



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2018 30 stp

Fakultet for landskap og samfunn
Anne-Karine Halvorsen Thorén
Ingrid Merete Ødegård

Flommen kommer - En planleggingsmetode for klimatilpasset overvannshåndtering i norske byer og tettsteder

The flood is coming -

A planning method for climate adapted stormwater
management in Norwegian cities and towns

Marte Uthus Solum & Ragnhild Syrstad

Landskapsarkitektur
Fakultet for landskap og samfunn



FLOMMEN KOMMER

Marte Uthus Solum og Ragnhild Syrstad

NMBU, våren 2018

FORORD

Denne masteroppgaven markerer slutten på et femårig studieløp i landskapsarkitektur ved fakultet for landskap og samfunn, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Valg av tema er basert på vår felles interesse for åpen overvannshåndtering og flerfunksjonalitet.

Interessen for overvannshåndtering kom gjennom masterkurset *Blå og grønne strukturer i urbane områder* (LAA340). Her fikk vi et innblikk i planlegging av åpne, lokale overvannsløsninger innenfor et nedbørfelt, både ved å se på overordnede strukturer og konkrete tiltak. Gjennom utarbeidelsen av planleggingsmetoden for åpen overvannshåndtering, har vi blitt mer bevisst på hvor kompleksst dette arbeidet er. I tillegg har vi fått økt forståelse for hvilke andre funksjoner og verdier naturbasert overvannshåndtering kan gi. Vi ser derfor betydningen av landskapsarkitektens rolle i dette tverrfaglige arbeidet, for å sikre flerfunksjonalitet og god arealbruk.

Med denne oppgaven ønsker vi å øke bevisstheten om hvordan framsynt planlegging kan bidra til å minske ulemper knyttet til klimaframskrivningen, økt intens nedbør. I tillegg fokuserer vi på at denne planleggingen også kan føre med seg økologiske og sosiale verdier og funksjoner. Vi håper at oppgaven kan bidra til å tenne gnisten for videre diskusjoner om hvordan planlegging for klimatilpasset overvannshåndtering i norske byer og tettsteder bør gjøres. Skal vi følge føre-var-prinsippet, må planleggingen starte nå. Flommen kommer!

Vi ønsker å rette en stor takk til:

- Veiledere Anne-Karine Halvorsen Thorén og Ingrid Merete Ødegård for gode diskusjoner, innspill og råd gjennom hele arbeidsprosessen.
- SINTEF for økonomisk støtte og troen på oppgaven fra starten.
- Lykke Leonardsen og Pär Svensson for gode innspill, diskusjoner og erfaringer fra referanseprosjektene i henholdsvis København og Malmø.
- Ellen-Birgitte Strømø for innsyn i klimaarbeidet i Trondheim kommune.
- Gunnar Tenge ved NMBU og Robin Bråtveit mfl. fra Trondheim kommune, for nødvendige kartdata.
- Solveig Kornstad og Hauk Liebe for korrekturlesing og innspill angående oppbygging av en akademisk tekst.

Til slutt ønsker vi å takke gode medstudenter gjennom fem år, for å ha tilført studietiden mye latter og glede, inspirasjon og motivasjon!

Marte Uthus Solum & Ragnhild Syrstad

BIBLIOTEKSIDE

Tittel

Flommen kommer -
En planleggingsmetode for klimatilpasset overvannshåndtering i norske byer og tettsteder

Title

The flood is coming -
A planning method for climate adapted stormwater management in Norwegian cities and towns

Forfattere

Marte Uthus Solum og Ragnhild Syrstad

Veiledere

Anne-Karine Halvorsen Thorén
professor, Fakultet for landskap og samfunn, NMBU

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

Format

Stående A4

Sideantall

182

Utgivelsesdato

15.05.2018

Opplag

9

Emneord /nøkkelord

Klimatilpasset overvannshåndtering, planleggingsmetode, skybrudd, skybruddmasterplan, urban flom, åpen overvannshåndtering, naturbaserte løsninger, klimaendringer, bærekraft, økosystemtjenester, Trondheim, Båhus gate.

Keywords

Climate adapted stormwater management, planning method, cloudburst, cloudburst masterplan, urban flood, open stormwater management, nature-based solutions, climate change, sustainability, biodiversity, ecosystem services, Trondheim, Båhus gate.

Figurer

Bilder, kart og illustrasjoner uten kildehenvisning er tatt av forfatterne selv eller egenprodusert.

INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord	005
Bibliotekside	006
Sammendrag	010
Abstrakt	011
Del 1 Introduksjon	013
1.1 Bakgrunn for oppgaven	014
1.2 Hvem har ansvaret?	016
1.3 Hva finnes av kunnskap fra før?	017
1.4 Mål, avgrensning og problemstilling	018
Del 2 Metode	021
2.1 Oppgavens oppbygning	022
2.2 Kunnskapsinnhenting	023
Del 3 Teori	025
3.1 Hva mener vi med klimatilpasset overvannshåndtering?	026
3.2 Hvordan kan et nettverk av blågrønne strukturer utnyttes for å klimatilpasse overvannshåndtering?	028
3.3 Hvordan kan vannets naturlige bevegelse utnyttes?	031
3.4 Hvilke tjenester kan blågrønne tjenester gi oss?	034
Del 4 Utvikling av planleggingsmetode	037
4.1 Framgangsmåte for å utvikle planleggingsmetoden	038
4.2 Referanseprosjekt for klimatilpasset overvannshåndtering	038
4.3 Virkemidler for å gjennomføre klimatilpasning av overvannshåndtering	051
4.4 Planleggingsmetoden	054
Del 5 Caseområde	061
5.1 Valg av caseområde	062
5.2 Klimaarbeid i Trondheim	062
5.3 Klimaframskrivninger for Sør-Trøndelag	063
5.4 Kommunens strategi for overvannshåndtering	063

Del 6 Skybruddsmasterplan	065
6.1 Registrerings- og analysearbeid: Det store landskapet	066
6.2 Registrerings- og analysearbeid: Nedbørfelt E	078
6.2.1 Framgangsmåte	079
6.2.2 Blågrønn struktur i nedbørfelt E	082
6.2.3 Den blågrønne strukturens funksjon og verdi	092
Sammenstilling: den blågrønne strukturens verdi for tekniske funksjoner	098
Sammenstilling: den blågrønne strukturens økologiske funksjoner og verdier	104
Sammenstilling: den blågrønne strukturens sosiale funksjoner og verdier	110
6.2.4 Planer og føringer for området	113
6.3 Planlegg og utform	116
6.3.1 Framgangsmåte	116
6.3.2 Hvor skal vannet ta veien?	118
6.3.3 Skybruddselementer	119
6.3.4 Funn fra registrerings- og analysearbeidet som setter rammer for skybruddsmasterplanen	124
6.3.5 Tilgjengelig areal	125
6.3.6 Skybruddsmasterplan	126
6.3.7 Juridisk forankring av skybruddsmasterplanen	128
6.3.8 Hvordan kan skybruddsmasterplanen brukes videre?	129
Del 7 Prosjektering av et skybruddselement	131
7.1 Prosjektområde: Båhus gate	133
7.2 Hvilke tiltak kan vi bruke?	138
7.3 Referanseprosjekt	142
7.4 Utforming av gatetunet	143
Del 8 Diskusjon	157
Delspørsmål 1: Hva finnes av planleggingspraksis for klimatilpasset overvannshåndtering?	158
Delspørsmål 2: Hvilken planleggingsmetode og hvilke virkemidler kan brukes for å gjennomføre klimatilpasset overvannshåndtering?	159
Delspørsmål 3: Hvor anvendelig er planleggingsmetoden?	161
Problemstillinger som bør tas i senere diskusjon	161
Refleksjon	162
Litteraturliste	164
Figurliste	170
Vedlegg	175

SAMMENDRAG

Klimaframskrivninger for Norge forespeiler et villere, varmere og våtere klima. Ved økt fortetting og mer intens nedbør, øker også flomtoppene. Samfunnsøkonomiske kostnader tilknyttet flom har steget de senere årene, og dermed også behovet for å tenke annerledes i overvannshåndteringen. Oppgaven tar derfor for seg hvordan overvannshåndtering kan klimatilpasses i norske byer og tettsteder, fra to landskapsarkitekters syn.

Å klimatilpasse overvannshåndteringen gjennom naturbaserte løsninger gir flere fordeler sammenliknet med dagens lukkede rørsystem. Gjennom å tilegne de naturbaserte løsningene både tekniske, økologiske og sosiale verdier og funksjoner, kan disse tiltakene også beskrives som flerfunksjonelle blågrønne strukturer. Fordelen med å benytte blågrønne strukturer som utgangspunkt for planleggingen, sikrer at flerfunksjonalitet og større sammenhenger blir ivare tatt.

Dokumentstudier, semistrukturerte intervjuer og relevante norske planleggingsmetoder, har dannet grunnlaget for å utvikle en planleggingsmetode som kan bidra til å klimasikre norske byer og tettsteder mot

ekstremnedbør. Københavns skybruddsplan har vært hovedinspirasjonen for å utarbeide denne planleggingsmetoden, og metoden har derfor fått navnet skybruddsplan. Betydning av det danske begrepet skybrudd, kan på norsk omtales som ekstremnedbør.

Gjennom å utarbeide deler av en skybruddsplan for et caseområde i Trondheim, framstilles og forklares planleggingsmetoden. Samtidig har dette vært en måte å teste anvendeligheten til metoden. Videre bruk av planen utforskes ved å prosjektere et foreslått tiltak, og her belyses tiltakets effekt for den samlede avrenningen.

Ved å utarbeide en planleggingsmetode for klimatilpasset overvannshåndtering, er det identifisert flere områder som berører gjennomføringsevnen for selve planarbeidet. Flere virkemiddel må benyttes for å få dette til, både juridiske, økonomiske, informative og samordningsvirkemiddel. Dette funnet viser at klimatilpasset overvannshåndtering gjøres best ved tverrfaglig samarbeid. Oppgaven er dermed et innspill til hvordan planlegging av klimatilpasset overvannshåndtering kan gjøres, og et diskusjonsgrunnlag for videre utvikling av hvordan norske byer og tettsteder kan klimasikres mot ekstremnedbør.

ABSTRACT

The climate projection for Norway predicts a climate that is wilder, warmer and wetter. With intensified densification and more heavy rain, the flood peaks will accumulate. The economic costs to society due to flooding, has during the last years increased significantly. That is why sustainable stormwater management is needed. This thesis investigates how an spatial planning approach to sustainable stormwater management, can be done in Norwegian cities and towns.

Sustainable stormwater management through nature-based solutions provides several advantages compared to conveying water in drainage systems. Nature-based solutions gives technical, ecological and social functions and values. These solutions can be described as multifunctional blue-green-infrastructures. By using these in spatial planning, multifunctionality and greater connections will be preserved.

The study of documents, semi structured interview and relevant norwegian planning methods, formed the basis to develop a planning method to adapt stormwater management. The aim is to decrease the damage caused by cloudburst (heavy rainfall), in Norwegian cities

and town. The cloudburst plan (Skybrudplan 2012) for Copenhagen, has inspired our work and therefore the method is given the name Skybruddsplan.

Parts of the planning method (The cloudburst masterplan) is presented, explained and tested in a case study area (Trondheim, Norway). This has been a way to test the usability of the method. Further use of the plan is explored by designing a part of the plan in detail. This enlightens the effect one element has in a larger system.

By developing a planning method for sustainable stormwater management, we have discovered several areas that affects the ability for implementation. Economic, juridical, coordination and informative instruments are necessary to use, if the implementation of sustainable stormwater management is to be successful. This emphasize how important interdisciplinary collaboration in sustainable stormwater management is. The thesis is therefore an input, and forms a basis to further discussion on how to increase climate resilient cities and towns in Norway.

1.0 INTRODUKSJON

Dette kapitlet gir oversikt over oppgavens tematikk og aktualitet. Det belyses utfordringer ved økt nedbør, hvordan disse kan takles og hva som finnes av informasjon i norske dokumenter. Til slutt presenteres oppgavens mål og problemstilling.

1.1 BAKGRUNN FOR OPPGAVEN

1.1.1 Klimaendringer og fortetting øker flomtoppene

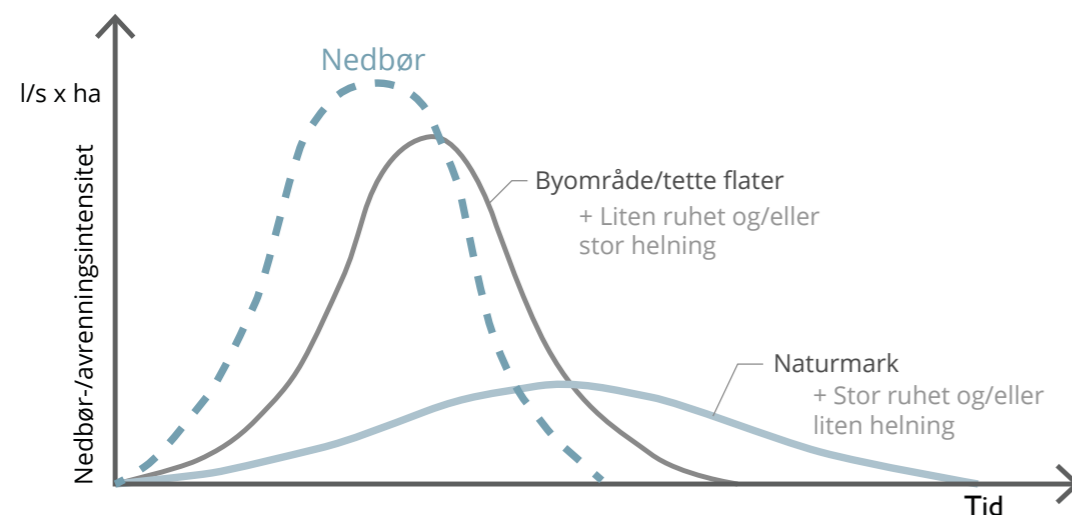
Klimagassutslipp fører til endringer i klimaet. En reduksjon av disse utslippene kan minimere klimaendringene, men selv om vi oppnår å redusere utslippene vil klimaendringer være uunngåelige (FN, 2018). Allerede nå opplever vi mer ekstremvær som etterlater seg store skader (figur 1.3). Klimaframskrivningen *Klima i Norge 2100* sammenligner klimautviklingen fra 1971-2000 med utviklingen fram mot 2100 og Norge kan vente seg endringer i temperatur og nedbør (Hanssen-Bauer mfl., 2015). Det er framskrevet fire ulike scenarier (tabell 1.1) hvor Norge tar utgangspunkt i RCP 4,5 og RCP 8,5. (NOU 2015:16).

I 2100 vil det komme mer nedbør i form av intense regnskyll (Hanssen-Bauer mfl., 2015). Klimapåslaget for nedbør er i gjennomsnitt 20 prosent, og vil øke mest i høst-, vinter- og vårsesongen. Temperaturstigninger fører til at det vil komme mindre snø om vinteren og mer nedbør i form av regn. Likevel vil det fortsatt være frost i bakken (telefrost) i perioder. Dette kan føre til høyere avrenningsgrad, da telefrost hindrer infiltrasjon av vann ned i grunnen (Paus, 2018). Tette og impermeable flater (eksempelvis asfalt) hindrer også infiltrasjon av overvann og dermed rammes de urbane områdene hardest av flom ved ekstremnedbør. Hanssen-Bauer mfl. (2015, s. 112) uttaler at de fleste skadene i tettbebygde strøk forårsakes av intens nedbør.

Tabell 1.1: Oversikt over RCP scenarier (Representative Concentration Pathways). Norge tar utgangspunkt i RCP 4.5 og RCP 8.5 (NOU 2015:16; Hanssen-Bauer mfl., 2015).

