noen sentrale offentlige virksomheter tilknyttet en boligbebyggelse f.eks. skoler, matbutikker og idrettsanlegg. Dermed kan ikke overvannet kun bli håndtert på de private områdene. Overvannshåndteringen bør derfor foregå både i private og offentlige områder, men det må arbeides med på forskjellige måter. Dette er beskrevet tidligere i oppgaven. Tankegangen bak dette er at nedbøren bør håndteres der den faller og overvannet der det er (Lindholm et al., 2008).



Figur 3.1. Dette bilde illustrerer hvordan det er brukt overvannstiltak på enkelte tomter i en boligbebyggelse. Dermed blir nedbøren håndtert der den faller og reduserer dermed den totale overvannsavrenningen.

Hvilke tiltak er tatt med?

Under er det en oversikt over hvilke overvannstiltak som er tatt med og beskrevet i oppgaven. Dette er kun et utvalg av de overvannstiltakene som finnes og som er aktuelle å bruke i private hager. Disse tiltakene kan også brukes på offentlig arealer. For hvert enkelt tiltak er det også tatt med hvilket ledd tiltaket har i treleddsstrategien. Grunnen til at dette er fordi det sier noe om hovedprinsippet i tiltaket (infiltrasjon eller fordrøyning). Det siste leddet i strategien omhandler flomveier og er ikke tatt med i denne oversikten.

Overvannstiltak	Ledd i treleddsstrategien	Illustrasjon på hvordan tiltak ser ut
Bioswales	1 (og 2)	
Frakobling av taknedløp	1	
Grønne tak	1 og 2	
Infiltrasjon på gresskledde flater	1	
Permeable dekker	1	
Regnbed	1 og 2	
Regntønner	2	

Bioswales



I denne oppgaven forstås bioswales som vegeterte infiltrasjongrøfter. Slike grøfter er godt egnet til å håndtere overvannet fra veier, tak, parkeringsplasser o.l. Bioswales bør bygges opp av permeable masser som ligger over en underliggende drenering (Åstebøl et al., 2013).

Bioswales er ofte vegeterte eller gresskledd forsengkninger som fungerer som kombinert åpent bortledningssystem og infiltrasjonsflate (Lindholm et al., 2008). Disse grøftene bør også ha en helning i avrenningsretningen slik at vannet naturlig renner videre. I tillegg

vil effektiviteten av bioswales øke med økt vegetasjondekke og økt kontakttid mellom overvann og jord (Soil Science Society of America, 2018).

Både i bioswales og i regnbed (beskrevet senere i oppgaven) blir de samme prinsippene brukt. Disse prinsippene er å bremse opp og infiltrere overvannet. I tillegg er bioswales utformet for å håndtere vannmengden fra ugjennomtrengelige områder, f.eks. veier eller parkeringsplasser (Soil Science Society of America, 2018).



Figur 3.2. Dette er et eksempel på en bioswale langs en vei.

Egnethet på privat/offentlig tomt

Bioswales egner seg bedre i større områder hvor det er hensiktsmessig å samle opp overvannet og transportere det bort i grøfter. Derfor er dette et overvannstiltak som ikke egner seg så godt inne på private tomter, men det er mulig. Derimot egner tiltak seg godt som et fellestiltak med et samarbeid mellom flere. Da kan det bygges et transportsystem for overvannet hvor flere tomter og arealer kan bidra med vann. Dette kan være et samarbeid mellom eiendommer uavhengig om eiendommene er private eller offentlige.

Dette overvannstiltak egner seg godt i kombinasjon med andre tiltak. Et eksempel er frakobling av taknedløp (beskrevet senere i oppgaven). Da kan takvannet ledes bort til bioswales hvor vannet da kan bli infiltrert eller brukt av plantene.

Bioswales egner seg godt som grøfter på siden av veisystemet i boligområder. Da kan de eksisterende grøftene ombygges til bioswales istedenfor å beholde de vanlige grøftene. Særlig



Figur 3.3. Bilde illustrer et eksempel på en bioswale som er anlagt langs en vei med boligbebyggelse på andre siden.

i urbane områder er grøftene utformet slik at de skal bortlede overvannet rasket mulig og ned i avløpssystemet via sluk. Dermed er det mer hensiktsmessig å utforme grøftene som bioswales slik at overvannet bremses opp og kan infiltreres i grunnen samtidig som vegetasjon bruker noe av vannet. Dermed flates flomtoppene ut etter styrtregn og belastningen på avløpssystemet reduseres.

Frakobling av taknedløp



Dagens praksis er å koble taknedløp på det tradisjonelle avløpssystemet på en enkel måte (Lindholm et al., 2008). Denne praksisen bidrar til å øke faren for oversvømmelser i bygninger, også i boligområder. Den totale summen av takene i et område gir tette og store flater som har en hurtig avrenning. Ved kraftig nedbørshendelser er ofte avløpssystemene underdimensjonert for å håndtere den påfølgende avrenningen av vann. Konsekvensen blir kjelleroversvømmelser og tilbakeslag (Braskerud & Skallebakke, 2013).



Frakobling av taknedløp på avløpssystemet går ut på lede takvannet via et utkast ut på bakken. Det kan også brukes andre tilsvarende løsninger til utkastet. Når dette gjennomføres vil det bli satt et lokk på det gamle nedløpet til avløpssystemet på bakkenivå (Braskerud & Skallebakke, 2013). Overvann fra tak er rent og bør ledes til terreng eller på en annen måte brukes som en ressurs i området (VAV, 2017). Dette er noe som Oslo kommune har fastsatt at skal gjennomføres av utbygger.

Det vannet som blir ledet fra taknedløp og ned på bakken kan håndteres og benyttes på flere forskjellige måter. Eksempler på dette er infiltrasjon av takvannet på gresskledde flater, regntønner, bortledningen av takvannet i åpne overvannsrenner, tilførsel av vann til regnbed og bortledning av takvannet i infiltrasjonsgrøfter. Noen av disse tiltakene vil også bli beskrevet nærmere i denne delen av oppgaven.

Figur 3.4. Bildet illustrerer en konsekvens av å ikke koble fra taknedløp.

Egnethet på privat/offentlig tomt

Dette overvannstiltaket egner seg godt på private tomter i boligbebyggelse. Frakobling av taknedløp er særlig aktuelt i byområder og urbane miljøer hvor det ofte har vært praksis å koble taknedløp på avløpssystemet.

Frakobling av taknedløp regnes som et av de enkleste og billigste overvannstiltakene som kan gjennomføres for å redusere overvannsavrenningen. Det oppnås også god virkning av dette tiltak selv om kun 50 % av taknedløpene i et område kobles fra (Braskerud & Skallebakke, 2013). I tillegg er dette et tiltak som har mange muligheter for variasjon. Dermed kan tiltaket tilpasses smak og behag hos eier av den private eiendommen. Samtidig vil eier også ikke sitte med akkurat den samme løsningen som naboen og dermed blir det en større variasjon av overvannstiltak i området.

Ved gjennomføring av dette overvannstiltak bør grunneier være obs på naboeiendommene. Takvannet bør ikke ledes slik at det blir problemer på naboeiendommene (Braskerud

Figur 3.5. Det er mange muligheter når taknedløpet frakobles. Bildet viser en mulighet ved at vannet blir ledet ut i blomsterbedet.



& Skallebakke, 2013). Derfor kan et samarbeid mellom naboene uavhengig om eiendommene er private eller offentlige anbefales.

På offentlig tomter egner frakobling av taknedløp seg også godt. Ofte er det mye harde flater slik som parkeringsplasser på offentlige arealer i byer. Det må tas i betraktning før tiltaket gjennomføres. Konsekvensen om det ikke gjøres er at det blir problemer på nabolomtene siden vannet da vil renne videre.

Grønne tak



Et grønt tak er et tynt vegetasjonsdekke som er anlagt på tak. Dette dekke vil holde igjen noe av nedbøren (Lindholm et al., 2008). Hovedsakelig er det tre forskjellige typer grønne tak. Ekstensivt tak, semi-intensivt tak og intensivt tak er de ulike kategoriene. Hovedforskjellen på disse takene er hvor tykt vekstmedium taket har og hvilken type vegetasjon som kan vokse i de ulike vekstmediumene. Ekstensivt tak har tynt vekstmedium med vegetasjon som sedumarter. I motsetning til ekstensivt tak har intensivt tak et tykt vekstmedium og kan i prinsippet ha alle typer vegetasjon (Braskerud, 2016).

I 2009 ble det foretatt en måling av naturlig avrenning fra et grønt testtak i Oslo. Resultatet av dette viste at det grønne taket holdt tilbake 25 % av nedbøren. I tillegg dempet de grønne takene flomtoppene og forsinket dem (Braskerud, 2016).



Grønne tak kan erstatte noe av den tapte infiltrasjonen til grunnen i urbane område hvor andelen tette flater er høy. I tillegg kan grønne tak dempe avrenningen fra tak etter kraftige nedbørshendelser. Grønne tak kan også øke den estetiske opplevelsen med å bo i by og samtidig være et supplement til grønnstrukturen i byene (Braskerud, 2016). Dette er gode kvaliteter som grønne tak har som bidrar til å bedre overvannshåndteringen i byer og tettsteder. I tillegg kan grønne tak også bidra positivt for overvannshåndteringen i eksisterende og utbygde områder.



Figur 3.7. Grønne tak kan også brukes på garasjetak.

Figur 3.6. Bilde viser et eksempel på et intensivt tak i et urbant område.

Egnethet på privat/offentlig tomt

Grønne tak er et overvannstiltak som egner seg godt på privat tomt og kan anlegges både på nye og eksisterende tak. En forutsetning for å anlegge grønne tak er at taket hverken er for bratt og at konstruksjonen tåler denne ekstrabelastningen (Lindholm et al., 2008). I eksisterende bebyggelse er bygningene ofte ikke dimensjonert eller konstruert for å kunne tåle denne belastningen. Dermed lønner det seg å benytte sedum eller gress som vegetasjon på taket. Det skyldes at både sedum og gress klarer seg med et lite vekstmedium og dermed blir den totale vekten av det grønne taket mindre. I utgangspunktet er hustak i Norge dimensjonert for å kunne tåle belastningen av snø om vinteren. Et vannmettet sedumtak veier litt under halvparten av snøvekten norske hustak er dimensjonert for når sedumtaket er vannmettet (Personlig meddelelse, 2017).

Før det grønne taket anlegges bør man sikre seg at konstruksjonen tåler den ekstra belastningen. Dersom den ikke gjør det kan konstruksjonen kollapse. På private tomter egner grønne tak seg best på garasjetak før det anlegges slik tak på bolighuset. Dermed får befolkningen selv testet det ut i mindre skala og sett hvordan det fungerer. Etter hvert blir det neste steget naturlig å ta ved å anlegge grønne tak også på bolighuset. Dette er særlig for eneboliger o.l. som ofte har separat bolighus og garasje.

Grønne tak egner seg også på bygninger i offentlige områder. Dette tiltaket egner seg like godt på private bygninger som på offentlige.

Infiltrasjon på gresskledde flater



Dette overvannstiltaket går ut på at overvannet infiltreres i grunnen via flater dekket med gress. Vanligvis ledes overvann fra bl.a. tak ned via rør til kommunens avløpsnett og dermed skjer avrenning fort og bidrar med mye vann til avløpsnettet (Lindholm et al., 2008). En god alternativ løsning til dette er å lede overvannet ut på en hensiktsmessig infiltrasjonsflate som f.eks. gressflater. Dette kan gjøres i kombinasjon med frakobling av taknedløp. Da monteres det et «nedløpsrørutkast» nederst på taknedløpet. Her er det viktig å unngå at takvannet forårsaker fuktskader ved at vannet renner ned langs grunnmuren (Lindholm et al.,

2008). Infiltrasjon på gresskledde flater er også et overvannstiltak som kan kombineres med andre overvannstiltak.

Ved etablering av dette overvannstiltaket bør infiltrasjonsflaten være 1-2 ganger større enn takflaten på bygningen hvor vannet kommer fra. I tillegg bør området som blitt lagt til rette for infiltrasjon kunne håndtere eventuelt overskuddsvann. Et eksempel på et aktuelt tiltak for å håndtere overskuddsvannet er en kum med steinsatt og åpne bunn som kobles til overvannssystemet i området (Lindholm et al., 2008).

Figur 3.8. Her er det gresskledde flater på ved en parkeringsplass. Som et supplement til tiltaket er det benyttet andre tiltak for å håndtere overvannet.



Figur 3.9. Bilde illustrerer hvordan overvannet blir infiltrert i grunnen ved bruk av både gressarealer og regnbed.

Egnethet på privat/offentlig tomt

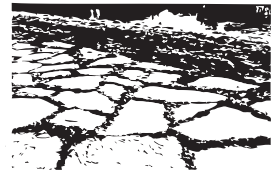
Infiltrasjon på gresskledde flater er et overvannstiltak som egner seg godt i private hager i kombinasjon med f.eks. frakobling av taknedløp. Før dette tiltaket etableres på private eiendommer må det sjekkes om det er muligheter for infiltrasjon i grunnen. Dersom det er dårlige infiltrasjonsmuligheter i grunnen vil det ved kraftig nedbør dannes store mengder med overskuddsvann som ikke vil bli infiltrert i grunnen. Det er særlig grunnforhold hvor det er mye leire dette er viktig å ta hensyn til. I tillegg er det viktig å tenke på at vegetasjonsdekte arealer alltid vil infiltrere noe overvann, men arealer med dårlig infiltrasjonsevne har ikke kapasitet til å håndtere overvannet ved kraftige nedbørshendelser.

tilgjengelig areal. Dersom det ikke er det kan tiltaket kombineres med andre overvannstiltak slik at den totale effekten av tiltakene er god nok til å håndtere overvannsmengdene i det aktuelle område.

Det positive med dette overvannstiltaket er det kan benyttes uavhengig om området er privat eller offentlig så lenge det tilgjengelige arealet er stort nok. Det er viktig for at området bør kunne å kapasitet til å ta imot overvannet og infiltrere det. Det som er utfordrende med dette tiltak særlig i byer og urbane områder er å finne et stort nok tilgjengelig areal. Dermed kan det være lurt å kombinere dette tiltaket med et eller flere andre overvannstiltak for å oppnå ønsket og samlet kapasitet på overvannstiltakene.

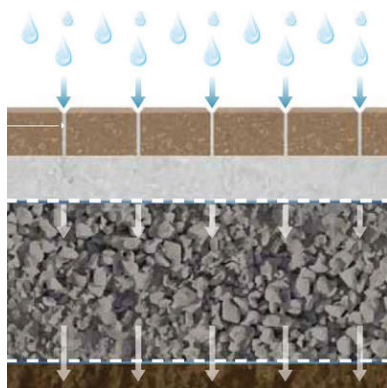
Dette overvannstiltak egner seg også godt på offentlige arealer så lenge det er et stort nok

Permeable dekker



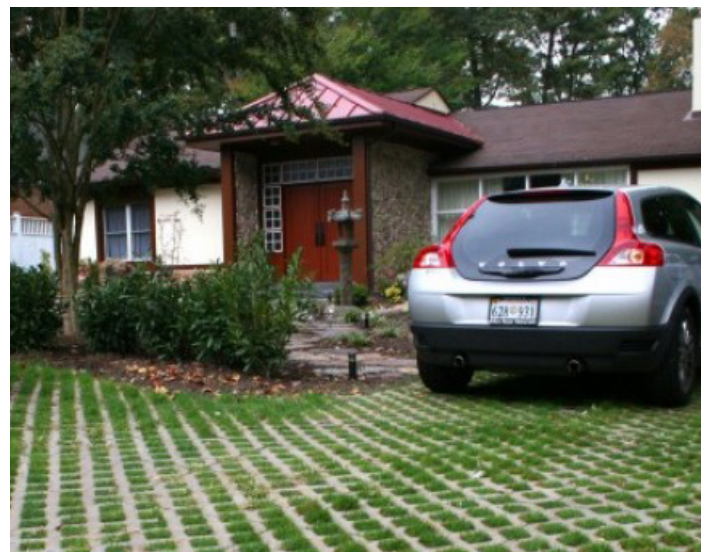
Permeable dekker er belegningsstein eller dekker hvor vannet drenerer ned i grunnen. Slike dekker lar overvannet passere gjennom overflaten og dermed forhindrer overflateavrenning. Dette er et også et godt alternativ for lokal drenering av nedbøren og overvannet (Stenlegging AS, 2018).

Bruk av permeable dekker er ikke mye utnyttet i Norge (Norsk Belegningsstein, 2016). Årsaken til dette kan være at permeable dekker ofte er assosiert med plener, gressarmeringssystem og parkanlegg. I dag er det utviklet løsninger for dekke med høy stryke som tåler og kan brukes på tungt belastede veier og industriplasser. Disse permeable dekkene vil fordrøye og slippe igjennom vann slik at vannet kan infiltrere i grunnen (Norsk Belegningsstein, 2016).



Figur 3.10. Permeable dekker har mulighet for å slippe overvannet igjennom dekket slik dette bildet illustrerer.

Ved bruk av permeable dekker oppnås det flere positive effekter. Eksempler på dette er at overvannet fra overflaten kan infiltreres i grunnen uten at det oppstå overflatevann og flomtoppene blir forsinket og fordrøyet som medfører redusert flomfare. I tillegg blir det en reduksjon av kostnader tilknyttet overvannsanlegg som f.eks. utvidelse av eksisterende avløpsnett og reduksjon av tilførte forurensede overvannsmengder til bekker og vassdrag (Stenlegging AS, 2018). Permeable dekker bidrar også til redusert belastning på kommunens avløpsnett.



Figur 3.11. Dette bilde viser at det er mulig å bruke permeable dekker på parkeringsplasser i en privat hage.

Egnethet på privat/offentlig tomt

Permeable dekker er et overvannstiltak som egner seg godt til bruk på private eiendommer. Det er særlig på parkeringsplasser og i innkjørsler dette tiltaket er aktuelt. Grunnen til det er at det på slike arealer må det brukes dekker som tåler belastningen av kjøring med biler.

I dag finnes det permeable dekker som tåler tung belastning. Dermed er dette en bedre løsning med tanke på overvannshåndtering å benytte seg av på kjørearealer istedenfor asfalt, belegningsstein og lignende løsninger som ikke lar overvannet infiltrere.

Det er i dag vanlig praksis å bruke andre løsninger enn permeable dekker på kjørearealer, gågater, parkeringsplasser o.l. Det er tilgjengelig gode nok permeable dekker

for slike områder (Norsk Belegningsstein, 2016). Derfor er ikke dette som er flaskehalsen for hvorfor det ikke er benyttet permeable dekker mer. Det er derimot holdningen og assosiasjonene tilknyttet permeable dekker. Derfor bør det arbeides må å snu dette for å befolkningen til å velge permeable dekker framfor asfalt eller belegningsstein. Dette gjelder ikke bare for private eiendommer, men også for offentlig områder.

Permeable dekker egner som også til bruk på offentlig arealer. Det er i dag gode nok permeable dekker til bruk på parkeringsplasser, veier o.l som krever at dekke som tåler tung belastning. Dermed er det ikke dette det står på.

Regnbed



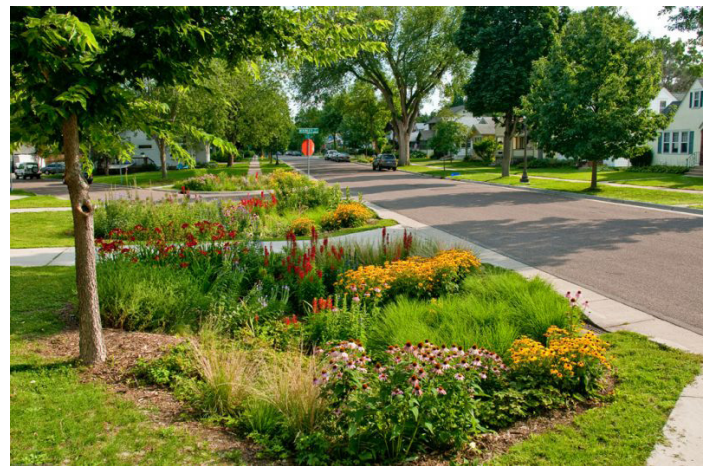
Regnbed fungerer på en tilsvarende måte som bioswales. Hovedforskjellen er at regnbedet er tydelig avgrenset og preges vanligvis av mer variert vegetasjon. Regnbed fungerer også slik at overvannet magasineres i regnbedet før det infiltreres i grunnen (Åstebøl et al., 2013). Det er gode muligheter for å etablere regnbed både i ny og eksisterende bebyggelse. Dette gir muligheter for å etablere vannkjære og vakre planter som ikke er vanlig å plante i normale hager (Lindholm et al., 2008).

Figur 3.12. Regnbed i privat hager når det regner. Da fylles regnbedet opp med vann som vil infiltreres i grunnen med tiden.



Dersom det er tette masser i grunnen på stedet hvor det er tiltenkt å etablere et regnbed må disse massene skiftes ut med infiltrerbare masser. De infiltrerbare massene legges da over en drenering. Overvannet vil da kunne sige ned til dreneringen før det blir bortledet til et lokalt overvannsnett eller vassdrag (Åstebøl et al., 2013).

Regnbed kan håndtere overvann fra veier, tak, parkeringsplasser o.l. (Åstebøl et al., 2013). Dette gir en frihet til å plassere regnbed på flere steder og i tilknytning til ulike anlegg. En forutsetning her er at regnbedet er dimensjonert for den vannavrenningen regnbedet mottar (Lindholm et al., 2008).



Figur 3.13. Her er det brukt regnbed langs en vei. Dermed mottar dette regnbedet overvann også fra veien.

Egnethet på privat/offentlig tomt

Dette overvannstiltaket egner seg godt i private hager, også i allerede eksisterende hager. Det åpner også opp for muligheten til å plante vegetasjon som både tåler tørre og våte forhold. Slik plantearter er ikke ofte benyttet i private hager på grunn av manglende våte forhold.

Ved etablering av regnbed på private eiendommer er det nødvendig for eier å undersøke grunnforholdene i det aktuelle området. Dersom det ikke gjøre kan eier risikere å anlegget et regnbed som ikke fungerer fordi det ikke er masser på stedet med god infiltrasjonsevne. Dermed kan eier bli nødt til å grave opp regnbedet på nytt for å skifte ut masseer og anlegge et nytt regnbed. Dette blir mer kostbart enn å gjøre et grundig arbeid fra starten. Undersøkelser av grunnmassene bør ikke bare gjennomføres dersom det skal

etablers et regnbed på privat grunn, men også dersom dette overvannstiltak skal etableres i offentlig områder.

Regnbed er et overvannstiltak som egner seg like godt på både private og offentlige eiendommer. Forutsetningene for etablering av regnbed er at det er plass, infiltrerbare masser på stedet og at anlegget er riktig dimensjonert for å ta hånd om de overvannsmengdene som blir tilført. I tillegg er regnbed et overvannstiltak som er egnet til å kombineres med andre tiltak, f.eks. frakobling av taknedløp.

Regntønner



Regntønner er en mulighet ved frakobling av taknedløp. Dette overvannstiltaket går ut på å samle opp regnvann i en tank eller en tønne ved å koble taknedløpet til tanken eller tønningen. På tanken eller tønningen bør det etableres et overløp som kan tømme tanken eller tønningen for vann når den blir full. I tillegg må det monteres en kran i bunnen av tanken eller tønningen som det kan tappes fra når vannet skal brukes. Det er også mulig å bruke pumpe for å tappe vannet ved bruk. For at vannet ikke skal bli forurenset

og tilgriset av blader o.l. bør det benyttes et filter i kranen eller legges en nettingduk på toppen av tønningen slik at det ikke blir tilført blader o.l. i vannet (Fiil & Gabriel, 2016).

Regnvannet som samles opp i regntønner kan brukes til flere ting. Eksempler på bruk er vanning av blomsterbed eller annen vegetasjon samtidig som kranen på regntønningen kan brukes til å vaske hender etter hagearbeid, grilling av mat o.l.



Figur 3.14. Eksempel på regntønne som er beplantet og samtidig samler opp regnvann.



Figur 3.15. Her samler regntønningen kun opp vannet uten at den er beplantet.

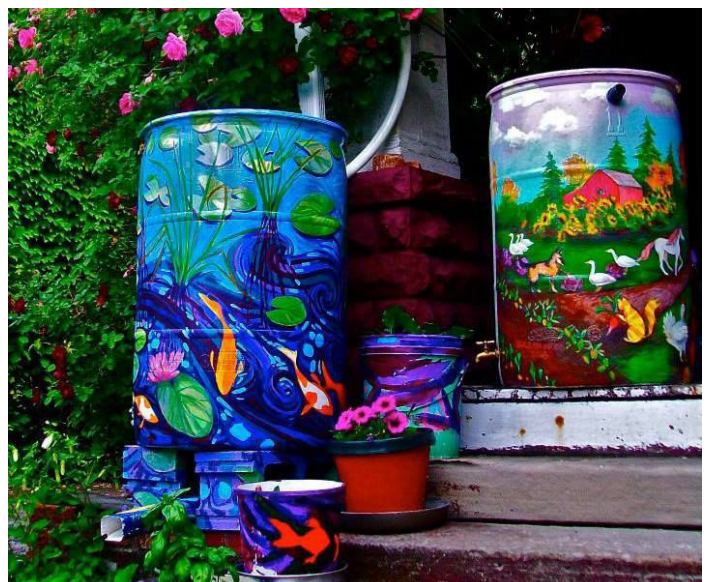
Egnethet på privat/offentlig tomt

Regntønner hvor regnet blir samlet opp egner seg godt til bruk i private hager. I tillegg er det flere muligheter for hva dette vannet kan brukes til. Her er det kun fantasien som setter begrensninger.

Effekten av regnvannsoppsamling i tønner eller tanker på avløpsnett etter kraftige nedbørshendelser er begrenset. Årsaken til det er at beholderne som samler opp regnvannet er for små i forhold til vannmengdene som kommer ved slike nedbørshendelser (Fiil & Gabriel, 2016). Dette overvannstiltaket kan likevel kunne bidra til å redusere overløpsdrift og overvannsproblemer dersom mange nok benytter seg av tiltaket.

Bruk av regntønner egner seg ikke særlig godt på offentlige tomter. Det skyldes at offentlige bygninger ofte har en stor takoverflate som samler mye regn i forhold til størrelsen på

regntønnene som vanligvis brukes. I tillegg er det et overvannstiltak som passer bedre inn i en mindre skala slik som i private hager tilknyttet boliger.



Figur 3.16. Det er mange muligheter for dekor og design av regntønner. På bildet er regntønne malt.

Videre bruk av foregående oversikt

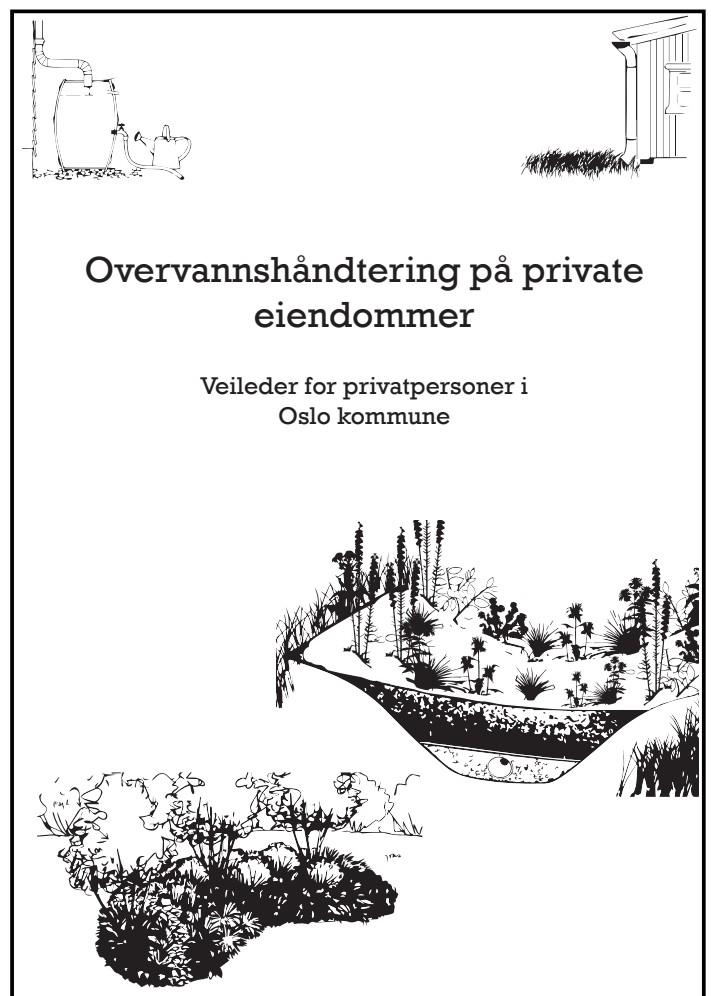
Denne delen av oppgaven gir en oversikt over ulike overvannstiltak som er aktuelle for bruk på private tomter. Etter å ha lest flere relevante dokumenter om overvannshåndtering ser jeg det er mangelfullt på veiledere, informasjonsdokumenter og lignende som omhandler hvordan privatpersoner kan etablere og gjennomføre overvannstiltak på egen tomt eller eiendom. Derfor ser jeg det nødvendig at det blir utarbeidet et slikt dokument. Dette dokumentet kan være tilsvarende den veilederen Oslo kommune har utarbeidet for utbyggere (Overvannshåndtering – en veileder for utbygger), men vinklet mot privatpersoner. Et slikt dokument bør informere privatpersoner om overvannshåndtering samtidig som det motiverer og oppmuntrer til å velge overvannstiltak på egen eiendom framfor tradisjonelle overvannsløsninger.

Det er tiltenkt at denne delen av oppgaven kan være en start på dette arbeidet med en utvikling av et informasjonsdokument eller veileder for privatpersoner om overvannshåndteringen. Det er nødvendig at dette bearbeides en god del før det kan brukes av en kommune. Et eksempel på hva som bør bearbeides er hva som bør være med på beskrivelsen av hvert tiltak. Beskrivelse av skjøtsel og vedlikehold, hvordan kan tiltak etableres og gjennomføres på privat tomt er også gode eksempler på hva som bør tas med. I tillegg kan det være nødvendig å tilpasse dette til den enkelte kommune slik at det er i tråd med kommunale føringer. Det er også nødvendig å tilpasse et slikt dokument etter ulike faktorer som lokale forhold, naturgitte forhold og type områder (f.eks. boligbebyggelse eller private næringer).

Flere kilder påpeker at det er nødvendig å oppmuntre befolkningen til å benytte seg av overvannstiltak på private eiendommer. Det er også viktig å håndtere nedbøren og overvannet nær kilden som ofte er på private tomter (Lindholm et al., 2008). Både informasjon og dialog er viktig for å endre dagens måter som overvannet blir håndtert på (Oslo kommune, 2014b). For kommunen og utbygger er det en forutsetning med tilstrekkelig informasjon om alternative løsninger for overvannet til dagens tradisjonelle måte å behandle overvannet (NOU 2015:16). Dette kan igjen være overførbart til privatpersoner i befolkningen. Generelt er det lite kunnskap og tilgjengelig målrettet informasjon for privatpersoner. Dermed har ikke befolkningen

noen forutsetninger for å vite om noen annen løsning enn den konvensjonelle måten å håndtere overvannet på med å lede det ned i avløpssystemene. Løsningen for å få befolkningen til å velge alternative overvannsmuligheter framfor dagens løsninger er å informere befolkningen om de alternative løsningene samt hvorfor og hvordan privatpersoner burde benytte seg av det.

Dersom det å informere og spre kunnskap om alternative overvannsløsninger ikke er godt nok eller fungerer slik det er tiltenkt, kan løsningen være å gå den juridiske veien. Da kan befolkningen bli pålagt å benytte seg av alternative overvannsløsninger på egen eiendom som f.eks. noen av dem som er beskrevet i denne delen av oppgaven.



Figur 3.17. Forslag til hvordan en veileder for privatpersoner som omhandler overvannshåndtering på egen eiendom kan se ut.