RCP scenarier (Representative Concentration Pathways)	
RCP 8.5	Høye utslipp, utslippene øker gjennom hele århundret
RCP 6.0	Middels utslipp, utslippene avtar omlag 2060
RCP 4.5	Middels utslipp, utslippene avtar omlag 2040
RCP 2.6	Lave utslipp, utslippene avtar innen 2020

Avløpsnett, som normalt avleder overvannet, strekker ikke til når den raske urbaniseringen og klimaendringene skaper høyere flomtopper (Lindholm mfl., 2008, s. 11) (figur 1.1). Utbygging av nye og fortetting av eksisterende områder, gjøres ofte på bekostning av grønne permeable områder. Dette kan føre til økt avrenning av overvann. Derfor vil tiltak som minsker andelen tette overflater ofte være den mest effektive måten å redusere avrenning på (Miljødirektoratet, 2014, s. 42-43).

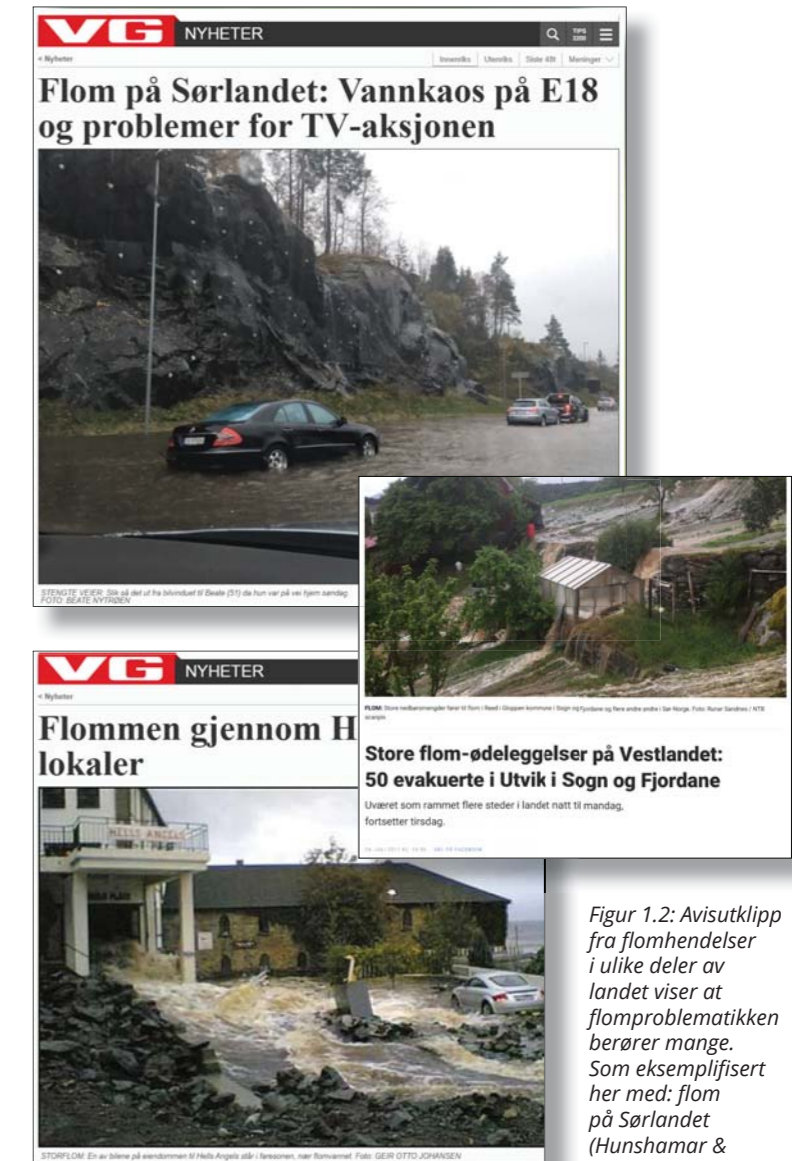


Figur 1.1: Helningsgrad og bakkens ruhet påvirker vannets hastighet og grunnens evne til å infiltrere vannet (Bøyum, 1987). Dette samsvarer med hvordan urbanisering påvirker avrenningshastigheten (NOU 2015:16). Tette flater hindrer infiltrasjon av vann ned i undergrunnen, og dermed vil en større mengde vann renne raskere av overflatene. Illustrasjon etter Stahre (2004), Bøyum (1987) og Florgård & Palm (1980).

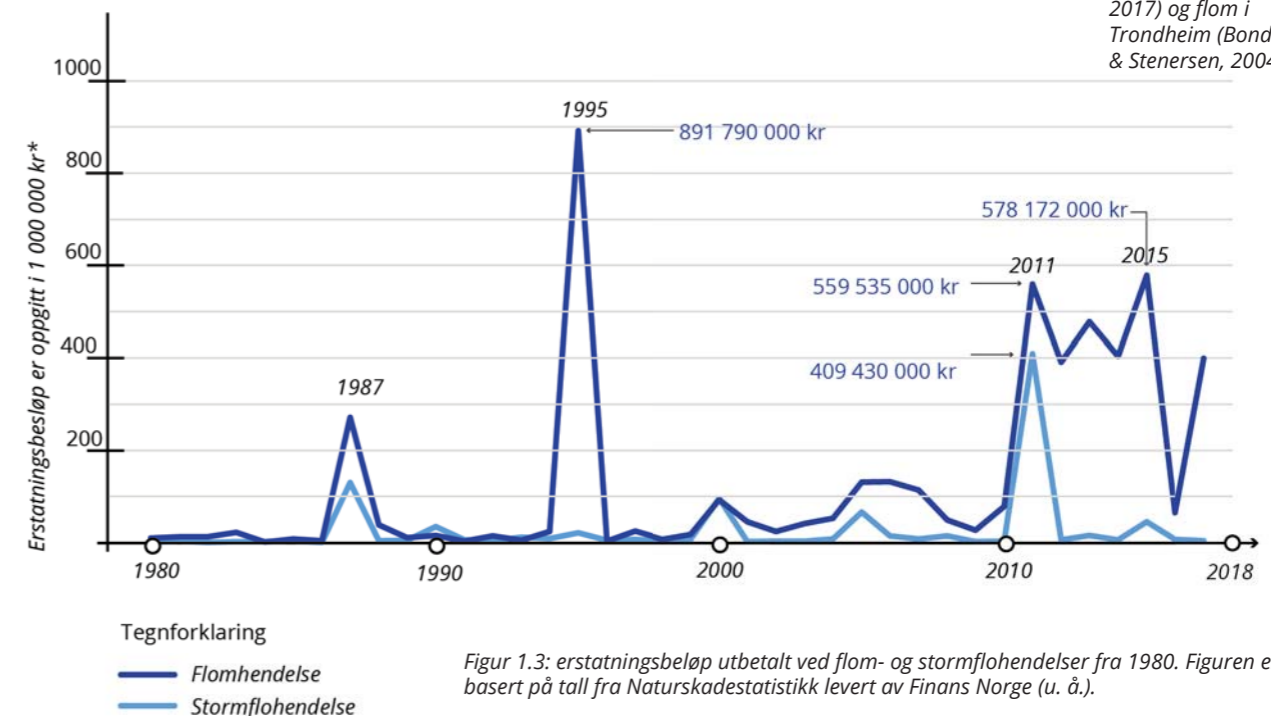
1.1.2 Konsekvenser av flom - et samfunn ute av drift

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DBS) gjorde i 2016 en sårbarhetsanalyse for regnflom i by, som viste at store flomhendelser kan sette samfunnet delvis ute av drift. Kostnader knyttet til materielle skader er store, men konsekvenser knyttet til funksjoner i samfunnet er også betydelige. Det kan være stengte veier og jernbane, som ved flommen i Nedre Eiker i 2012, som hindret ferdsel og skapte indirekte kostnader for samfunnet (Magnussen mfl., 2015a). Mer alvorlige konsekvenser kan også oppstå. Sørlandet sykehus fikk periodevis redusert drift som en følge av flommen i 2014. Redusering av flomhendelser bør prioriteres for å opprettholde driften av samfunnet.

I løpet av de neste 40 årene anslås det at de totale kostnadene knyttet til flom kan øke fra 45 til 100 milliarder kroner dersom det ikke iverksettes tiltak. I perioden 1980 - 2017 har skadeutbetalingene i Norge økt, spesielt fra 2010 og fram til i dag (figur 1.3). Det er de store flommene som fører til utbetalinger på flere hundre millioner kroner. Gjentakintervallet på flommene blir mindre (NOU 2015:16).



Figur 1.2: Avisutklipp fra flomhendelser i ulike deler av landet viser at flomproblematikken berører mange. Som eksemplifisert her med: flom på Sørlandet (Hunshamar & Holmes, 2017), flom på Vestlandet (NTB, 2017) og flom i Trondheim (Bondø & Stenersen, 2004).



Figur 1.3: erstatningsbeløp utbetalt ved flom- og stormflohendelser fra 1980. Figuren er basert på tall fra Naturskadedestatistikk levert av Finans Norge (u. å.).

1.1.3 Dagens overvannssystem - begrensende og lite flerfunksjonelt

Det konvensjonelle overvannssystemet som finnes i dag baserer seg på at alt overvann sendes ned på avløpsnett, deretter gjennom renseanlegg og så ut i resipient. Eksisterende avløpsledninger er i stor grad dimensjonert med utgangspunkt i nedbørsforholdene da de ble bygd, og dermed ikke rustet til å takle økte nedbørsmengder. Manglende fleksibilitet i avløpssystemet gjør at ekstremnedbør raskt fyller opp systemet og fører til ukontrollerte oversvømmelser (Lindholm mfl., 2008).

Et lukket avløpssystem bidrar heller ikke til at vannet kan utnyttes til andre formål, som å øke biologisk mangfold og rekreasjon. I urbane områder er arealer med vann og vegetasjon viktige oaser i en ellers asfaltert og grå by. I større byer er disse områdene spesielt viktige, da de ofte er gratis møteplasser som fremmer sosiale møter (Jansson, 2017; Asplan Viak, 2016).



Figur 1.4: flom i Asker kommune, 2016.

1.2 HVEM HAR ANSVARET?

Det overordnede ansvaret for statlige forvaltningsoppgaver med forebygging av flom- og skredulykker har Norges vassdrag- og energidirektorat (NVE). Finans Norge påpeker derimot at <<kommuner må bære et større ansvar for klimatilpasning for at forebygging skal skje>> (Hauge mfl., 2017). Mange av kommunens oppgaver kan påvirkes av klimaendringer (utbyggingsområder, forvaltning av natur m.m.). Derfor er deres oppgave som planlegger viktig i arbeidet med å skape et klimatilpasset samfunn (Miljødirektoratet, 2017b). Regjeringen, gjennom Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2015), har også pekt på kommunen og fylkeskommunen som sentrale utviklingsaktører og planmyndigheter for å skape et klimavennlig og sikkert samfunn.

1.3 HVA FINNES AV KUNNSKAP FRA FØR?**1.3.1 Klimatilpasset overvannshåndtering i Norge**

Fokuset og interessen for bruk av åpne løsninger for overvannshåndtering i Norge, fortsetter å øke ettersom flere store overvannsflommer (pluvial flom) de siste årene presser fram en endring i overvannsplanleggingen. Det er publisert flere veiledere, strategier og retningslinjer for mer eller mindre klimatilpasset overvannshåndtering i Norge (se vedlegg, s. 178 - 181). Da SINTEF i 2016 (Hauge mfl.) gjorde en vurdering av 84 norske veiledere (19 prosent av disse omhandlet overvann) innen klimasikring av bygg og infrastruktur, fant de en mangel på praktiske eksempler. Undersøkelsen viste også at det er for lite fokus på helhetlig planlegging og tverrfaglig samarbeid. Mengden veiledere ser ut til å skape forvirring, men ønsket om å benytte seg av klimatilpassede løsninger er tydelig tilstede.



Figur 1.5.

Norske dokumenter og eksempler

Som bakgrunn for oppgaven, gjorde vi et studie av 18 norske dokumenter som omhandler kommuners planlegging av klimatilpasset overvannshåndtering (vedlegg s. 178 - 181). Dette ble gjort for å se om de i større grad viste og beskrev praktiske eksempler, og helhetlig planlegging, enn de som ble vurdert av SINTEF. Med praktiske eksempler mener vi her at de har satt seg konkrete mål og strategier, laget en plan for hvordan disse skal oppnås, og vist konkrete tiltak for overvannshåndtering som skal brukes. Utviklingen fra *Bergen kommunes retningslinjer for overvannshåndtering* (2005), som var først ute (Muthanna mfl., 2011), til *Oslo kommunes handlingsplan for overvannshåndtering* (Oslo kommune, 2016), viser at et økt fokus på å sette konkrete mål og strategier for å oppnå åpen overvannshåndtering. I studien kom det fram at det mangler praktiske eksempler som viser hvordan åpen overvannshåndtering kan gjøres konkret for et større område. Vi påpeker at det er flere kommuner som har mål som retter seg mot åpen overvannsplanlegging (Bærum kommune, 2017b; Oslo kommune, 2016; Drammen kommune, 2015). I tillegg ble det funnet et eksempel på en prinsipplan for åpen overvannshåndtering (Oslo kommune, 2006). Utvalget av dokumenter ble basert på om de omtales i en av disse: Miljødirektoratets nettportal for klimatilpasning (klimatilpasning.no), SINTEFs rapport (Hauge mfl., 2016) og/eller *Veileder for lokal håndtering av overvann i kommuner* (COWI, 2017).

Mangel på en norsk konkret plan for klimatilpasset overvannshåndtering?

Gjennom veiledere, nettportaler, Norsk vannforenings fagtreff (12.02.18) og seminar (22.03.18) ser vi at fokuset på helhetlig klimatilpasset overvannshåndtering er stort. Norske kommuner savner likevel konkrete eksempler som kan vise hvordan dette kan gjøres (Hauge mfl., 2016). Oslo kommune (Braskerud mfl., 2017) og Bærum kommune (Ardila, 2016) har sett til København (Danmark), og hvordan de har laget konkrete planer for å takle ekstremnedbør. Eksempler fra utlandet trekkes også fram på de tidligere nevnte fagtreffet og seminaret. Et norsk eksempel for akkurat hvordan dette kan gjøres, mangler i dag.

**1.4 MÅL, AVGRENSNING OG
PROBLEMSTILLING****1.4.1 Mål**

Målet for oppgaven er å vise et konkret eksempel på hvordan helhetlig klimatilpasset overvannshåndtering kan gjøres i Norge. Med dette ønsker vi å inspirere til videreutvikling av arbeidet og lettere skape diskusjon rundt temaet. Med bakgrunn i dette ønsker vi at oppgaven skal være et innspill i debatten om hvordan man skal gå fram for å klimasikre norske byer og tettsteder mot ekstremnedbør.

1.4.2 Avgrensninger

Vi har gjort noen avgrensninger for oppgaven for å gjennomføre oppgaven innen tidsfristen. I tillegg vil vi hindre at vi sporer av fra vårt eget fagfelt:

- Tverrfaglig samarbeid er avgjørende for å gjennomføre det komplekse arbeidet med å utforme en plan for åpen overvannshåndtering. Ved utarbeidelse av planen er det ikke kunnet beregne vannmengder da dette faller inn under vanningeniørens kompetanse, men for mindre nedbørfelt kan man anslå avrenning med bruk av den rasjonelle formel (NVE, 2015).
- Oppgaven tar for seg klimatilpasset overvannshåndtering som følge av mer intenst nedbør. I Norge vil vi få flere klimautfordringer (eksempelvis havnivåstigning og ras), men disse må det lages egne strategier for. Eksempelvis berører vi i caseområdet arealer som er utsatt for havnivåstigning. Da det er andre tiltak som må til for å hindre ødeleggelser forårsaket av havnivåstigning, konsentrerer vi oss om overvannshåndtering.
- Planlegging av åpen overvannshåndtering krever arealer og berører et vidt spekter av byens elementer. Dette kan eksempelvis innebære forandringer av vannmengder i avløpsnett. I oppgaven konsentrerer vi oss om å håndtere vannet gjennom åpne løsninger og vi tar ikke for oss hvilke endringer de åpne løsningene har å si for avløpsnett.
- Vi vil nevne og diskutere politiske aspekter knyttet til overvannsplanlegging, men en inngående beskrivelse av den politiske prosessen og utarbeidelse av politiske strategier er for omfattende.

1.4.3 Oppgavens problemstilling

Hvordan kan norske kommuner planlegge for klimatilpasset overvannshåndtering?

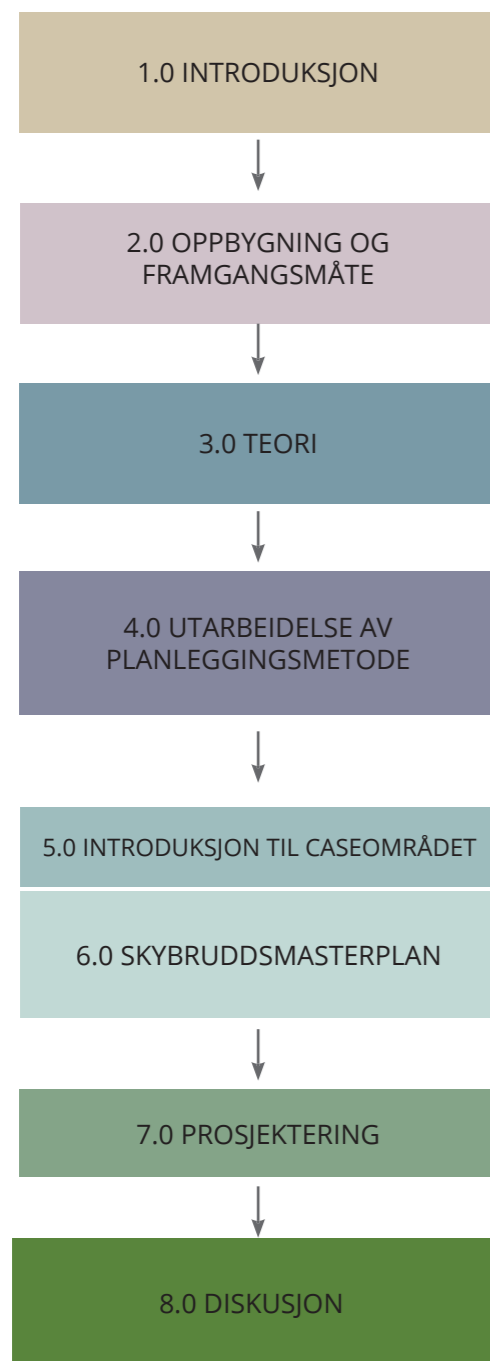
For å besvare oppgavens problemstilling, undersøkes delspørsmålene under nærmere:

1. Hva finnes av planleggingspraksis for klimatilpasset overvannshåndtering?
2. Hvilken planleggingsmetode og hvilke virkemidler kan brukes for å gjennomføre klimatilpasset overvannshåndtering?
3. Hvor anvendelig er planleggingsmetoden?

2.0 OPPBYGNING OG FRAMGANGSMÅTE

I dette kapitlet beskrives oppgavens oppbygning og hvordan vi har innhentet kunnskap.

2.1 OPPGAVENS OPPBYGNING



Opggaven består av åtte kapitler: introduksjon, oppbygning og framgangsmåte, teori, utarbeidelse av planleggingsmetode, introduksjon til caseområdet, skybruddsmasterplan, prosjektering og diskusjon.

Opggavens relevans og aktualitet blir belyst i introduksjonen. Her formuleres problemstillinger og mål for oppgaven som besvares gjennom påfølgende kapitler. Hovedproblemstillingen besvares gjennom delspørsmålene.

I dette kapitlet viser vi hvordan vi har innhentet kunnskap, strukturert oppgaven og gått fram i arbeidet.

I teoridelen presenteres oppgaven teoretiske grunnlag. Her tar vi for oss kunnskap som forklarer klimatilpasset overvannshåndtering, hvordan planområdet bør avgrensnes og hvilke fordeler et nettverk av åpne løsninger for overvannshåndtering gir.

Det er videre sett på erfaringer fra utenlandske prosjekt, samt ulike virkemidler som kan brukes å gjennomføre klimatilpasset overvannshåndtering. Dette legger grunnlag for planleggingsmetoden vi utvikler.

Introduksjon til caseområdet begrunner valg av området, samt gir en kort innføring i framskrevne klimaendringer og strategier caseområdet (Trondheim) har for klimatilpasning.

Gjennom skybruddsmasterplanen tester vi planleggingsmetoden ved å lage deler av en skybruddsplan for et nedbørfelt i Trondheim kommune. Etter hvert som det oppdages hva som fungerer og ikke, gjøres forandringer slik at planleggingsmetoden utvikles.

For å vise hvordan skybruddsplanen kan brukes i videre arbeid, velges et mindre område som prosjekteres. Prosjekteringen skal belyse hvilken effekt et tiltak kan ha i et større system.

I diskusjonsdelen trekker vi fram viktige funn og diskuterer de tre delspørsmålene som er satt for oppgaven. Til slutt reflekterer vi over ulike aspekt ved oppgaven.

2.2 KUNNSKAPSINNHEENTING

Kunnskapsinnhentingen består av litteratur- og dokumentstudie, semistrukturerte intervju og et case-studie. Dette er en kvalitativ tilnærming for å svare på oppgavens problemstilling.

Litteratur- og dokumentstudie

Et litteratur- og dokumentstudie skal avdekke informasjon som allerede finnes innenfor oppgavens rammer (Oliver, 2012).

For å få kunnskap om begreper og teorier har vi i oppgaven benyttet oss av litteratur som norske og utenlandske artikler og fagbøker. Det har i tillegg vært viktig å skaffe en oversikt over relevante begreper i norsk og utenlandsk litteratur, da flere begreper brukes noe ulikt og om hverandre. Vi har derfor forsøkt å holde oss til definisjoner og begreper brukt av sentrale aktører i litteraturen.

Det er gjort to større dokumentstudier i oppgaven. Det ene dokumentstudiet danner bakgrunn for oppgaven, og har til hensikt å avdekke hvordan utvalgte norske kommuner bruker klimatilpasset overvannshåndtering. Dette dokumentstudiet omfatter rapporter, veiledere, NOU-er, planer, retningslinjer og strategier.

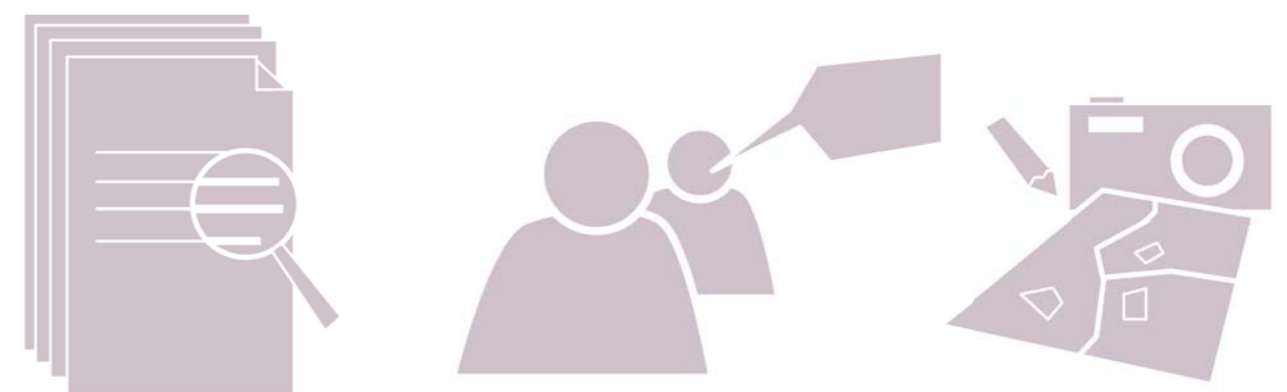
I det andre studiet ser vi på referanseprosjekt. Her gjør vi et dokumentstudie av relevante norske og utenlandske planer. Dette danner grunnlaget for utarbeidelsen av planleggingsmetoden.

Semistrukturerte intervjuer

Et semistrukturert intervju er en mer fleksibel form for intervju sammenlignet med et strukturert. Intervjuet kan ligne mer på en samtale da spørsmålene som er nedskrevet også skal gi rom for å utforske nye temaer som dukker opp (Wilson, 2013). Vi valgte denne intervjuformen da vi ønsket at fagpersoner vi snakket med skulle få komme med sine synspunkt, også utenfor de spørsmål som ble stilt. Dette var særlig gunstig i møter med København og Malmø kommuner, hvor det var vanskelig å forberede konkrete spørsmål knyttet til erfaringer de hadde gjort seg. Intervjuene blir i denne oppgaven brukt til å supplere dokumentstudiet gjort i referanseprosjektene, samt belyse problemstillinger som ikke direkte berører planleggingsmetoden.

Case-studie

Gjennom skybruddsmasterplan- og prosjekteringsdelen tester vi planleggingsmetoden vi har utviklet ved å utforme deler av en skybruddsplan for et nedbørfelt i Trondheim. Videre prosjekterer vi tiltak i et mindre område, Båhus gate. Ved å vise hvordan planleggingsmetoden kan anvendes konkret, bruker vi en form for case-studie. Dette har gitt oss en pekepinn på hvordan planen kan brukes videre i åpen overvannsplanlegging.



Figur 2.1a-c: kunnskapsinnhentning ble gjort ved litteratur- og dokumentstudie, semistrukturerte intervju, samt befaring og kartlegging av caseområdet.

3.0 TEORI

I kapittel 3 legges kunnskapsgrunnlaget for hvordan vi arbeider videre i oppgaven. Vi definerer hva som menes med klimatilpasset overvannshåndtering og tar for oss utfordringer menneskelig aktivitet skaper for vannets kretsløp. Videre ser vi på hvordan planområder kan deles inn og hvordan man bør tenke strukturer innenfor et gitt planområde. Til slutt vil vi belyse hvilke tjenester vi får fra naturen og hvorfor disse bør brukes som argument for å gjennomføre tiltak.

3.1 HVA MENER VI MED KLIMATILPASSET OVERVANNSHÅNDTERING?

3.1.1 Klimatilpasset overvannshåndtering gjennom naturbaserte løsninger

Økt og mer intens nedbør fører til at vi trenger løsninger som kan holde vannet i åpne tiltak på overflaten, for å unngå overbelastning på avløpsnett, som igjen kan føre til en uholdbar flom. Lindholm mfl. (2008, s. 18) beskriver klimatilpasset overvannshåndtering som åpne løsninger, tilpasset lokale forhold og behov. Løsningene håndterer overvannet

Den blågrønne strukturens funksjoner og verdier og klimatilpasset overvannshåndtering:

1. Tekniske funksjoner (T)

Flomdempende

Naturbaserte løsninger er flomdempende gjennom å infiltrere og fordrøye vannet i områder som er robuste mot oversvømmelser (Asplan Viak, 2016). I tillegg bidrar vegeterte flater til å minske avrenning gjennom evapotranspirasjon og hastigheten reduseres ved røe overflater (Bøyum, 1987; Florgård & Palm, 1980).

Tekniske og økonomiske forhold

Noen ganger kan åpne løsninger for overvannshåndtering være billigere enn å føre vannet i rør. Naturbaserte løsninger har i tillegg en restkapasitet ved ekstremvær, som vil si at det er et fleksibelt system som kan takle klimaframskrivningen om økt nedbør. Ved oversvømmelser i rørsystemet, kan ukontrollerte hendelser oppstå (eksempelvis kjelleroversvømmelser), mens kontrollerte flomhendelser kan tillates ved bruk av naturbaserte løsninger (Asplan Viak, 2016; Drammen kommune, 2014).

Rensing av forurenset vann

Med naturbaserte løsninger kan ulike prinsipper utnyttes for å rense forurenset overvann som eksempelvis miljøgifter og salt. Prinsipper som blant annet sedimentasjon, opptak av forurensning i planter, filtrering og binding i jord, er mulig å bruke i slike løsninger (Asplan Viak, 2016; Muthanna mfl., 2011).

gjennom infiltrasjon, fordrøying og trygg avledning til resipient. Det kan være gjennom henholdsvis permeable flater, dammer og åpne vannveier. Disse åpne løsningene baserer seg på naturens egen måte å håndtere overvann på.

I følge Stahre (2008, s. 9) gir naturbasert overvannshåndtering flere fordeler (figur 3.1), sammenlignet med tradisjonell avledning av vann i rør. Disse fordelene kan igjen samles i tre hovedkategorier, som utgjør en klimatilpasset og bærekraftig overvannshåndtering: tekniske, økologiske og sosiale verdier og funksjoner (figur 3.2). Et annet begrep for dette er flerfunksjonell blågrønn struktur (Thorén, 2016).



Figur 3.1: verdier tilknyttet naturbaserte løsninger. Figur basert på Stahre (2008), s. 9.

2. Økologiske funksjoner (Ø)

Økning av biologisk mangfold

En variasjon av ulike typer blågrønne områder danner grunnlaget for kraftig økning av naturmangfoldet (Asplan Viak, 2016).

3. Sosiale funksjoner (S)

Opplevelsesverdier

Varierte blågrønne strukturer kan gi ulike landskaps- og estetiske opplevelser (Asplan Viak, 2016). Tilrettelegging for rekreasjon og læring, kan appellere til flere brukergrupper og øke kvaliteten på bylivet. Blågrønne strukturer kan i tillegg være bundet til historiske opplevelser og ha en kulturell verdi i bybildet (eksempelvis Vigelandsparken).



Figur 3.2: overvannshåndteringen kan klimatilpasses ved å bruke flerfunksjonell blågrønn struktur. Dette utgjør også en bærekraftig overvannshåndtering.

Figur 3.3: bærekraftig og flerfunksjonell overvannshåndtering, med tekniske, økologiske og sosiale funksjoner og verdier. Basert på Thorén (2016), Asplan Viak (2016) og Stahre (2008).

3.1.2 Et nettverk av løsninger - økosystembasert tilpasning

Naturbaserte løsninger beskrives av International Union of Conservation of Nature (ICUN) som et paraplykonsept for økosystemrelaterte tilnærminger (ICUN, 2016). Klimatilpasset overvannshåndtering faller under kategorien økosystembasert, som er <<bruk av biologisk mangfold og økosystemtjenester som en del av en overordnet tilpasningsstrategi for å hjelpe folk å tilpasse seg de negative virkningene av klimaendringer>> (ICUN, 2018 - fritt oversatt av forfatterne).

Økosystemer kan beskrives som komplekse nettverk <<av planter, dyr og mikroorganismer og det ikke-levende miljøet rundt dem, som gjennom et samspill utgjør en funksjonell enhet>> (Convention on biological diversity [CBD], 1992). Dermed er det samspillet av alle enheter som utgjør den store forskjellen og ikke hver enkel enhet. Dette kan også kalles synergieffekt (Bokmålsordboka, 2018).

3.2 HVORDAN KAN ET NETTVERK AV BLÅGRØNNE STRUKTURER UTNYTTES FOR Å KLIMATILPASSE OVERVANNSHÅNDTERING?

3.2.1 Hva er blågrønne strukturer?

Begrepet grønnstruktur er vel brukt i norsk planlegging og juridisk forankret (jamfør Plan- og bygningsloven av 2008 [PBL] §11-7, §11-8, §11-9 og § 12-5). Definisjonen på dette begrepet er i følge Thorén, A.-K. H & Nyhuus, S. (1994, s. 7), <<veven av av store og små naturpregede områder i byen eller tettstedet>>. Definisjonen innebærer dermed både grønne (vegetasjon) og blå (vann) strukturer, selv om bruken av grønnstruktur i litteraturen synes å fokusere mest på større offentlige grøntarealer (Miljødirektoratet, 2014). I tillegg er det flere liknende begreper, som også skaper forvirring (se boks til høyre). For å avklare hva vi legger i begrepet blågrønn struktur, definerer vi blågrønne strukturer som

...nettverk av små og store naturpregede områder i by og tettsted, som leverer et bredt spekter av økosystemtjenester.

3.2.2 Nettverk av blågrønne strukturer

Et sammenhengende nettverk av blågrønne strukturer, styrker både overvannshåndtering, biologisk mangfold og rekreasjonsmuligheter. Arealplanleggingen har stor innvirkning på hvordan økosystemer i urbane områder fungerer. Det er omdiskutert om økosystemer i urbane områder skal sees på som egne økosystemer (Forman, 2014), men vi velger her å legge vekt på at menneskelig aktivitet setter premiss for hvordan økosystemene fungerer. Arealplanlegging har en stor betydning for tilrettelegging av habitater (arters leveområder), forbindelser og barrierer i et økosystem. Dette kan beskrives gjennom to økologiske disipliner; urban økologi og landskapsøkologi.