Del 4 Analyser og registreringer



Det er i denne delen caseområdet blir presentert sammen med analyser og registreringer av området. Analysedelen vil bygge på en nedbørfeltbasert analyse. Andre analyser som blir ansett som nødvendig for prosjekteringen vil også bli tatt med. Det samme gjelder informasjonen som er blitt funnet som både har relevans for projekteringen og påvirker den.



Innledning

Dette er en innledende del til analysedelen. Metoden for hvordan analysene og registreringene gjøres og målet med dem blir presentert her.

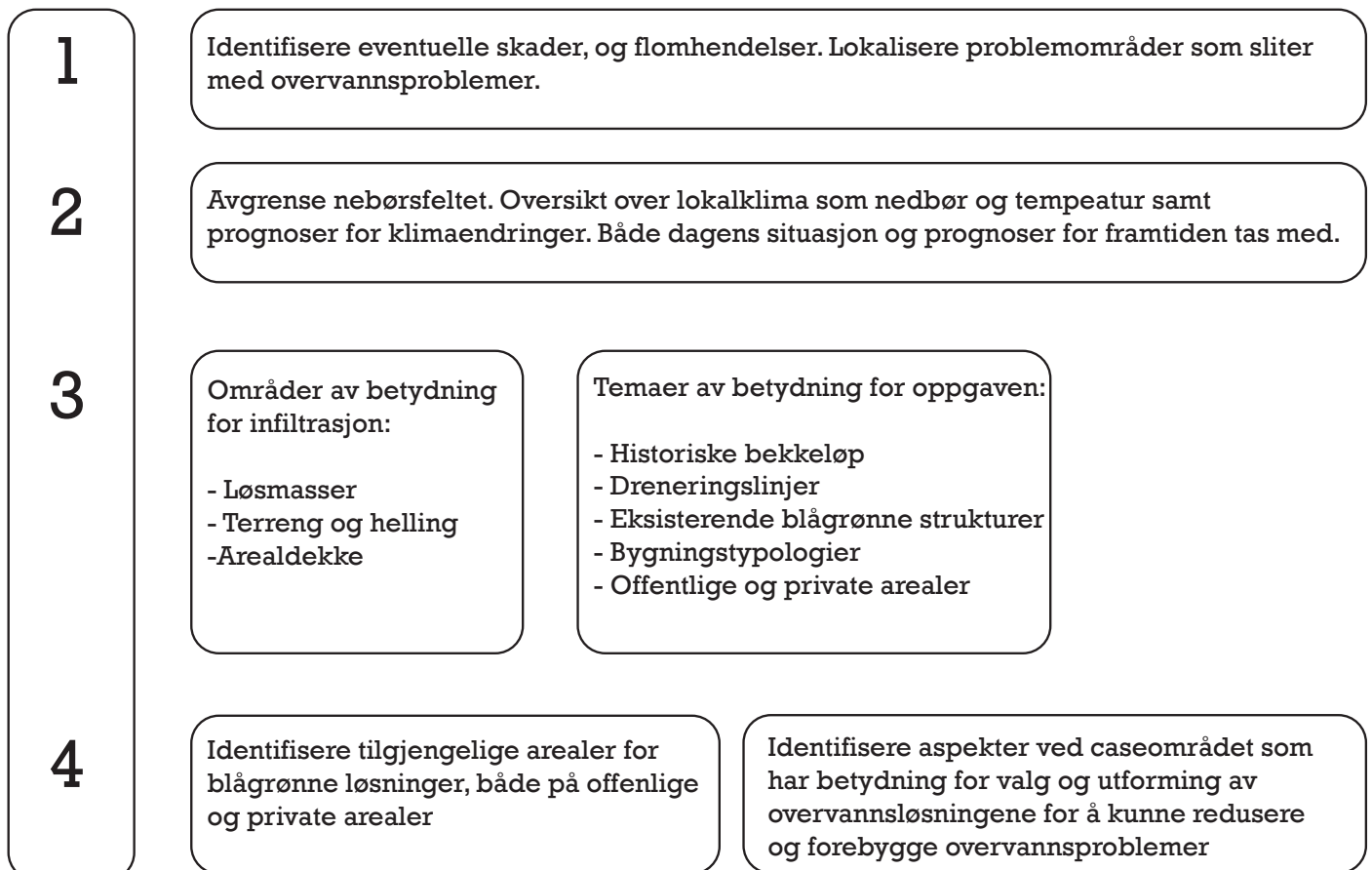
Målet med analysene og registreringene i denne delen av oppgaven er å identifisere tilgjengelige arealer for åpne overvannsløsninger i caseområdet og identifisere ulike aspekter ved caseområdet som har betydning for valg og utforming av de åpne overvannsløsningene i prosjekteringen.

Det er nevnt tidligere i oppgaven at analysedelen vil bygge på en nedbørfeltbasert analyse. I tillegg vil andre analyser som anses nødvendig for prosjekteringen tatt med. En nedbørfeltbasert analyse er en modell som er utarbeidet ut i fra erfaringer med tidligere masteroppgaver ved NMBU som omhandler overvannshåndtering i samarbeid med ExFlood-prosjektet (Ødegård et al., 2013). Denne modellen er kun et forslag til hvordan

en nedbørfeltbasert analyse kan gjøres. Derfor er det utarbeidet en oversikt som viser hvordan den nedbørfeltbaserte analysen vil bli gjort i denne oppgaven.

Figuren under viser en oversikt over hvilke analyser og registreringer som blir inkludert i denne masteroppgaven. Denne modellen for analyser er basert på modellen for nedbørfeltbaserte analyser, men den er tilpasset denne oppgaven. De analysene og registreringene som er relevante og viktige for prosjekteringen er også inkludert i modellen.

På de neste sidene blir caseområdet og nedbørfeltet presentert grundigere. Det er dette nedbørfeltet som vil bli analysert i analysedelen.



Figur 4.1. Oversikt over hvilke analyser som blir gjennomført i denne oppgaven. Tallene viser hvilken rekkefølge analysene gjøres i for å nå målet for analysen (step 4).

Presentasjon av caseområde

Her i dette delkapittelet blir caseområde presentert. I tillegg inkluderer delkapittelet analyser og registreringer tilknyttet demografi, historie, skader av overvann i område, lokalklima og prognoser for klimaendringer i området samt identifikasjon av nedbørfeltet.

Caseområdet ligger i Oslo kommune og i ytre delen av Oslo by. Det er deler av bydelene Kjelsås og Grefsen som utgjør caseområdet. Området grenser til Grefsenåsen i øst og marka i nord. I vest ligger det boligområder som tilhører bydelen Sogn. Sørover fra caseområdet og ned mot Oslofjorden ligger de mer urbane sentrumsområdene i Oslo by.

Bydelene Kjelsås og Grefsen ligger i Nordre Aker bydel i Oslo kommune. Disse bydelene

består hovedsakelig av boligområder. I perioden 1988-2004 var dette området en administrativ bydel (Tvedt, 2016b).

Caseområdet er også et peri-urbant område. Det vil si områder som omgir byer og storbyområder. Slike områder ligger i utkanten av byen og er verken landlige eller urbane, men et overgangsområde (La Trobe university, 2018).



Figur 4.2 Lokalisering av caseområde.



Historisk overblikk på caseområdet

Etter den siste istiden for ca. 10 000 år siden sto havet 200 meter høyere enn i dag. Dette betyr at havnivået sto nesten opp til Maridalsvannet som ligger litt nord for caseområdet på Kjelsås/Grefsen. Det var isen som la igjen flere morener ettersom landet steg. Dette var de isbreren la igjen masser som dannet et platå som i dag er Grefsenplatået. Det er dette platået som demmer opp det som i dag er Maridalsvannet (Kjelstrup, 2017). Etter hvert begynte vegetasjon å etablere seg etter istiden og dette ga et livsgrunnlag for både planter, dyr og mennesker (Historisk tverrsnitt, 2010).

Det var ikke før i perioden år 500 f.Kr til 1000 e.Kr. at det ble mer normalt å rydde skog og dyrke jorden i større omfang (Historisk tverrsnitt, 2010). Gårdsdriften har sine røtter i dette og ettersom tiden gikk ble det også etablert gårdsdrift i Kjelsås/Grefsen-område.

Grefsen utgjorde opprinnelig et samlet gårdsanlegg, men ble delt to selvstendige enheter i tidlig middelalder (Historisk tverrsnitt, 2010). Dette var Østre og Vestre Grefsen. Opp igjennom har det i alt vært 5 forskjellige gårder med navn Grefsen.

Kjelsås, Myrer, Engebråten, Midtodden og Oset er en gruppe gårder som ble utskilt fra nabogårder på 1600-tallet. Kjelsås er antatt at kommer fra mannsnavnet Kjetil. Navnet betyr da Kjetils ås (sannsynligvis en lavere ås lokalisert øst for gården). Engebråten var en gård som ble ryddet i middelalderen, men ble lagt øde før den igjen ble ryddet for bruk til husmannsplasser. På 1800-tallet ble Engebråten igjen et selvstendig gårdsbruk (Historisk tverrsnitt, 2010).

Myrer (nåværende Myrerjordet) har fått navnet etter myrområdene som lå sør for gården. Dette er den yngste av de større gårdene i bydelen Nordre Aker selv om gården har et naturnavn. Gården ble et selvstendig bruk på midten av 1800-tallet (Historisk tverrsnitt, 2010). Tidligere var Myrer husmannsplass under gården Østre Grefsen.

Vannkraft var den energikilden som hadde størst betydning for industrivirksomheten i siste halvdel av 1800-tallet. Dette ble viktig når

den industrielle revolusjonen kom til Norge på slutten av 1800-tallet. Tidligere fantes det noen møller i områdene rundt elva. Oppgangssaga kom også oppgangssaga på 1500-tallet og det medførte at de ble bygget flere sagbruk langs Akerselva. Med tiden ble flere og flere næringsvirksomheter anlagt rundt Akerselva. Det ble også mulig å benytte andre energikilder enn vannkraft rundt år 1900 og dermed kunne bedriftene legges lengre unna Akerselva (Historisk tverrsnitt, 2010).

Brekke bruk og Kjelsås bruk var de to store industriforetakene som lå på hver sin side av den øvre delen av Akerselva (Historisk tverrsnitt, 2010). Det er bare Kjelsås bruk som ligger innenfor avgrensningene til caseområdet. Denne bedriften ble etablert i 1854 av kjøpmannen I. H. Schmelck. Hovedsakelig ble det produsert ståltråd og spiker på Kjelsås bruk. Driften ble nedlagt i 1960-årene.

Aker var en jordbruksbygd fram til midten av 1800-tallet. Det startet en utvikling rundt 1850 som gradvis utviklet Aker til et bolig- og industriområde. Området ble mer og mer lik Oslo by. Etter mange år med store konflikten ble Oslo kommune og Aker kommune slått sammen til en kommune i 1948 (Historisk tverrsnitt, 2010).

Ved Kjelsås bruk var det en stor arbeidstokk. Derfor bygde firmaet boliger for arbeiderene rundt forrige århundreskiftet (Historisk tverrsnitt, 2010). Senere kom det flere boliger for arbeiderene. I tillegg bygde mange egne hus i området opp mot Grefsenåsen. Det medførte at det ble utviklet et livskraftig industrisamfunn på Kjelsås som ble forsterket av at jernbaneforbindelsen ble etablert i 1900 og trikkeforbindelse kom rundt 1930 (Historisk tverrsnitt, 2010).

Den virkelige villabebyggelsen kom både til bydelen rundt år 1900. Det hele startet med at Disen gård la ut 36 tomter for salg like ovenfor dagens Skeidbane. Senere ble det ene området etter det andre lignede villastrøk. I noen områder ble det bygd ut med bymessig boligbebyggelse med boligblokker og enkelte høyhus (Historisk tverrsnitt, 2010).



Figur 4.3. Historisk kart over caseområde fra 1879.



Figur 4.4 Historisk kart over caseområde fra 1947.

Grefsen ble først bebyggt med småhus på begynnelsen av 1900-tallet. Det var først i 1940-årene det kom blokkbebyggelse i området. Navnet Grefsen kommer fra det norrøne ordet Grefsin. Det første leddet grefsi betyr grev og det siste leddet vin betyr naturlig eng (Tvedt, 2016a).

Kartene på denne siden viser utviklingen i caseområdet fra 1879 til 2017. Slike det også framgår av kartene var området preget av gårdsbruk på 1800-tallet. Vidre utviklet stedet seg til å få et mer bylignende preg allerede i 1947, på samme tid som Aker kommune ble en del av Oslo. Allerede rundt 1950 synes det at område tydelig har gått over til å bli et mer bypreget område med bolighus og næringsvirksomheter som ikke er direkte knyttet til vannkraften eller som er avhengig av den. I dag er området et boligområde med tilhørende egne virksomheter og nærbutikker i ytre delen av Oslo by.

På neste side vil det være en oversikt over bilder tatt av caseområde i ulike tidsperioder. Disse bildene viser også den historiske utviklingen av området fra et typisk gårdsbrukområde til et mer urbant og bynært boligområde.



Figur 4.5. Caseområde i dag (kart fra 2017).

Figur 4.6. Usikt mot Myrer fra Grefsen ca. 1860.



Figur 4.7. Villa på Grefsen, 1910.



1800-1900



Figur 4.13. Kjelsås gård, 1905.

Figur 4.8. Kjelsås jernbanestasjon, ca 1930-1940. Grefsenkollen i bakgrunn.



1900-1950



Figur 4.14 Akerselva ved Kjelsås bruk, 1902.

Figur 4.9. Vestre Grefsen gård, 1940.



Figur 4.15. Boligblokk på Kjelsås, 1965.



1950-2000



Figur 4.10. Villabebyggelse på Grefsen, 1952.



Figur 4.16. Kjelsåstikken, 1993.

Figur 4.11. Grefsen terrasse, 1978.



2000-



Figur 4.12. Boliger ved Grefsen kirkegård, 2018.



Figur 4.17. Trikkehallen på Kjelsås, 2018.

Demografi i caseområde

Folketallet i Kjelsås/Grefsen-området er på 11 863. I perioden 2001-2016 var det en vekst på henholdsvis 7,8 % og 5,0 % i befolkningen. Alderssammensetningen preges av større andeler barn og ungdom enn generelt i Oslo, noe som er vanlig i bydeler i ytre by. I tillegg er fordelingen mellom kvinner og menn på Kjelsås/Grefsen jevn, men det er litt flere menn (OSLO KOMMUNE Statistikkbanken, 2014).

Grefsen har en innvandrerbefolkning på 25 % i motsetning til Kjelsås som har en litt lavere innvandrerbefolkning på 21 %. Størsteparten av innvandrerne kommer fra Polen og Sverige.

I de siste årene har det vært en tendens i Nordre Aker der det er personer over 50 år som flytter ut mens yngre personer flytter inn. Det er særlig personer i aldersgruppen 30-49 år som flytter inn i bydelen (Oslo kommune, 2017).

Generelt er andelen med lav utdanning, andel trangbodde, andel ikke sysselsatte og andel personer med redusert funksjonsevne lavere enn gjennomsnittet i Oslo både for Grefsen og Kjelsås. Grefsen har også noe høyere dødsrate

enn bygjennomsnittet i Oslo (Oslo kommune, 2017). Gjennomsnittslønnen for befolkningen på Kjelsås/Grefsen ligger også høyere enn gjennomsnittet i Oslo (OSLO KOMMUNE Statistikkbanken, 2014).

Personer i arbeid med bosted i bydelen Nordre Aker ligger på like under 70 % for begge kjønn. Det er flest som jobber med teknisk tjenesteyting og eiendomsdrift. Helse- og sosialtjenester og personlig tjenesteyting er de to påfølgende arbeidsområdene der de nest største andelene personer arbeider med (OSLO KOMMUNE Statistikkbanken, 2014).

Statistikken viser også at størsteparten av befolkningen på Kjelsås/Grefsen bor i blokk eller leiegård mens det er færrest som bor i enebolig. Mellom disse to ligger andelen av befolkningen som bor i rekkehus eller tomannsboliger. Størsteparten av befolkningen eier også boligen sin selv i dette området (Oslo kommune, 2017).

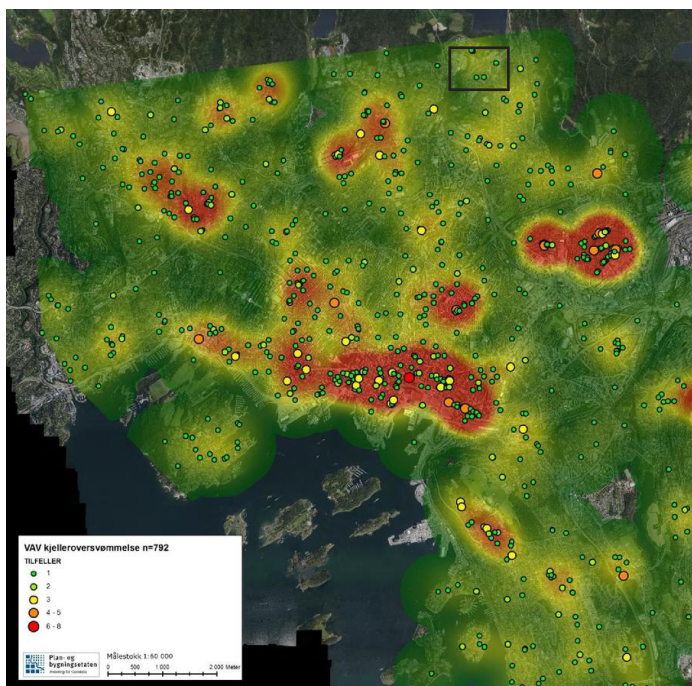


Figur 4.18. Boliger i nedbørfeltet på vinterstid.

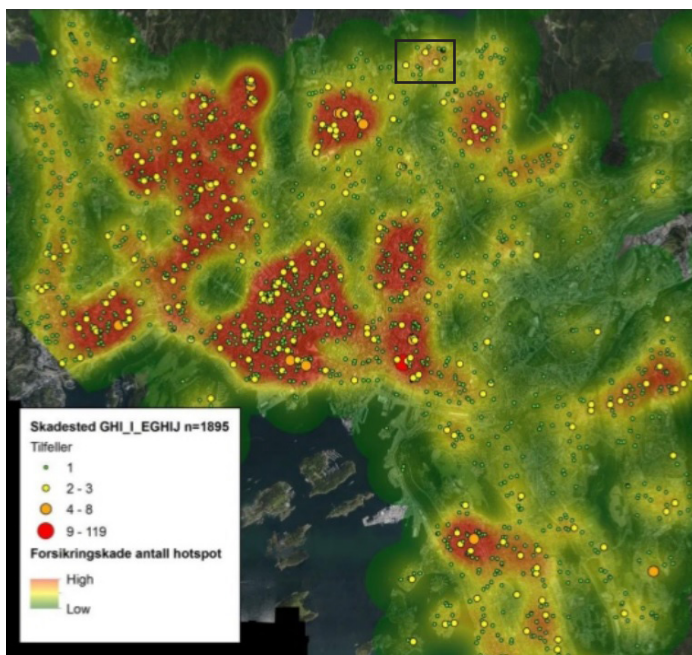
Skader av overvann

Å identifisere skader og flomhenseler samt områder som sliter med overvannsproblemer er første steget i analysemodellen.

Oslo er et urbant område hvor avrenningen på overflaten er stor og hurtig. Dette fører til problemer med overvannet særlig ved kraftig nedbør og ekstremnedbørshendelser (Miljødirektoratet, 2017).



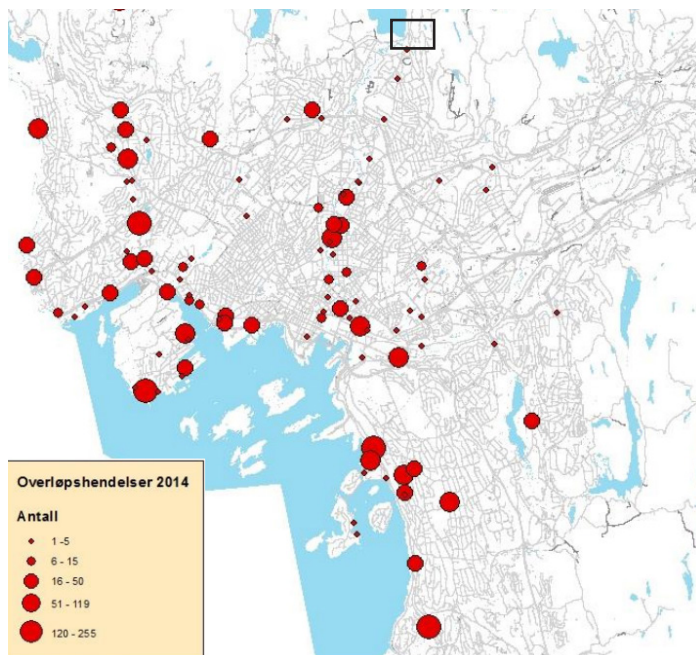
Figur 4.19. Kjelleroversvømmelser i Oslo.



Figur 4.20. Skadesteder som følge av overvann i Oslo dekket av forsikringsselskapene.

Kartene viser kjelleroversvømmelser, forsikringsskader som følge av overvann og overløpsdrift på avløpssystemene i Oslo. Den svarte firkanten på kartene viser hvor caseområdet er lokalisert.

Det er få kjelleroversvømmelser i caseområdet, men det er derimot en oppsamling av overvannsskader dekket av forsikringsselskapene. Slik det framgår av kartet er det en oransje-rød flekk midt i caseområdet. Det vil si at det er relativt mange overvannsskader i området. Dette er noe av det som gjør caseområdet spesielt siden området ligger relativt nærme Nordmarka og i utkanten av byen og samtidig sliter med overvannsproblemer. Innenfor caseområdet ligger overløpet AK52. AK52 har 0-10 overløp til Akerselva i året. Det vil si at ledningsnettene går fullt mellom 0 og 10 ganger i året og da ledes det vannet ledningsnettene ikke har kapasitet til ned i Akerselva. Disse overløphendelsene sammenfaller ofte med nedbørshendelser (Azhar, 2018).



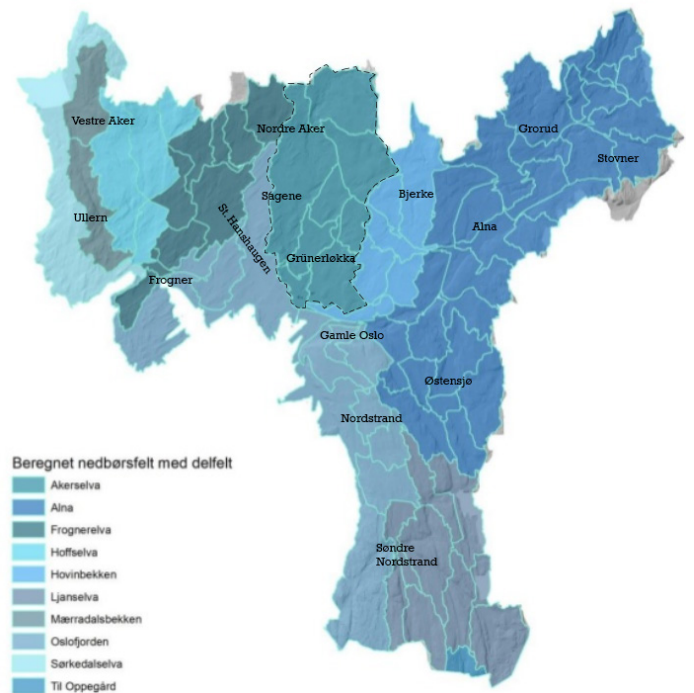
Figur 4.21. Overløpsdrift i Oslo.

Nedbørfeltet

Et nedbørfelt er et avgrenset område hvor nedbøren renner ned til et bestemt punkt nederst i feltet (Lindholm & Bjerkholt, 2010). Dette punktet kan være et vassdrag eller et hav. Det er de naturlige vannskillene som definerer nedbørfeltet (Lindholm et al., 2008). Vannet i nedbørfeltet vil følge terrenget og renne med tyngdekraften nedover mot havet. Oppholdstiden for vannet i nedbørfeltet avhenger av jordsmonn, terreng og type vegetasjon. Disse faktorene henger sammen og vil endre seg over tid (Miljølære). Avrenningen av vannet blir påvirket av både terrenget og tyngdekraften. Derfor renner vannet ikke nødvendigvis mot sør eller nedover på kartet.

Steg 2 i analysemodellen er å identifisere nedbørfeltet. Det er høydedrag og høyder rundt caseområdet som danner vannskillene og dermed avgrenser nedbørfeltet. Avrenningen til området ender opp i Akerselva. Kartet nedenfor viser nedbørfeltet som vil bli brukt videre i oppgaven. I denne delen av oppgaven

vil dette nedbørfeltet bli analysert på et overordnet nivå. Ved valg av mindre områder til prosjekteringdelen kan videre arbeid med prosjekteringen kreve mer nøye og detaljerte analyser for dette området. Disse analysene vil bli presentert i prosjekteringdelen.



Figur 4.22. Nedbørfelt i Oslo. Caseområde sokner til nedbørfeltet Akerselva som er markert med svart stiplede linje.



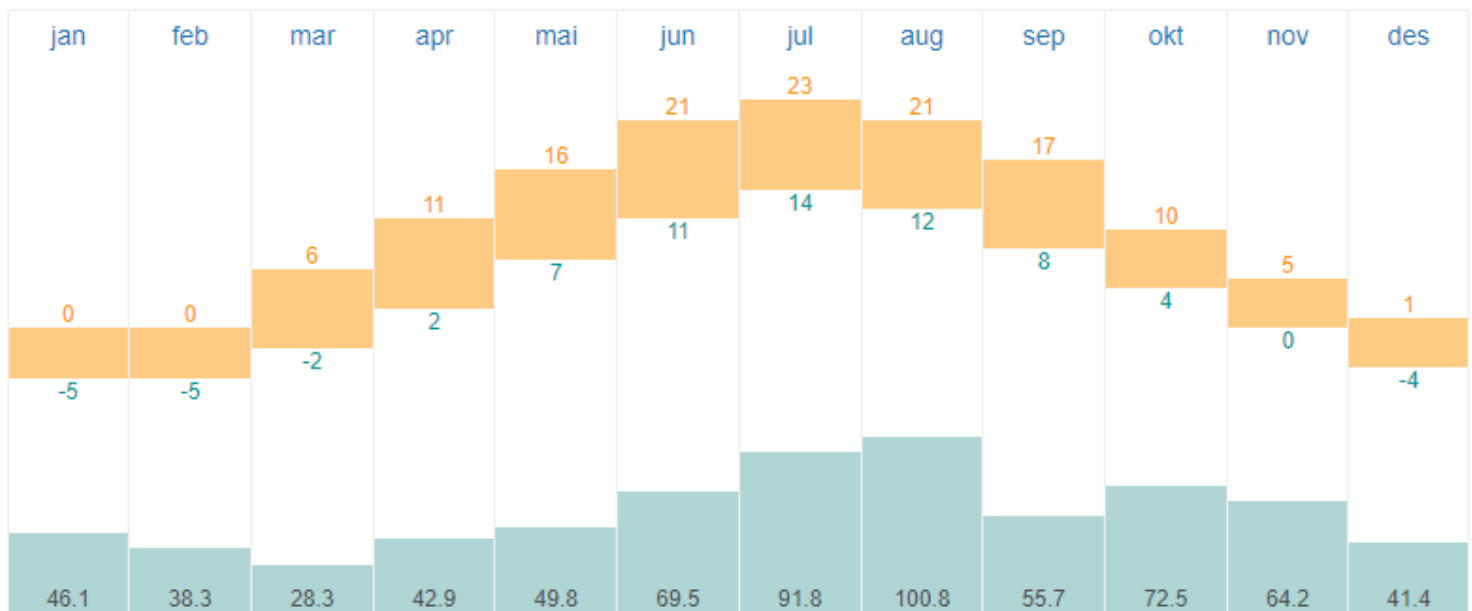
Figur 4.23. Kart over nedbørfeltet i caseområdet. Den røde stiplede linjer marker nedbørfeltet.

Lokalklima

Caseområdet ligger i Oslo kommune og da er lokalklima i Oslo av interesse. Oslo har rekordtemperaturer på -26°C og ca. 35°C i hver sin ende av gradestokken, men det er sjeldent at været er så ekstremt (Klima i Oslo). Klimaet i Oslo er delt inn i fire årstider: sommer, høst, vinter og vår. Sommeren er preget av mye dags- og sollys i løpet av dagen og en gjennomsnittstemperatur på ca. $18-20^{\circ}\text{C}$. Vinteren er mørkere med 7-8 timer daglys hver dag og en gjennomsnittstemperatur på rundt 0°C . Høst og vår er overgangsperioder mellom vinter og sommer eller motsatt.

Tabellen nedenfor viser hvor mye nedbør som kommer i Oslo gjennom året. Det er den grågrønne fargen som viser nedbøren og

nedbørsverdiene er oppgitt i mm. Den gule fargen er temperaturen og er oppgitt i $^{\circ}\text{C}$. Slik det framgår av tabellen er det en god del nedbør i Oslo gjennom året. Særlig om sommeren kommer det ofte et sted mellom 90 og 100 mm med regn. Om vinteren kommer det noe mindre nedbør, men dette kommer ofte i form av snø. Det er snø i Oslo hvert år, men i sentrum nede ved havet er det sjeldent at snøen ligger lenge. Derimot blir snøen liggende lenger i marka rundt byen (Klima i Oslo). Det blir en del overvann som renner av på overflaten i Oslo på grunn av at Oslo er et urbant område og den stadige nedbøren i området. I tillegg vil avrenning bli noe større på våren når snøen smelter.



Hele året klima & gjennomsnittsvær i Oslo

Høyeste temp.: 23°C

Nedbør: 58.4 mm

Vind: 3 m/s

Laveste temp.: -5°C

Fuktighet: 74%

Trykk: 1011 mbar

Gjennomsnittstemp.: 7°C

Duggpunkt: 2°C

Sikt: 49 km

Figur 4.24. Figuren viser gjennomsnittsværet i Oslo gjennom året og er basert på værmeldingene i perioden 2005-2015.

Prognoser for klimaendringer

Endringer i klima har forekommet til alle tider og er derfor ikke noe nytt. Derfor vil også klimaet i Norge også endre seg i framtiden (Haanssen-Bauer et al., 2015).

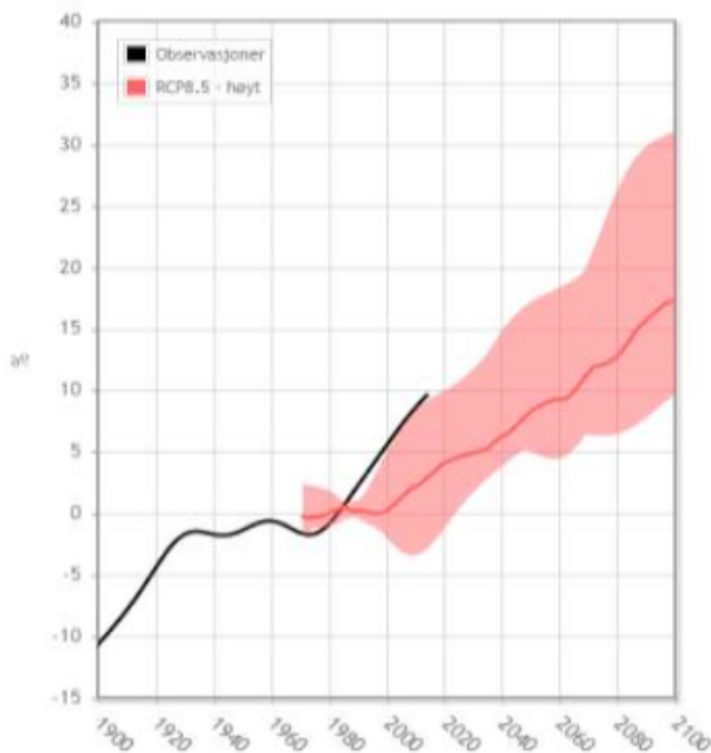
I rapporten Klima i Norge 2100 (Haanssen-Bauer et al., 2015) trekkes det fram noen hovedfunn for hvordan medianverdiene for klimaendringene i Norge er i slutten av det århundre vi er inne i nå. De mest relevante hovedfunnene for oppgaven er:

- Årstemperatur: Økning på ca. 4,5 °C (spenn: 3,3 til 6,4 °C)
- Årsnedbør: Økning på ca. 18 % (spenn: 7 til 23 %)
- Styrregnepisodene blir kraftigere og vil forekomme hyppigere
- Regnflommene blir større og kommer oftere
- Snøsmelteflommene blir færre og mindre

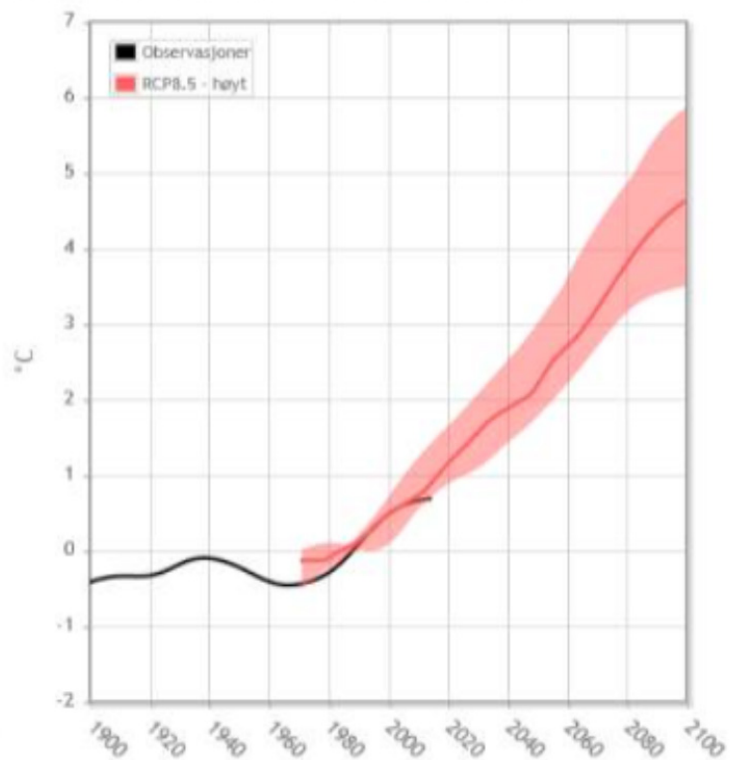
Det er særlig endringene i nedbøren som er den klimaendringen som vil gi størst utfordring for Norge. Nedbøren vil øke i hyppighet, få kraftigere intensiteter og det vil bli større nedbørmengder. Det gjør det mer utfordrende å håndtere overvannet, særlig i urbane område som Oslo.

Det er de lokale klimaframskrivningene på Østlandet som er av størst interesse siden caseområdet ligger i Oslo. Figurene under viser hvordan henholdsvis nedbøren og temperatur er forventet å utvikle seg dersom utslippsscenarioet RCP8.5 inntreffer. I rapporten Norsk klima i 2100 er det beskrevet flere utslippsscenarioer. RCP8.5 er det utslippsscenarioet hvor utslippsøkningen fortsetter slik som den er nå (Haanssen-Bauer et al., 2015).

Nedbør for Østlandet, RCP8.5 - høyt, for hele året



Temperatur for Østlandet, RCP8.5 - høyt, for hele året



Figur 4.25 og 4.26. Figurene viser avvik i nedbør (%) og temperatur (°C) i perioden 1970-2000 og perioden fram mot 2100 dersom utslippsscenarioet RCP8.5 inntreffer på Østlandet. Kurvene i figurene viser medianverdiene. Rødfargen markerer spredningen mellom 10-90 persentil (Haanssen-Bauer et al., 2015). Dette medfører at det vil bli mer nedbør og varmere temperaturer i caseområde. Dermed blir det mer overflateavrenning og det vil bli mindre snø vinterstid da snøen kommer som regn.

Natur

Dette delkapittelet inkluderer analyser tilknyttet naturforhold i nedbørfeltet. Det vil si geologiske forhold og kartlegging av naturlignede områder.



Figur 4.27. Løsmassekart som baserer seg på kart fra NGU.

Geologi

Fordelingen av løsmasser i nedbørfeltet vises på kartet over.

Nedbørfeltet består hovedsakelig av tykk strandavsetning og tykk marin avsetning samt noe tynn morene og bart fjell hvor det stedvis er tynt dekke. Det er også noen flekker med tykk morene, torv og myr.

Det er på østsiden av nedbørfeltet det er tynn morene og bart fjell med stedvis tynt dekke. I dette området er det ikke så mye dekke i grunnen som vannet kan infiltreres i. Derfor vil en god del av vannet renne av på overflaten.

Midt i nedbørfeltet hvor det er mye marin avsetning vil ikke så mye vann bli infiltrert. Det skyldes sammensetningen av løsmassene. Hovedsakelig består marine avsetninger i stor grad av finkornet leire og silt. I tillegg vil en slik type avsetning være tett og kompakt på grunn av egenskapene til leiren. Dette vil i stor grad føre til en større avrenning. Strandavsetningen sør i nedbørfeltet består hovedsakelig av mye sand, grus og stein. Derfor vil vannet ha god mulighet til å infiltrere i grunnen her. Det skyldes at sand og grus har god dreneringsevne på grunn av stort porevolum mellom sand- og gruspartiklene.

I tillegg er det flekkvis noe torv og myr i nedbørfeltet. Slike områder drenerer ikke vannet så godt, men samler heller vannet opp og området blir sumpete og våt.

Kartet under viser områder som er egnet og uegnet for infiltrasjon i nedbørfeltet.

I nedbørfeltet er det noen områder som er bedre egnet til infiltrasjon enn andre slik det framgår av kartet. Dette henger sammen med hvilke løsmasser som ligger hvor. De egnede område for infiltrasjon og løsmasser med god drenering stemmer godt overens.

Områdene i nedbørfeltet som er uegnet for infiltrasjon sammenfaller godt med områdene bestående av marin avsetning, myr og torv.

Dette er typiske løsmasser som er tette og lite gjennomtrengelig for vannet. Derimot består områdene med god infiltrasjonsevne av mye sand og grus som har god drenering for vann.

Selv om enkelte områder i nedbørfeltet blir kategorisert som uegnet for infiltrasjon så vil det alltid bli infiltrert noe vann gjennom vegetasjondekke med tilhørende jord. Problemet er at disse områdene ikke kan håndtere store mengder vann med kraftig nedbør.

Figur 4.28. Kart som viser infiltrasjonsevnen i løsmassene. Baserer seg på kart fra NGU.



Blågrønne stukturer

Som nevnt tidligere i oppgaven defineres grønnstruktur som «veven av mer eller mindre sammenhengende, store og små naturpregede områder i byer og tettsteder» (Direktoratet for naturforvaltning, 2003; Thören & Nyhuus, 1994). I den definisjonen som blir brukt i denne oppgaven er privathager og felleshager også tatt med, dvs. definisjonen av grønnstruktur som er i håndbøkene fra Direktoratet for naturforvaltning fra 1994 og 2003. Grunnen til at denne definisjonen er valgt å bruke er at dersom dette ikke hadde blitt inkludert ville nedbørfeltet bestått av lite grønnstruktur selv om det generelt er et grønt område på grunn av vegetasjonen i privathagene. Vann er også tatt med i definisjonen av grønnstruktur og derfor er Akerselva også definert som en grønnstruktur på kartet under. Den blågrønne strukturen i caseområdet er delt inn

i 6 ulike kategorier: elv, næringsområder med stort grøntareal, privathager, idrettsarealer, parkarealer og skog. Selv om alt er blågrønne struktur er de delt inn i kategorier fordi disse grøntområdene har ulike kvaliteter og egenskaper i forhold til overvannshåndteringen. Skogområder kan f.eks. infiltrere mer vann i grunnen og har mindre avrenning enn privathager fordi privathager har flere harde flater hvor avrenningen er stor og vannet ikke kan infiltrere.

I dette nedbørfeltet vil ikke skogområdene i øst drenere noe særlig mer store mengder vann selv om generelt skogområder drenere mer vann enn f.eks. privathager. Det skyldes løsmassene i skogområdene som ligger øst i nedbørfeltet. Se løsmassekart tidligere. Hovedsakelig består nedbørfeltet av privathager.

Figur 4.29. Kart som viser blågrønne strukturer i området.



De andre blågrønne strukturene dekker mesteparten av de resterende arealene innenfor nedbørfeltet. Det er Grefsen gjenbruksstasjon som er det eneste område som ikke er definert som et grøntområde. Det skyldes at dette området et næringsområde uten særlig arealer av grønne områder og faller dermed utenfor definisjonen av blågrønne strukturer. Akerselva i vest er den eneste grønnstrukturen i nedbørsfeltet som består av store mengder vann. Alt overvannet i nedbørsfeltet vil renne ned dit.



Figur 4.30. Grefsenåsen med Grefsenkollen midt i bilde.



Figur 4.31. Idrettsanelgget Myrerjordet.

Vannets løp

Analyser og registreringer relatert til hvordan vannet vil renne i området blir presentert i dette delkapittelet. Analyse av topografi, avrenningsmønster, dreneringslinjer og historiske bekkeløp i nedbørfeltet er tatt med.

Topografi og avrenningsmønster

Akerselva i vest er det laveste punktet i nedbørfeltet og ligger på 130 moh. nederst i elva mot Oslo sentrum. Grefsenåsen øst i nedbørfeltet er det høyeste punktet på 378 moh. på det høyeste ved Grefsenkollen. Det utgjør en stor høydeforskjell på 248 m. Terrenget faller nedover mot Akerselva.

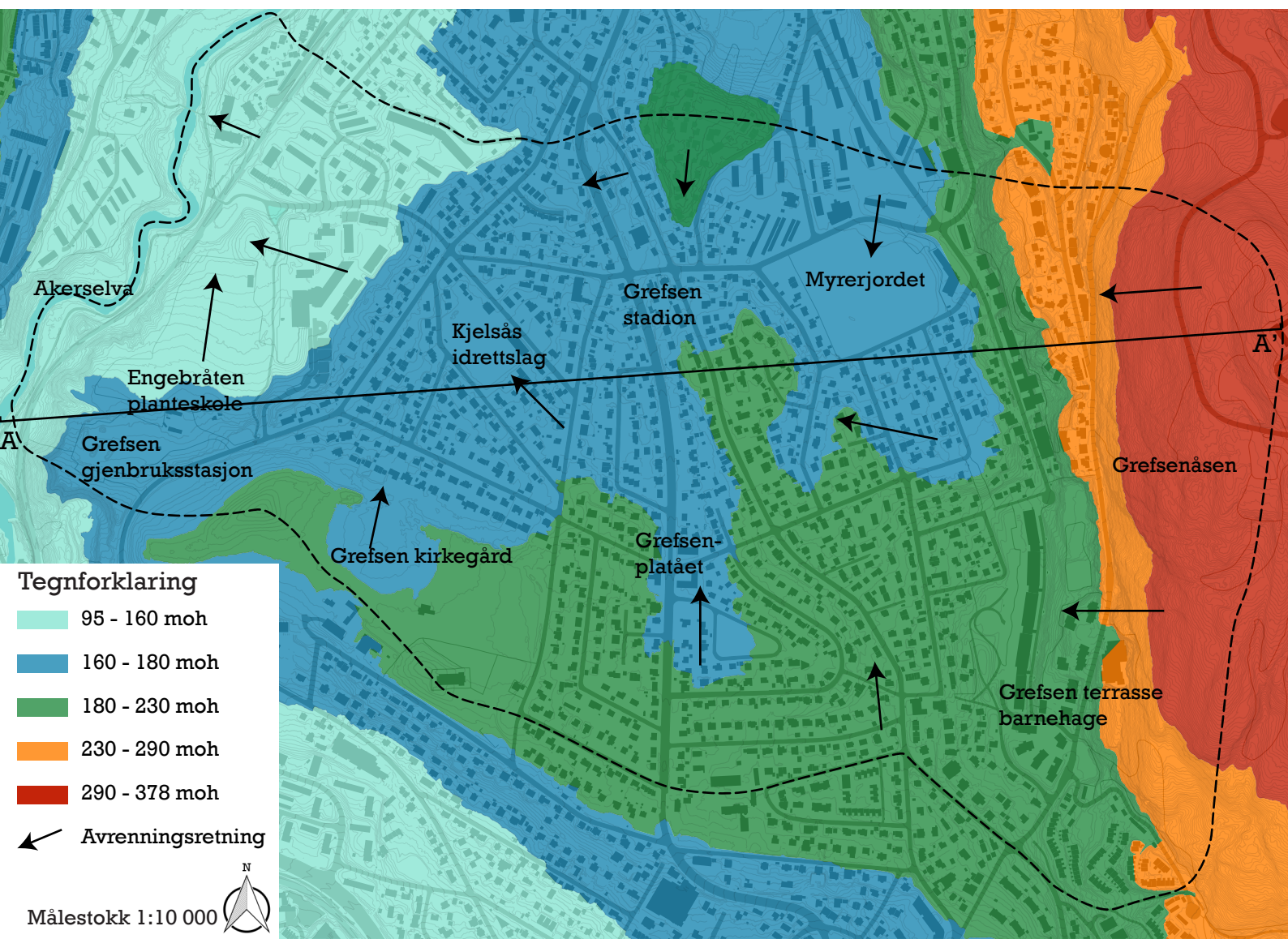
Høydelagskartet og avrenningspilene på kartet forteller at Akerselva er resipienten for nedbøren og overvannet i nedbørfeltet. Alt vannet som faller innenfor avgrensingen til nedbørfeltet vil bli ledet ned til Akerselva og ende opp her på grunn at terrenghellene. Avgrensingen er langt til de høyeste punktene rundt område som utgjør vannskillene. Derfor vil terrenget lede vannet først mellom høydene

i nord og sør samtidig som vannet blir ledet fra øst og nedover med terrenghellingen mot Akerselva i vest.

Ved ekstreme nedbørhendelser vil mye av vannet renne av på overflaten pga. store områder med dårlig infiltrasjonsevne samt den noe urbane konteksten området ligger i. Denne overvannsavrenning vil bli ledet ned og ut i Akerselva. Årsaken til det er de gitte terrenghellene i området.

Like ved Grefsenkollen er det mye bratt terreng slik snittet under viser. Dette snittet viser også at terrenget flater seg mer ut ved Grefsenplataet trippestopp. Her blir det et plata med noe

Figur 4.32. Høydelagskart.



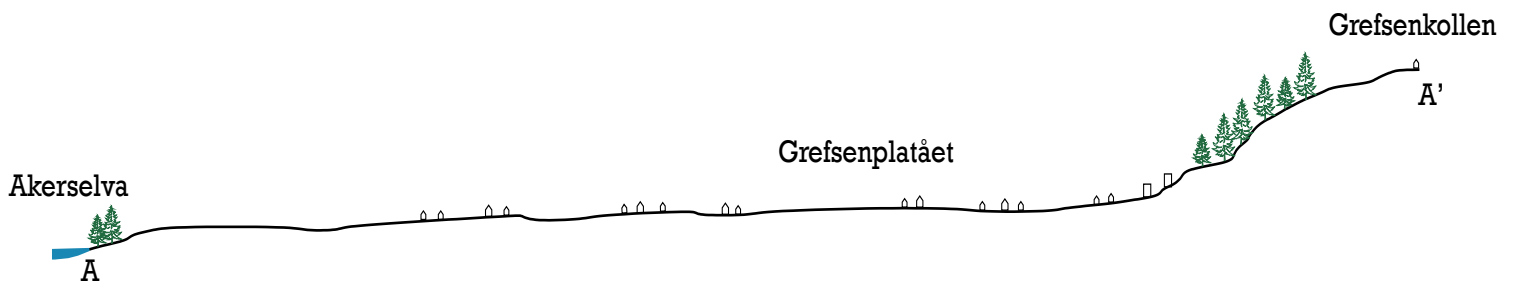


Figur 4.33. Utsikt fra Grefsenkollen. Bildet viser at Grefsenkollen ligger høyt i forhold til bebyggelsen nedenfor.

helling nedover mot Akerselven. Like ved Akerselva vil terrenget bli noe brattere igjen.

Avrenningsgraden varierer i nedbørfeltet. Ved Grefsenkollen vil avrenningen være høyere og raskere pga. bratt terreng og grunnforholdene (se geologi). Jo brattere terrenget er, jo fortere vil vannet renne av. Det medfører at avrenningsgraden blir høyere. Arealdekke vil også påvirke avrenningsgraden.

Generelt vil vannet i dette nedbørfeltet renne fra høydedragene rundt og ned mot Akerselva. I tillegg vil vannet renne fortere øst ved Grefsenkollen før hastigheten senkes i området ved Grefsenplatået. Herfra og til Akerselva vil vannet renne saktere på grunn av flattere terrenget.



Figur 4.34. Snitt som viser høydeforskjellen mellom Akerselva og Grefsenkollen.



Figur 4.35. Akerselva ved Kjelsås.

Dreneringslinjer

Dreneringslinjer er linjer som viser hvor det er stor sannsynlighet for at vannet vil renne dersom rørsystem, kulverter og stikkrenner er utilgjengelig. Slike dreneringslinjer er en beregning av hvor vannet vil renne og drenerer ut fra helning og terrengform. Erfaringsmessig vil vannet søke mot og følge dreneringslinjene ved kraftig nedbør (Oslo kommune, 2015).

Mange av dreneringslinjene i nedbørfeltet følger veiene ned mot Akerselva. Videre blir vannet ledet ned til elva på grunn av hellingen på terrenget. Ut i fra dette virker det som at det hovedsakelig er veiene og infrastrukturen som er de eksisterende flomveiene og de blir brukt som dette.

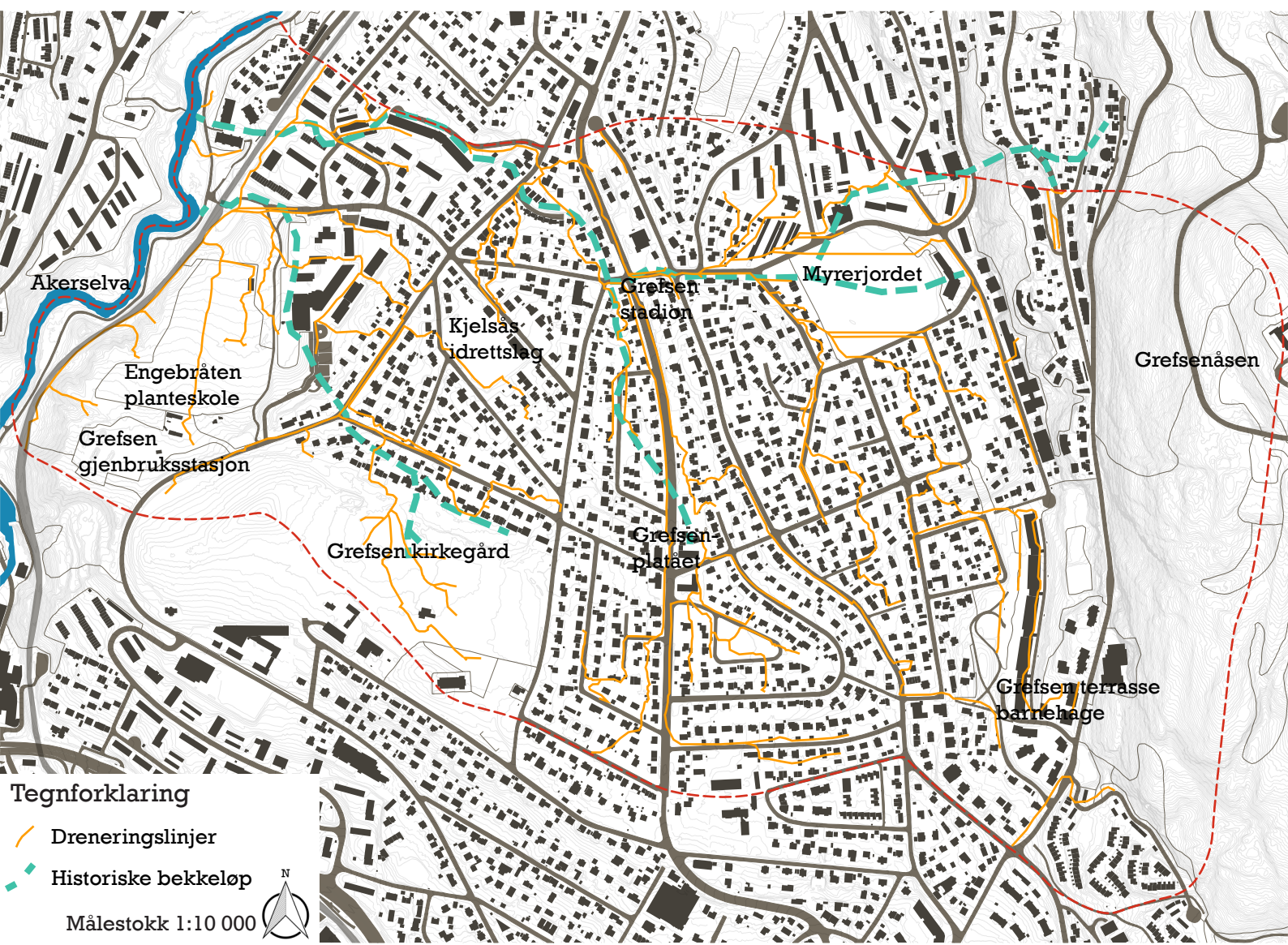
Kartdata om dreneringslinjene er hentet fra planinnsynskartet for kommuneplanen i Oslo.

Historiske bekkeløp

I denne oppgaven blir historiske bekkeløp definert som traser hvor det tidligere har vært et bekkeløp eller vassdrag. Ofte er slike traser blitt lagt i rør og Oslo kommune arbeider med å gjenåpne mange slike bekkeløp. Dersom det skal bygges i nærheten av slike lukkede bekker eller elver i Oslo skal det vurderes om bekken eller elven skal gjenåpnes. Denne vurderingen skal gjøres av Vann- og avløpsetaten og Bymiljøetaten (Oslo kommune, 2015).

Vannet vil søke mot de historiske bekkeløpene på samme måte som vannet vil søke til dreneringslinjene. Det skyldes at vannet naturlig vil samle seg opp og renne i de laveste punktene i terrenget og danne bekker og vassdrag. Når bekkeløpet blir lagt i rør vil

Figur 4.36. Kart over dreneringslinjer og historiske bekkeløp. Basert på kartdata fra Oslo kommune.



vannet fortsette å renne i samme retning, men vannet i selve bekkeløpene vil ikke ligge synlig i terrenget.

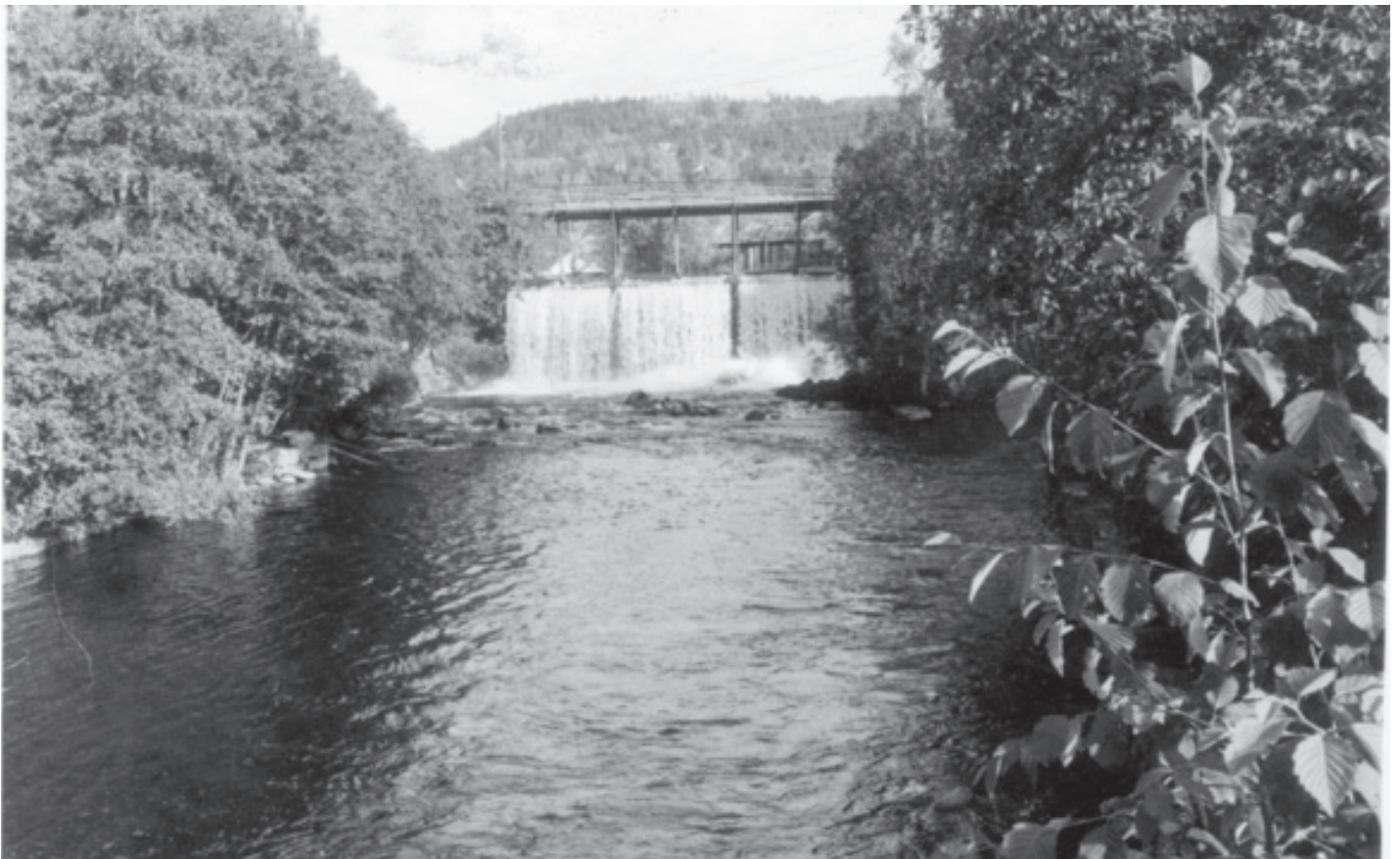
Kartdata om de historiske bekkeløpene er hentet fra Oslos egen kartlegging av historiske bekkeløp (Oslo kommune, 2014a).

Dreneringslinjene og de historiske bekkeløpene sammenfaller noe i nedbørfeltet. Det skyldes at vannet vil renne i samme retning påvirket av terrenget og hellingen. Grunnen til at det ikke sammenfaller fullstendig skyldes menneskelig påvirkning på terrenget. Da endres terrenget og dermed vil det påvirke hvordan vannet renner. Ifølge planinnsynskartet til Oslos kommuneplan 2015 er de historiske bekkeløpene innenfor nedbørsfeltet lagt i rør. Derfor er det en mulig løsning å gjenåpne enkelte strekninger av de historiske bekkeløpene i prosjekteringen



Figur 4.38. Akerselva ved Brekke på Kjelsås. Bilde er tatt i 1902.

Figur 4.37. Akerselva oppover mot Brekkefossen ved Kjelsås. I bagrunnen ligger Grefsenåsen.



Bebyggelse

Dette delkapittelet omhandler bebyggelsen i nedbørfeltet. Bygningstypologier, næringsbygg, private bygninger, private og offentlige områder samt arealdekke er blitt analysert.

Bygningstypologier

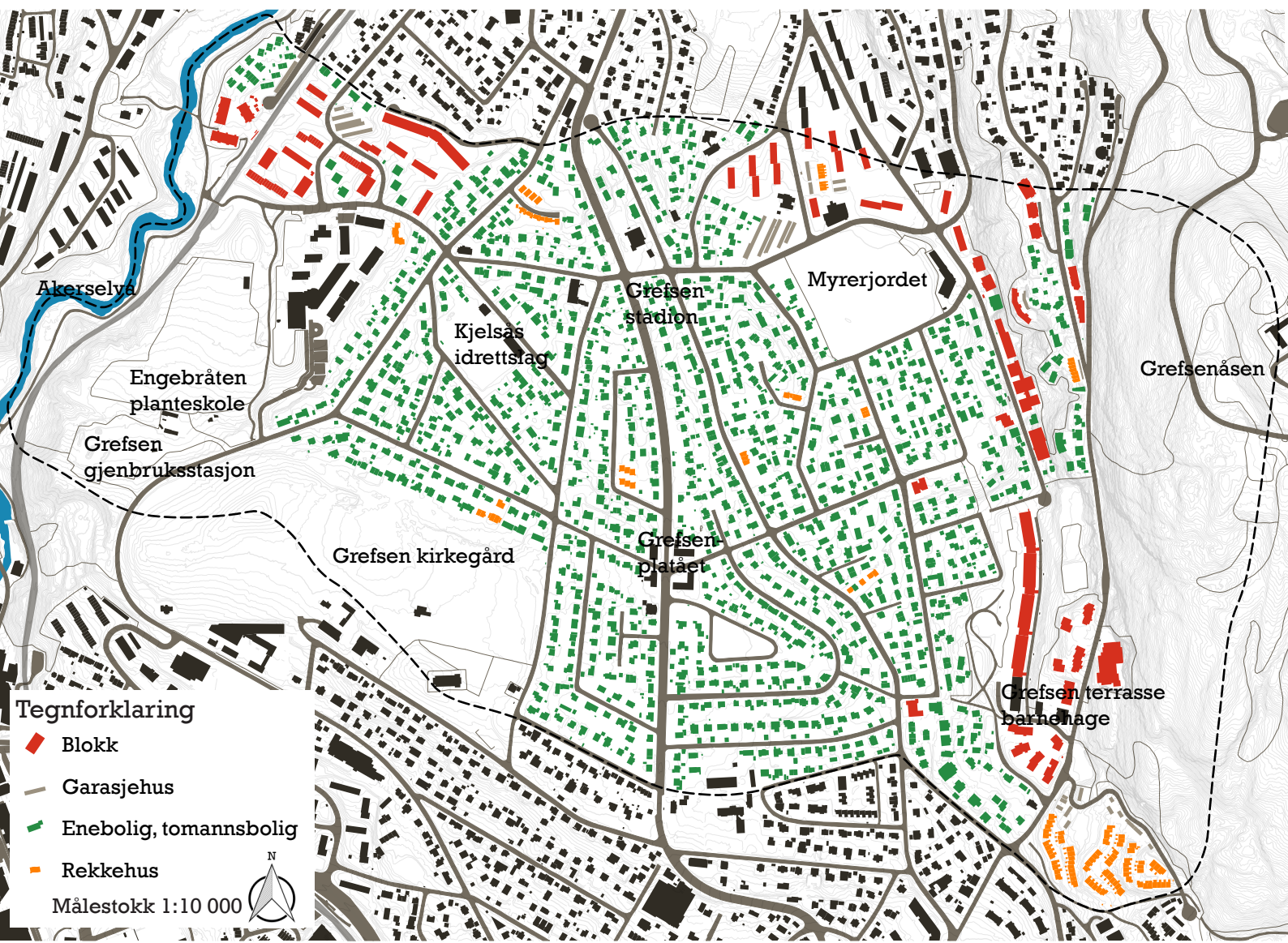
I følge Byggordboka kan bygningstypologier defineres som det uttrykket bygningen har som viser de formmessige prinsippene som bygget er utformet etter (Byggordboka, 2018).

De fire typiske bygningstypologiene i nedbørsfeltet er blokk, garasjehus, rekkehus, og enebolig og tomannsbolig. De garasjehusene som er i området er tilknyttet boligblokker eller rekkehus. Slik garasjehus er ofte lave, lang og smale hus som har plass til en bil i bredden og et antall ønskelige biler ved siden av hverandre i lengden.

Eneboliger og tomannsbolig er slått sammen et en typologi fordi tomannsboliger ofte er veldig like eneboliger. Tomannsboliger kan også deles inn i vertikale og horisontale tomannsboliger. Det er særlig de vertikale tomannsboligene som er like eneboligene siden denne typen tomannsbolig skiller boligene på etasjene og ikke at det er to eneboliger som deler en vegg.

Slik det framgår av kartet er det eneboliger og tomannsboliger som dekker størst areal i nedbørsfeltet. Blokkene er ofte på 3 eller fire etasjer så det er ikke nødvendigvis at det er

Figur 4.39. Kartlegging av bygningstypologier.