Urban økologi - blågrønne strukturer i en asfaltjungel?

Forman (2014) definerer urban økologi som et <<studie av samspill mellom organismer, bygde strukturer og det fysiske miljøet, i områder med konsentrasjon av mennesker >> (s. 3 - fritt oversatt av forfatterne). Urbane økosystem omtales dermed som økosystemer med spesielle miljøbetingelser hvor menneskelig aktivitet påvirker systemet i større grad, sammenlignet med økosystemer utenfor byen. Urbane økosystemer består av variert natur; både rester av natur og kulturlandskap som eksisterte før utbygging, og naturtyper som er preget av menneskelig aktivitet (f. eks. parklandskap).

Eksisterende definisjoner av blågrønn struktur eller lignende begreper:

1. Blågrønne strukturer defineres av Miljødirektoratet (2017a) som et <<nettverk av naturlige og halvnaturlige områder i rurale og urbane omgivelser, som består av både blå og grønne strukturer>>.

2. Grønn infrastruktur (GI) <<er et strategisk planlagt nettverk av naturlige og semi-naturlige områder, med andre miljøfunksjoner designet for å levere et bredt spekter av økosystemtjenester. Den inneholder grønne områder (eller blå hvis det er akvatiske økosystemer) og andre fysiske egenskaper i terrestriske (herunder kyst-) havområder. På land er GI tilstede i landlige og urbane omgivelser>> (European Commission, 2013).

3. (Blå)grønnstruktur er <<veven av store og små naturpregede områder i byen eller tettstedet>> (Thorén, A.-K. H. & Nyhuus, S., 1994, s. 7)

En by er sammensatt av ulike type arealer. I følge Direktoratet for naturforvaltning (nå: Miljødirektoratet) (2003) kan en større by deles inn i fire soner (figur 3.4):

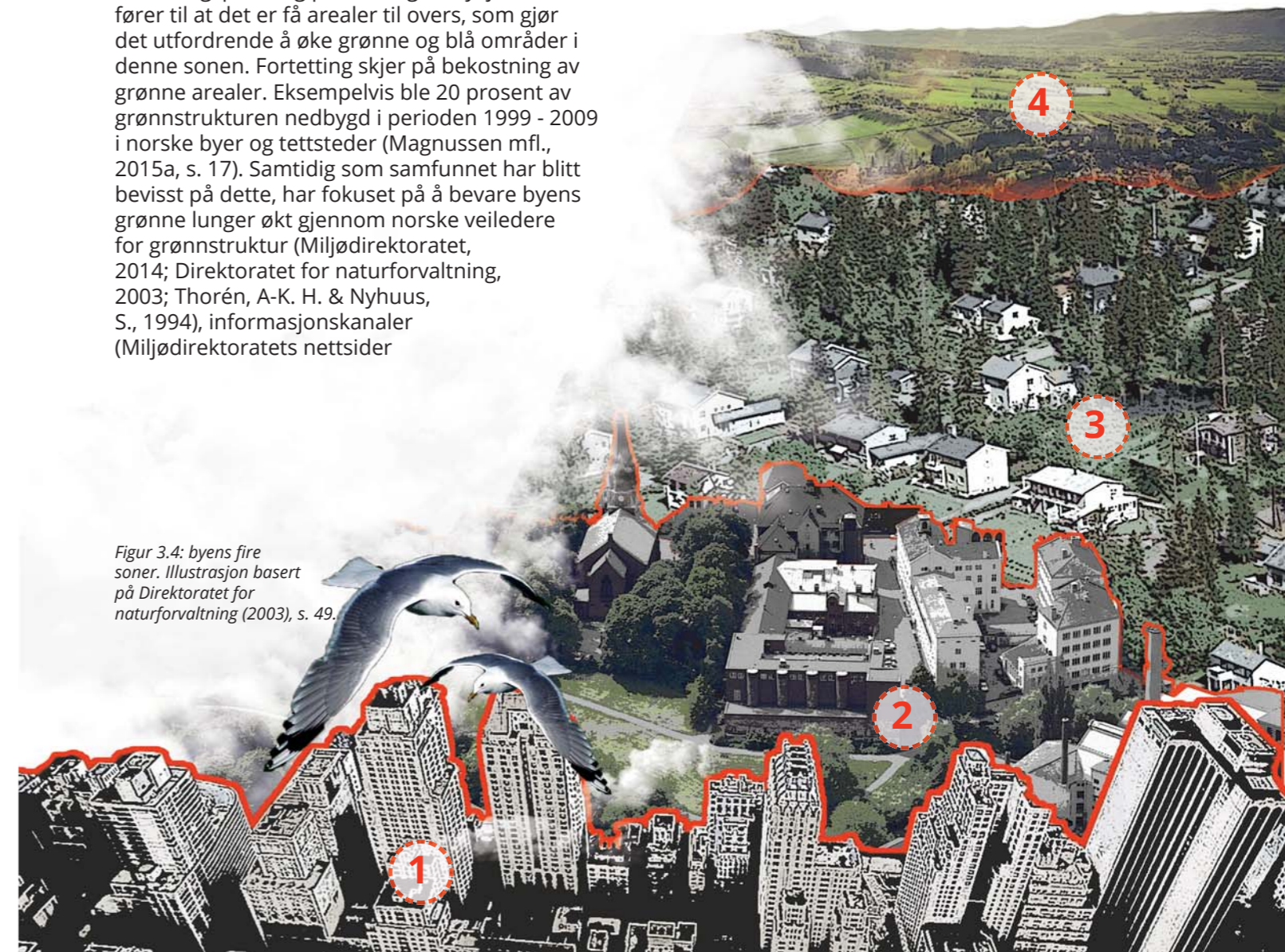
- 1) Klippebyen (bykjerner) er sentrumsområder med høye bygninger, asfalterte områder og få grøntområder gir området et klippepreg.
- 2) Ytre by preges av parker og grøntområder blant middels store bygninger.
- 3) Randsonen består av villaområder med hagelandskap som skaper en sammenhengende grønnstruktur med ytre by (2) og skogsområder og jordbruksareal utenfor.
- 4) Kulturlandskapet og skogen utenfor.

Andelen grønne og blå arealer er minst i bykjernen (1) og sammenhengen mellom disse områdene er ofte dårlig. Dette kan hindre arter i å forflytte seg og redusere biologisk mangfold. Få blågrønne arealer betyr også at det er mindre permeable overflater som kan forsinke vannet. Fortetningspress og plassmangel i bykjernen fører til at det er få arealer til overs, som gjør det utfordrende å øke grønne og blå områder i denne sonen. Fortetting skjer på bekostning av grønne arealer. Eksempelvis ble 20 prosent av grønnstrukturen nedbygd i perioden 1999 - 2009 i norske byer og tettsteder (Magnussen mfl., 2015a, s. 17). Samtidig som samfunnet har blitt bevisst på dette, har fokuset på å bevare byens grønne lunger økt gjennom norske veiledere for grønnstruktur (Miljødirektoratet, 2014; Direktoratet for naturforvaltning, 2003; Thorén, A.-K. H. & Nyhuus, S., 1994), informasjonskanaler (Miljødirektoratets nettsider

klimateilpasning.no og miljøkommune.no) og juridisk forankring av grønnstruktur i planlegging (jmf. PBL §11-7, §11-8, §11-9 og §12-5).

I større norske byer ligger bykjernen ofte nederst i nedbørfeltet (eksempelvis Oslo, Bergen og Trondheim), som betyr at bykjernen ligger i områder som naturlig er utsatt for oversvømmelse (Marsh, 2005).

Å sette av areal til nye blågrønne områder og korridorer er utfordrende i eksisterende byer. Derfor bør (aktuelle) naturbaserte løsninger i bykjernen være arealeffektive, altså løsninger som er lite plasskrevende, samtidig som de har stor effekt på overvannshåndteringen. I tillegg bør eksisterende større blågrønne områder bevares og utnyttes til flere funksjoner (jamfør tekniske, økologiske og sosiale funksjoner). Fordelingen og sammenhengen mellom blågrønne områder, påvirker både tekniske, økologiske og sosiale funksjoner og verdier. Areal er tross alt <<vår mest verdifulle ressurs>> (Heggenes & Dramstad, 2003).



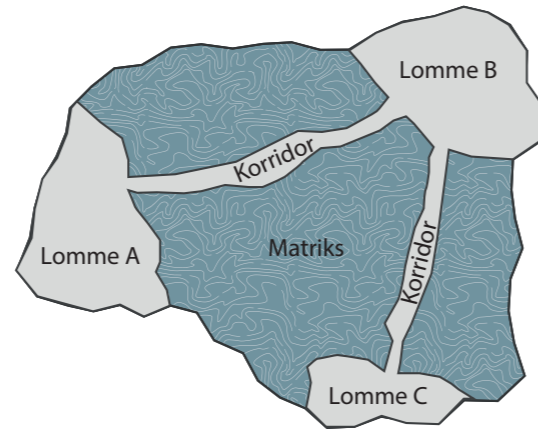
Figur 3.4: byens fire soner. Illustrasjon basert på Direktoratet for naturforvaltning (2003), s. 49.

Landskapsøkologi - betydningen av romlige mønster

Sammenhengen mellom blågrønne områder spiller en sentral rolle, og arealplanlegging er derfor viktig for å utarbeide et nettverk av strukturer som fungerer både for å håndtere overvann, men også bevarer og øker biologisk mangfold.

I landskapsøkologien legges det vekt på samspillet mellom romlige mønstre og økosystemer, og er en praktisk tilnærming til økologi gjennom arealplanlegging (Heggenes & Dramstad, 2003; Forman, 1995). Landskapet kan deles inn i tre forenklede elementer: lommer (engelsk: patches), korridorer (engelsk: corridor) og matriks (engelsk: matrix). Elementene kan brukes til å belyse problemstillinger ved eksisterende situasjon eller ved utbygging. Gjennom enkle økologiske arealprinsipper forklares det hvordan størrelse, form og sammensetning av de forenklede elementene bør planlegges og ikke (Thorén, A-K. K. & Nyhuus, S., 1994, s. 18-19). I planleggingsprosessen kan arealprinsippene brukes for å sikre flerfunksjonelle blågrønne strukturer.

Alle prinsippene er viktige i arbeidet med å bevare og bedre økosystemene. Likevel er tre elementer særlig avgjørende for å danne et blågrønt system: avstand, størrelse og korridorer. Disse kan også relateres til det romlige mønsteret vist i lomme-korridor-matriks-modellen (figur 3.5).



Figur 3.5: lomme-korridor-matriks-modell. Figur basert på teori av Forman (1995) og forelesning av Dramstad, W. (professor i landskapsøkologi ved NMBU, holdt 09.02.17).

Tabell 3.1: økologiske arealprinsipper, basert på Thorén, A-K. H & Nyhuus, S. (1994), s. 18-19.

BEGREP	SLIK	IKKE SLIK
AVSTAND		
STØRRELSE		
KORRIDOR		
BIOTOP MANGFOLD		
FORM		
AREAL-VARIASJON		
BUFFERSONE		
ALDER	Gamle biotoper	Fjerne alt og starte på nytt
KANTEFFEKT		

3.3 HVORDAN KAN VANNETS NATURLIGE BEVEGELSE UTNYTTES?

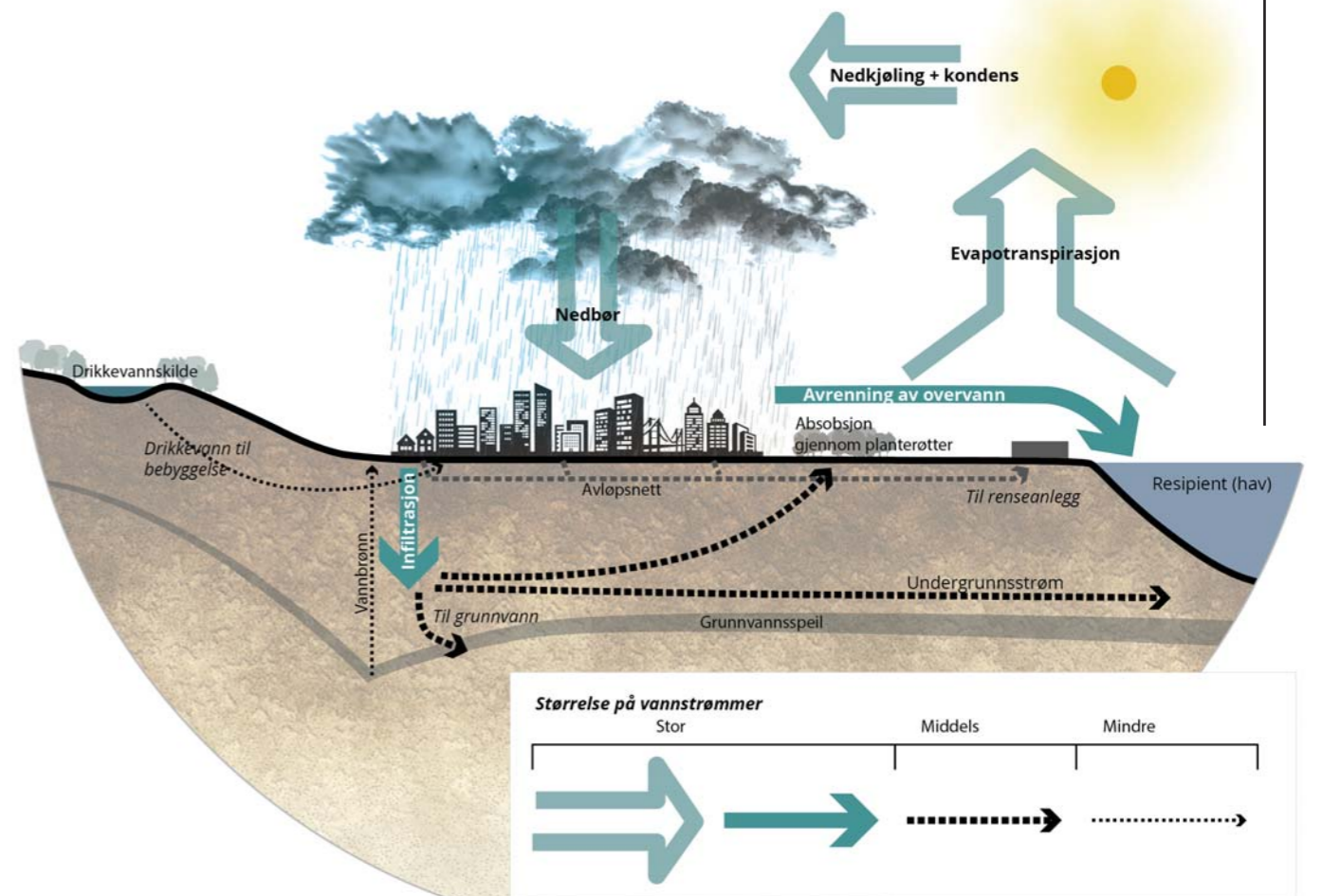
Et system av naturbaserte løsninger (for overvannshåndtering) etterligner naturens eget hydrologiske system; vannets kretsløp. Planleggingen bør dermed bygge på tilbakeføring av de naturlige prosessene i områder hvor menneskelig aktivitet har endret dette.

3.3.1 Vannets kretsløp i urbane områder

Vannets kretsløp er sirkulasjonen av vann fra fordamping, gjennom nedbør og avrenning, tilbake til fordamping (Norges geologiske undersøkelse [NGU], 2018). I bebygde områder har menneskelig aktivitet påvirket flere prosesser i kretsløpet (Forman, 2014, s. 150), og særlig prosessene infiltrasjon og evapotranspirasjon. Infiltrasjon er grunnens gjennomtrenglighet og evapotranspirasjon er den samlede fordampningen av vann fra bakken/vannoverflater (evaporasjon) og løvverket fra planter (transpirasjon). I urbane områder finner man ofte asfalterte og tette overflater.