Figur 4.40. Kartlegging av offentlige og private bygninger og arealer.

flest mennesker som bor i eneboliger eller tomannsboliger.

I Kjelsås/Grefsen-området er bor flesteparten i blokk eller leiegård (Oslo kommune, 2017). Derfor kan det sies at enebolig og tomannsboliger er mest arealdekkende med færrest mennesker, mens blokker er mindre arealdekkende med flest mennesker.

Offentlig og privat

Kartet over viser de offentlige og private områdene inkludert bygninger. De offentlige bygningene ligger spredt over hele nedbørfeltet. Hovedsakelig er de offentlige bygningene enten skole, barnehager, bygninger i tilknytning til gravlund eller butikker. Det er særlig noen av butikkene som sammenfaller med trikkestoppene Grefsenplataet og Grefsen stadion i nedbørfeltet.

De to næringsområdene vest i området ned mot Akerselva er Engebråten planteskole og Grefsen gjenbruksstasjon. Disse næringene er mer arealkrevende enn den resterende næringen i området. Det er derfor de er skilt ut i en egen kategori.

Slik det framgår av kart er mye av arealet i nedbørfeltet private boligområder med enkelte større offentlig områder innimellom. Det er særlig gravlund og området rundt Grefsen gjenbruksstasjon ned mot elva samt skogområdet i øst som er de største offentlige arealene i nedbørfeltet. Resten av de offentlige områdene er mindre arealer som f.eks. Kjelsås stadion og området rundt trikkestoppet Grefsenplataet.

Arealdekke

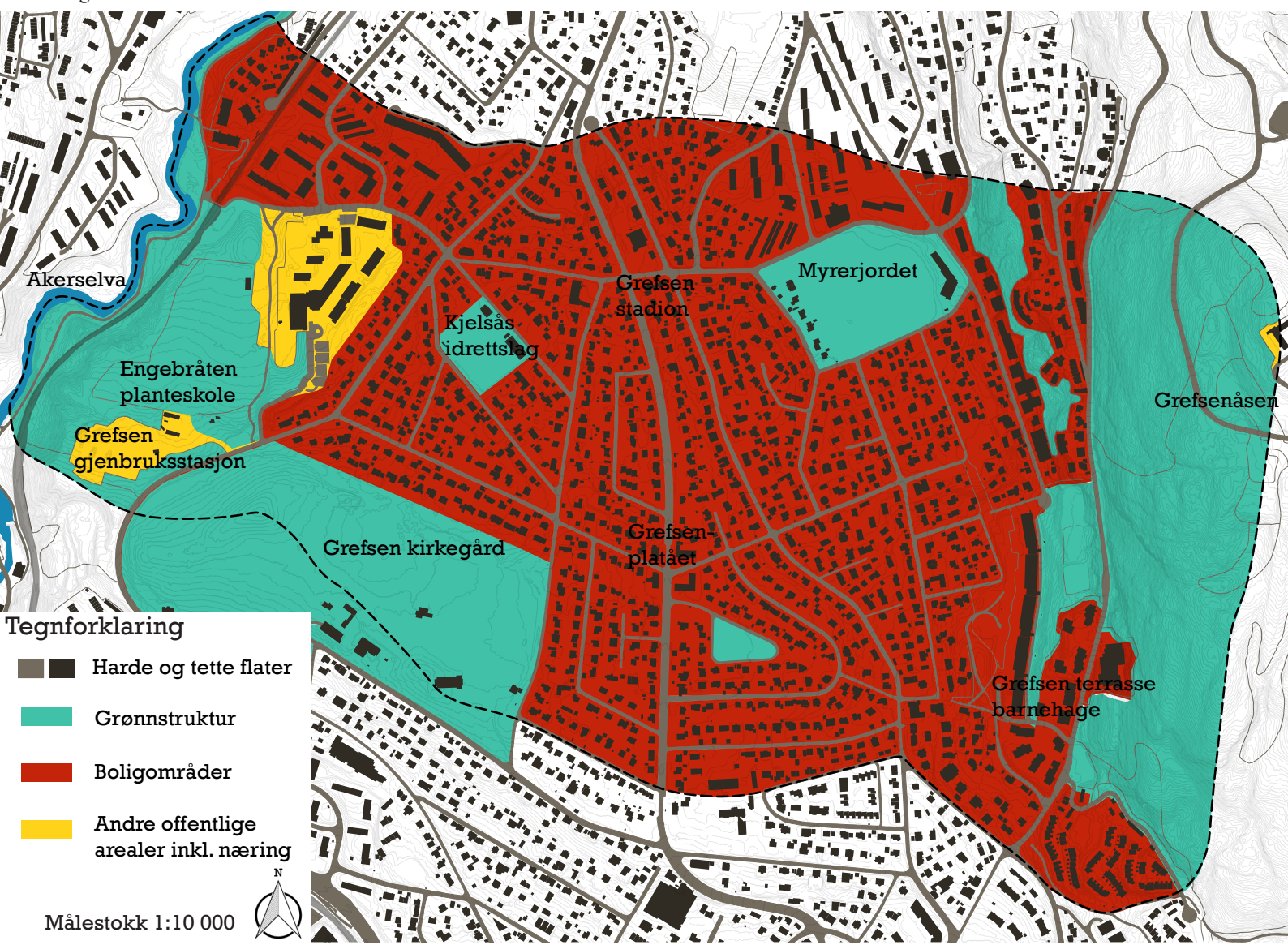
Å identifisere hvilke typer arealdekke som finnes i nedbørfeltet har betydning for hvordan og hvor overvannet bør bli håndtert. Denne kunnskapen sammen med kunnskapen fra de andre analysene kan brukes til finne en avrenningskoeffisient for de ulike arealtypene. Avrenningskoeffisient defineres som forholdet mellom nedbøren på overflaten og avrenningen fra den aktuelle flaten. Dette begrepet sier også noen om infiltrasjonsevnen til området. Dersom man har en høy koeffisient vil området ha en dårlig evne til å infiltrere vann i grunnen (Thorén, 2014).

Arealdekke i nedbørfeltet er kartlagt i kartet under. Slik dette kartet viser består nedbørfeltet mye av boligområder og grønnstruktur samt harde flater som bygningsflater og asfaltert veistruktur. Boligområdene inngår også i grønnstrukturen, men det er valgt å skille ut dette i en egen kategori her. Innenfor kategorien grønnstruktur vil det være forskjell på avrenningskoeffisienten fordi naturlig

skogsområder vil ha en annen avrenning og infiltrasjon i grunnen enn idrettsanleggene. Det er de harde flatene som vil ha størst avrenning og minst infiltrasjon av vannet i grunnen. Selv om det er mange bygningsflater og asfalterte veier i nedbørfeltet er det også mange grønne områder med mye vegetasjon. Disse grønne områdene er privathager og andre naturlignende områder slik som skogsarealet opp mot Grefsenåsen. Slike områder med mye vegetasjon er godt egnet til å gjøre tiltak for å håndtere overvannet. Det skyldes at vegetasjonen forbraker vann for å kunne overleve og det er et jordlag under vegetasjon som det er mulig for vannet å infiltrere ned i.

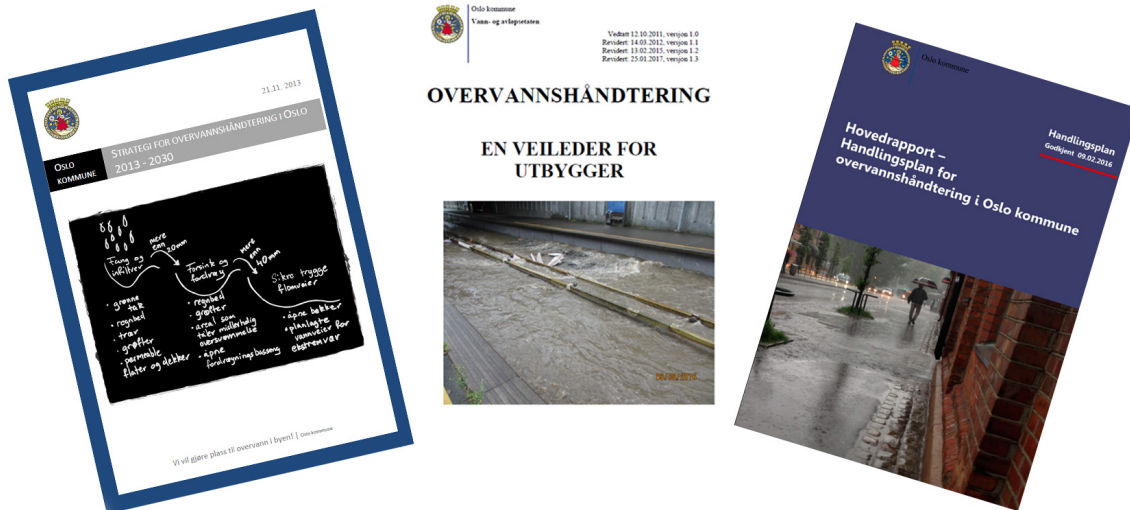
I denne analysen er arealdekke analysert på et overordnet nivå. Det ikke tatt med innkjørlene til de private tomtene eller den eksisterende vegetasjonen i dette kartet. Dette er noe som bør bli registrert i det området som blir valgt til prosjekteringen.

Figur 4.41. Arealdekke i nedbørfeltet.



Relevante dokumenter

Dette delkapittelet presenterer aktuelle dokumenter som har relevans for prosjekteringen av caseområdet. Kommunale føringer i Oslo kommune og en tidligere masteroppgave med samme caseområde fra en VA-ingeniørstudent vil bli inkludert i delkapittelet.



Figur 4.42. Ulike kommuner har ulike føringer for hvordan overvannet skal håndteres i kommunen. Bilde viser noen av dokumentene som er førende i Oslo kommune.

Kommunale føringer

Ulike kommuner i Norge har ulike føringer i forhold til håndtering av overvann. Det er de kommunale føringene for Oslo kommune som er av størst interesse for denne oppgaven siden caseområde ligger i Oslo.

I Oslo kommune er tema knyttet til åpen overvannshåndtering tatt med i retningslinjene og bestemmelsene i arealdelen i kommuneplanen. I tillegg har Oslo kommune bestemmelser som krever at det skal sikres tilstrekkelig areal for overvannshåndtering i reguleringsplanene (Vasseljen et al., 2016).

Sentrale dokumenter for Oslo kommune i henhold til kommunale føringer for overvannshåndtering er:

- Kommuneplan – Oslo mot 2030
- Kommunedelplan for blågrønne strukturer
- Strategi for overvannshåndtering i Oslo 2013-2030
- Handlingsplan for overvannshåndtering i Oslo kommune
- Overvannshåndtering – en veileder til utbygger (utgitt i 2012).

I kommuneplanen stiller Oslo kommune krav til bestemmelser og retningslinjer som skal gjelde for hele kommunen. I arealdelplan til

kommuneplanen stiller Oslo kommune krav til bl.a. at «overvann skal fortrinnsvis tas hånd om lokal og åpent» og at «bygninger og anlegg skal utformes slik at naturlige flomveier bevares og tilstrekkelig sikkerhet mot oversvømmelse oppnås». Fastsatte retningslinjer i kommuneplanen er bl.a. at Oslo kommune skal til enhver tid følge gjeldende norm for Blågrønn faktor (BGF) og håndteringen av overvann bør planlegges slik at det kan bli et bruks- og opplevelseselement i utearealene samt at kommunens veileder for overvannshåndtering er retningsgivende for overvannshåndtering i kommunen (Vasseljen, 2016; Kommunplan 2015. Oslo mot 2030- Smart, trygg og grønn, 2015).

Strategi for overvannshåndtering i Oslo 2013-2030 ble vedtatt av kommunen i 2014 (Oslo kommune, 2014b). I dette dokument poengteres det at å løse overvannsproblematikken kreves samarbeid på tvers av sektorer og interesser. Her fastsettes det også mål for overvannshåndteringen kommunen ønsker å oppnå. Disse målene er som følger (Oslo kommune, 2014b):

«Oslo skal ha en overvannshåndtering som ved hjelp av åpne og lokale løsninger:

- Møter klimautfordringene og minimerer skader og ulemper på mennesker, bygninger, eiendom og infrastruktur

- Ivaretar miljøet og sikrer god økologisk og kjemisk tilstand i vannforekomstene
- Bruker overvann som ressurs i bylandskapet»

I eksisterende bebyggelse stiller strategien krav til å undersøke hva utfordringene i det aktuelle område, vurdere hvilke overvannsløsninger som er egnet for det aktuelle område og hvordan de kan etableres, og videre prioritere, planlegg og gjennomføre forbedringstiltakene (Oslo kommune, 2014b). Disse bestemmelsene er mest aktuelle i denne oppgaven.

I 2016 ble Strategien for overvannshåndtering i Oslo 2013-2030 fulgt opp med en handlingsplan. Denne handlingsplanen foreslår overvannstiltak innenfor følgende 5 temaer: utvikle og forbedre kunnskapsgrunnlaget, forebygge konsekvenser av overvann på avveie, alle kommunale prosjekter skal være forbilder, tettere samarbeid mellom etatene,

Tidligere masteroppgave

I 2017 ble det skrevet en masteroppgave på linjen Vann- og miljøteknikk ved NMBU som tok for seg overvannshåndtering med åpen og lokal overvannsdisponering på Kjelsås/Grefsen. I denne masteroppgaven ble det undersøkt virkningsgraden for åpne og lokale overvannstiltak for overløpsdriften i et felt på Kjelsås/Grefsen. Dette feltet har et overløp som fører avløpsvann i Akerselva. Kartet på neste side viser område som oppgaven har tatt utgangspunkt i. Oppgaven ser på nødvendige tiltak for å imøtekomme et mål fra Oslo kommune som går ut på å minimere driften på hvert enkelt overløp i kommunen. For å imøtekomme dette målet ved en nedbørshendelse med 5-års gjentakintervall på overløpet AK52 er det blitt kjørt stimuleringer i en avløpsmodell. Tiltakene som ble implementert i modellen er frakobling av taknedløp, regnbed, grønne tak og permeable dekker (Ingebrighetsen, 2017).

Resultatene fra stimuleringen i avløpsmodellen viser at implementering av åpne og lokale overvannsløsninger førte til en betydelig

og veilede og samarbeide. Det er prinsippene for bruk av åpen og lokal overvannshåndtering og treleddstrategien i all arealbruk for å opprettholde det naturlige avrenningsmønster som ligger til grunn for handlingsplanen tiltaksforslag (Fagernæs et al., 2016).

Vann- og avløpsetaten (VAV) har utarbeidet veilederen Overvannshåndtering – Veileder for utbygger som et ledd i arbeidet med en mer bærekraftig overvannshåndtering i Oslo kommune. Veilederen skal tydeliggjøre hvilke regler som er gjeldende for overvannshåndteringen ved utbygging av arealer. I tillegg skal veilederen bidra til en forsvarlig overvannshåndtering samtidig som den hjelper til å nå kommuneplanens mål om en blågrønn by (VAV, 2017). Denne veilederen er mest aktuell for utbyggere.

reduksjon av vannmengder i overløpet AK52. Det tiltaket som ga best reduksjon var frakobling av taknedløp. Det er på grunn av både hvor stort omfang det fikk i feltet og tiltakets reduksjonsgrad. Den beste stimuleringen kan et resultat på 99 % reduksjon av vannmengder som gikk i overløpet AK52. Dette viser hvordan overvannsproblematikken enkelt kan løses ved å etablere ulike overvannstiltak på hver enkelt tomt (Ingebrighetsen, 2017).



Figur 4.43. Forside fra den tidligere masteroppgaven.



Figur 4.44. Kart som viser omådet som er tilknyttet overløpet AK52 (den røde sirkelen). Det er dette område den tidligere masteren har tatt utgangspunktet i. Rød farge viser fellessystem i område, men grønne og blå delfelt viser separatsystem (blå er overvann og grønn er spillvann).

Tiltak	Maks vannføring (m ³ /s)	Mengde i overløp (m ³)	Reduksjon i overløp (%)
5-årsregn med FT 58 % + 133 RB + PD 15 % + GT 35 %	0,041	18,2	94
5-årsregn med FT 58 % + 133 RB + PD 15 % + GT 43 %	0,041	18	94
5-årsregn med FT 78 % + 133 RB + PD 15 % + GT 35 %	0,008	2,0	99
5-årsregn med FT 78 % + 133 RB + PD 15 % + GT 43 %	0,008	1,9	99

Figur 4.45. Denne tabellen viser resultat for maksimal vannføring og vannmengde ut av overløpet ved bruk av samtlige tiltak for 5-årsregn. FT = frakobling av taknedløp, RB = regnbed, PD = permeable dekker og GT = grønne tak.

Oppsummering av analyser og registreringer

Tidligere har det vært mye gårdsdrift i caseområdet. Etthvert som tiden gikk ble det etablert flere næringsvirksomheter både i nærheten av og lengre unna Akerselva. Med industrivirksomheten ble område utviklet mer mot et bolighusområde slik det er i dag. Bolig- og villabebyggelsen kom i gang på starten av 1900-tallet. Etter dette ble caseområdet mer og mer likt Oslo by.

Befolkningen i området har en god utdanning, mange er i arbeid og tjener mer enn gjennomsnittet i Oslo. Generelt bor flest i blokk eller leiegård mens færrest bor i enebolig. De fleste eier boligen sin selv.

Caseområdet har problemer med overvann, men ikke så ekstremt som lenger ned i Oslo sentrum mot havet. Det er enkelte kjelleroversvømmelser og noe overløpsdrift i området. I tillegg ligger caseområdet i en hotspot for skadesteder som følge av overvann dekket av forsikringsselskapet. Dette er noe som gjør området spesielt fordi det er problemer med overvann såpass langt oppstrøms i nedbørfeltet.

Lokalklimaet i caseområdet er likt det klimaet som er karakteristisk for Sør-Norge med kjølige mørkere vintre og lyse varmere sommere. I tillegg er det snø om vinteren og noe regn gjennom sommeren. Klimaet vil endre seg framover og det er særlig temperaturen og nedbøren som vil øke. Nedbøren er av størst interesse i denne oppgaven. Framover vil nedbøren bli hyppigere, kraftigere og mer intens. Det vil dermed bli mer overvann som må håndteres.

Det er relativt få områder innenfor nedbørfeltet som egner seg til infiltrasjon av overvannet. Det skyldes løsmassene som ligger i området. Hovedsakelig er det tykk marin avsetning og tykk strandavsetning som dekker området. Slike typer løsmasser er tette og lite gjennomtrengelig for vannet.

Store deler av nedbørfeltet består av blågrønne strukturer. Det eneste området som ikke er kategorisert som en blågrønn struktur er Grefsen gjenbruksstasjon. Størsteparten av den blågrønne strukturen er privathager.

Det er store høydeforskjeller i nedbørfeltet. Disse høydeforskjellene sammen med resten av



Figur 4.46. Boligområde i nedbørfeltet.

topografien og andre faktorer bestemmer hvor vannet renner. I dette nedbørfeltet blir vannet ledet ned til Akerselva som er resipienten for nedbørfeltet.

Dreneringslinjer og historiske bekkeløp er blitt registrert siden vannet sannsynligvis vil renne mot og langs disse linjene. Både dreneringslinjene og de historiske bekkeløpene sammenfaller relativt godt og leder vannet ned mot Akerselva på samme måte terrenget leder vannet.

Bebyggelsen i nedbørfeltet er hovedsakelig private boliger med enkelte offentlig næringsbygg innimellom. Næringsbyggene er stort sett butikker, skoler, barnehager og bygg tilknyttet til idrettsanleggene som man forventer å finne i et boligstrøk. Mye av arealene i nedbørfeltet er private områder og derfor må tiltakene for å bedre overvannshåndtering også plasseres og brukes på privat grunn.

Arealdekke i nedbørfeltet består hovedsakelig av boligområder og grønnstruktur. I tillegg er det arealer som går til infrastrukturen

som skaper harde flater med hurtig og mye avrenning av overvann. Infrastrukturen deler også området opp i mindre fragmenter. Derfor bør tiltakene for overvannshåndteringen være små og mange spredt rundt i nedbørfeltet for å dempe flomtoppene ved nedbør.

Oslo kommune har mange gode dokumenter som viser til hvilke kommunale føringer for overvannshåndteringen. Disse dokumentene er skrevet og tilpasset forskjellige målgrupper. Dermed blir det enklere for hver enkelt aktør å finne den aktuelle informasjon om de gjeldende føringene for overvannshåndteringen i kommunen. Dette viser også at Oslo kommune bruker tid og ressurser på å planlegge og gjennomføre tiltak for å redusere skader på bl.a. infrastruktur og bygninger som følge av overvann i sin kommune. En av målsettingene for Oslo kommune er å håndtere vannet åpent og lokalt. Ved å gjøre dette både på offentlig og privat eiendom vil løse mye av overvannsproblematikken. Dette er også noe M. C. Ingebrigtsen konkluderer med i sin masteroppgave om separering av overvann med åpen lokal overvannsdiskonering.



Figur 4.47. Trikkestoppet Grefsenplatået.

Del 5 Prosjektering



I denne delen av oppgaven blir enkelte områder i caseområdet prosjektert. Prosjekteringen vil ta utgangspunkt i det eksisterende boligområdet på Kjelås/Grefsen i Oslo og bygge på analyse- og registreringsdelen av oppgaven. Det er kun enkelte arealer som vil bli prosjektert. Disse kan anvendes som eksempler til etterfølgelse for hvordan overvannet kan håndteres på egen eiendom.



Prosjekteringsdelen er lagt opp slik at valg av et detaljeringsområdet i nedbørfeltet kommer først. Dette detaljeringområde vil videre bli grundigere analysert. Disse analysene sammen med analysedelen vil danne grunnlaget for valg av noen mindre områder som blir brukt som eksempler for hvordan overvannshåndteringen kan løses på egen tomt. Dette vil være noen karakteristiske tomter eller eiendommer. Grunnet størrelsen på detaljområdet og at det er mange like tomter og bygningstypologier i området blir det kun prosjektert ut enkelte arealer for å unngå mye gjentakelse. Dermed blir de arealene og tomtene som prosjekteres ut stående som eksempler til etterfølgelse.



Figur 5.1. Oversiktsbilde over deler av Kjelsås. Dette område bidrar også med både overvann og avløpsvann til overløpet AK52.

Hva er AK52?

AK52 er en sentral del av denne oppgaven og har betydning for prosjekteringsdelen, men hva er dette?

Innenfor caseområdet til denne oppgaven er det brukt både fellessystem og separatsystem på avløpsnett. Begge disse systemene har et overløp som har som funksjon å avlaste avløpsnett ved store nedbørsmengder. Det overløpet som er tilknyttet oppgavens caseområde heter AK52. AK52 er et av feltene som avløpssystemet i Oslo kommune er delt inn i. Dette overløpet går ofte i overløp, dvs. at ofte er nødvendig å bruke dette overløpet for å avlast ledningsnett. Det skyldes økte overvannsmengder i ledningsnett som følge av økt nedbør. Vannmengdene som går i dette overløpet blir ledet ut i Akerselva. Dette vannet

er urensset avløpsvann som bidrar til dårlig vannkvalitet og forurensning av Akerselva (Ingebrigtsen, 2017).

I den øvre delen av Akerselva er AK52 en av de mest aktive overløpene i dag (Ingebrigtsen, 2017). Dermed bidrar det å redusere overløpsdriften på AK52 ikke bare til en bedre og alternativ overvannshåndtering til dagens måte, men også til å redusere forurensninger i Akerselva. I tillegg vil vannkvaliteten i Akerselva bli bedre.

Valg av detaljområde

Følgende kriterier er lagt til grunn for valg av område til detaljprosjektering:

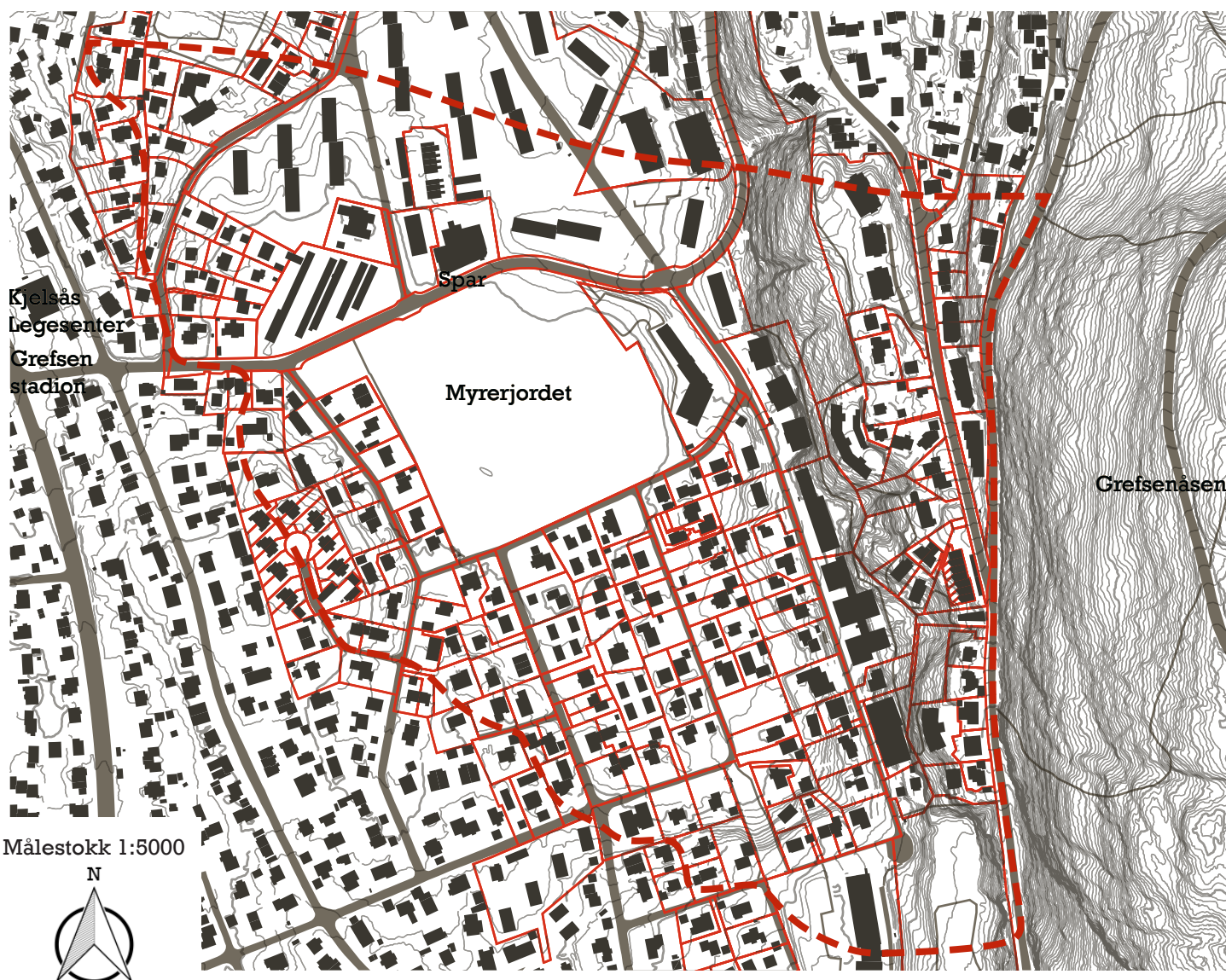
- Flest mulig bygningstypologier
- Variasjon i infiltrasjonsevne
- Inneholde både offentlige og private arealer, men mest private arealer siden det er her hovedfokuset er i oppgaven
- Sokne til overløpet AK52 som er lokalisert ved trikkestoppet Grefsen stasjon

Området som velges skal oppfylle flest mulig av de nevnte kriteriene. Den røde stiplede linjen på kartet under viser det område som er valgt som detaljeområde.

Detaljområde er valgt fordi dette område oppfyller de alle kriteriene så godt det lar seg gjøre. I dette område er det også variasjon mellom flatt og bratt terreng.

Dette er karakteristisk for og gjenspeiler hele nedbørfeltet. Det er forskjellig på hvilke overvannstiltak som kan brukes i bratt terreng og flatt terreng. Dermed kan prosjekteringen vise denne variasjonen. I tillegg er det valgt et område med ulik infiltrasjonsevne. Det skyldes at det også er ønskelig å vise denne variasjon siden dette også avgjør hvor det er hensiktsmessig å legge de ulike overvannstiltakene. Variasjonen i bygningstypologien i området er også ønskelig å vise.

Avgrensningen på detaljeområdet er bestemt ut fra det naturlige terrenget som danner rygger samt veier og eiendomsgrener. Eiendomsgrensene er hovedsakelig tatt med for å sikre at riktige uteområde føres til riktig eiendom og hus.



Figur 5.2. Kartet viser det valgte detaljområde med rød stiplede linje. De heltrukne røde linjene viser eiendomsgrensene.

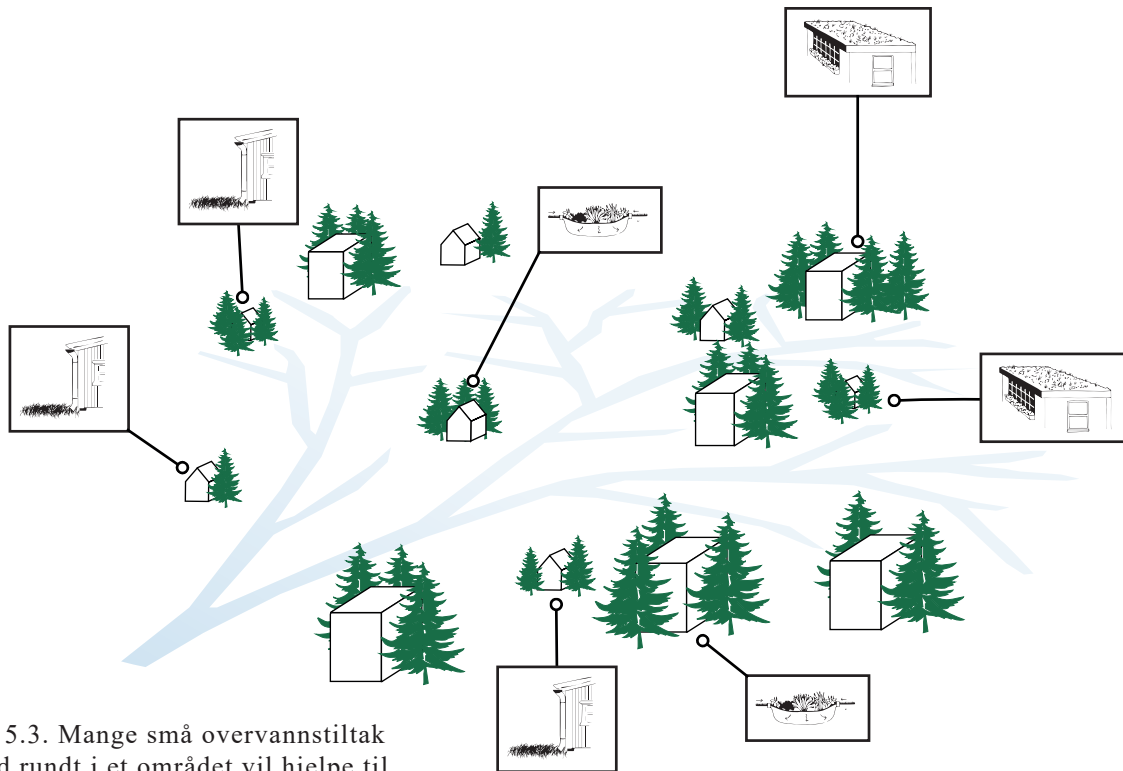
Konsept

Konseptet for prosjektering tar utgangspunkt i det norske ordtaket:

“MANGE BEKKER SMÅ BLIR EN STOR Å”

Dette ordtaket betyr at mange små gjerninger kan gjøre en kjempeinnsats (Conradi, 2011). Det er denne tankegangen som benyttes i

konseptet for detaljområde. Tanken er at mange små overvannstiltak spredd rundt i området vil bidra til den store helheten. Den store helheten her er målet med å redusere overvannsproblemene i det aktuelle området. Dette kan overføres og tilpasses andre områder, også boligområder som er fokuset i denne oppgaven.



Figur 5.3. Mange små overvannstiltak spredd rundt i et område vil hjelpe til med å redusere overvannsproblemene i et større område.

Visjon for detaljområde

Konseptet over er litt mer overordnet og kan benyttes på flere prosjekter og områder. Derfor er det tatt med en mer konkret visjon for detaljområdet. Visjonen er:

“REDUKSJON AV OVERLØPSDRIFTEN PÅ AK52 OG OVERVANNSPROBLEMENE PÅ KJELSÅS/GREFSEN”

Visjonen går ut på å redusere overløpsdriften på AK52 og redusere overvannsproblemene i området gjennom å etablere flere mindre overvannstiltak som er spredd rundt i

detaljområdet. Dette vil bidra til å både redusere problemene med overvannet i caseområde og redusere overvannsproblemene lengre nedstrøms i nedbørfeltet. Dermed bidrar overvannstiltakene i caseområdet også til å løse problemene med overvann lengre ned i Oslo sentrum. Det skjer ved at caseområdet ligger i bidragssonen i nedbørfeltet og vil dermed bidra med mindre vann videre nedover i nedbørfeltet. I tillegg vil overvannstiltakene sørge for at vanntilførselen videre blir jevn slik at flomtoppene forsinkes og flates mer ut.

Utformingsprinsipper for overvannshåndteringen i detaljområdet

Det er utarbeidet noen overordnede prinsipper for hvordan detaljeområde bør utformes med tanke på overvannshåndteringen. Disse er også overførbare og kan brukes i hele nedbørfeltet eller et annet tilsvarende like stort eller større område.

SMÅ TILTAK ER BEDRE ENN INGEN TILTAK. Til sammen vil alle de mindre tiltakene hjelpe til med å redusere flomtoppene og avrenningen av overvannet. Det er helheten av alle de små bidragene fra de mindre tiltakene som vil sørge for at både flomtoppene og vannavrenningen vil minke. Eksempler på aktuelle tiltak er blitt nærmere beskrevet i del 3 av oppgaven.

HVERT AV TILTAK FOR OVERVENNSHÅNDTERING KAN UTFORMES PÅ MANGE FORSKJELLIGE MÅTER. Tiltaket trenger ikke å være utformet på en bestemt måte. Det finnes for eksempel utallige måter for hvordan vannet fra taknedløp kan ledes bort og benyttes. Vannet kan ledes ut på gressplanen, ned i blomsterbedet, til en regntønne osv.

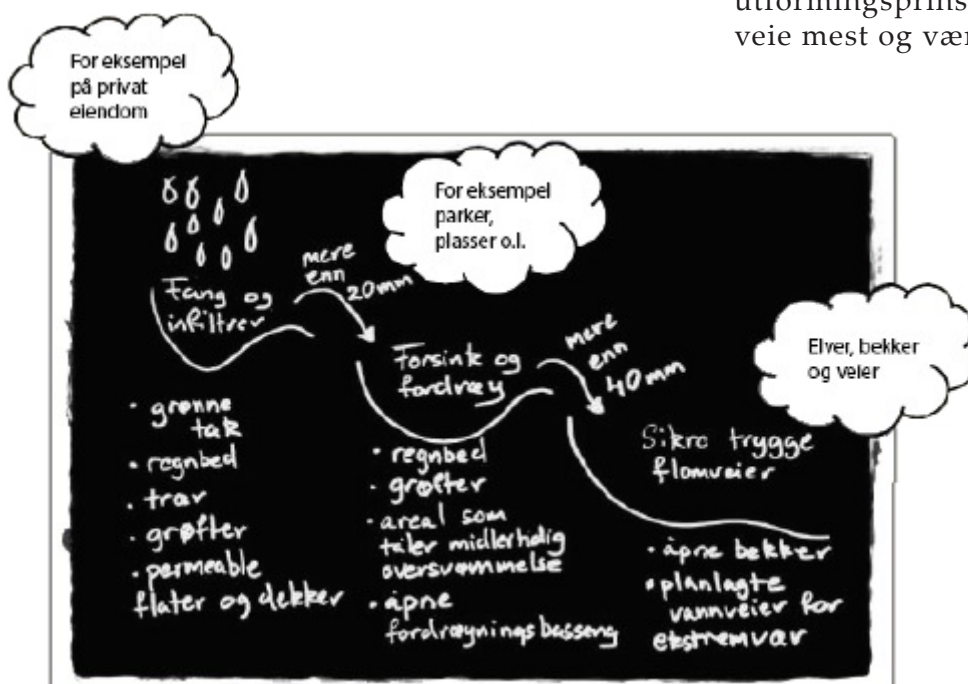
DET TRENGER IKKE Å KOSTE MYE FOR Å GJENNOMFØRE OVERVANNSTILTAKENE PÅ PRIVAT TOMT. Et eksempel er frakobling av taknedløp. Det er et billig tiltak og det hjelper i den store sammenhengen. I tillegg kan det gjøres tiltak på egen tomt som den enkelte grunneier selv føler at han/hun har råd til å etablere og gjennomføre.

BEHANDLE NEDBØREREN DER DEN FALLER OG OVERVANNET DER DET ER. Tiltakene på privat grunn vil hovedsakelig ha som hovedoppgave å fange og infiltrere nedbøren. Det overvannet disse anleggene på privat grunn ikke har kapasitet til å håndtere vil kunne renne videre til offentlige områder. I de offentlige områdene er det overvannstiltak og -anlegg som må ha kapasitet til å ta imot overvannet både fra eget areal og det overvannet som ikke er blitt håndtert på privat grunn. Derfor er det viktig å håndtere overvann på privat tomt slik at ikke alt overvann må håndteres av offentlige overvannsanlegg (Lindholm et al., 2008).

BRUK AV LEDD I TRELEDDSTRATEGIEN.

Overvannstiltak i ledd 1 som primært skal infiltrere overvannet bør hovedsakelig brukes på privat eiendom. Ledd 2 inkluderer overvannstiltak som forsinker avrenningen gjennom fordrøyning. Disse anleggene er kan være på offentlige områder og tar i mot avrenningen som ikke blir håndtert på privat grunn samtidig som de mottar overvann fra det offentlige arealer (NOU 2015:16). Primært skal denne tommelfingerregelen følges, men det kan gjøres unntak.

Disse overordnede prinsippene er veiledende for prosjekteringen av eksempelomtene. Dersom de lokale forholdene tilsier at overvannsløsningene på den aktuelle tomten ikke kan være tråd med disse utformingsprinsippene vil de lokale forholdene veie mest og være førende for utforming.



Figur 5.4. Treleddsstrategien som viser noen aktuelle tiltak å bruke i hvert ledd. Det er særlig ledd 1 og 2 som er mest aktuelt i denne oppgaven.

Grundigere analyse av detaljeringsområde

Analysene og registreingene i analysedelen er noe mangelfulle for at de kan komme til nytte i prosjekteringen. Derfor er det valgt gjøre noen ekstra analyser aog registreniger v detaljeringsområde. Disse vil gå dypere inn i hvert enkelte tema.

I analysedelen ble det også nevnt at noen av analysene vil være nødvendig å gjøre mer nøye og grundigere. Disse analysene dette gjelder vil bli presentert her.

Følgende analyser vil bli gjort av detaljeringsområdet:

- Blågrønn faktor i området. Hvordan er denne i forhold til hva Oslo kommune krever?
- Arealdekke hvor innkjørseler til hus, parkeringsarealer, stor vegetasjon o.l. vil bli tatt med og kartlegges.
- Eiendomsgrenser (vises på kartet på side 89). Disse er tatt med for å sikre at riktige uteområder lokaliseres til riktig hus og eiendom.

Videre vil disse analysene sammen med analysedelen brukes til i identifisere områder som egner seg for de ulike åpne overvannstiltakene og områder som egner seg til infiltrasjonstiltak. Dette vises på eget kart.

Blågrønn faktor i detaljeringsområde

Det er valgt å kun finne den blågrønne faktoren for de ulike karakteristiske tomtene og eiendommene som blir prosjektert. Disse områdene er valgt på grunnlag av at de representerer de karakteristiske og typiske eiendommene i detaljområde. Dermed gir den blågrønne faktoren på de utvalgte eiendommene et representativt bilde på hvordan den blågrønne faktoren er i detaljområde. I tillegg er BGF et verktøy som er bør brukes på et detaljert nivå hvor utformingen av området er avklart. Dette gjelder særlig ny områder, men grunnet stort detaljområde er det valgt å benytte BGF på et enda mer detaljert nivå. I tillegg vil mange elementer ikke være entydige og påvirke resultatet slik at dette ikke blir riktig. Et eksempel er skogsområdene i det bratte terrenget øst i detaljområdet. Her er de umulig å vite hvor mange trær som står der med mindre man fysisk går i området og teller hvert enkelt tre.

Ved utarbeidelse av veilederen BGF ble det også gjort noen eksempler på hvordan veilederen kan brukes. Her ble det erfart at ved prosjekter med store arealer er det vanskelig å regne ut den blågrønne faktoren (Ardila et al., 2014a). Dette er noe som også gjelder får denne oppgavens detaljområde.

Ved bruk av BGF i denne oppgaven blir regnearket som er et vedlegg til veilederen om BGF brukt. For de aktuelle tomtene som blir prosjektert ut vil den eksisterende og nye Blågrønne faktoren sammenlignet. Den eksisterende blågrønne faktoren for de utvalgte tomtene vil bli presentert sammen med de valgte private tomtene.

Kartlegging av vegetasjon og innkjørsler i private hager

Arealdekke i detaljområde består hovedsakelig av boligbebyggelse med private hager samt nødvendig veistruktur for boligbebyggelsen. I analysedelen er det ikke kartlagt vegetasjon, innkjørsler til private hus, enkelte gangveier og parkeringarealer. Derfor er det valgt å utarbeide et kart hvor dette er kartlagt.

Ved kartleggingen av vegetasjonen er det valgt å kun kartlegge busker, trær og hekker. Det skyldes at det fortsatt er på en relativt stor skala. Kartet viser at er særlig mye trær og busker i øst av detaljområdet hvor det er mye bratt terreng. Dette kan nok skyldes at dette området opprinnelig var skog og det er kun utbygd de enkelte tomtene og husene som er der. I resten av detaljeområde som er flattere, har hver enkelt tomt noen trær og busker samt ofte en hekk langs eiendomsgrensen, også ut mot veien. Dette er nok for skjerming for innsyn o.l. inn på eiendomen.

På kartet til under er også innkjørslene kartlagt siden de mangler i kartgrunnlaget. Innkjørslene til hvert enkelt hus er ofte asfalterte eller grusbelagte veier i byer. Det medfører at et større areal er dekket av harde og tette flater.

Dette medfører et større areal overvannet og nedbøren ikke kan infiltrere eller fordrøye. Dermed vil dette vannet renne av på overflaten og finne veien videre til andre områder hvor vannet infiltrerer i grunnen eller samler seg opp i lavpunkt f.eks. vassdrag. I detaljområde vil vannet infiltrere seg i de private hagene der det er vegetasjon slik som trær, busker, gress og blomsterbed. Det vannet som ikke blir infiltrert og som renner av på overflaten vil slutt havne enten i avløssystemet under bakken via gatesluk eller renne av på overflaten ned til Akerselva.

Myrerjordet er det største offentlig arealet i detaljområde som er et idrettsanlegg. Det er kun enkelte elementer som er målsatte og har en konkret avgrensning her. Disse elementene er en kunstgressbane, sandbane til volleyball og håndball samt et treningsområde med utendørsapparater. Resten av anlegget er gresskledd område som brukes til ulike aktiviteter tilknyttet idrettsanlegget. Her er det muligheter for å kunne bruke de gresskledd områdene til overvannstiltak i kombinasjon med den eksisterende bruken.

Figur 5.5. Kartlegging av vegetasjon og innkjørsler i detaljområde. Baserer seg på flyfoto fra Google Maps og Google Earth samt befaring i området.



Egnethet for overvannstiltak og infiltrasjon

Som en oppsummering av alle analyser og registreringer er det utarbeidet et kart som viser hvilke områder som er egnet for infiltrasjon og ulike overvannstiltak.

Det viktigste målet med åpen og lokal overvannshåndtering er å hindre store vannmengder å nå resipienten. På veien til resipienten er det områder som påvirker overvannet. Områder med god infiltrasjonsevne og muligheter for vegetasjon er viktige for å kunne redusere mengden vann som renner av på overflaten. Andre områder egner seg mindre til overvannstiltak pga. de gitte naturforholdene på stedet, f.eks. terreng og grunnforhold. Disse områdene vil ikke kunne påvirke avrenningen av overvannet mye,

men de kan brukes til å senke hastigheten på avrenningen gjennom f.eks. vegetasjonkledde flater eller områdene kan brukes til flomveier som en en siste utvei.

Gjennom bruk av analyser og registreringer som omhandler temaene geologi, arealdekke og topografi kan områdene grupperes etter hvor egnede de er for overvannstiltak og infiltrasjon. Arbeidet med å utarbeide dette kartet er tatt ut fra skjønn basert på den tilgjengelig kunnskapen som er funnet gjennom analysene og registreringene av område.

Slik det framgår av kartet under er det kun enkelte steder i detaljområdet det er gode muligheter for infiltrasjonstiltak. I resten



Figur 5.6. Kartlegging av områder som er egnet for overvannstiltak. De svarte stiplede linjene viser områder som skal prosjekteres videre i oppgaven.

av området er det fortsatt muligheter for noe infiltrasjon, men det er ikke egnet for infiltrasjon av store vannmengder.

På kartet er områdene delt inn i tre forskjellige grader etter hvor godt området er egnet for overvannstiltak. Infiltrasjonsevnen er også tatt

med som en viktig faktor. Tegnforklaringen viser de ulike kategoriene.

Tomter og områder som skal prosjekteres velges ut fra dette kartet. Det er for å sørge for å få fram de variasjonene som er i området.

GODT EGNET TIL OVERVANNSTILTAK

- Gode infiltrasjonmuligheter
- Flattere terreng som medfører lavere hastighet på avrenningen
- Tykk strandavsetning og tykk morene
- Noe vegetasjon i privathager

MIDDELS EGNET TIL OVERVANNSTILTAK

- Muligheter infiltrasjon, men grunnforholdene gjør det utfordrende
- Tynn morene og myr eller torv
- Blanding av flatt og bratt terreng som påvirker avrenningshastigheten
- Noe vegetasjon i privathager og på Myrerjordet (idrettsanlegg)

DÅRLIG EGNET TIL OVERVANNSTILTAK

- Bratt terreng
- Stedvis bart fjell i dagen
- Tykk marin avsetning
- Noe vegetasjon i privathager samt større områder med skog

Utfordringer ved implementering av overvannstiltak i detaljområdet

Det er noen utfordringer med implementering av åpne og lokale overvannstiltak i området. Følgende punkter dekker hovedutfordringene i detaljområdet:

- **PRIVAT OG OFFENTLIG EIENDOM.** Ved bruk av overvannstiltak i et område er det en forskjell på hvordan disse blir brukt på privat og offentlig eiendom. I private områder er det privatpersoner som eier arealet og ofte har disse liten kunnskap om overvannshåndtering. Dette medfører ofte at det ikke er gjort noen overvannstiltak på privat grunn. På offentlige arealer er det kommunen som sørger for å inkludere overvannstiltak. Dermed er det fagpersoner som sørger for at det blir gjennomført overvannstiltak.
- **STEDVIS BRATT TERRENG.** I detaljområde er det enkelte områder hvor det er mye bratt terreng. Det fører til at vannavrenningen blir hurtig. Dersom område også har mye

tette og harde overflater medfører dette at avrenningen blir både stor og hurtig. Konsekvensen av dette er at andre områder bør kunne ha kapasitet til å ta imot denne vannmengdem. I tillegg er det også liten plass på de enkelte tomtene som ligger i bratt terreng. Dermed er det liten plass til å håndtere overvannet her. Derfor må dette overvannet håndteres av andre tiltak lengre nedstrøms.

- **GRUNNFORHOLD SOM MEDFØRER LAV INFILTRASJONSKAPASITET.** Generelt er grunnforholdene i området dårlige med tanke på infiltrasjonskapasitet. Dette skyldes at løsmassene i område består mye av tykke strandavsstninger og marine avsetninger som består mye av leire og små partikler. I tillegg er det et torv og myr-område midt i detaljområdet. Dette område drenerer heller ikke særlig godt og har en dårlig infiltrasjonskapasitet. Det skyldes at jorda er vannmettet pga. dårlig drenering.

Valgte eiendommer til prosjektering

De private eiendommene som velges skal representere de karakteristiske variasjonene i detaljområdet som igjen gjenspeiler nedbørfeltet. Dermed skal eiendommene vise variasjonen i terrenget, infiltrasjonsevne og bygningstypologier. På bakgrunn av dette er det valgt 3 private tomter som er vist på denne og neste side. Disse er også tegnet inn på kartet over egnethet for overvannstiltak og infiltrasjon. En forutsetning som er lagt til grunn for de valgte områdene er at tomtene skal i mot overvannet fra egen tomt og håndtere det på egen tomt. Dermed er det tenkt at den aktuelle tomten skal kunne håndtere overvannet fra egen tomt. Det overvannet som ikke blir håndtert på egen tomt skal tas opp av kommunale tiltak (Lindholm et al., 2008). Det er kun valgt å beregne hvor store overvannsmengder de offentlige tiltakene kan håndtere.

PRIVAT TOMT 1: REKKEHUS



PRIVAT TOMT 2: ENEBOLIG



Figur 5.7. Enebolig med privat hage som egner seg godt til overvannstiltak og infiltrasjon av vann.

Figur 5.8. Rekkehus med private hager som egner seg dårlig til overvannstiltak og infiltrasjon av vann.

Rekkehuset ligger i flatt terreng nord for Myrerjordet. Dette rekkhuset ligger i en boligblokkbebyggelse slik at mye av områdene rundt er private områder som tilhører blokkbebyggelsen. I tillegg er grunnforholdene ved rekkehuset slik at området egner seg dårlig til overvannstiltak og infiltrasjon av vann. Det skyldes at områder tidligere har vært en myr. Hovedutfordringen på denne tomten er grunnforholdene som legger begrensninger på mulighetene for aktuelle overvannstiltak hvor infiltrasjon i grunn inngår.

Den valgte eneboligen ligger også i flatt terreng, men er lokalisert sør for Myrerjordet. Denne eneboligen ligger i skille mellom områder som egner seg godt og middels godt til overvannstiltak og infiltrasjon av vann.

Størsteparten av tomten ligger i området som er godt egnet og derfor blir tomten regnet som godt egnet til overvannstiltak og infiltrasjon. Det er denne tomten som har best forutsetninger for etablering av overvannstiltak. Det skyldes at det er gode grunnforhold for de aller fleste av overvannstiltakene samtidig som det er god plass på tomten til etablering av overvannstiltakene.

Blokktomten ligger i bratt terreng øst for Myrerjordet på vei opp mot Grefsenkollen. Denne tomten ligger i et område som er middels godt egnet for overvannstiltak og infiltrasjon av vann. Den største utfordringen på denne tomten er det bratte terrenget i kombinasjon med begrenset plass av det arealet som ikke går til vei eller bygning.

PRIVAT TOMT 3: BLOKK



Blågrønn faktor på tomtene

Det er nevnt tidligere i denne delen av oppgaven at BGF for hver enkelt tomt vil bli presentert her. Detaljområdet ligger i ytre by i Oslo og dermed er fastsatt et krav til hvilken BGF dette området skal ha. Oslo kommune krever at det er den gjeldende norm for Blågrønn faktor. Veilederen med tittelen *Blågrønn faktor. Veileder byggesak* anbefaler en BGF på 0,8 for et slikt type område som detaljområdet faller inn under (Ardila et al., 2014b).

For å finne BGF for de tre utvalgte tomtene er det brukt det regnearket som er utarbeidet og vedlagt veilederen som omhandler Blågrønn faktor.

Det valgte rekkehuset fikk da en Blågrønn faktor på 0,5. Dette er under det kravet Oslo kommune har satt for dette området.

Eneboligen var den eneste eiendommen som har en blågrønn faktor som tilfredstiller kravet. BGF for eneboligen er på 0,9.

For boligblokkeiendommen ble BGF 0,4. Dette er den laveste blågrønne faktoren av de tre tomtene. I tillegg tilfredstiller dette ikke kravet.

Disse tre tomtene gir et snitt på 0,6 i Blågrønn faktor. Dette tallet kan representere BGF for hele detaljområdet. Årsaken er at tomtene er valgt basert på hvilke tomter som er mest karakteristiske i området. 0,6 er også en for lav BGF i forhold til hva Oslo kommune krever. Dermed er det et potensial både i området og for enkelte tomt å heve den blågrønne faktoren slik at den tilfredstiller kravene.

Figur 5.9. Blokk i bratt terreng som egner seg middels til overvannstiltak og infiltrasjon av vann.

Utforming av de utvalgte områdene

Utformingen av de tre private tomtene er tiltenkt å basere seg mye på hvordan det allerede ser ut på tomten i dag. Hovedforskjellen vil være at det blir utformet og plassert enkelte overvannstiltak innenfor tomtegrensen. Det er tenkt for å beholde det eksisterende preget privathager ofte har. Det vil si de ofte ikke er designet og utformet av fagpersoner og får et uttrykk basert på det er folk med liten eller ingen kunnskap om design eller planter av utearealer som uformer hagene.

Noe av det som preger privathager er at det er litt mer tilfeldig hvor de ulike elementene er plassert og hvilke planter som vokser hvor. Ofte plukker privatpersoner selv ut hvilke planter de ønsker seg i hagen etter egen smak. Dersom disse plantene ikke trives blir de erstattet med andre som faller i smak hos personen. Dette er et typisk eksempel på hvordan det blir prøvd og feilet med et element i en privathage som setter et eget preg på privathager samtidig som det skiller privathagen fra designede offentlige hager og parker.

Det særegne preget tomteeier setter på det enkelte hage er ønskelig å beholde for de tre valgte tomtene i prosjekteringen. Dermed går utformingen mye ut på å tilpasse de eksisterende tomtene til de ulike overvannstiltakene som benyttes på den aktuelle tomten.



Figur 5.10. Illustrasjon av det valgte rekkehuset i detaljområdet. I bakgrunnen vises Grefsenkollen og en av boligblokkene i området rundt rekkehuset.

PRIVAT TOMT 1: REKKEHUS

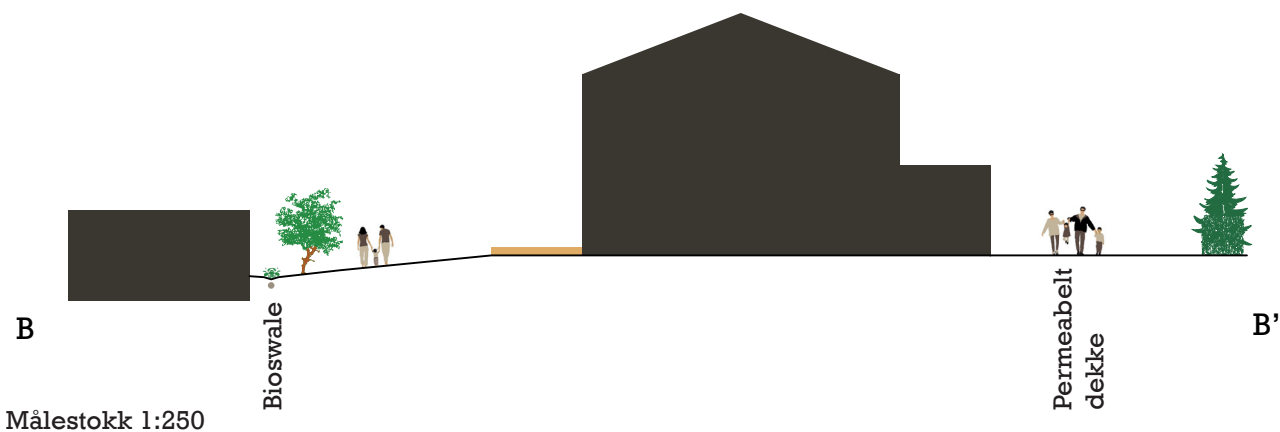


Figur 5.11. Bilde viser hvordan rekkehuset ser ut i dag.

Grunnforholdene der rekkehuset ligger begrenser mulighetene for infiltrasjon selv om noe overvann vil infiltrere uansett. Dermed må det suppleres med andre tiltak som kan håndtere overskuddet av vann ved kraftige nedbørshendelser. Sannsynligvis bor det noen familier med barn i dette rekkehuset siden det ligger et basketballnett ved søppeldunkene (vises på bildet) og at det er satt opp en trampoline. I tillegg er det satt opp et lekestativ litt nedenfor midten av tomten mellom husene hvor det er et fellesareal.

Figur 5.12. Illustrasjonsplan.





Figur 5.13. Denne figuren viser et snitt av tomten. Snittlinjen er tegnet inn på illustrasjonsplanen på forrige side.

På denne tomten er det valgt å implementere 5 forskjellige overvannstiltak. Disse overvannstiltakene er permeabelt dekke, regntønner, grønt tak, bioswale og frakobling av taknedløp.

Det permeable dekke er lagt på baksiden av rekkehuset hvor inngangene er og på parkeringsplassen på nordsiden av huset. På dette arealet var det tidligere asfalt. Det permeable dekke som legges her skal være kjørestærkt slik at det er mulig å komme inn med bil uten å ødelegge dekket.

Det er mange muligheter for permeabelt dekke. Eksempler er grus, gressarmering og beleggingsten med fuger som lar vannet pasere. På denne tomten foreslås det legge gressarmering på baksiden av huset ved inngangen og grus på parkeringsplassen.

Langs husveggen som ligger i nord ved parkeingsplassen er det satt opp 6 regntønner. Disse vil bli fylt opp med vann fra taknedløpet. På regntønnene er det montert kraner slik at regnvannet kan brukes ved behov. I tillegg er det satt opp 4 regntønner mellom de to byggene

Figur 5.14. Illustrasjon av noen av overvannstiltakene på rekkehuset (grønt tak på søppelbod og bioswales mellom søppelbod og grasjehus som samler vann fra alle hagene samt garasjehuset).





Figur 5.15. Illustrasjon viser noen av overvannstiltakene på tomten (permeabelt dekke på parkeringsplass, regntønner langs husveggen og grønt tak på søppelbod).

ved et fellesområde. Også disse blir fult opp med regnvann fra hustaket og kan brukes ved behov fra monterte kraner. De typiske blå regntønnene som ofte brukes er ikke sælig pene. Derfor foreslås det at regntønnene på denne tomten skal males og kles med planker (bilder på dette er vist i del 3 av denne oppgaven). Dette er en enkelte løsninger som sørger for et penere design og utseende på regntønnene.

På det lille uthuset som brukes til søppeldunker er det anlagt grønt tak. Dette vil dempe noe av nedbøren, men når det grønne taket er vannmettet vil de ikke kunne ta imot mer vann. Da er det tenkt at dette overskuddsvannet skal renne ned i takrennen og videre ned taknedløpet. Dette taknedløpet leder vannet ned i en bioswale.

Det er valgt å anlegge en bioswale mellom uthuset med søppeldunkene og naboeiendommens grasjehus. Denne bioswalen følger grasjehuset og eiendomsgrensen mellom de to eiendommene. Det er tenkt at overvannet fra rekkehuset og takvannet

fra garasjehuset skal bli ledet ned i denne grøften. I grøften er lagt et rør som samler opp det overvannet som ikke er blitt infiltrert. Hovedårsaken til at dette røret er lagt i bunnen av grøften er de dårlige grunnforholdene på stedet. I tillegg vil røret i bunn av grøften bli koblet til kommunens avløpsnett, men flomtoppene etter styrtregn vil bli forsinket og flatet ut. Det skyldes at overvannet blir forsinket og fordrøyd. Vegetasjonen som plantes i bioswalen må tåle skiftende forhold mellom tørt og vått.

Det er også tenkt at alle taknedløp på rekkehuset skal kobles fra. Det gjøres for å avlaste kommunens avløpsnett.

Når alle disse overvannstiltakene er implementert på tomtene blir den blågrønne faktoren på 0,6. Dette er en liten økning, men det tilfredstiller fortsatt ikke kravet fra kommunen.

PRIVAT TOMT 2: ENEBOLIG



Figur 5.16. Bilde viser hvordan eneboligen ser ut i dag.

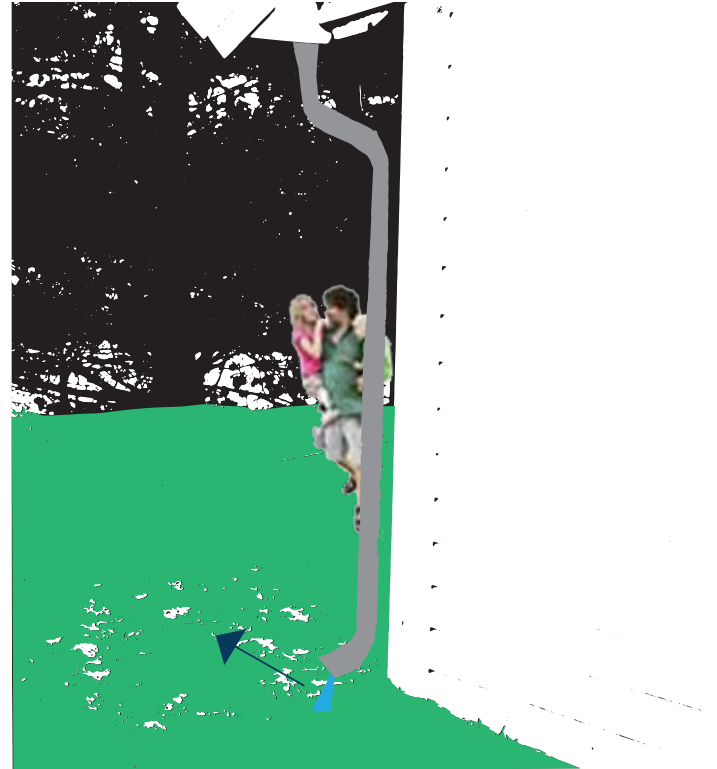
I dag er gode muligheter for å etablere overvannstiltak på tomten til eneboligen. Dette skyldes både god plass og gode grunnforhold for infiltrasjon. På befaringen ga tomten inntrykk av at bor en barnefamilie ut fra at det både er satt opp trampoline og huske i hagen samt at det er bygd en lekehytte oppe i trærne. På garasjen på denne tomten er taknedløpene allerede koblet fra avløpsnett og leder takvannet ut på plenen hvor vannet infiltrerer ned i grunnen. Dette skal beholdes.



Figur 5.17. Illustrasjonsplan.



Figur 5.18. Bilde viser det grønne taket på garasjen. Garasjen har en takvinkel på 25 grader.



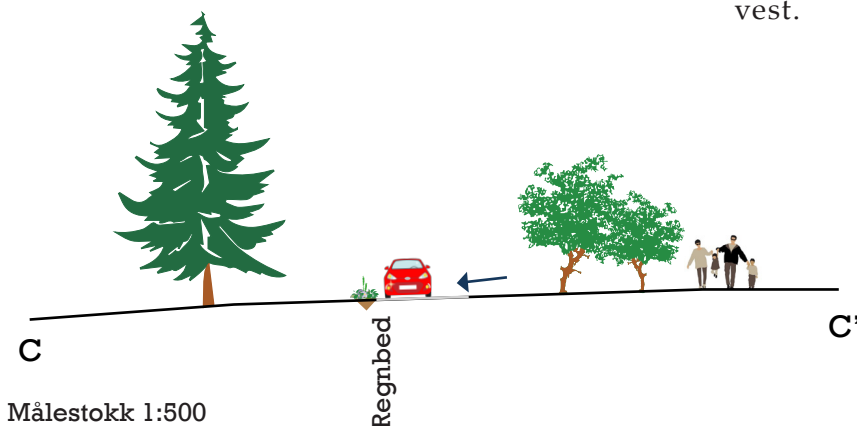
Figur 5.19. Illustrasjonen viser at taknedløpene er koblet fra og takvannet infiltreres på gresset.

På denne eneboligtomten er det implementert 4 overvannstiltak. Disse tiltakene er grønt tak, frakobling av taknedløp, infiltrasjon på gresskleddede flater og regnbed.