De impermeable (ugjennomtrengelige) flatene hindrer grunnen i å ta opp vann, i tillegg til at de har liten evne til evapotranspirasjon, sammenlignet med vegeterte flater. Vegeterte flater minsker avrenning fra et område ved å muliggjøre infiltrasjon, samt fordampe vann til luften (Florgård & Palm, 1980).

I planleggingen av et system av naturbasert løsninger som håndterer overvann, bør fokuset i urbane områder være å tilbakeføre infiltrasjonsevnen gjennom naturpregede områder. Dette vil i mange tilfeller også øke evapotranspirasjon da andelen vegeterte flater blir større. Disse prosessene vil derimot ikke være de viktigste ved ekstremnedbør, da store vannmengder gjør at grunnen blir mettet slik at infiltrasjonsevnen svekkes (Lindholm mfl., 2008, s. 45). I stedet vil fordrøyningsområder, som kan holde på vann, samt trygg avledning av overvannet, bli viktigere.



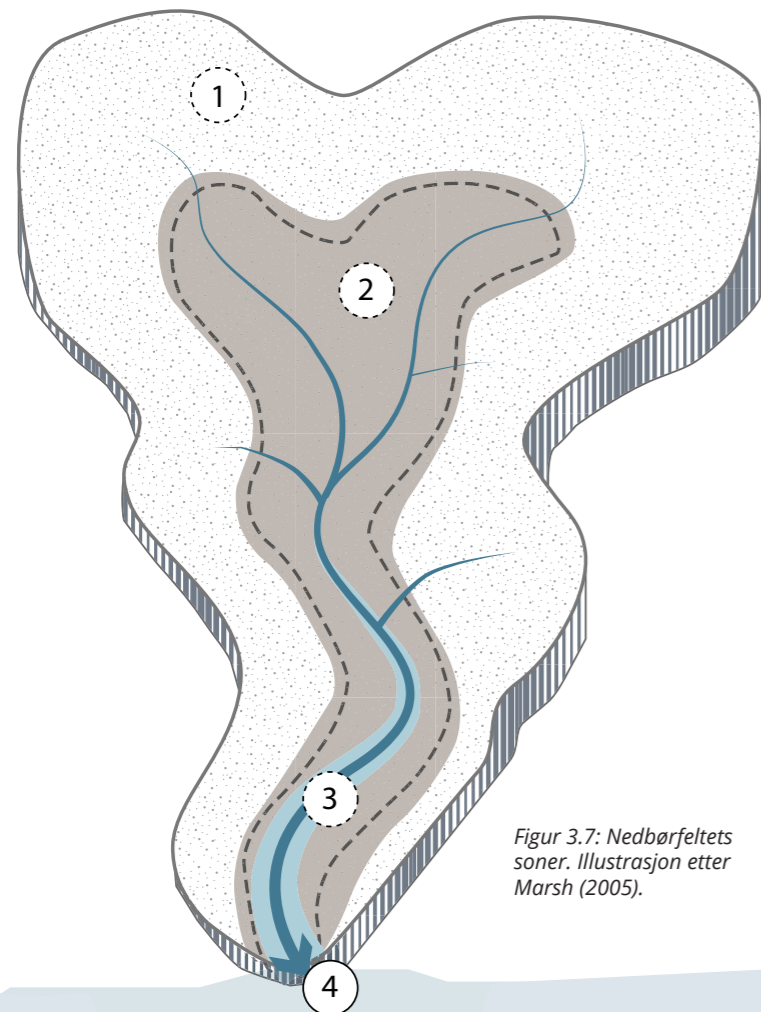
Figur 3.6: vannets kretsløp i et bebygde område, med forenklet framstilling av størrelse på vannstrømmer. Avrenning av overvann øker særlig ved at infiltrasjonsevnen svekkes. Illustrasjon basert på Forman (2014) s. 150.

3.3.2 Nedbørfeltbasert planlegging

Avgrensning av planområdet er viktig for å gjøre planleggingen av overvannshåndtering håndterbar. Ødegård mfl. (2013) avdekket gjennom Exflood-prosjektet at nedbørfelt bør brukes som analyseområde for å identifisere løsninger som kan håndtere flom. Et nedbørfelt er et landområde som avgrenses ved at alt vann som faller innenfor dette området, ender i samme punkt for utløp i resipient (hav, innsjø, elv) (NVE, 2017). Ved å avgrense planområdet på denne måten sikres det at alle faktorer som kan påvirke det avgrensede vannsystemet blir hensyntatt. I tillegg vil tiltak i hele nedbørfeltet bidra til en samlet reduksjon av vannavrenningen (Ødegård mfl., 2013).

3.3.2a Soner i nedbørfeltet

Størrelsen på nedbørfelt varierer, men alle felt kan i følge Marsh (2005) inndeles i soner basert på hvordan vannet renner gjennom området. Dette kan igjen gi oss en pekepinn på hvilke naturbaserte løsninger som bør plasseres i ulike soner i nedbørfeltet. Et nedbørfelt kan deles inn i tre soner: bidragssonen (1), samlingssonen (2) og transportssonen (3).



Figur 3.7: Nedbørfeltets soner. Illustrasjon etter Marsh (2005).

1. Overflateavrenning fra bidragssonen (1) som ligger øverst i terrenget, reguleres etter hvilke overflater området består av. Bebyggelse og impermeable flater i dette område øker avrenning og gir ringvirkninger nedover i systemet. I denne sonen er det som regel lite oppsamling av vann og infiltrasjonsevnen bør derfor bevares og/eller økes.

2. Et nedbørfelt består i stor grad av vannveier som utgjør samlingssonen (2). Sonen mottar vann fra bidragssonen og tilsig fra grunnvann. Dette fører til høy grunnvannsstand i våte sesonger, som kan føre til dreneringsproblemer og dermed gjøre området utsatt for flom. Her vil tiltak som fordrøyer overflatevannet være gunstig.

3. Transportssonen (3) leder vannet fra hele nedbørfeltet mot resipienten og det er i denne sonen de kraftigste flomhendelsene er framtrepende. Det meste av vannet i transportssonen er som regel grunnvann fra et høyt grunnvannsspeil og tilsig fra de omkringliggende landområdene. Disse sonene ligger ofte lavt i terrenget og fungerer allerede som flomveier. Tiltak som medfører at overvannet trygt avledes bør anlegges.

Vann i nedbørfeltet ender til slutt i resipienten (4). Områder ved elvemunninger eller fjordkanter preges ofte av kraftig utbygging, selv om flomfare og ustabil grunn gir ugunstige forhold for bebyggelse. I disse områdene vil det i tillegg til trygg avledning av overflatevann, kunne være nødvendig med tiltak som hindrer stormflo og havnivåstigning.

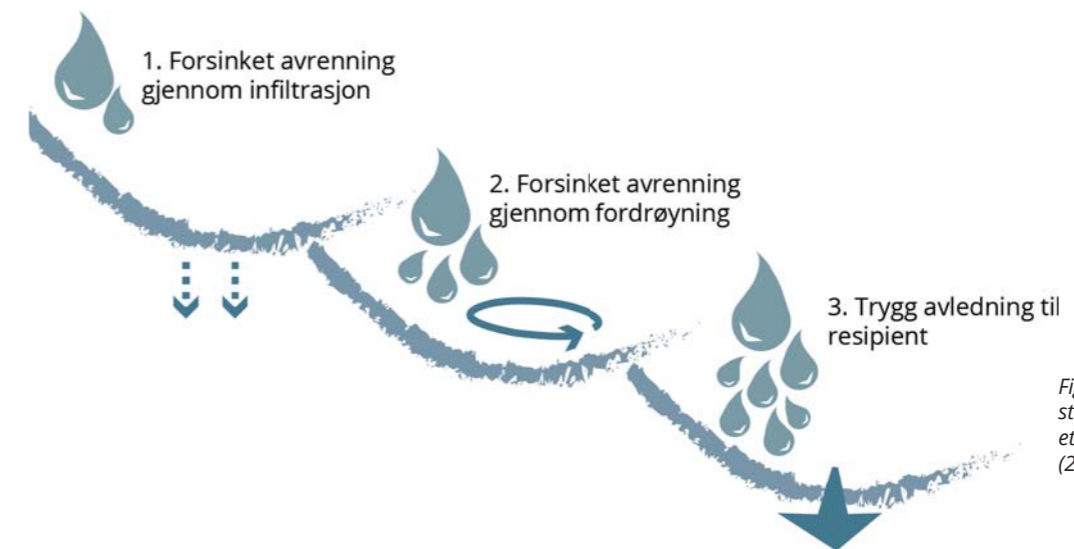
3.3.2b Ledd i nedbørfeltet

En annen måte å dele inn nedbørfeltet i er å tenke i ulike ledd. Inndelingen baseres på mengde vann som føres i de ulike områdene. I Norge og Sverige er det to framtrepende tilnæringsmåter for dette; treleddsstrategien og fire-kategorier-modellen. Lindholm mfl. (2008) forklarer treleddsstrategien som en tankegang for å håndtere overvann ut i fra mengden nedbør og avrenning som kommer, gjennom tre ledd: infiltrasjon, fordrøyning og trygg avledning av overvann (figur 3.8). Disse leddene kan relateres til Marsh (2005) sine tre soner (figur 3.7), hvor sone 1 egner seg til infiltrasjon, sone 2 til fordrøyning og sone 3 til trygg avledning av vann til resipient (4).

Svenske Stahres (2004) fire kategorier (figur 3.9) baserer seg på en litt annen tilnærming. Kategoriene deles inn etter private og offentlige områder. Lokale og åpne tiltak foreslås her å begrenses til private områder fordi eierforholdet vil ha stor betydning for anleggets utforming og drift. De tre andre kategoriene er siktet mot offentlige områder. Stahres kategorier deles ikke inn etter vannmengder og er således mindre konkret enn treleddsstrategien.

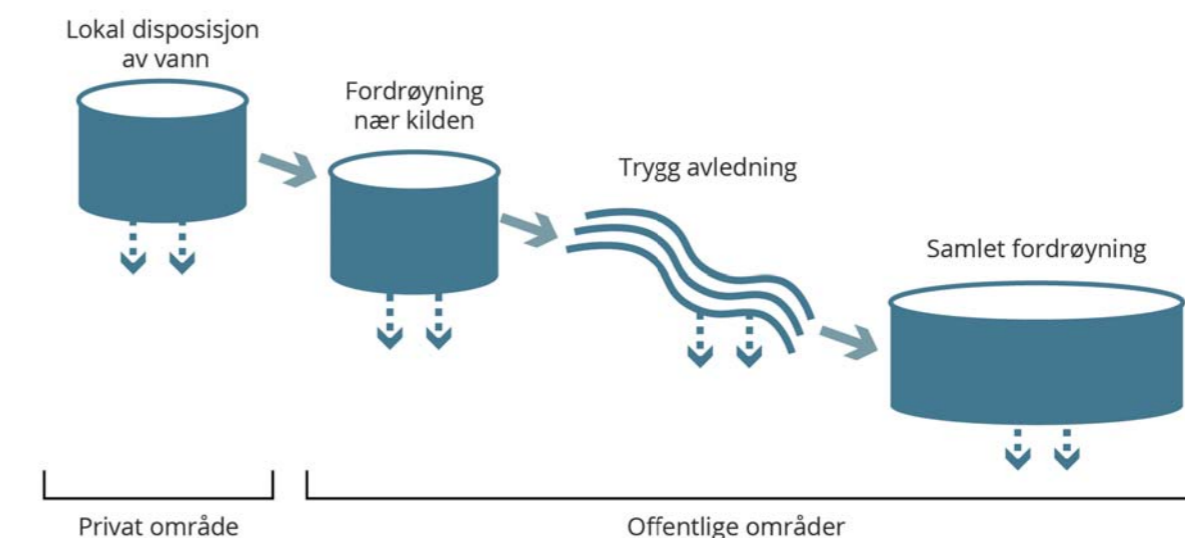
De tre teoriene om soner, ledd og kategorier systematiserer de ulike funksjonene områder i nedbørfeltet har. En slik tankegang kan brukes i planlegging ved å tilegne områder overordnede, prinsipielle funksjoner. Dette kan være med på å forenkle en tidlig planleggingfase.

Treleddsstrategien:



Figur 3.8: treleddsstrategien. Illustrasjon etter Lindholm mfl. (2008).

Fire kategorier for åpen overvannshåndtering:



Figur 3.9: fire kategorier for åpen overvannshåndtering. Illustrasjon etter Stahre (2004), s. 19.

3.4 HVILKE TJENESTER KAN BLÅGRØNNE STRUKTURER GI OSS?

3.4.1 Økosystemtjenester

Økosystemtjenester er alle goder og tjenester vi får indirekte eller direkte fra naturen som bidrar til menneskers velferd (NOU 2013:10). Verdisetting av naturen på denne måten kan både bevisstgjøre naturens betydning for mennesker, samtidig som tjenestene kan settes inn i et samfunnsøkonomisk perspektiv og brukes til å argumentere for å beholde og/eller utvide blågrønne strukturer. Å gi naturen økonomiske verdier fra et antroposentrisk syn er omdiskutert, da kritikken mot økosystemtjenester har handlet om at man ikke tar utgangspunkt i naturens egenverdi (NOU 2013:10). På den andre siden er økosystemtjenester med på å synliggjøre og forklare naturens verdi på en forenklet måte. For å underbygge argumenter om å bevare og øke blågrønne områder, trengs konkrete tall og tjenester som forklarer hva samfunnet får ut av pengene som investeres. Vi mener at naturen

ikke mister sin egenverdi ved å tildele naturen økosystemtjenester. Heller bevares den gjennom å gjøre naturens verdi kommuniserbar og forståelig.

Økosystemtjenestene er inndelt i kategoriene: forsynende, regulerende, kulturelle og støttende tjenester. Økosystemtjenester fra grønnstruktur i norske byer ble i 2015 sammenstilt i et prosjekt bestilt av Miljødirektoratet (Magnussen mfl., 2015b). Vi velger videre å fokusere på økosystemtjenester knyttet til funksjonene i den flerfunksjonelle blågrønne strukturen (tekniske, økologiske og sosiale funksjoner og verdier). Med det mener vi at blågrønne strukturer leverer et bredt spekter av økosystemtjenester og at vårt utvalg ikke utelukker at det også er andre tjenester de blågrønne strukturene leverer.



Figur 3.10: blågrønne strukturer leverer et bredt spekter av økosystemtjenester. Eksempelvis som ved vannkanten i Stockholm, hvor det blågrønne bidrar til vannhåndtering, bevaring og styrking av biologisk mangfold, og tilrettelegger for rekreasjon.

Tabell 3.2: beskrivelser for utvalgte økosystemtjenester er basert på Magnussen mfl. (2015b).

Regulerende tjenester:



Vannhåndtering

Bidrar til sikker overvannshåndtering gjennom eksempelvis fordrøyningsdammer, grønne tak og regnbed.



Rensing av vann og jord

Forurenset vann og jord kan renses i blågrønne områder gjennom filtrering eller absorbering av forurensende stoffer.



Hindre erosjon

Vegetasjon kan hindre erosjon gjennom å stabilisere jorden med røtter, og forminske avrenning i vegeterte områder.

Kulturelle tjenester:



Rekreasjon, fysisk- og mentalhelse

Blågrønne strukturer gir muligheter for opplevelser og plass til aktivitet og ferdsel.



Turisme

Blågrønne områder som Vigelandsparken, kan tiltrekke seg turister.



Utdanning og kognitiv utvikling

Naturens dyre- og planteliv, samt naturelementer, gir grunnlag for læring og lek.



Stedsidentitet og kulturarv

Blågrønne områder (parker, bekker og vegetasjon) kan være identitetsskapende for et sted. Områdene kan i tillegg ivareta kulturarv.



Estetiske verdier

Estetiske opplevelser kan oppstå i blågrønne strukturer.

Støttende tjenester:



Biologisk mangfold

Naturpregede blågrønne områder bidrar til biologisk mangfold gjennom å være levesteder og transportårer for plante- og dyrearter.