Det er lagt et grønt tak på garasjen. Dermed vil noe av nedbøren bli fordrøyet og forsinket av dette. Ved kraftige nedbørshendelser vil det grønne taket bli vannmettet. Det medfører at det vil bli overskuddsvann som taket ikke kan håndtere. Dette overskuddsvannet ledes da ned i takrenner og videre ned i taknedløp. Taket på garasjen har en takvinkel på 25 grader. Dette vil si at dette taket er innenfor grensene for hvor hvor bratt et grønt tak kan være. Det bør ikke anlegges grønt tak på tak som har en takvinkel på mer enn 30 grader (Braskerud, 2016).

Alle taknedløp på tomten skal frakobles kommunens avløpssystem. Dermed avlaster dette avløpssystemet og bidrar til å redusere overløpsdriften på AK52. I dag er noen av taknedløpene på tomten allerede frakoblet. Dette gjelder særlig taknedløpene på garasje som leder vannet ut på plenen hvor takvannet infiltreres. Dermed er dette overvannstiltaket allerede påbegynt på denne tomten.

Det er tenkt at taknedløpene skal kobles fra og lede takvannet ut på gressplen. På gressplenen skal overvannet kunne infiltreres ned i grunnen. Dette gjøres for å utnytte det gode grunnforholdene og infiltrasjonskapasiteten på tomten. Overvannet vil også renne med det naturlige fallet på tomten fra sør-øst til nord-vest.



Figur 5.20. Figuren viser snitt av tomten. Slik det framgår av dette snittet vil overvannet renne med terrenget ned til regnbedet.



Figur 5.21. Illustrasjonen viser regnbedet som er anlagt i hagen.

Ved inngangen til huset er det anlagt et regnbed. Dette regnbedet vil ta imot overvann fra terrenget og taknedløpet på hushjørnet. Grunnen til at regnbedet er plassert det der er skyldes at det er her et av de eksisterende takløpener er plassert. Dermed vil regnbedet ta imot vann både fra taket på huset og fra terrenget. I tillegg er det god plass for et regnded der det er anlagt. Regnbedet vil også være synlig fra veien slik illustrasjonen over viser. Vegetasjonen som blir plantet i dette regnbedet må tåle vekslende forhold mellom å stå i vann og tørre forhold.

Størrelsen på regnbedet som er anlagt på denne tomten er kun et eksempel og har derfor ikke riktig dimensjonering. Dermed er ikke målene på regnbedet riktige i forhold til hvilke vannmengder det kan ta imot. Dette skyldes at det er en avgrensning på oppgaven at

overvannsmengder på private områder ikke skal beregnes.

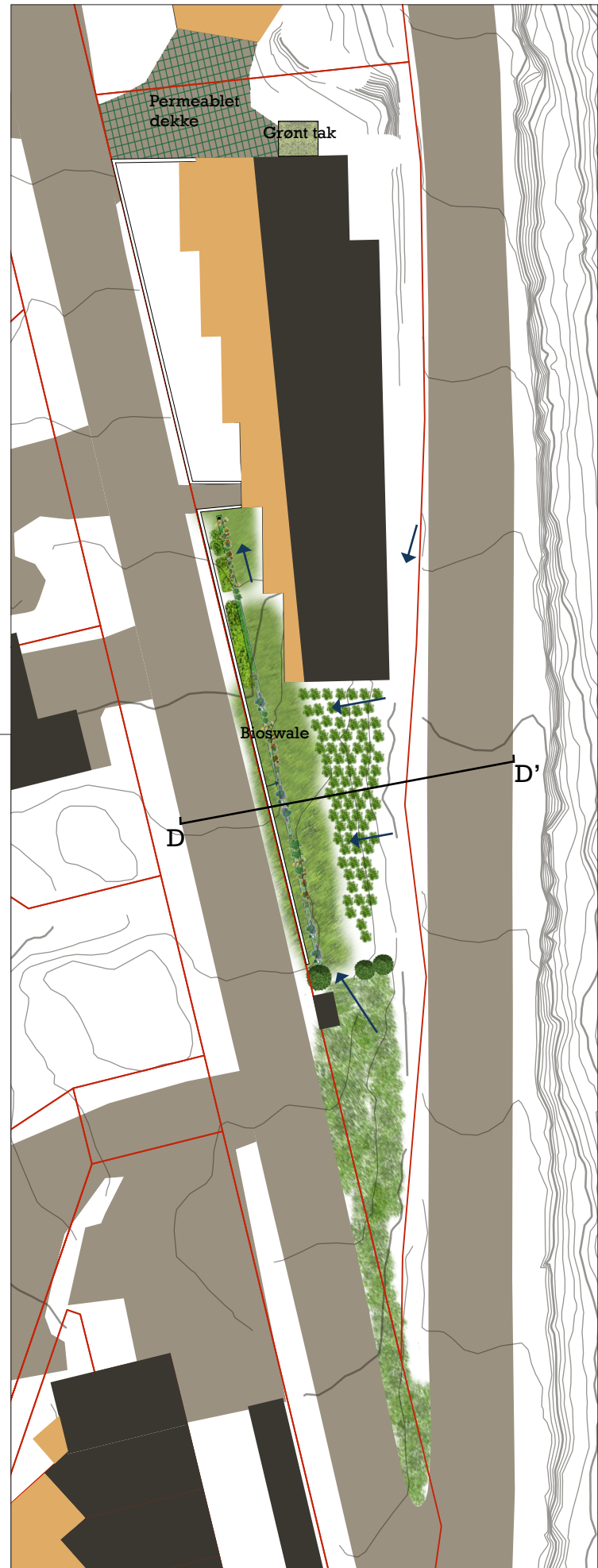
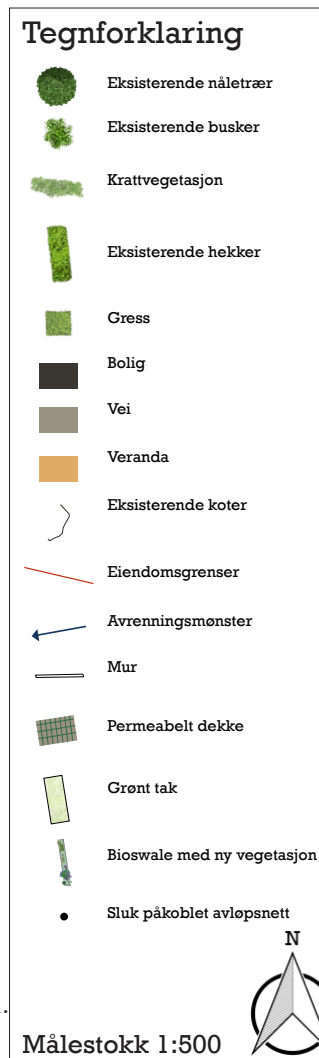
Når overvannstiltakene er implementert på tomten blir den blågrønne faktoren 0,9. Dette er det samme som før implementering av tiltakene. Dermed tilfredstiller tomten kravet fra kommunen både før og etter gjennomføring av overvannstiltak. Det at den blågrønne faktoren ikke endrer seg noe ved implementering av overvannstiltak kan tyde på dette verktøyet ikke er det riktige eller det er riktig utformet for sammenligne den blågrønne faktoren før og etter implementering av overvannstiltak på eksisterende bebygde tomter.

PRIVAT TOMT 3: BLOKK



Figur 5.22. Bilde viser hvordan blokka ser ut i dag.

Det er begrenset med muligheter for overvannstiltak på denne blokktomten. Det skyldes lite disponibel plass for overvannstiltak og noe ugunstige grunnforhold for infiltrasjon. I denne blokken bor det sannsynligvis minst en barnefamilie siden det er satt opp en trampoline på fellesarealet ute. Ved befaring i området ga det også et inntrykk av det bor en del eldre og pensjonister her.



Figur 5.23. Illustrasjonsplan.

På denne boligblokktomten er det valgt i implementere 4 ulike overvannstiltak. Hovedutfordringen med denne tomten er det bratt terrenget og de middels gode grunnforholdene for infiltrasjon. Dermed er det muligheter for infiltrasjon, men ved kraftige nedbørshendelser vil det bli noe overskuddsvann som må håndteres av andre tiltak. De overvannstiltakene det muligheter for å implementere på blokktomten er permeable dekker, grønt tak, frakobling av taknedløp og bioswale.

Det permeable dekke er lagt på innkjørselen nord for blokken. Siden denne tomten deler innkjørsel med nabotomten er det valgt å legge permeablet dekke på hele innkjørselen. Dermed blir dette et samarbeid mellom disse

to nabotomtene. Det er mange muligheter for hvilket permeablet dekke som kan legges på denne innkjørselen. Det eneste kravet er at det permeable dekke må være kjøresterkt. Det er foreslått å bruke gressarmering i denne oppgaven. Dette er ikke det mest praktiske siden dette dekke kan bli noe ujevnt slik at blir vanskeligere å trille barnevogner, komme fram med rullestol o.l. på dette dekke. Dermed kan en alternativ løsning fungere bedre i praksis, f.eks grusdekke.

I dag er det et lite tilbygg på blokken som brukes til innkjørsel for biler til kjelleren hvor det er parkering. Fallet på dette tilbygget er lavt og dermed egner dette taket seg godt til å anlegge et grønt tak. På dette taket er det tenkt å etablere gress. Dette skyldes at

Figur 5.24. Taknedløpene skal kobles fra og takvannet skal ledes mot bioswalen langs den eksisterende hekken og muren.

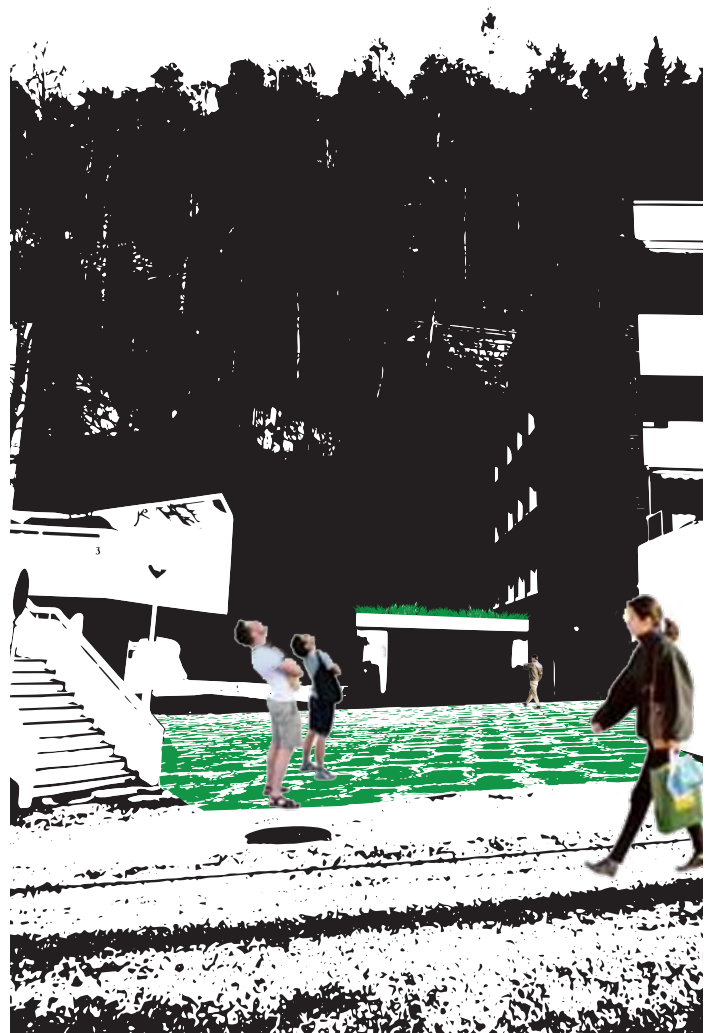


Figur 5.25. Illustrasjon av noen av overvannstiltakene som er lagt på nordsiden av blokken (permeablet dekke på innkjørselen og grønt tak på innkjørselen til garasjen).

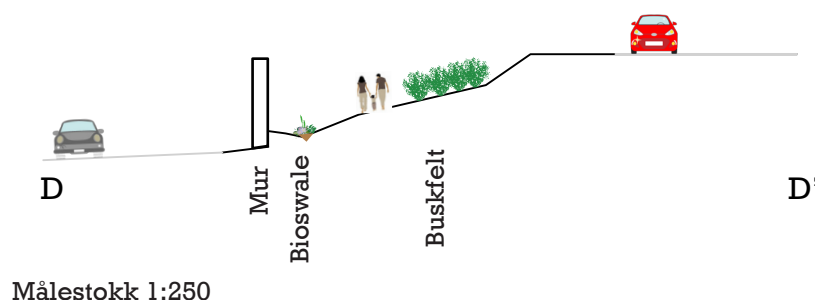
det er et eksisterende tak som sannsynligvis ikke er dimensjonert for den ekstra tyngden et grønt tak kan ha. Derfor bør det brukes lette løsninger som ekstensive tak. Både gress- og sedumtak går blir kategorisert som lette løsninger. Dermed er sedumtak også en mulighet på dette tak.

Alle taknedløp skal kobles fra avløpsnett for å avlaste dette. I dag er taknedløpene på blokken koblet på kommunens avløpsnett. I tillegg er det en middels god infiltrasjonskapasitet i grunnen på tomten. Derfor er det valgt å koble fra taknedløpene.

Takvannet fra taknedløpene skal infiltreres i grunnen og ledes mot bioswalen. Bioswalen er anlagt langs muren på vestsiden av tomten som vender ut mot veien. Det er tenkt at de eksisterende hekkene ved blokken skal beholdes og bli en del av bioswalen. Derfor er bioswalen langt kant i kant med den ene hekken. På grunn av infiltrasjonskapasiteten på tomten og dimensjonering er det sannsynlig at det blir noe overskuddvann ved kraftige nedbørshendelser. Derfor er det plassert et sluk nederst i bioswalen som påkobles kommunens avløpsnett. Bioswalen sørger for at overvannet blir forsinket og fordrøyet samtidig som noe vann vil bli infiltrert i grunnen. Dermed blir flomtoppene flatet ut og overvannet blir sluppet på avløpsnett i mer moderate mengder. Dette fører til at det ikke blir sjokkbelastninger på avløpsnett etter kraftige nedbørshendelser. I tillegg må vegetasjonen i bioswalen tåle vekslende forhold mellom vått og tørt.



Når alle overvannstiltakene på tomten var implementert ble den blågrønne faktoren for tomten regnet ut på nytt. Da ble den blågrønne faktoren for tomten på 0,4. Dette er det samme som før overvannstiltakene ble etablert på tomten. Det samme utfallet kom også for eneboligen. Dette understreker at dagens regneark for blågrønn faktor ikke egner seg godt til å sammenligne BGF før og etter gjennomføring av overvannstiltak. Det skyldes at det ikke gir noe særlig stort utslag for å gjennomføre overvannstiltak på allerede bebygde tomter.



Figur 5.26. Snitt av blokktomten. Slik det framgår av dette snittet er det mye bratt terreng på tomten.

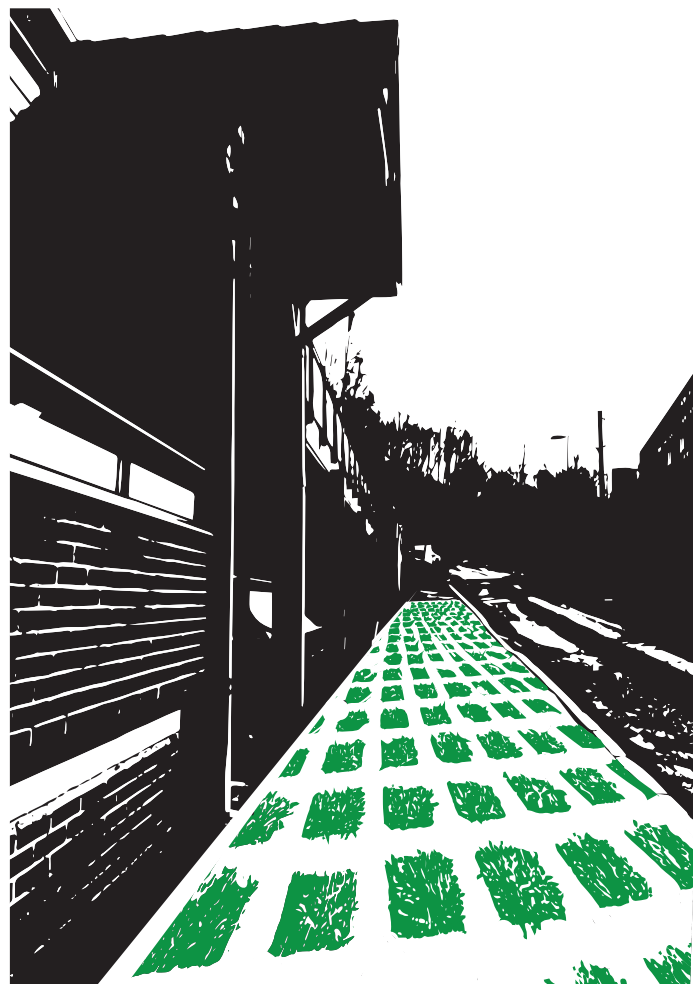
Offentlige tiltak i boligområdet

I boligområder slik som på Kjelsås/Grefsen er det ofte noen offentlige områder. Disse offentlige områder er nødvendige funksjoner og fasaliter i tilknytning til det tilhørende boligområdet. Mange av disse er eies av kommunen eller er næringsvirksomheter som oppleves som offentlige. Eksempler på slike offentlige områder er veistrukturen, trikkeforbindelsen, matbutikker, idrettsanlegg og lignende. I boligområdet på Kjelsås/Grefsen er Spar og Myrerjordet gode eksempler på slike områder. Disse områdene har også muligheter for implementasjon av overvannstiltak. På de på denne og de neste sidene vil det bli foreslått noen forslag i henhold til overvannstiltak på offentlige arealer i boligområdet på Kjelsås/Grefsen.

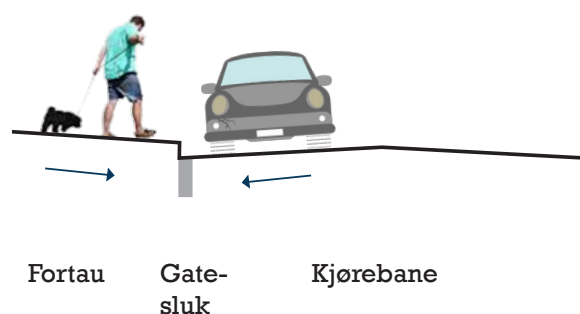
I detaljområde er det anlagt fortau langs noen av veiene. Disse fortauene har et potensiale for å ble omgjort fra asfalterte flater til permeable dekker. Dermed kan harde flater som må være der bli omgjort til mer gjennomtrengelig flater for overvannet. Dette vil bidra til å redusere avrenningne fra harde flater og øke arealene med muligheter for gjennomtrenging og infiltrasjon i grunnen for overvannet. I tillegg vil mengden harde overflater reduseres samtidig som fortau ikke har behov for å tåle like mye belastning som kjørefeltene i veien. Permeable dekker er et overvannstiltak som er mulig å benytte i både flatt og bratt terreng i detaljområdet.

Bildene under viser et eksempel på et fortau i detaljområdet som er transformert fra asfalt til et permeabelt dekke. Veien disse bildene illustrerer ligger på et flatere terreng i detaljområdet og det er brukt gressarmering. Gressarmering passer godt til bruk for bl.a. parkeringarealer og fortau der det er ønskelig å ha gressgrønne dekker som er kjøresterke samtidig som det er ønskelig med god drenering og infiltrasjon av overvann (Asak miljøstein, 2018). Ved bruk av gressarmering er det noe vedlikehold som bør gjennomføres. Ofte på arealer med mye slitasje kan det bli nødvendig å etterfylle hullene med jord og så gress på nytt (Blomstertak AS, 2018). Dette medfører at arealet kan bli

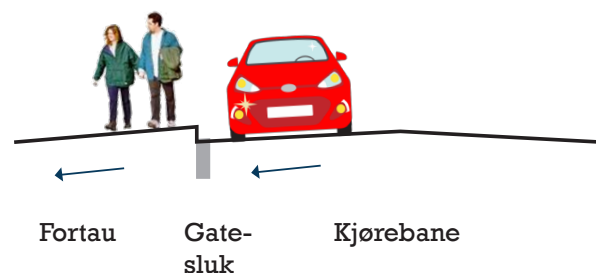
Figur 5.27. og figur 5.28. illustrerer fortau uten og med permeabelt dekke i flatt terreng.



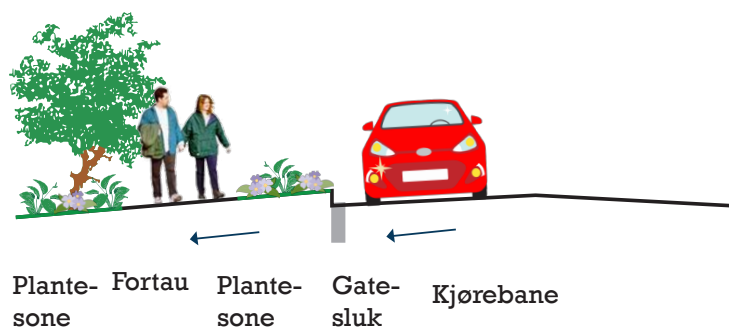
Figur 5.29. Figuren viser ulike illustrasjonssnitt av forskjellige muligheter for utforming av veier og fortau i boligområder. Det øverste snittet viser hvordan dagens situasjon er på veier med fortau i detaljområde. De blå pilene viser avrenningsretningen på vannet.



ujevnt. Konsekvensen av dette er at det mer vanskeligere for rullestolbrukere og personer med barnevogn å komme seg fram. Det skyldes at det ofte er mindre hjul særlig på barnevogner. Derfor kan barnevognene lett sette seg fast i i små forsenkninger.

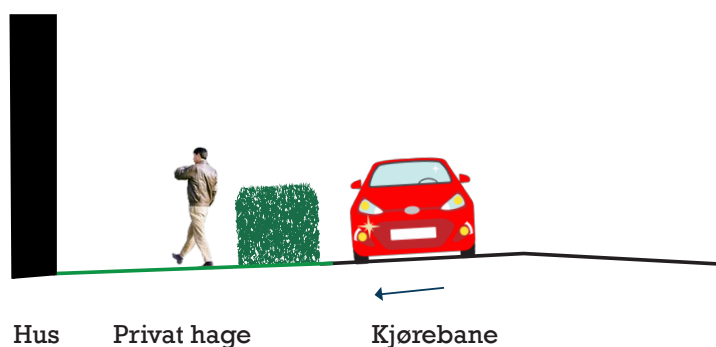


Det finnes også andre muligheter for å bedre fortauene i forhold til overvannshåndtering. Snittene på denne siden viser forskjellige muligheter. Det øverste snittet er dagens situasjon på mange veier i detaljområde og dette er en dårlig løsning. Årsaken til det er at alt overvannet som de harde overflatene generer blir ført ned i kommunens avløpsnett via sluk. Dette bidrar med å overbelaste avløpsnettet. Dermed er de tre alternative løsningene bedre.



Den første løsningen av de tre alternativene går ut på snu fallet på fortauet. Dermed blir vannet ledet en annen vei og ikke ned i sluket. Da kan dette vannet ledes ut på områder hvor det kan infiltreres i grunnen eller bli samlet opp av overvannstiltak som fordrøyer og forsinker vannet for det eventuelt slippes på avløpsnettet.

Neste løsning går også ut på snu fallet på fortauet, men samtidig etablere plantesoner på hver side av fortauet. Dermed blir vannet ledet mot vegetasjon som kan forbruke noe av overvannet. Disse plantesonene kan også utformes som en bioswale eller et regnbed. En forutsetning for dette er at det er en relativt god infiltrasjonsevne i grunnen. Hvis ikke vil ikke biowalen eller regnbedet kunne håndtere de store vannmengdene etter styrtregn selv om det alltid vil infiltrere noe vann i grunnen. Dermed blir det ofte noe overskuddsvann som må håndteres gjennom tiltak som f.eks. sluk påkoblet avløpsnettet.

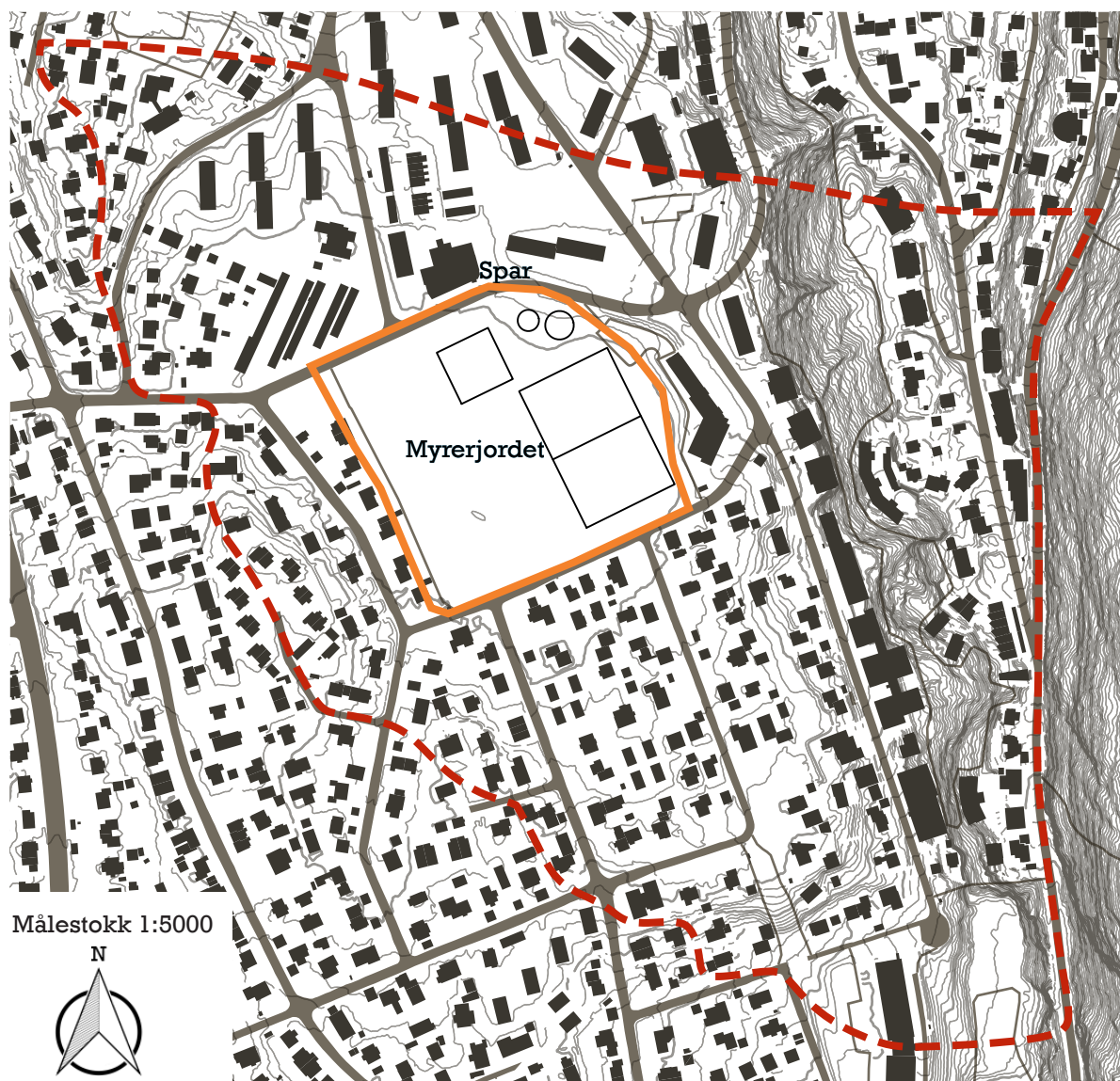


Den tredje og siste løsningen går ut på å lede vannet vekk fra kjørebane og inn på flater hvor det kan infiltrere i grunnen. Snittet viser hvordan overvannet bli ledet ut av veien og

inn på plenen i en privat hage. Dette forutsetter at det er en god infiltrasjonsevne på tomten. Dersom ikke vil vannet komme inn i kjelleren på huset. Dette er noe som ingen parter ønsker at skal skje. Derfor bør overvannet ledes vekk fra hus slik at dette ikke skjer. I tillegg er denne løsningen realiteten langs mange veier i boligfeltet. Det skyldes at det ofte ikke er fortau langs veiene i boligfelt som ligger et stykke unna sentrum.

Offentlige tiltak i boligområdet: Myrerjordet

Det er nevnt tidligere i oppgaven at idrettsanlegget Myrerjordet er et offentlig område som også kan brukes til overvannstiltak. Videre her vil det bli presentert et forslag på hvordan Myrerjordet kan bli benyttet til overvannshåndtering. I tillegg er det nevnt at det vil bli begrenset overvannsmengder for det offentlige overvannstiltakene. Derfor blir dette presentert her sammen med teorien for hvordan dette gjøres.



Figur 5.30. Kart over detaljeområdet hvor Myrerjordet er markert med orange strek.

Beregninger av overvannsmengder på Myrerjordet

For å begrene overvannsmengdene som Myrerjordet mottar er det brukt den rasjonelle formelen. Denne formelen er godt egnet til overslagsberegninger slik som i dette tilfellet. I tillegg er denne formelen mye brukt ved dimensjonering i mindre urbane felt på opp til 50 ha og overvannsavrenningen er direkte tilknyttet nedbøren (Lindholm & Bjerkholt, 2010).

Avrenningskoeffisienten bestemmes ut fra arealdekke eller -typen som nevnt tidligere i oppgaven. W. M. Marsh (2005) har en generell inndeeling av avrenningskoeffisienten etter areal typer. Caseområdet i denne oppgaven består hovedsakelig av småhusbebyggelse med hager og enkelte større grøntarealer. Derfor er avrenningskoeffisienten satt til 0,5 slik oversikten til W. M. Marsh viser (figur 5.32.) for småbebyggelse.

Nedbørsintensiteten hentes vanligvis fra IVF-kurver fra en målestasjon som ligger nærmest det aktuelle området. IVF er en forkortelse for intensitet-varighet-frekvens. IVF-kurver viser sammenhengen mellom et bestemt gjentaksintervall og en bestemt maksimal regnintensitet (Lindholm et al., 2008). Det er Disen målestasjon som er nærmeste målestasjon for caseområdet (Norsk klimaservicesenter, 2018). Derfor brukes det en IVF-kurve fra denne målestasjonen for å finne nedbørsintensiteten.

Figur 5.32. W. M. Marsh sin inndeling av areal typer med avrenningskoeffisient.

Skog = 0,1-0,2

Landbruksareal = 0,1-0,2

Småhusbebyggelse med hager = 0,4-0,5

Urbant område = 0,9-1

DEN RASJONELLE FORMELEN ER:

$$Q = \varphi \times A \times I$$

Q = Avrent vannføring fra bydelen i liter pr. sekund.

φ = Forholdet mellom avrent nedbør på overflaten og total nedbørmengde.

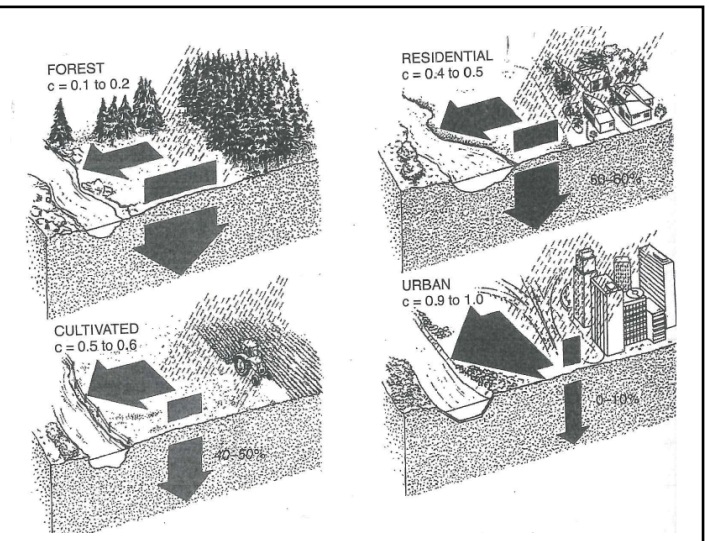
A = Området innenfor vannskillet for feltet i i ha.

I = Nedbørsintensitet i liter pr. sekund og ha.

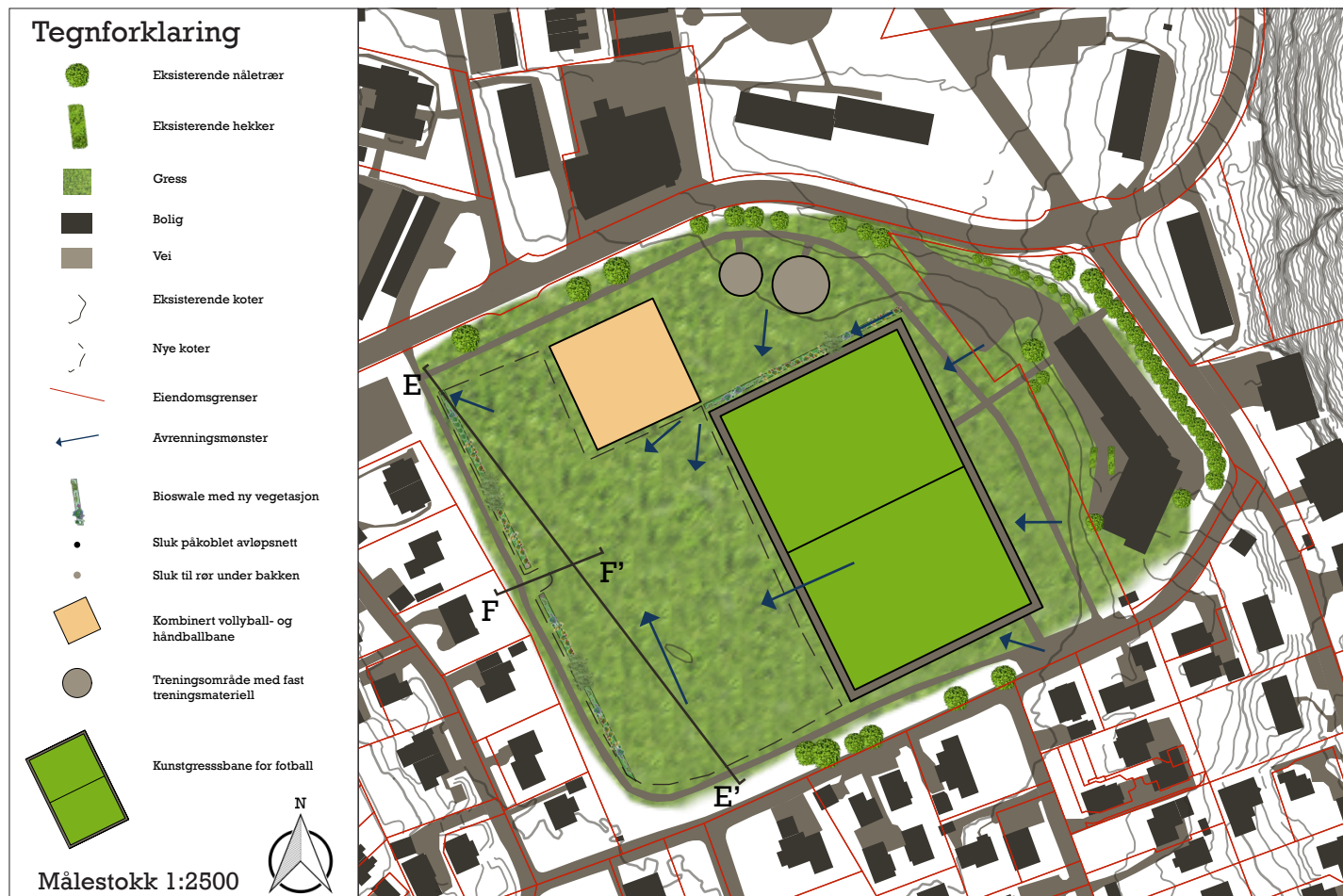
Figur 5.31. Denne forklaringen er hentet direkte fra Vannteknikk for landskapsingeniører (Lindholm & Bjerkholt, 2010).

For hente ut informasjon av en IVF-kurve må konsentrasjonstiden være kjent. Konsentrasjonstiden er tiden det tar for en regndråpe å falle i ytterkanten av feltet og nå fram til feltets utløp (Lindholm & Bjerkholt, 2010).

Ved et gjentaksintervall på 50 år er det beregnet at området generer 215 l/s med vann mot Myrerjordet. Dette tallet vil bli brukt videre for å dimensjonere Myrerjordet for hvor mye overvann som skal håndteres.



Utforming av Myrerjordet

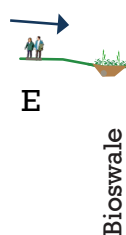


Figur 5.33. Illustrasjonsplan.

Myrerjordet er et offentlig område som er valgt å prosjektere for se mulighetene for å implementere overvannstiltak på offentlig areal. Dermed var Myrjordet et offentlig område som skiller seg positivt ut ved at det er mulig å implementere flere overvannstiltak der samtidig som dette kan gjøres på flere forskjellige måter.

På Myrerjordet er hovedsakelig gjort to grep for å forbedre overvannshåndteringen på stedet. Det ene er å senke noe av gressarealet vest på området en meter og dermed samler dette arealet opp overvann som kan infiltreres i grunnen. Det andre tiltaket som er gjort på Myrerjordet er å anlegge to bioswaler som leder overvannet ned i gressforsenkningen.

Figur 5.34. Snitt som viser det gressarealet som er forsenket slik at det kan samle opp overvann. Bioswalen er det laveste punktet.



Målestokk 1:1000

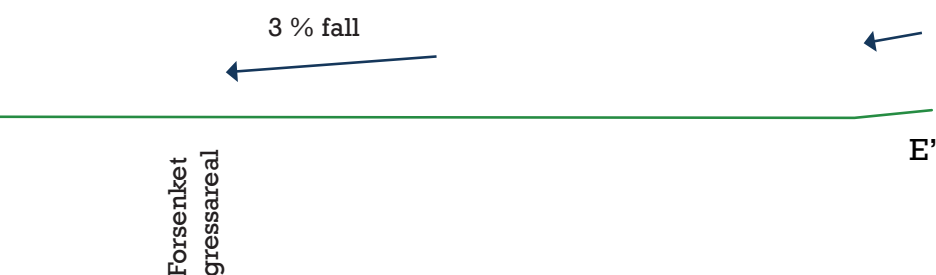


Figur 5.35. Snitt som viser hvor vannet i den ene bioswalen blir ledet inn i rør under et gressareal slik at det er mulig å gå fra gangstien og over bioswalen på en enkel måte.

Ved å senke en bestemt areal av området for så å lede overvannet mot det kan dette området fungere som et åpent magasineringsbasseg. Da vil det ved krafrige nedbørshendelser samle seg opp vann i dette området. Dette er et tiltak som kan kombineres med den eksisterende bruken som er der i dag. Noe av området blir brukt til fotballbane med mål som kan flyttes på. Derfor er det valgt å ikke anlegge flere tiltak her slik at det ikke går utover bruken av arealet. Dersom dette arealet blir delt opp mer av f.eks. flere bioswales kan det fort bli brune områder foran fotballmålene pga. slitasje. Det blir en konsekvens av av det ikke er så mange muligheter for å flytte på fotballmålene. Resten av området er et plenareal som ikke har noen bestemt bruk. Siden grunnforholdene i område ikke er spesielt gode vil kun noe av overvannet bli infiltrert i grunnen. Derfor er det nødvendig med tilleggstiltak for det overskuddsvannet som vil danne seg i området ved kraftig regn. På grunn av dette er det valgt å legge et sluk på det laveste punktet. Dette sluket er påkoblet kommunens avløpsnett. Dermed blir overvannet sluppet på avløpsnettet i moderate mengder over tid slik at det ikke

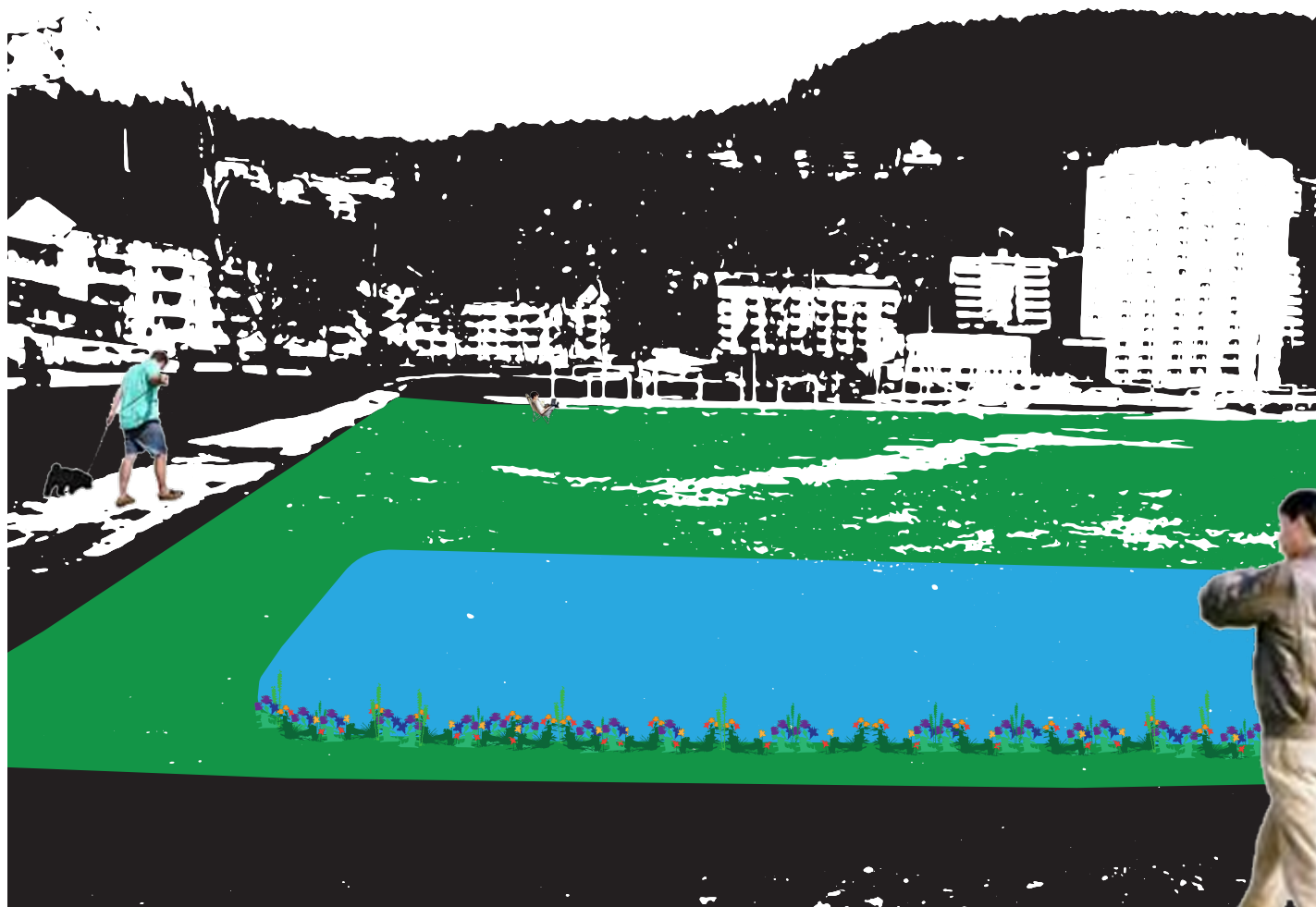
blir sjokkbelastninger på avløpsnettet ved styrtregn. Den gresskledde forsenkningen er dimmesjonert til å kunne takle vannmengder fra et 50årsregn på ca. 20 timer. Da vil hele forsenkningen være fylt med vann.

Det er anlagt to bioswaler på området. Den ene bioswalen er lagt mellom kunstgressbanen og treningsområdet. Det er tenkt at overvannet skal ledes mot denne grøften som videre leder overvannet ut på den gresskledde forsenkningen. Den andre er anlagt vest i området og følger den gresskledde forsenkningen langs den eksisterende gangveien. Dermed vil overvannet bli ledet ned til det laveste punktet på området. Her er det også anlagt et sluk som nevnt tidligere. Dette skyldes at det er nødvendig for å kunne håndtere overskuddsvannet ved kraftige nedbørshendelser. I tillegg skal det plantes vegetasjon i bioswalene som tåler vekslende forhold mellom vått og tørt fordi det er varierende om det er vann der eller ikke. Gresset på de senkede arealene skal også tåle å stå under vann i perioder.

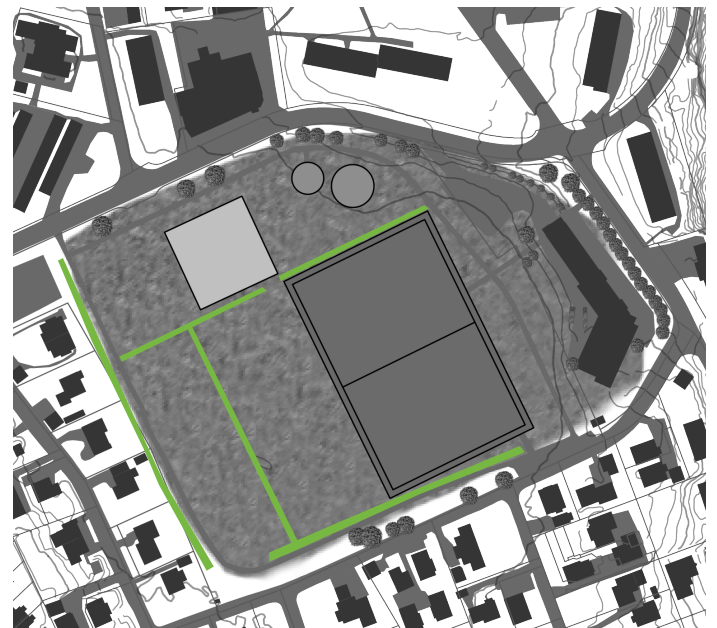
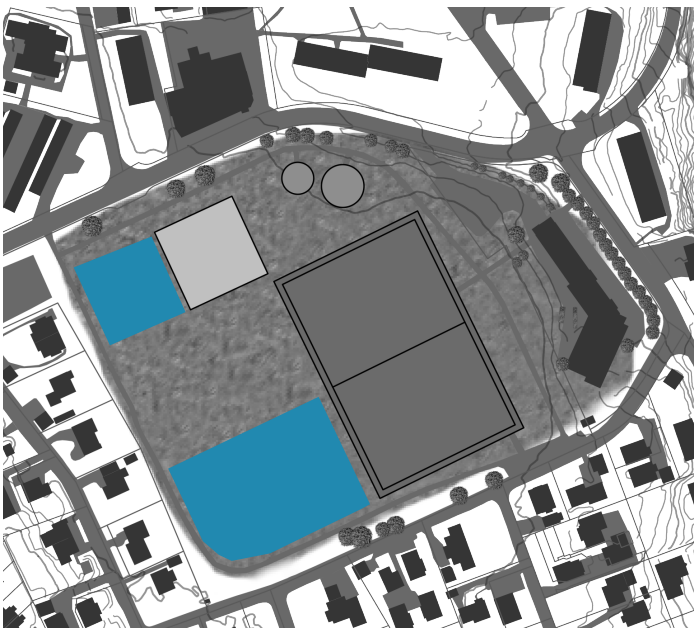
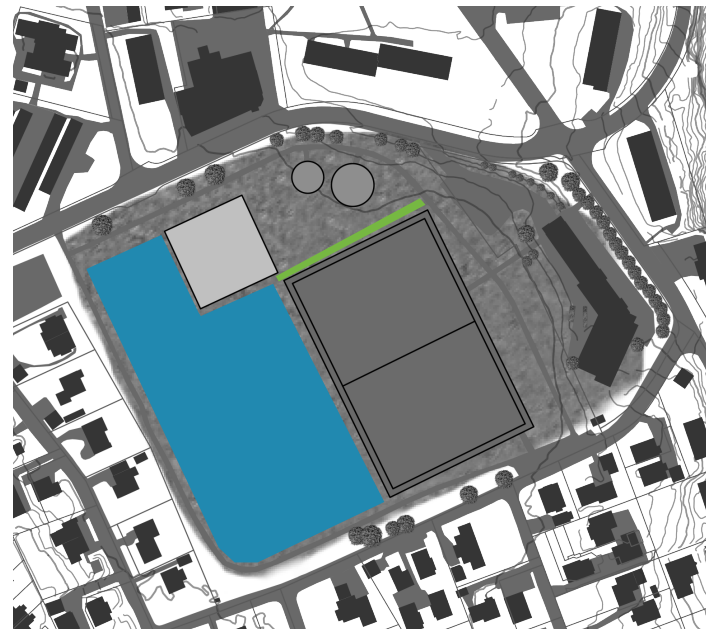
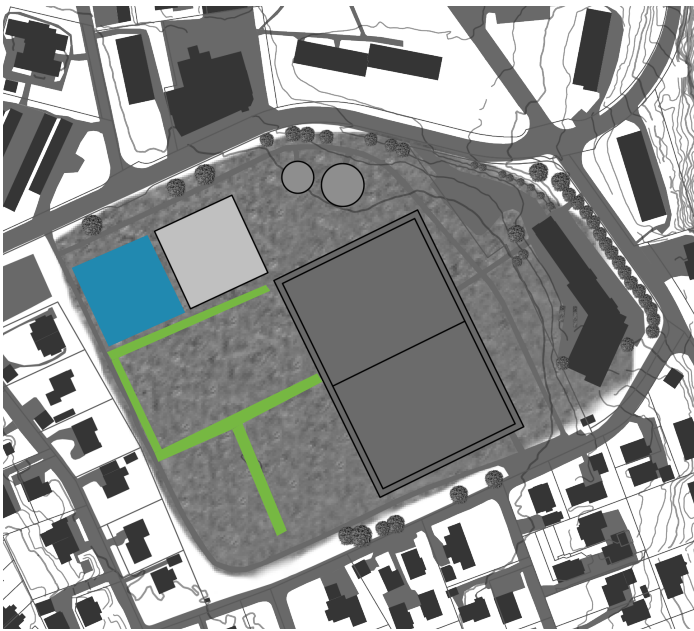



Hovedsakelig er det lagt vekt på at implementeringen av overvannstiltakene på Myrerjordet skal kunne kombineres med den eksisterende bruken av området. Derfor er valgt å kun gjennomføre to overvannstiltak (bioswale og gresskledd forsenkning til infiltrasjon og magasinering av vann). For å kunne bruke området mest mulig som det brukes i dag er det valgt å beholde arealene mest mulig slik de er. Derfor er det ikke gjort flere tiltak på gressarealet som i dag brukes til fotballbane med flyttbare mål. Denne fotballbanen er omtrent like stor som kunstgressbanen og er


lokalisert ved siden av denne. På befaring i april ga området inntrykk av at det sjeldent ble brukt hele fotballbanen med gress som en bane. Området ga inntrykk av at fotballmålene ble flyttet rundt ettersom hva passet best på hvert enkelt tidspunkt. Denne muligheten er ønskelig å beholde.



Figur 5.36. Illustrasjon av Myrerjordet med tiltak. Her vises det at det har samlet seg opp noe overvann i enden av magasineringbassenget på den forsenkende gressflaten ved bioswalen.



 Forsenkning til infiltrasjon og magasinering av overvann

 Bioswale/infiltrasjonsgrøfter eller regnbed

Figurene over viser noen andre forslag til hvordan Myrerjordet kan utformes med hensyn på en bedre overvannshåndtering. Det er også flere muligheter for å utforme dette området så derfor er det kun tatt med noen forslag. I tillegg er muligheter for også å bruke andre overvannstiltak enn de som er foreslått her.

Hvordan Myrerjordet utformes påvirker bruken av område. Ved å anlegge bioswales på bestemte steder skaper disse avgrensinger. Dermed blir det for eksempel en begrensning for hvordan fotballmålene blir satt opp på det området ved siden av kunstgressbanen. Dette kan få konsekvenser for skjøtsel og estetikk

ved at det blir mer forutbestemt hvordan fotballmålene skal settes opp. Det medfører at det blir større slitasje på enkelte steder slik som foran målene. Dette er ikke særlig pent i forhold til estetikk. I tillegg er det mer utfordrende å vedlikeholde arealet slik at det er grønt grass alle steder dersom det blir mye slitasje på enkelte steder. I enkelte tilfeller kan forutbestemte avgrensinger fungere godt.

Siden Myrerjordet er et idrettsanlegg er den beste løsningen for området en god overvannshåndtering som kan kombineres med den eksisterende bruken.

Del 6 Diskusjon



Del 6 er den avsluttende delen på oppgaven. Her blir det gått tilbake til problemstillingen i oppgaven som vil bli drøftet. I tillegg er det inkludert en refleksjon i dette kapittelet.



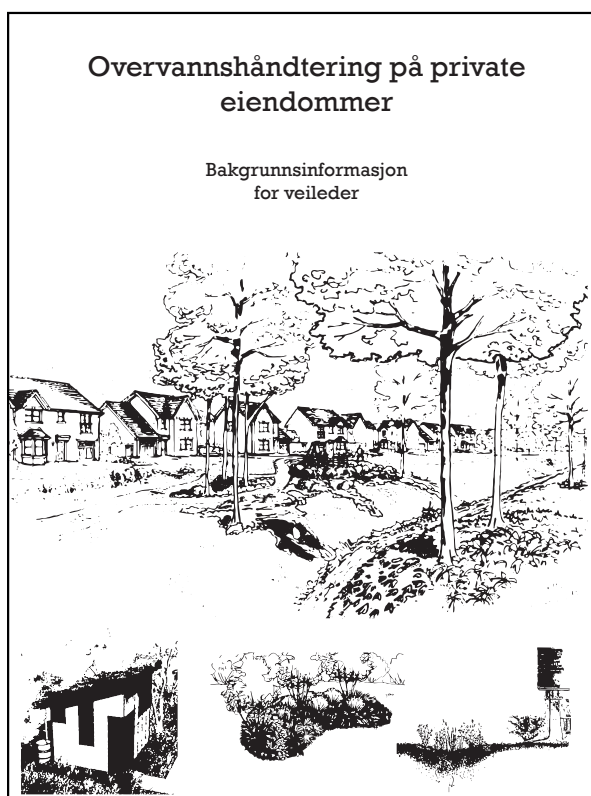
Dette er den siste og avsluttende delen av oppgaven. Denne delen er lagt opp slik at hver enkelt av de tre underproblemstillingene blir diskutert og drøftet i samme rekkefølge som de ble presentert i starten av oppgaven (del 1). Til slutt vil det være en kort oppsummering av alle tre underproblemstillingen sett i lys av hovedproblemstillingen som da også vil bli dekket. I tillegg vil det til slutt være en egen refleksjon.



UNDERPROBLEMSTILLING 1: ER DET TILSTREKkelig INFORMASJON, VEILEDERE OG LIGNENDE FOR PRIVATPERSONER SOM OMHANDLER OVERVANNSHÅNDTERING PÅ PRIVATE TOMTER OG EIENDOMMER?

Denne underproblemstillingen er allerede drøftet noe i del 3 av oppgaven under *Videre bruk av foregående oversikt*. Dermed er det ikke nødvendig å gå igjennom dette grundig

for annen gang. Konklusjonen fra del 3 på dette er at det i dag ikke er tilstrekkelig med informasjonsdokumenter, veiledere og lignende som er rettet mot privatpersoner. Dermed er dette mangelfullt, også for Oslo kommune.



Overvannshåndtering på private eiendommer

Bakgrunnsinformasjon
for veileder

Løsningen på dette er å starte på arbeidet med å utvikle gode veiledere og informasjonsdokumenter som omhandler overvannshåndtering på egen tomt rettet mot privatpersoner. Disse dokumentetene bør oppmuntre og motivere befolkningen til å benytte seg av mer åpne og lokale overvannsløsninger på egen tomt. Slike dokumenter bør være lett og offentlig tilgjengelig for privatpersoner f.eks. på kommunens hjemmesider. I tillegg bør slike dokumenter fremheve hvorfor åpne og lokale overvannsløsninger er bedre å bruke enn den konvensjonelle måten å håndtere overvannet på.

Figur 6.1. Forslag til hvordan et informasjonsdokument som omhandler overvannshåndtering på private eiendommer for privatpersoner.

UNDERPROBLEMSTILLING 2: PÅ HVILKEN MÅTE BIDRAR DE BLÅGRØNNE OMRÅDENE I EKSISTERENDE BEBYGDE BOLIGOMRÅDENE TIL Å HÅNDTERE OVERVANNET PÅ EN BÆREKRAFTIG MÅTE?

Private hager er del av den blågrønne strukturen i urbane områder. Ved da å etablere og gjennomføre åpne og lokale overvannstiltak på hver enkelt tomt kan dette bidra til å håndtere overvannet på en mer bærekraftig måte enn dagens løsninger. En bærekraftig måte å håndtere overvannet på baserer seg på å bevare overvannet i det aktuelle området og samtidig reduserer overvannsavrenningen ved infiltrasjon og fordrøyning. I tillegg vil andre kvaliteter være involvert, bl.a. biologisk mangfold og rekreasjon (Lindholm et al., 2008).

De blågrønne områdene i boligområdet på Kjelsås/Grefsen kan bidra til å håndtere overvannet på en bærekraftig måte. Dette kan gjøres ved å beholde den eksisterende grønnstrukturen, men samtidig utvikle den slik at overvannet også blir håndtert i grønnstrukturen. Det kreves at det implementeres overvannstiltak i den eksisterende grønnstrukturen. For å gjennomføre dette må det implementeres overvannstiltak både på offentlig og privat grunn. Dermed kan det benyttes de overvannstiltakene som er beskrevet i denne oppgaven. I tillegg bør alle privatpersoner som

eier en tomt i området etablere et eller flere overvannstiltak på sin egen tomt. Dersom eier ønsker et billig og effektivt overvannstiltak anbefales det frakobling av taknedløp.

Det hjelper ikke kun om bare privatpersoner gjennomfører overvannstiltak og på den måten utvikler grønnstrukturen til å håndtere overvannet på en god måte. Kommunen må også sørge for å gjennomføre tiltak i området på offentlige arealer. I denne oppgaven er det foreslått å omgjøre asfalterte fortau til fortau med permeable dekker. Dette er tiltak som er godt egnet i caseområdet hvor det god nok infiltrasjonskapasitet i grunnen selv om tiltaket også kan brukes i områder med mindre god infiltrasjonskapasitet. Ulempen da er at det vil bli overskudd av overvann ved kraftig nedbørshendelser. Løsningen på dette vil da være å supplere med alternative overvannstiltak slik at overskuddet av vann ikke blir et problem.

I tillegg til å bedre overvannshåndteringen vil blågrønne strukturer bidra til bedre helse og trivsel for innbyggerene i område.



Figur 6.2. Illustrasjonen viser noen av den blågrønne strukturen i caseområde. I tillegg viser illustrasjonen utsikten fra skogen øst i området utover caseområdet.

UNDERPROBLEMSTILLING 3: KAN DE ÅPNE OVERVANNSTILTAKENE BIDRA TIL Å REDUSERE OVERLØPSDRIFTEN PÅ AK52 I CASEOMRÅDET?

De ulike tiltakene som blir gjort i detaljområdet og på hver enkelt tomt vil kunne bidra til å redusere overløpsdriften på AK52. Slik den tidligere masteroppgaven med caseområdet på Kjelsås/Grefsen konkluderte med kunne overløpsdriften bli redusert kraftig ved gjennomføring av enkelte LOD-tiltak. Her var kun frakobling av taknedløp, regnbed, permeable dekker og grønne tak tatt med, men kombinasjonen av disse tiltakene kan redusere overløpsdriften på AK52 med 99% (Ingebrigtsen, 2017). Dermed kan de tiltakene som er gjort i denne oppgaven bidra med å redusere overløpsdriften. En forutsetning for at overløpsdriften skal reduseres mye er at det er mange overvannstiltak som blir gjennomført i området. Da bør det gjennomføres en til flere tiltak på hver enkelt tomt. Et eksempel på et tiltak som både er billig og effektivt er

frakobling av taknedløp. Dersom alle huster i området gjennomfører dette tiltaket vil overløpsdriften bli redusert kraftig. Om det i tillegg blir gjennomført noen overvannstiltak i tillegg til dette kan det være mulig å redusere overløpsdriften med 100 %.

For å kunne redusere overløpsdriften på AK52 i caseområdet må alle eiendommer bidra med det som er mulig på hver enkelt tomt. Selv om ikke alle tomter har muligheter for iverksette mange tiltak eller håndtere store mengder overvann vil også mindre tiltak kunne bidra i positiv retning. Alt vil hjelpe. Dermed kan det sies at små tiltak er bedre enn ingen tiltak. Små og mindre overvannstiltak vil kunne bidra til reduksjon, men ingen overvannstiltak vil ikke bidra til dette.



Figur 6.3. Illustrasjonen viser noen av overvannstiltakene som er gjort på den valgte rekkehustomten i caseområde.



Figur 6.4. Å oppnå en god og bærekraftig overvannshåndtering er mulig i allerede eksisterende boligområder. Bildet viser et godt eksempel god overvannshåndtering i boligbebyggelse ved bl.a. bruk av bioswales langs veien.

OPPSUMMERING

Hovedproblemstillingen er: *Hvordan håndtere overvannet på en bærekraftig måte i et eksisterende bebygde boligområde i møte med klimaendringer?*

De tre underproblemstillingene sammen bidrar til å dekke svaret på dette. Det er et potensielt for å kunne etablere overvannstiltak i allerede bebygde boligområde og dermed håndtere overvannet på en bærekraftig måte i et eksisterende bebygde boligområde. I tillegg vil disse overvannstiltakene bli en del av den blågrønne strukturer samtidig som tiltakene kan redusere overløpsdrift og redusere belastningene av overvann på kommunens avløpsnett.

Arbeidet med oppgaven viser også at det er mulig å gjøre tiltak i eksisterende boligområder for å sørge for en bedre og mer bærekraftig overvannshåndtering i disse områdene. Dette var noe av det jeg så for meg var gjennomførbart for jeg startet på oppgaven.

Et annet viktig funn gjennom arbeidsprossessen er i forhold til bruk av BGF. Dersom BGF regnes ut før og etter implementering av overvannstiltak vil ikke BGF endrer seg så mye med mindre det dreier seg om store tiltak som krever mye areal. Derfor kan det sies at BGF ikke er det beste verktøyet for å sammenligne gammel og ny BGF ved implementering av overvannstiltak på eksisterende bebygde areal. Dette kan skyldes at BGF er en verktøy som er rettet mot nye utbyggingsprosjekter og dermed er mindre egnet til bruk på eksisterende tomter.

REFLEKSJON

Denne refleksjonen er en oppsummering av mine tanker og erfaringer jeg har tilegnet meg gjennom arbeidet med denne masteroppgaven.

Overvannshåndtering påvirker et større område og krever en helhetlig planlegging. På mange steder er ikke overvannet tatt hensyn til i planleggingprosessen. Derfor er det aktuelt å implementere overvannstiltak i allerede eksisterende og bebygde områder. Dette må til for å redusere overvannsproblemene i de urbane områdene. Derfor tenker jeg at dette er noen av det viktigste jeg sitter igjen med etter arbeidet med denne oppgaven. I tillegg har jeg fått en mer bevisst holdning til at det er nødvendig å planlegge med hensyn på overvannet særlig i urbane områder der det ofte er problemer med dette.

Gjennom arbeidsprosessen har jeg innsett at jeg måtte avgrense oppgaven mer enn det jeg hadde sett for meg i starten. Da var det ønskelig for meg å utarbeide del 3 av oppgaven til en veileder om overvannshåndtering for privatpersoner. Dette arbeidet ble svært begrenset fra min side for å komme i mål med oppgaven. Dette arbeidet anser jeg som viktig og bør arbeides med videre i den enkelte kommune. Det skyldes at overvannet også må håndteres på private arealer og ikke kun på offentlige arealer hvor kommunen har bedre kontroll, oversikt og myndighet til å gjennomføre overvannstiltak. Tiltak kun i offentlige områder er ikke nok siden dette utgjør kun en del av arealet i urbane områder.