4.0 UTVIKLING AV PLANLEGGINGSMETODE

I dette kapitlet studerer vi referanseprosjekt og virkemidler for gjennomføring av åpen overvannshåndtering. Til sammen danner det grunnlaget for hvordan vi skal arbeide videre med utviklingen av en plan for klimatilpasset overvannshåndtering.

4.1 FRAMGANGSMÅTE FOR Å UTVIKLE PLANLEGGINGSMETODEN

Framgangsmåten for å utvikle en planleggingsmetode for klimatilpasset overvannshåndtering baserer vi på erfaringer og virkemidler. Vi studerer derfor først referanseprosjekt (4.2) som gir oss en ramme for hva en plan for klimatilpasset overvannshåndtering er og bør inneholde (4.2). Deretter ser vi på mulige virkemidler gjennom eksempler fra utlandet og Norge (4.3). Til slutt leder dette fram til en metode for hvordan norske kommuner kan planlegge for å takle større ekstremnedbør (4.4).

4.2 REFERANSEPROSJEKT FOR KLIMATILPASSET OVERVANNSHÅNDTERING

Basert på funn i dokumentstudiet (se 1.3.1, s. 17), var det mest konkrete norske eksemplet på en plan for klimatilpasset overvannshåndtering fra Ensjø i Oslo (Oslo kommune, 2006). Andre land og byer ser ut til å ha kommet lengre på dette feltet, og København har trolig kommet lengst (Paus mfl., 2015).

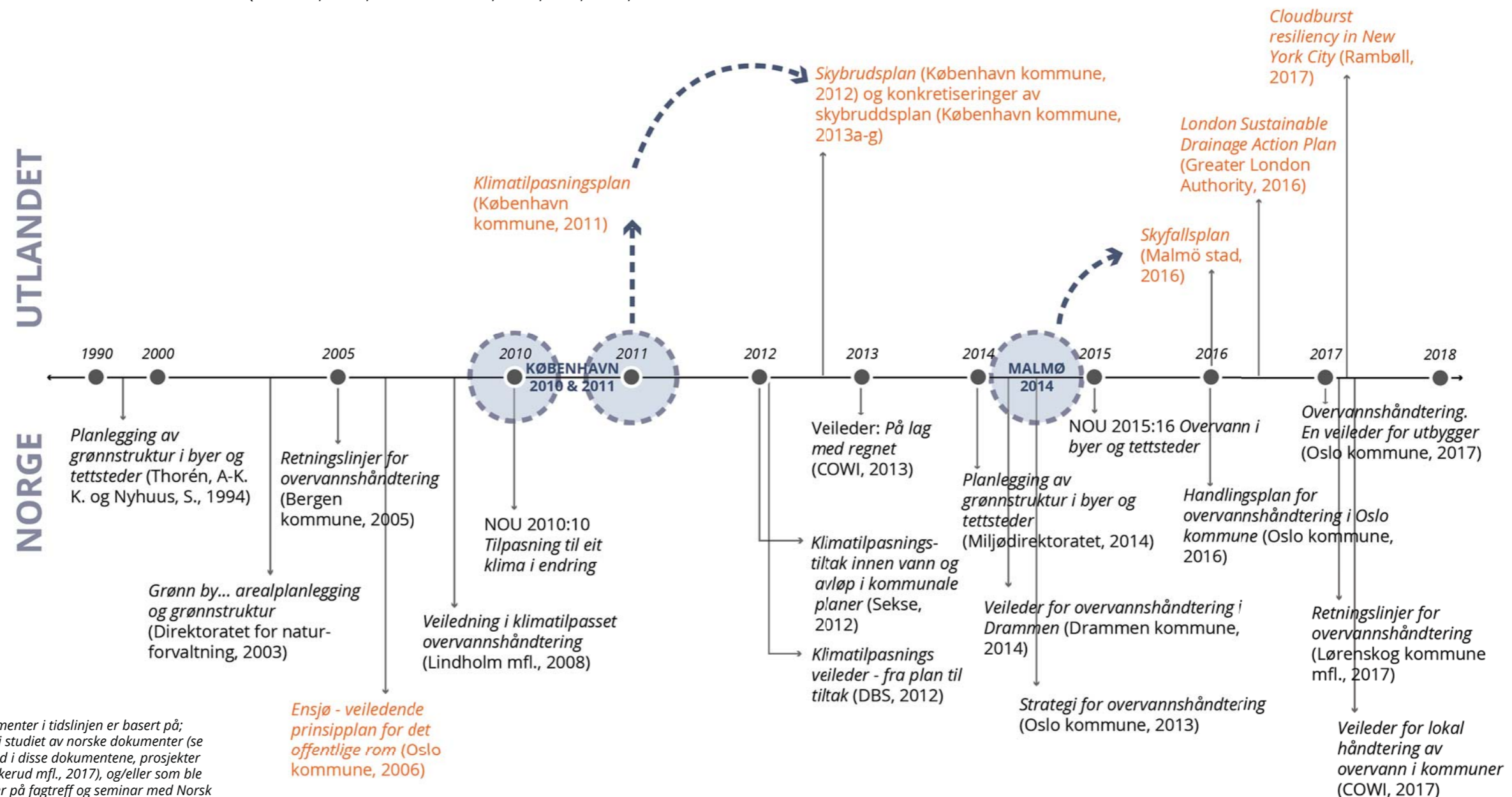
København blir ofte trukket fram som et godt eksempel for å ha utarbeidet planer for helhetlige, åpne systemer for overvannshåndtering som dekker hele byen (Rambøll, 2017; Braskerud mfl., 2017; GLA, 2016;

Paus mfl., 2015). Københavns overordnede plan for overvannshåndtering kalles en skybruddsplan, og skal gjennom bruk av blågrønne strukturer (naturbaserte løsninger) klimasikre byen mot ekstremregn (dansk: skybrud). Derfor velges *Skybrudsplanen* for København (2012) som et referanseprosjekt vi vil studere nærmere.

Malmö blir også trukket fram for sitt arbeidet med å planlegge for åpen overvannshåndtering (Braskerud mfl., 2017). Deres *Skyfallsplan för*

Malmö (Malmö stad, 2016) tas derfor også med som et referanseprosjekt.

De to siste referanseprosjektene har hentet inspirasjon og erfaringer fra København, og tas med for å se andre momenter som bør vektlegges. Dette kan fortelle oss noe om utviklingen av skybruddsplanen og gi oss et mer nyansert bilde på hvordan planleggingen kan gjøres. Prosjektene er fra New York City (Rothenborg, 2016) og London (GLA, 2016).



Figur 4.1: utvalget av dokumenter i tidslinjen er basert på; anbefalte dokumenter vist i studiet av norske dokumenter (se vedlegg), henvisninger innad i disse dokumentene, prosjekter som er til inspirasjon (Braskerud mfl., 2017), og/eller som ble trukket fram som eksempler på fagtreff og seminar med Norsk vannforening (henholdsvis 12.02.18 og 22.03.18). Av utenlandske dokumenter vises kun de fire byene som vi vil studere nærmere i dokumentstudiet. Tidslinjen viser også hendelser hvor ekstremregn satte i gang planarbeidet (i København og Malmö) (Malmö stad, 2016; Paus mfl., 2015; København kommune, 2012).

4.2.1 Referanseprosjekt

Vi vil utforske hvordan en plan for klimatilpasset overvannshåndtering kan være gjennom et nærmere studie av fem ulike byers ulike arbeid. Det er ulikt hvor målrettet byene har vært mot klimatilpassing, men bruk av blågrønne strukturer og åpne løsninger for å håndtere ekstremnedbør er et fellestrekk. I Ensjø (Oslo) ble ikke klimatilpassing beskrevet som et grunnlag for utarbeidelse av plan, men likevel har planen for overvannshåndtering likhetstrekk med skybruddsplanen til København. Målet for skybruddsplanlegging i København, Malmø, London og New York City har vært å klimasikre byene mot overvannsflo. Det finnes både fellestrekk og ulikheter i byenes arbeid. Det er derfor valgt å trekke ut ulike fokusområder og erfaringer for å belyse hva som kan inngå i en plan for klimatilpasset overvannshåndtering. Erfaringer vi henter fra dokumentene og to personlige møter (med København og Malmø), danner grunnlaget for hva vi mener en plan for klimatilpasset overvannshåndtering er, og bør inneholde.



Hva er et skybrudd?

I Norge har vi ingen definisjon på det som i Danmark kalles for skybrudd (mer enn 15 mm nedbør på 30 minutter) (DSB, 2016). Lignende ord i Norge er styrtregn, kraftig regn, ekstremnedbør, regnflom og regnskyll. Begrepet har også blitt tatt i bruk i Norge, men da ofte i sammenheng med planlegging som er inspirert av København (Braskerud mfl., 2017; Ardila, 2016). Ordet skybrudd brukes i denne oppgaven om ekstreme nedbørshendelser.

Dansk: skybrud, svensk: skyfall, engelsk: cloudburst

Figur 4.2.



Ensjø, Oslo

Nøkkelinformasjon:

Dokument: *Ensjø - veiledende prinsipplan for det offentlige rom* (Oslo kommune, 2006) og *Ensjø, plan for overvann* (Åstebøl mfl., 2007).

Utarbeidet av: Byutvikling ved Plan- og bygningsetaten (Oslo kommune, 2006) og COWI, Snøhetta og AquaGIS (Åstebøl mfl., 2007).

Bakgrunn for prinsipplanen

Dokumentet er en veiledende prinsipplan for de offentlige rommene på Ensjø, i forbindelse med transformasjonen av området, fra næring til bolig. Det er også utarbeidet en prinsipplan for overvannshåndtering som skal sikre at åpne løsninger blir brukt.

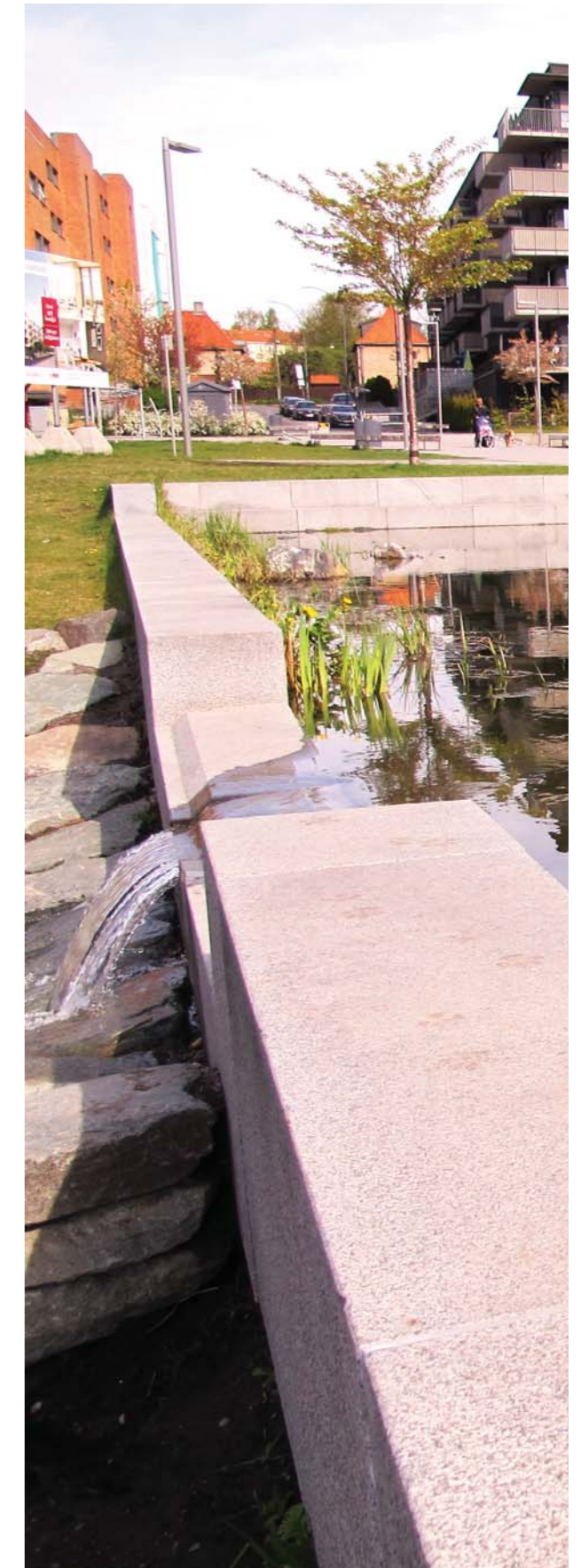
Mål

Mål for den blågrønne strukturen og overvannshåndtering som ble satt for området, og de åpne løsningene og strukturene skulle kjennetegne det nye Ensjø. Åpen overvannshåndtering skulle ivareta to viktige funksjoner. Den første var sikker bortledning av overvann, også ved ekstremnedbør. Den andre funksjonen var at anlegget skulle <<framstå som et positivt visuelt element i tørrere perioder >> (Oslo kommune, 2006, s. 44).

Planinnhold

Prinsipplanens (Oslo kommune, 2006) funksjon var å fastlegge nødvendig arealbruk, som blant annet skulle sikre et nettverk av forbindelser for myke trafikanter, samt en synlig blågrønn struktur i området. Den er ikke et juridisk bindende plandokument, men retningsgivende for utformingen av området.

Den prinsipielle overvannsplanen (Åstebøl mfl., 2007) inneholder blant annet informasjon om avrenningsretning, fordrøyningsområder, rensiltak og viser hvordan systemet kan bidra



Figur 4.3: overvannsdam på Ensjø.

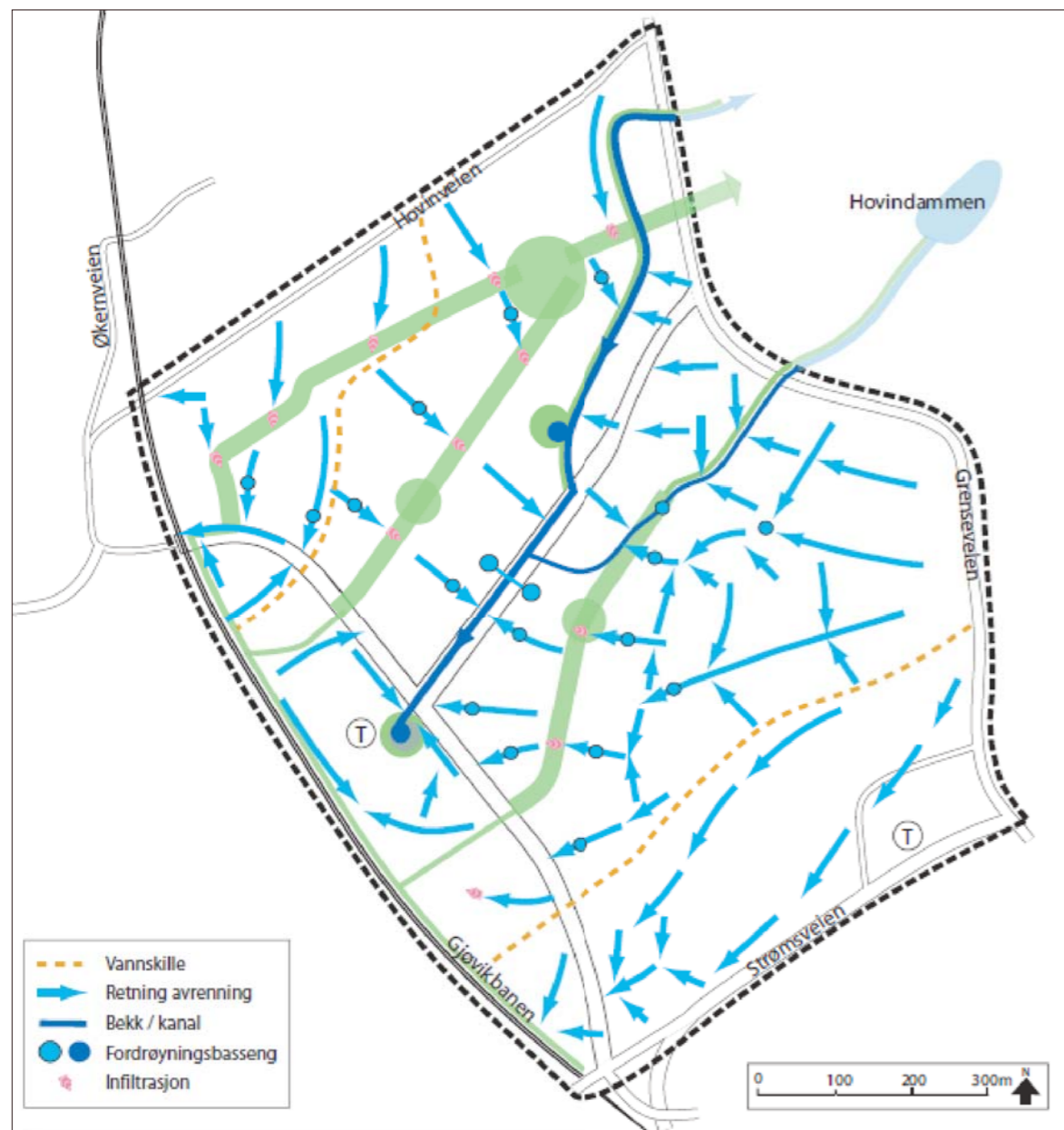
som et estetisk element, samtidig som systemet har tekniske og økologiske funksjoner.

Prinsippløsning for åpen overvannshåndtering

I overvannsplanen foreslår Åstebøl mfl. (2007) at overvannssystemet i gatestrukturen deles i to. Takvann ledes i renner langs husfasader fram til den gjenåpnede Hovinbekken. Rennene blir huseiernes ansvar å bygge og drifte. Overvannet fra vei, ledes til blågrønne områder for å forsinkes og renses. De blågrønne områdene foreslås å ligge som infiltrasjonszoner mellom kjørebane og gangfelt. I planen skilles det også mellom to ulike typer gater som håndterer overvann: hovedføringsveier og sidegater.

Dette tar vi med oss fra Ensjø:

1. En slik plan kan bidra til å sikre nødvendig arealbruk og sette tydelige krav til utbyggere som sikrer at systemet vil fungere.
2. Det bør planlegges for et sammenhengende nettverk av gater, plasser og blågrønn struktur, for å skape stedsidentitet og et attraktivt boligområde.
3. Overvannet ledes i stor grad langs gatenettet. Å dele inn i hovedføringsveier og sidegater kan gi prinsipielle føringer for hvilken funksjon og uttrykk de åpne løsningene skal ha i forskjellige gater.



Figur 4.4: plan for mulig åpen bortledning av overvann i Ensjø (Oslo kommune, 2006, s. 46).

København, Danmark



Nøkkelinformasjon:

Dokument: Skybrudsplan 2012 og sju konkretiseringer av skybrudsplaner (skybruddsmasterplaner).

Utarbeidet av: København kommune, med konsulenter i 2012 og 2013.

Dagens situasjon: jobber med å anlegge skybruddstiltak etter skybruddsmasterplanen

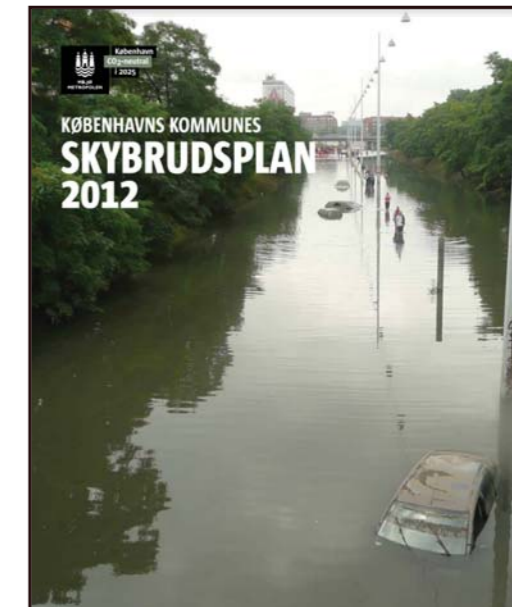
Utvikling av planer og framgangsmåte

Skybrudsplan for København (2012) kom som følge av Københavns Klimatilpasningsplan (2011) og Klimaplan (2009). Planenes hovedmål for overvannshåndtering er å klimasikre København for ekstremregn gjennom å frakoble regnvann fra avløpssystemet. I tillegg ser man på muligheter for byutvikling. Det foreslås gjennomført ved å utarbeide konkrete plankart for blågrønne tiltak, som koordinerer overvannshåndtering, rekreasjon og biologisk mangfold.

Selve strategidokumentet, Skybrudsplan (2012), avklarer blant annet nivået for skybruddsikring (mengden overflatevann på terreng som aksepteres i en gitt situasjon), prioriteringer, forslag til lovendringer, finansieringsmetoder, ansvarsfordeling, beredskapsplan og neste steg i planleggingsprosessen. Det neste steget var å utarbeide konkrete plankart for sju delområder, som til sammen dekker København by.

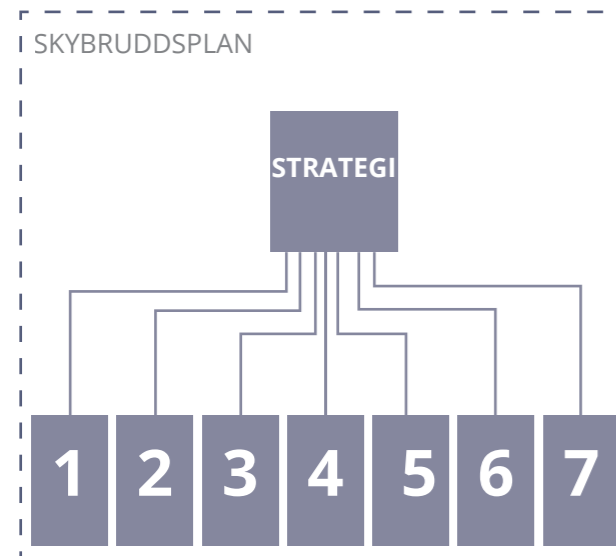
Planinnhold: nivå for skybruddsikring og konkrete plankart

Nivået for skybruddsikring ble satt til at maksimalt 10 cm vann på terreng aksepteres ved en 100-års regnhendelse. Da vil det meste av vannet holdes på veiarealene (kantsteiner vil forhindre flom) og grønne forsenkede områder. Nivået for skybruddsikring ble blant annet bestemt ved å beregne fordryningseffekten tiltaket har, opp mot økonomiske kostnader, i ulike gjentakintervaller for nedbørshendelser.



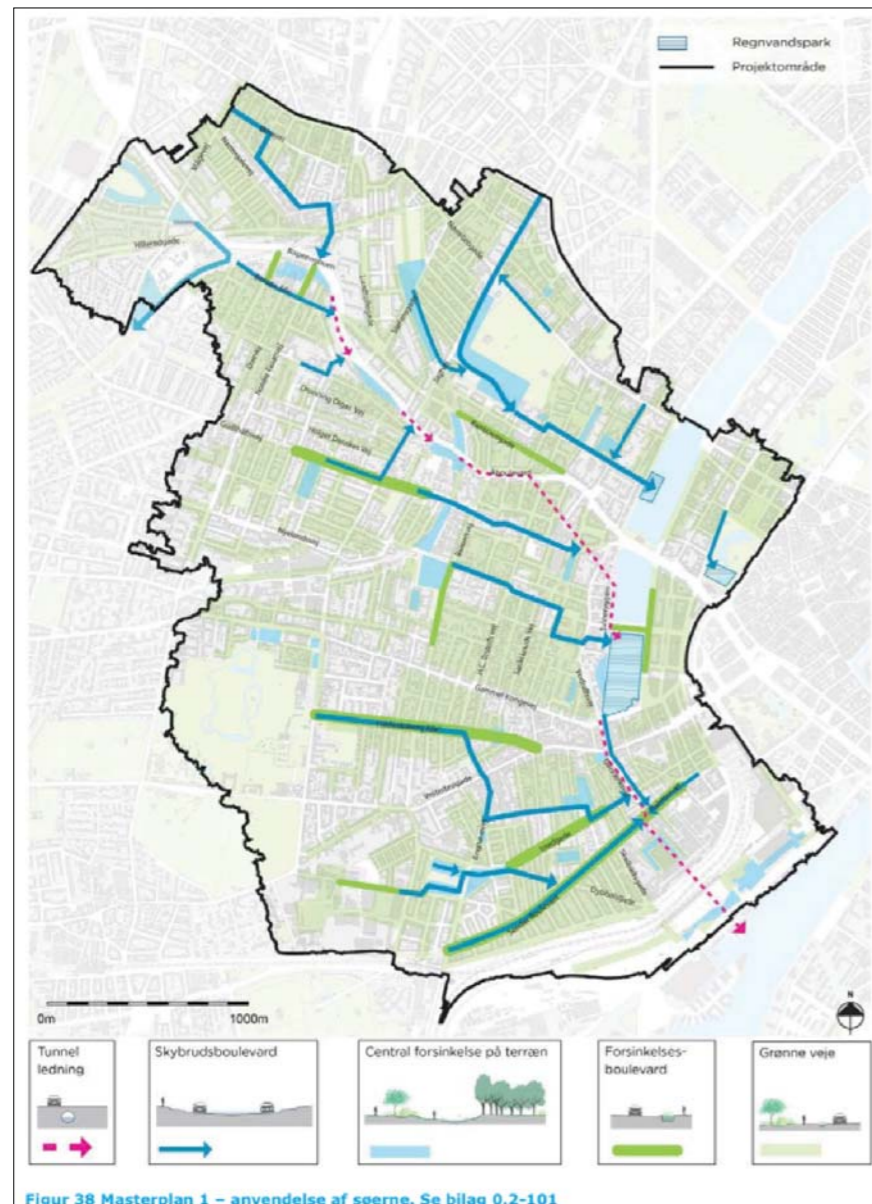
Figur 4.5: dokumentet Skybrudsplan (København kommune, 2012) førte til sju konkretiseringsplaner som tilsammen dekker København by.





De sju skybruddsmasterplanene utgjør til sammen et nettverk av skybruddsløsninger, som både skal forhindre flomhendelser og bidra til en attraktiv by å bo i. Skybruddsmasterplanene består av ulike skybruddselementer. Disse elementene viser generelle prinsipper for hva som bør skje i de ulike områdene. Eksempelvis er hovedfunksjonen til en *skybruddsboulevard* trygg avledning til resipient, mens *grønne veje* er områder som skal forsinke vannet gjennom infiltrasjon og fordrøyning. På den måten tilegner man områder ulike funksjoner som kan knyttes til tankegangen om å håndtere vann i tre ledd (treleddsstrategien).

Figur 4.6: skybruddsplanlegging i København kommune bygger på to steg. Først en strategi for arbeidet, så konkrete plankart (skybruddsmasterplaner) som tar for seg mindre delområder. København by er inndelt i sju delområder. Basert på København kommune (2012; 2013a-g).



Figur 38 Masterplan 1 – anvendelse af søerne. Se bilag 0.2-101

Erfaringer fra København

Ved et personlig møte med Lykke Leonardsen, Enhetsleder for resiliente og bærekraftige byløsninger i København kommune (01.03.2018 hos Teknik- og Miljøforvaltning i København kommune) fikk vi presentert deres prosess med utarbeidelse av planer, hvilke utfordringer som kan oppstå og hvordan prosjektene har blitt mottatt av publikum.

København kommune har planlagt et helhetlig system av blågrønne tiltak, i samspill med noen rørløsninger. Ut i fra planen arbeides det nå med å anlegge ca. 300 prosjekt. Noen står ferdige i dag, eksempelvis Tåsinge Plads og Sankt Annæ Plads, men mange gjenstår og de regner med å bruke 20 år på å fullføre planen. Det er konsulentfirmaer som har utarbeidet flere av

Figur 4.7: eksempel på konkretisering av skybruddsplan, her for Ladegårdså, Fredriksberg øst og Vesterbro oplande (København kommune 2013d).

skybruddsmasterplanene, da kommunen ikke sitter med den samme fagkunnskapen selv. Kostnadene knyttet til anleggene finansieres gjennom et overvannsgebyr.

Selv om skybruddsmaterplaner for byen er lagt, er de selv opptatt av at planene må endres dersom områder eller klimaframskrivningene forandres. Alle tiltakene i en hydrologiske gren (alle flomveier som leder til samme utløp i resipient) er modellert og fordelt i systemet. Det vil si at forandringer langs en hydrologisk gren gjør at nye beregninger må til.

Utfordringer

1. Få bevilgninger til prosjektene

Politikerne ville ha kunnskap om alle planlagte tiltak for å vite hva de bruker så mye penger på. Prosjektbeskrivelser måtte dermed utarbeides for alle prosjektene. Å argumentere for anleggelse av løsninger som også bedrer byliv, har bidratt til å få politikerne med på prosjektene.

2. Vedlikehold er viktig for å opprettholde tiltakets funksjon

Eksempelvis vil en vei som fungerer som flomvei, få redusert den planlagte kapasiteten, ved gjentatt asfaltering da den blir liggende høyere i terrenget. Manglende bevissthet om veiens funksjon, også som flomvei, kan ved gjentatt asfaltering påvirke avrenning til renner, og fordrøyningsmuligheter til grøntområder blir gjort utilgjengelig.

3. Offentliggjøring av flomutsatte områder

København kommune har valgt å offentliggjøre kart som viser flomutsatte områder og registrerte skadedata. En av følgene er at beboere i disse områdene ble oppmerksomme på å anlegge (private) tiltak som hindrer nye skader i forbindelse med flom.

Publikums mottakelse

På spørsmål om hvordan befolkningen har mottatt planene, kom det fram at det har vært lite motstand. Grunnen er trolig at folk selv har opplevd kjelleroversvømmelser og andre skadehendelser i forbindelse med de store flommene i 2010 og 2011.

Konkrete anbefalinger fra København:

1. Ha en plan og start tidlig. Det er en fordel å ha god tid til å planlegge.
2. Planlegg for flerfunksjonelle løsninger. Dette kan brukes som et økonomisk argument for å få gjennomført prosjekter.
3. Planlegg og anlegg eksempler slik at publikum forstår prosjektets virkningen for overvannshåndtering og hvordan tiltakene kan skape mer attraktive byområder.

Dette tar vi med oss fra København:

1. En hovedstrategi for hele området bør være på plass før det utarbeides konkrete skybruddsmasterplaner. Dette gjør at konkrete plankart blir utarbeidet med de samme målene til grunn, selv om det er ulike firmaer som jobber med de.
2. Ha fokus på flerfunksjonelle løsninger, da disse bidrar til bedre byliv som igjen er et økonomisk argument for å gjennomføre tiltak.
3. Planene bør være fleksible og kunne tilpasses byutviklingen og økt fortetting, i tillegg til klimaendringer.

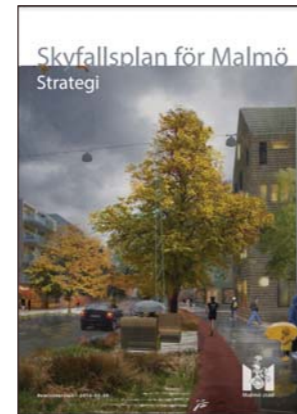


Nøkkelinformasjon:

Dokument: Skyfallsplan for Malmö (2016) (strategidokument)

Utarbeidet av: Malmö stad (kommunen)

Dagens situasjon: Handlingsplanen (svensk: Åtgärdsplan) er på høring.

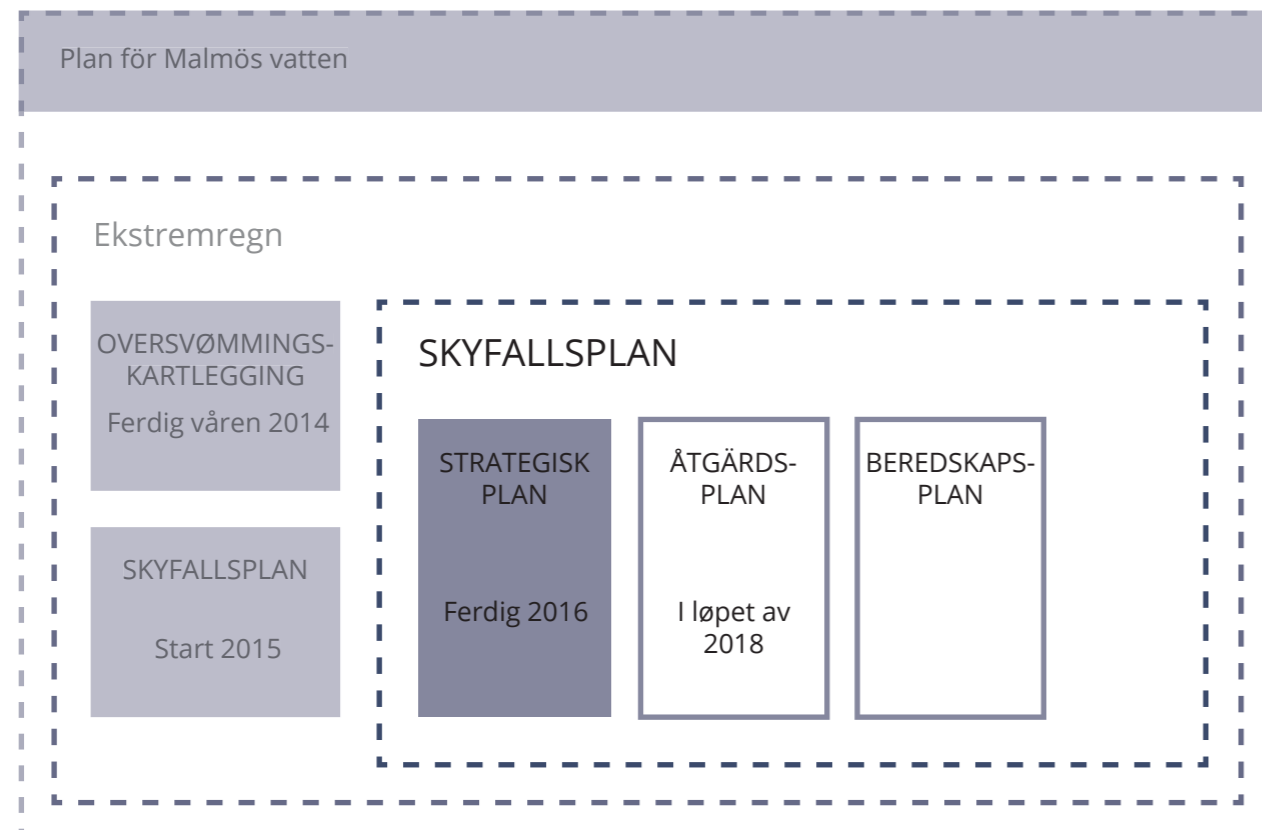


Figur 4.8: Skyfallsplan for Malmö (Malmö stad, 2016).

Mål og planstruktur

Skyfallsplan for Malmö (2016) har som mål å øke byens resistens mot ekstremnedør og dermed minimere risikoen for alvorlige personskader og materielle skader. Hele skyfallsplanen, med strategi (skyfallsplan), handlingsplan (åtgärdsplan) og beredskapsplan, vil være vedtatt

i 2019 og planene skal være gjennomført innen 2045. Skyfallsplanen inngår som en del av *Plan för Malmös vatten*, med fokus på ekstremregn (figur 4.9).



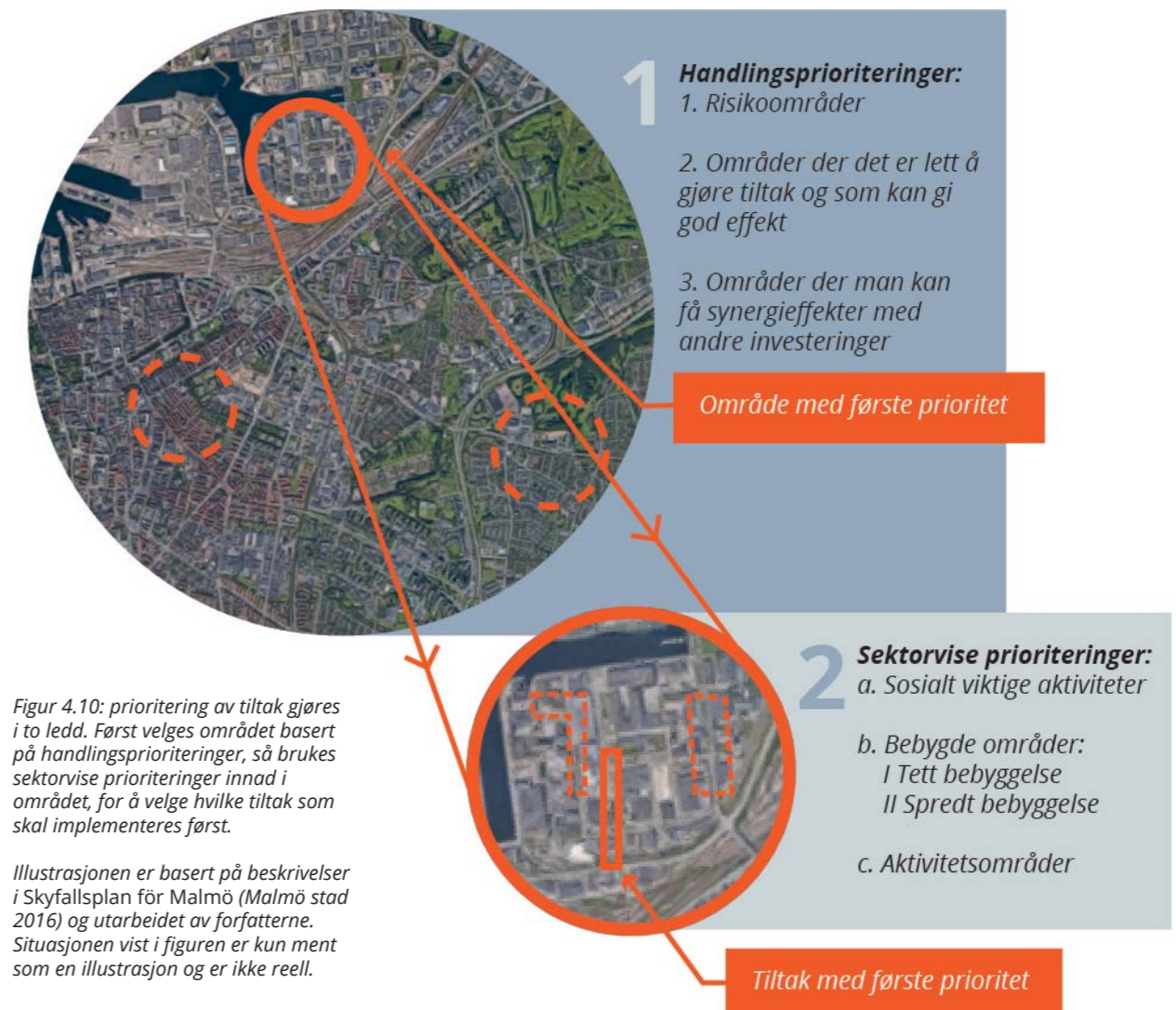
Figur 4.9: Skyfallsplanen inngår i Malmös plan for vatten og fokuserer på ekstremnedør. Før oppstart av planarbeidet, ble områder med oversvømmelser kartlagt. Figuren er basert på Malmö stad, VA SYD (Hall, u. å.).

Strategi og framgangsmåte: prioriteringer

Malmö har registrert at flomutsatte områder ligger i de historiske elveløpene. Utgangspunktet deres for overvannsplanlegging er å tilbakeføre viktige vannveier og områder for fordrøyning, slik at vannets kretsløp i framtiden vil fungere slik det gjorde før utbygging.

I motsetning til København kommune, som har konkrete plankart de arbeider ut i fra, velger Malmö å fokusere på de flomutsatte områdene og hva som fører til flom i disse. Deretter blir aktuelle prosjekt vurdert. Prioriteringsrekkefølgen for utvelgelse av områder og tiltak blir avgjort i to ledd. Først prioriteres områder etter risikoen og effekten av tiltakene vil ha for overvannshåndteringen,

kalt handlingsprioriteringer (svensk: åtgärdsrioriteringer). Deretter prioriteres arealer innad i dette området etter sektorvise prioriteringer (svensk: sektorvisa prioriteringar), som baserer seg på sosiale funksjoner og verdier (figur 4.10).



Figur 4.10: prioritering av tiltak gjøres i to ledd. Først velges området basert på handlingsprioriteringer, så brukes sektorvise prioriteringer innad i området, for å velge hvilke tiltak som skal implementeres først.

Illustrasjonen er basert på beskrivelser i Skyfallsplan for Malmö (Malmö stad 2016) og utarbeidet av forfatterne. Situasjonen vist i figuren er kun ment som en illustrasjon og er ikke reell.

Erfaringer fra Malmø

Vi hadde et personlig møte med vei- og vanningeniør Pär Svensson (02.03.2018 på gatekontoret hos Malmö stad) som jobber med skyfallsplan for Malmö. Der fikk vi presentert planleggingsstrategien, framgangsmåten og hva de fokuserer på i videre planlegging.

I motsetning til København som har ferdige planer og prosjekter de arbeider med, ser Malmø etter mulig områder under utvikling som også kan brukes til å håndtere overvann. Det juridiske systemet er ulikt i Danmark og Sverige. Svenske kommuner kan med slike skybruddsmasterplaner som København har laget, trolig bli ansvarlig for blant annet skader som oppstår på grunn av flom. Dette kan være en av grunnene til hvorfor svenske byer er mer tilbakeholdne med å lage konkrete plankart.

I Malmø er de opptatt av at det ikke skal planlegges og anlegges et kostbart av naturbaserte løsninger for hendelser man ikke vet når vil inntreffe. Særlig hvis dette går utover driften på andre ansvarområder til byen. Dette er en annen grunn til at planleggingen er mer tilbakeholden sammenlignet med København. Svensson påpeker kommunens ansvar i å prioritere bruk av midler. Økte midler til blågrønne løsninger vil kunne føre til kutt i kostnader i andre områder hos kommunen.

I Malmø ønsker de å holde veisystemet kjørbart. Dermed har de større fokus på bruk av lavnivåparker, som fordrøyer og fordeler avrenningen. Tiltakene vil måtte finansieres gjennom å øke skatten, og er en politisk prioritering og avgjørelse.

Utfordringer Malmø ser**1. Mangel på garantier vanskeliggjør lovnader om full ytelse**

Det er ingen garanti for at tiltakene vil vare og heller ikke at funksjonen opprettholdes til en hver tid. Vedlikehold spiller derfor en viktig rolle. Svensson ytrer at anleggelse av tiltak på private områder kan være en utfordring, da det er vanskelig å stille krav til vedlikehold på private områder. I Malmø er 70 % private boligområder, som vanskeliggjør planleggingen.

2. Nivå for skybruddsikring

Svensson påpeker at det er vanskelig for en planlegger å uttale seg om hvor mye vann på terreng, som er akseptabelt. Et eksempel som synliggjør problemstillingen er: hvem skal ta avgjørelsen om det kan tillates høy vannstand

på kjørebanen slik at hjemmesykepleien ikke når fram til alle pasienter en dag? Tverrfaglig samarbeid i kommunen er derfor et sterkt fokus for at denne planleggingen både skal bedre overvannshåndteringen og bylivet.

Publikums mottakelse


Befolkningen er generelt interessert, men de som ikke har blitt rammet av flom er mindre bevisste på aktuelle tiltak. De er i tillegg mindre villige til å gjennomføre dem. Derfor sier Svensson at informasjon rettet mot private er viktig.

Konkrete anbefalinger:

1. Bruk et språk som alle fagfelt kan forstå og forholde seg til underveis i planleggingen
2. Opprett en felles database (GIS) med prosjekt, slik at alle i kommunen kan se hva som foregår.
3. Midler til blågrønne prosjekt betyr at andre sektorer må kutte ned på utgifter. Tenk derfor helhetlig planlegging for alle sektorer i kommunen.

Dette tar vi med oss fra Malmø:

1. Å involvere flere fagfelt i kommunen, vil skape tilhørighet til prosjektet og øke sjansen for at flere ser muligheter til synergieffekter i prosjektene.
2. Tverrfaglighet styrker det blågrønne nettverket og sikrer at samfunnets funksjoner ivaretas.
3. Utfordringer knyttet til vedlikehold av løsninger i private områder kan løses ved at private selv gjør tiltak. Da trengs det bevisstgjøring og konkrete eksempler som kan inspirere befolkningen.



London, England

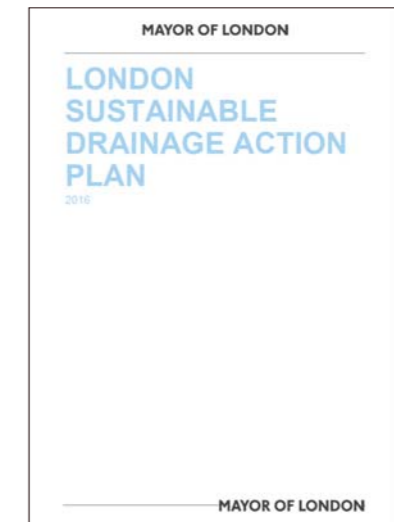
Nøkkelinformasjon:

Dokument: *London Drainage Action Plan (LDAP)*

Utarbeidet av: Greater London Authority (GLA), publisert i 2016.

Dagens situasjon: gjennomfører handlinger beskrevet i LDAP.

Største utfordring: hvert år forsvinner vegeterte hager på størrelse med to og en halv gang Hyde parke, på grunn av asfaltering eller belegningsstein i private hager (GLA, 2016)



Figur 4.11: dokumentet London Sustainable Drainage Action Plan (GLA, 2016)

Tabell 4.1: sammenstillingen av 40 handlinger for de neste fem årene viser at fokuset ligger på å anlegge flerfunksjonelle prosjektseksempler og politisk forankring. Handlingsnummeret referer til nummeret i handlingsdokumentet.

Fokusområder:	Handlingsnr.:
Informasjon til befolkningen	1 og 2
Prosjektseksempler, veiledning og prinsipper	3, 8, 12, 14, 15, 18, 21, 25, 30 og 36
Forankring politisk og i planlegging	4, 5, 6, 7, 27, 38, 39 og 40
Oppmuntre til initiativ fra private/ lokale aktører gjennom belønninger	37
Flerfunksjonell planlegging som lønner seg økonomisk og utviklingsmessig	9, 10, 11, 13, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28, 29, 31, 32, 33, 34 og 35

Dette tar vi med oss fra London:

1. Å sette opp en kortsiktig plan med konkrete mål gjør arbeidet mer overkommelig.
2. Å fordele ansvar for handlinger belyser hvilke fagfelt som bør være med.
3. Ikke undervurder funksjonen vegetasjon i private hager har for reduksjon av avrenning.

Bakgrunn

London har vokst fra sitt 150 år gamle avløpssystem, som ble bygd for en mindre og grønnere by. I tillegg øker behovet for å håndtere overvann lokalt da Londons private hager forsvinner. Dette er noe av bakgrunnen for at Greater London Authority (GLA) utarbeidet *London Sustainable Drainage Action Plan* i 2016.

Mål og strategi

Londons handlingsplan for klimatilpasset overvannshåndtering har som mål å sette en strategi for de neste 20 årene, samt konkrete handlinger for de fem første årene. GLAs hovedmål for overvannshåndtering i London (2016) er å benytte seg av mer klimatilpassede løsninger innen 2040. Her inngår målene om:

1. Å redusere fare for flom og forurensning av elver og bekker, gjennom å frakoble regnvann fra avløpsnett.
2. Å skape flere attraktive landskap, gater og byrom, hvor det er tilrettelagt for læring og studier av vannets kretsløp.
3. Å skape mulighet for vannlagring.

Fokusområder i handlingsplanen

De neste fem årene er fokuset til GLA å anlegge flerfunksjonelle prosjektseksempler som lønner seg økonomisk og utviklingsmessig, samtidig som det skal arbeides med å forankre planene politisk (tabell 4.1).



Nøkkelinformasjon:

Dokument: *Cloudburst resiliency in New York City*

Utarbeidet av: Rambøll for New York City, Department of Environmental Protection i 2017