Litteratur

Asak miljøstein. (2018). *Heller*. Tilgjengelig fra: <http://www.asak.no/Produkter/Heller> (lest 27/4-18).

Ardila, P., Caprona, M. d., Stange, R., Clavier, K., Åstebøl, S. O., Hagen, J. O., Ellefsen, U., Bakke, G., Kjeldsberg, K., Gunleiksrund, P., et al. (2014a). *Blågrønn faktor. Bakgrunn*. Rapport.

Ardila, P., Caprona, M. d., Stange, R., Clavier, K., Åstebøl, S. O., Hagen, J. O., Ellefsen, U., Bakke, G., Kjeldsberg, K., Gunleiksrund, P., et al. (2014b). *Blågrønn faktor. Veileder byggesak. Veileder*

Asker kommune. (2018). *4 Strategier og tiltak*. Tilgjengelig fra: <https://www.aker.kommune.no/styringsdokumenter/kommunedelplan-vann-2018-2029/sec4> (lest 1/4-18).

Azhar, S. Q. (2018). Oppstartsmøte ang. pilotprosjekt på Kjelsås/Grefsen. Oslo 9/2-18.

Backe, T. (2016). *Et blågrønt skifte*. Tilgjengelig fra: <http://www.samfunnsutvikling.com/infrastruktur/et-blaagrønt-skifte> (lest 8/4-18).

Benestad, R., Mamen, J., Harstveit, K. & Fuglestvedt, J. S. (2017). *Klimaendringer*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/klimaendringer> (lest 26/3-18).

Blomstertak AS. (2018). *Monteringsanvisning Grus og gress amering*. Tilgjengelig fra: <http://www.blomstertak.no/monteringsanvisning-gress/> (lest 4/5-18).

Braskerud, B. C. & Skallebakke, O. P. (2013). *Frakobling av takrenner fra kommunalt nett: Flomdemping i små nedbørsfelt*. Faktaark.

Braskerud, B. C. (2016). *Grønne tak for flomdemping*. Faktaark.

Byggordboka. (2018). *Bygningstypologi*. Tilgjengelig fra: <https://www.byggordboka.no/artikkel/les/bygningstypologi> (lest 23/4-18).

Connors, T. (2018). *How watershed work*. Tilgjengelig fra: <https://science.howstuffworks.com/environmental/conservation/issues/watershed1.htm> (lest 21/3-18).

Conradi, C. (2011). *Hva betyr ordtakene?* Tilgjengelig fra: <http://www.hvafor.no/oppslag/hva-betyr-ordtakene> (lest 10/4-18).

Direktoratet for naturforvaltning. (2003). *Grønn by ...arealplanlegging og grønnstruktur*. Veileder.

Fagernæs, K.-E., Nyernes, M., Ovesen, R., Langset, H., Kvitsjøen, J., Sidselrud, S. & Brunborg, A.-K. (2016). *Hovedrapport - Handlingsplan for overvannshåndtering i Oslo kommune*. Rapport.

Fiil, L. & Gabriel, S. (2016). *Regnhøsting for vanning i hager*. Faktaark.

Haanssen-Bauer, I., Førlnad, E. J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer, S., Nesje, A., Nilsen, J. E. Ø., Sandven, S., Sandø, A. B., Sorteberg, A., et al. (2015). *Klima i Norge 2100*. Rapport.

Hamar kommune. (2015). *Temannotat: Grønn og blå struktur*.

Historisk tverrsnitt. (2010). Tilgjengelig fra: http://historielaget-gkn.no/?page_id=72#bolig (lest 13/4-18).

Ingebrighetsen, M. C. (2017). *Separering av overvann med åpen lokal overvannsdisponering (LOD). Redusere overløpsdrift til Akerselva fra Grefsen/Kjelsås i Oslo*. Masteroppgave ved Norges miljø- og biovitenskapelig universitet (NMBU).

Kjelstrup, K. A. (2017). *Slik så det ut på Grefsenplataet*. Tilgjengelig fra: <http://nab.no/lokalhistorie/slik-sa-det-ut>

ut-pa-grefsenplataet/19.14079 (lest 17/4-18). Artikkel.

Klima i Oslo. Tilgjengelig fra: <http://reiseplaneten.no/reiseguider/oslo/klima.html> (lest 5/3-18).

Kommunplan 2015. Oslo mot 2030- Smart, trygg og grønn. (2015). Kommuneplan for Oslo kommune.

La Trobe university. (2018). *What are peri-urban areas?*. Tilgjengelig fra: <http://www.latrobe.edu.au/periurban/about/focus> (lest 5/3-18).

Lindholm, O., Endresen, S., Thorolfsson, S., Sægrov, S., Jakobsen, G. & Aaby, L. (2008). *Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering*. Norsk Vann, rapport nr. 162.

Lindholm, O. & Bjerkholt, J. T. (2010). *Vannteknikk for landskapsingeniører*. Kompendium.

Marsh, W. M. (2005). *Landscape Planning: Environmental Application*. Bok.

Miljødirektoratet. *Hva er klimatilpassning?* Tilgjengelig fra: <http://www.klimatilpassning.no/hva-er-klimatilpassning/> (lest 27/3-18).

Miljødirektoratet. (2014). *Planlegging av grønnstruktur i byer og tettsteder*. Veileder

Miljødirektoratet. (2017). *Overvann*. Tilgjengelig fra: <http://www.miljokommune.no/Temaoversikt/Vannforvaltning/Overvann/> (lest 16/2-18).

Miljølære. *Vannets kretsløp*. Tilgjengelig fra: <https://www.miljolare.no/tema/vannressurser/artikler/omvann.php?height=550&width=780> (lest 20/2-18).

New Water Ways. Tilgjengelig fra: <https://newwaterways.no/> (lest 7/3-18).

NHM. (2011). *Ytre geologiske prosesser*. Tilgjengelig fra: https://www.nhm.uio.no/besok-oss/utstillinger/faste/bergarter/prosesser/m_ytre_geologiske_prosesser.html (lest 15/2-18).

Norsk Belegningsstein. (2016). *Permeable dekker og grønne tak reduserer flom*. Tilgjengelig fra: <http://www.belegningsstein.info/artikler/permeable-dekker-og-groenne-tak-reduserer-flom/> (lest 24/4-18).

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

NVE. (2015a). *Hydrologi*. Tilgjengelig fra: <https://www.nve.no/hydrologi/> (lest 15/2-18).

NVE. (2015b). *Urbanhydrologi*. Tilgjengelig fra: <https://www.nve.no/hydrologi/vannstand-og-vannfoering/urbanhydrologi/> (lest 15/2-18).

NVE. (2016). *Urbanhydrologi*. Tilgjengelig fra: <https://www.nve.no/hydrologi/urbanhydrologi/> (lest 15/2-18).

Oslo kommune. (2014a). *Prinsipper for gjenåpning av elver og bekker i Oslo*. Rapport.

Oslo kommune. (2014b). *Strategi for overvannshåndtering i Oslo 2013-2030*.

Oslo kommune. (2015). *Planinnsyn i kommuneplan 2015*. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/politikk-og-administrasjon/politikk/kommuneplan/kommuneplan-2015/> (lest 2/3-18).

Oslo kommune. (2017). *Bydel Nordre Aker. Faktaark om befolkning, levekår og bolmiljø*. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/13201661/Innhold/Politikk%20og%20administrasjon/Statistikk/Faktaark%20bydelene%202017/08%20Bydel%20Nordre%20Aker.pdf> (lest 23/2-18). Faktaark

- OSLO KOMMUNE Statistikkbanken. (2014). Oslo kommune. Tilgjengelig fra: <http://statistikkbanken.oslo.kommune.no/webview/index.jsp?catalog=http%3A%2F%2Fstatistikkbanken.oslo.kommune.no%3A80%2Fobj%2FfCatalog%2FCatalog34&submode=catalog&mode=documentation&top=yes> (lest 23/2-18).
- Paus, K. H., Brekke, A., Berge, Ø., Åstebøl, S. O. & Olsen, S. B. (2015). *Overvannsarbeid i utlandet. Virkemidler for å redusere nedbørbetinget oversvømmelse i urbane områder*. Rapport.
- Pedersen, B. (2017). *Vann*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/vann> (lest 15/2-18).
- Personlig meddelelse (2017) fra byggingeniør i forbindelse med arbeid med semesteroppgave i THT200.
- Sivle, A. D. (2017). *vannskille - metrologi*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/vannskille - metrologi> (lest 20/3-18).
- Skogvold, T., Leivestad, V., Birkedal, B., Schoder, F., Sunde, P. P., Opsahl, S. H. & Skogvold, T. (2016). *Revidering av byggesaksveileder. Blågrønn Faktor*. Rapport.
- Soil Science Society of America. (2018). *Rain garidens and bioswales*. Tilgjengelig fra: <https://www.soils.org/discover-soils/soils-in-the-city/green-infrastructure/important-terms/rain-gardens-bioswales> (lest 24/4-18).
- Stenlegging AS. (2018). *Pemeable dekker*. Tilgjengelig fra: <http://www.stenlegging.no/maskinlegging/permeable-dekker> (lest 24/4-18).
- Thóren, A.-K. H. & Nyhuus, S. (1994). *Planlegging av grønnstruktur i byer og tettsteder: Direktoratet for naturforvaltning*. Veileder.
- Thorén, A. K. H. (2014). *Bærekraftig byutvikling? Blågrønne strukturer og klimaforandringene*. Artikkel i Arkitektur N.
- Tollan, A. (2009). *Hydrologi*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/hydrologi> (lest 7/5-18).
- Tvedt, K. A. (2016a). *Grefsen*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/Grefsen> (lest 17/4-18).
- Tvedt, K. A. (2016b). *Grefsen-Kjelsås*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/Grefsen-Kjels%C3%A5s> (lest 23/2-18).
- Urbane uterom. *Overvannshåndtering med fordrøyende tak*. Tilgjengelig fra: <http://www.urbaneuterom.no/overvannshandtering/> (lest 4/4-18).
- Vasseljen, S., Ødegård, I. M., Knotten, V., Knotten, H., Zaccariotto, G., Skaug, A., Syversen, N., Aarset, I., Leinonen, E. & Rishaug, V. S. (2016). *Overvann som ressurs. Økt bruk av overvann som miljøskapende element i byer og tettsteder*. Rapport.
- VAV. (2017). *Overvannshåndtering. En veileder for utbygger*. Vann- og avløpsetaten i Oslo kommune. Veileder.
- Ødegård, I. M., Clewing, C. S. & Thorén, K. H. (2013). *Urban overflatevannhåndtering. Erfaringer fra Institutt for landskapsplanlegging*. Artikkel.
- Åstebøl, S. O., Robba, S., Stenvik, G., Kristoffersen, H. V., Olsen, S. B. & Finnvik, S. (2013). *På lag med regnet. Veileder for lokal overvannshåndtering*. Veileder.

Figurliste

Figurer, bilder eller visualiseringer som ikke blir referert til i figurlisten er materiale som er egenprodusert. Alle egenproduserte kart baserer seg på kartgrunnlag framskaffet av Gunnar Tenge ved NMBU fra Norgedigitalt, juni 2017. I tillegg er kartdatene FKB-data og Matrikkeldata i UTM32 Euref89.

Bakgrunnsbilde kapittelforside del 1. Hentet fra: <https://newwaterways.no/>

Figur 1.1. Håndtering av overvann. Hentet fra: https://www.militarynews.com/norfolk-navy-flagship/entertainment/home_and_garden/stormwater-part-of-preventing-pollution-from-car-lawn-pool-maintenance/article_ddb55212-bada-5156-b48a-d5eef7c17a09.html

Figur 1.2. Mer overvann og nedbør er en stor utfordring. Hentet fra: <https://newwaterways.no/>

Bakgrunnsbilde kapittelfordide del 2. Hentet fra: <http://rvco.org/what-we-do/natural-resources/stormwater-101/>

Figur 2.1. Vannets kretsløp. Hentet fra: <http://www.rfid-locker.co/Great-Water-Cycle-Template-Images.html>

Figur 2.2. Eksempel på urbant ompder. Hentet fra: <https://massimilianomanno.com/new-york-living-cities/>

Figur 2.3. Bilde som viser hvordan overvannet blir håndtert i dag. Hentet fra: <https://www.ngu.no/fagomrade/overvann>

Figur 2.4. Illustrasjon som vier hvordan overvannet blir påvirket ved utbygging. Hentet fra: <http://www.sieker.de/en/fachinformationen/article/wasserhaushalt-65.html>

Figur 2.5. Bilde som illustrerer hvordan nedbørsfelt fungerer. Hentet fra: <https://www.dreamstime.com/stock-photo-upside-down-blue-striped-umbrella-floating-flooded-grass-spring-rain-storm-collecting-water-image90467572>

Figur 2.6. Bilde som viser hvordan nedbørsfelt avgrenses. Hentet fra: <https://www.mwmo.org/learn/stormwater-101/what-is-a-watershed/>

Figur 2.7. De ulike sonene i nedbørsfeltet. Hentet fra: masteroppgave skrevet av Katinka Marie Kilian.

Figur 2.8. Effekter av klimaendringer. Hentet fra: <https://ndla.no/nb/node/132227>

Figur 2.9. Ulike værforhold som utgjør klimaet.

Hentet fra: <https://tinyclipart.com/post/weather-clipart-weather-for-preschoolers-clipart-1.html>

Figur 2.10. Regnvær. Hentet fra: <https://www.adressa.no/vaeret/article10814808.ece>

Figur 2.11. Kart som viser endring i flom. Hentet fra: <https://klimaservicesenter.no/faces/desktop/scenarios.xhtml>

Figur 2.12. Kart som viser endringer i nedbør. Hentet fra: <https://klimaservicesenter.no/faces/desktop/scenarios.xhtml>

Figur 2.13. Kart som viser endringer i middellavrenningen. Hentet fra: <https://klimaservicesenter.no/faces/desktop/scenarios.xhtml>

Figur 2.14. Samfunn som er robuste mot de forventede klimanendringene. Hentet fra: <https://www.sintef.no/siste-nytt/norge-far-senter-for-klimatilpasning/>

Figur 2.15. Ekstremnedbør og fortetting fører til utfordringer i forhold til overvann. Hentet fra: <https://www.youtube.com/watch?v=LqIIqapMOy0>

Figur 2.16. Illustrasjon av kontroversielle system og åpen og lokal håndtering av overvann. Hentet fra: Norsk vann, rapport 162.

Figur 2.17. Ved ekstreme nedbørshendelser kan det bli store vannmengder i gatene. Hentet fra: <http://www.urbaneuterom.no/overvannshandtering/>

Figur 2.18. Illustrasjon av fellessystemet og separatsystemet. Hentet fra: https://www.fredrikstad.kommune.no/globalassets/dokumenter/planer/vei-vann-trafikk/overvannsrammeplan-fredrikstad_081107.pdf

Figur 2.19. Tabell over forsikringsutbetalinger i perioden 2008-2014. Hentet fra: NOU 20015:16

Figur 2.20. Flom i Oslos gater. Hentet fra: <https://www.aftenposten.no/osloby/i/BJEmQ/Slik-skal-Oslo-stoppe-flommen>

Figur 2.21. Skader av flom på jernbane i 2011. Hentet fra: <http://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/2011/Bratsbergbanen-stengt/>

Figur 2.22. Eksempel på åpen og lokal overvannshåndtering. Hentet fra: http://www.grunnvanninorge.no/geoteknikk_overvann.php

Figur 2.23. Treleddsstrategien. Hentet fra: <http://docplayer.me/51645934-Batteriveien-20-frogn-kommune-innhold.html>

Figur 2.24. Eksempel på en infiltrasjonsgrøft. Hentet fra: <https://help.innovyze.com/display/XDH2017v1/Swale>

Figur 2.25. Et helhetlig overvannssystem. Hentet fra: kompendium skrevet av Lindholm og Bjerkholt i 2010.

Figur 2.26. Overvannstiltak i hager ved boligblokker. Hentet fra: <https://inhabitat.com/urban-eco-village-planned-for-canadas-capital/>

Figur 2.27. Utvikling av eksisterende grønnstruktur. Hentet fra: <https://www.sepaview.com/2015/06/green-infrastructure-across-the-glasgow-city-region/>

Figur 2.28. Fireleddsstrategien. Hentet fra: <https://www.asker.kommune.no/styringsdokumenter/kommunedelplan-vann-2018-2029/sec4>

Figur 2.29. Eksempel på et informativt virkemiddel. Hentet fra: Overvannshåndtering - en veileder for utbygger skrevet av VAV i Oslo kommune.

Figur 2.30. En helhetlig overvannshåndter hvor både private og offentlige eiendommer er involvert. Hentet fra: <http://www.sieker.de/en/fachinformationen/article/wasserhaushalt-65.html>

Figur 2.31. Overvannstiltak kan benyttes ved offentlige parkeringsplasser. Hentet fra: <http://bluegrasslawn.com/tag/best-management-practices/>

Figur 2.32. Boligområde hvor det er benyttet flere overvannstiltak. Hentet fra: <http://www.deeprooot.com/blog/blog-entries/a-multi-pronged-approach-to-stormwater-management>

Figur 2.33. Flom ved E16 på Vøyenenga. Hentet fra: <https://www.budstikka.no/nyheter/nyheter/her-er-de-ventede-klimaeffektene/s/2-2.310-1.3499063>

Figur 2.34. Blågrønne områder som et positivt element i nærmiljøet. Hentet fra: <http://www.ramboll.com/media/rgr/natural-elements-create-liveable-environments>

Figur 2.35. Grønnstruktur som inneholder et åpent vassdrag. Hentet fra: <https://www.multiconsult.no/prosjekter/fredlybekken/>

Figur 2.36. Fortetting ved en urban park. Hentet fra: <http://futurecapetown.com/2016/02/two-rivers-urban-park-cape-towns-ambition-to-plan-well-located-sustainable-city-for-20000/#.WscrHlhuaUk>

Figur 2.37. Bildet viser blågrønne strukturer som er viktige for menneskers helse og trivsel. Hentet fra: <http://docplayer.me/docs-images/65/52368635/images/1-0.jpg>

Figur 2.38. Regneeksempel på Blågrønn faktor. Hentet fra: Blågrønn faktor Veileder byggesak.

Figur 2.39. Regnearket til Blågrønn faktor. Hentet fra: Blågrønn faktor Veileder byggesak.

Bakgrunnsbilde kapittelforside del 3. Hentet fra: <https://soilsmatter.wordpress.com/2015/01/21/how-do-rain-gardens-help-with-storm-water/>

Figur 3.1. Hentet fra: https://www.youtube.com/watch?v=p_LXQGqUj9o. Video produsert av Daniel Roehr, Matt Gibbs, Lindsey Fryett, John Brennan, Alonso Escalante Lopez

Figur 3.2. Eksempel på bioswale langs vei. Hentet fra: <https://www.livingconceptslandscape.com/2015/09/bioswales/>

Figur 3.3. Bioswale langs vei i boligbebyggelse. Hentet fra: <https://www.watershedcouncil.org/bioswale.html>

Figur 3.4. Mulig konsekvens av å ikke koble fra taknedløp. Hentet fra: Overvannshåndtering - en veileder for utbygger skrevet av VAV i Oslo kommune.

Figur 3.5. Mange muligheter ved frakobling av taknedløp. Hentet fra: <http://haweliavalenovapark.info/downspout-garden/>

Figur 3.6. Eksempel på et intensivt tak. Hentet fra: <http://www.asiagreenbuildings.com/6520/world-green-building-council-and-ifc-join-forces-for-promoting-sustainable-construction/>

Figur 3.7. Grønt tak på garasjetak. Hentet fra: <http://mngreenroofs.org/2012/02/leatherman-garage/>

Figur 3.8. Gresskledd flater ved en parkeringsplass. Hentet fra: <https://chesapeakestormwater.net/events/webcast-visual-indicators-part-1/>

Figur 3.9. Infiltrasjon av overvann ved hjelp av gressarealer og regnbed. Hentet fra: <http://wsud-denmark.com/infiltration-of-roof-run-off-in-rain-gardens-and-grass-areas-in-soeborg-copenhagen/home-page/35269>

Figur 3.10. Permeable dekker slipper vannet igjennom dekket. Hentet fra: <http://mngreenroofs.org/2012/02/leatherman-garage/>

Figur 3.11. Permeablet dekke på parkeringsplass. Hentet fra: <https://www.nuway.com.au/turfstone/>

Figur 3.12. Regnbed i pribvat hage. Hentet fra: <http://www.washingtonnature.org/fieldnotes/2016/9/15/rain-gardens-a-beautiful-simple-solution>

Figur 3.13. Regnbed langs vei. Hentet fra: <http://nativeplantherald.prairienursery.com/2013/05/the-beneficial-beauty-of-rain-gardens/>

Figur 3.14. Eksempel på regntønne. Hentet fra: <https://www.hgtv.com/design/outdoor-design/landscaping-and-hardscaping/design/quick-dirty-sustainable-landscaping-made-simple>

Figur 3.15. Oppsamling av vann i regntønne. Hentet fra: <https://www.greeleytribune.com/news/local/limited-supply-of-discounted-rain-barrels-compost-bins-available-to-greeley-water-customers/>

Figur 3.16. Muligheter for dekor og desing av regntønner. Hentet fra: <https://no.pinterest.com/pin/488922103267234212/>

Figur 3.17. Eksempel på forside for veileder for privatperoner. Egenprodusert.

Bakgrunnsbilde kapittelforside del 4. Eget bilde.

Figur 4.1. Oversikt over analyser og registreinger i oppgaven. Egenprodusert.

Figur 4.2. Lokalisering av caseområdet. Egenprodusert med bilder hentet fra Google Earth

Figur 4.3. Historisk kart fra 1879. Hentet fra: Karttjenesten fra 1881.no

Figur 4.4. Historisk kart fra 1947. Hentet fra: Karttjenesten fra 1881.no

Figur 4.5. Ortofoto fra 2017. Hentet fra: Karttjenesten fra 1881.no

Figur 4.6. Utsikt mot Myrer fra Grefsen. Hentet fra: <https://digitaltmuseum.no/021015453761/utsikt-over-myren-mor-grefsen>

Figur 4.7. Kjelsås jernbanestasjon. Hentet fra: <https://digitaltmuseum.no/021017765718/villa-pa-grefsen>

Figur 4.8. Villa på Grefsen. Hentet fra: <https://digitaltmuseum.no/011014435151/kjelsas-st-og-grefsenkollen>

Figur 4.9. Vestre Grefsen gård. Hentet fra: <https://digitaltmuseum.no/011014869499/vestre-grefsen-gard>

Figur 4.10. Villabebyggele på Grefsen. Hentet fra: <https://digitaltmuseum.no/011014588069/utsikt-villabebyggelse-hager-veier>

Figur 4.11. Grefsen terrasse. Henter fra: <https://digitaltmuseum.no/021015468297/grefsen-terrasse>

Figur 4.12. Boliger ved Grefsen kirkegård. Eget bilde.

Figur 4.13. Kjelsås gård. Hentet fra: <https://digitaltmuseum.no/011014872891/kjelsas-gard>

Figur 4.14. Akerselva ved Kjelsås bruk. Hentet fra: <https://digitaltmuseum.no/011014871302/akerselven-ved-kjelsaas-brug>

Figur 4.15. Boligblokk på Kjelsås. Hentet fra: <https://digitaltmuseum.no/011014846928/selvaagbygg-leiligheter-for-eldre>

Figur 4.16. Kjelsåstrikken. Hentet fra: <https://digitaltmuseum.no/011012633824/oslo-sporveier-kjelsastrikken-trikk-tilhenger-type-st55-ombygd-tbo-nr-567>

Figur 4.17. Trikkehallen på Kjelsås. Eget bilde.

Figur 4.18. Boliger i nedbørfeltet på vinterstid. Eget bilde.

Figur 4.19. Kjelleroversvømmelser i Oslo. Hentet fra: <http://docplayer.me/60323016-3trinnstrategien-tre-steg-mot-en-blagronn-by-case-oslo.html>

Figur 4.20. Skadesteder i Oslo som følge av overvann. Hentet fra: <https://www.slideshare.net/>

GeodataAS/kartlegging-av-flomveier-i-oslo-bk2015
Figur 4.21. Overløpsdrift i Oslo. Hentet fra:
<https://www.fylkesmannen.no/PageFiles/850652/Braskerud%20-%20T%C3%B8nsberg%202017.pdf>

Figur 4.22. Nedbørsfelt i Oslo. Hentet fra: <https://www.slideshare.net/GeodataAS/kartlegging-av-flomveier-i-oslo-bk2015>

Figur 4.23. KArt over nedbørfeltet i caseområdet. Egenprodusert.

Figur 4.24. Gjennomsnittsværet i Oslo. Hentet fra: <https://www.timeanddate.no/vaer/norge/oslo/klima>

Figur 4.25. Avvik i nedbør på Østlandet fram mot 2100. Hentet fra: <https://klimaservicesenter.no/faces/desktop/scenarios.xhtml>

Figur 4.26. Avvik i temperaturer på Østlandet fram mot 2100. Hentet fra: <https://klimaservicesenter.no/faces/desktop/scenarios.xhtml>

Figur 4.27. Løsmassekart. Egenprodusert kart basert på kartdata fra ngu.no.

Figur 4.28. Infiltrasjonsevenen i nedbørfeltet. Egenprodusert kart basert på kartdata fra ngu.no.

Figur 4.29. Kart over blågrønne strukturer. Egenprodusert.

Figur 4.30. Grefsenåsen. Hentet fra: http://www.akebakkeskogen.no/?page_id=362

Figur 4.31. Myrerjordet. Hentet fra: <http://nab.no/nyheter/her-kan-du-snart-fa-spretrumpe-og-sixpack/19.13052>

Figur 4.32. Høydelagskart. Egenprodusert.

Figur 4.33. Usikt fra Grefsenkollen. Hentet fra: <https://www.motor.no/artikler/2017/juli/norges-beste-utsikter-grefsenkollen/>

Figur 4.34. Snitt. Egenprodusert.

Figur 4.35. Akerselva ved Kjelsås. Hentet fra: <https://www.fjordtravel.no/destination-norway/visit-oslo-akerselva-river/>

Figur 4.36. Kart over dreneringslinjer og historiske bekkeløp. Egenprodusert kart basert på kartdata fra: <https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/1316528/Innhold/Politikk%20og%20administrasjon/Slik%20>

[bygger%20vi%20Oslo/Vannomr%C3%A5de%20Oslo/Kart/Historiske%20bekker%20og%20elver%20i%20Oslo.pdf](https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/1316528/Innhold/Politikk%20og%20administrasjon/Slik%20) og <https://od2.pbe.oslo.kommune.no/kart/?mode=kommuneplan#599366,6647762,4>

Figur 4.37. Hidtorisk bilde av Akerselva. Hentet fra: http://www.oslobilder.no/BAR/A-20145/Uaa/0008/015?query=akerselva+grefsen&count=8&-search_context=1&pos=7

Figur 4.38 Historisk bilde av Akerselva på Kjelsås. Hentet fra: http://www.oslobilder.no/BAR/A-10002/Ua/0021/007?query=akerselva+kjels%C3%A5s&count=47&search_context=1&pos=1

Figur 4.39. Kartlegging av bygningstypologier. Egenprodusert kart basert på informasjon fra norgeskart.no.

Figur 4.40. Offentlige og private bygninger og arealer i nedbørfeltet. Egenprodusert.

Figur 4.41. Arealdekke i nedbørfeltet. Egenprodusert.

Figur 4.42. Dokumentet som er førende i Oslo kommune. Egenprodusert.

Figur 4.43. Tidligere masteroppgave. Hentet fra: masteroppgave ved NMBU skrevet av Marthe C. Ingebrihtsen.

Figur 4.44. Kart over områder tilknyttet overløpet AK52. Hentet fra: masteroppgave ved NMBU skrevet av Marthe C. Ingebrihtsen.

Figur 4.45. Tabell over resultatet fra den tidligere masteren. Hentet fra: masteroppgave ved NMBU skrevet av Marthe C. Ingebrihtsen.

Figur 4.46. Boligområdet i nedbørfeltet. Eget bilde.

Figur 4.47. Trikkestoppet Grefsenplataet. Eget bilde.

Bakgrunnsbilde kapittelfordide del 5. Hentet fra: <https://www.pandslegal.it/appalti-pubblici/>

Figur 5.1. Oversikt bilde over deler av Kjelsås. Hentet fra: Google Earth.

Figur 5.2. Kart over detaljområdet. Egenprodusert.

Figur 5.3. Konseptillustrasjon. Egenprodusert.

Figur 5.4. Treleddsstrategien med noen aktuelle tiltak. Hentet fra: Handlingsplan for

overvannshåndtering i Oslo kommune.
Figur 5.5. Kartlegging av vegetasjon og innkjørsler.
Egenprodusert.

Figur 5.6. Kart ove rområder som egner seg til
overvannstiltak. Egenprodusert.

Figur 5.7. Enebolig. Egenprodusert.

Figur 5.8. Rekkehus. Egenprodusert.

Figur 5.9. Blokk. Egenprodusert.

Figur 5.10. Illustrasjon av det valgte rekkehuset.
Egenprodusert.

Figur 5.11. Bilde av valgte rekkehus. Eget bilde.

Figur 5.12. Illustrasjonsplan. Egenprodusert.

Figur 5.13. Snitt av rekkehuset. Egenprodusert.

Figur 5.14. Illustrasjon av rekkehuset med tiltak.
Egenprodusert.

Figur 5.15. Illustrasjon av rekkehuset med tiltak.
Egenprodusert.

Figur 5.16. Bilde av valgte enebolig. Eget bilde.

Figur 5.17. Illustrasjonsplan. Egenprodusert.

Figur 5.18. Illustrasjon av det grønne taket.
egenprodusert.

Figur 5.19. Illustrasjon av taknedløpet på garasjen.
Egenprodusert.

Figur 5.20. Snitt av tomten. Egenprodusert.

Figur 5.21. Illustrasjon av regnbedet på tomten.
Egenprodusert.

Figur 5.22. Bilde av valgte blokkomt. Eget bilde.

Figur 5.23. Illustrasjonsplan. Egenprodusert.

Figur 5.24. Illustrasjon av tiltak på blokkomt.
Egenprodusert.

Figur 5.25. Illustrasjon av tiltak på nordisen av
blokken. Egenprodusert.

Figur 5.26. Snitt av tomten. Egenprodusert.

Figur 5.27. Illustrasjon før det er anlagt
overvannstiltak. Egenprodusert.

Figur 5.28. Illustrasjon etter det er anlagt
overvannstiltak. Egenprodusert.

Figur 5.29. Snitt av ulike utforminger av vei og
fortau. Egenprodusert.

Figur 5.30. Kart hvor Myrerjordet er markert.
Egenprodusert.

Figur 5.31. Forklaring på den rasjonelle formelen.
Hentet fra: Vannteknikk for landskapsingeniører
skrevet av O. Lindholm og J. T. Bjerkholt.

Figur 5.32. Inndeeling av arealtyper med
avrenningskoeffisient. Hentet fra: Landscape
Planning: Environmental Application skrevet av W.
M. Marsh.

Figur 5.33. Illustrasjonsplan av Myrerjordet.
Egenprodusert.

Figur 5.34. Snitt som viser overvannstiltakene på
Myrerjordet. Egenprodusert.

Figur 5.35. Snitt av bioswale. Egenprodusert.

Figur 5.36. Illustrasjon av myrerjordet med
overvannstiltak. Egenprodusert.

Bakgrunnsbilde kapittelforside del 6. Hentet
fra: <https://www.ntbinfo.no/pressemelding/ny-taklosning-tar-opp-kampen-mot-ekstremregn?publisHerId=2031493&releaseId=13224059>

Figur 6.1. Forslag til forside på
informasjonsdokument for privatpersoner.
Egenprodusert.

Figur 6.2. Illustrasjon av utsikt over caseområdet.
Egenprodusert.

Figur 6.3. Illustrasjon av overvannstiltak på
rekkehuset. Egenprodusert.

Figur 6.4. Illustrasjon av et godt eksempel
på overvannshåndtering i boilibebyggelse.
Egenprodusert basert på bilde hentet fra: <https://no.pinterest.com/pin/554646510342301431/>



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway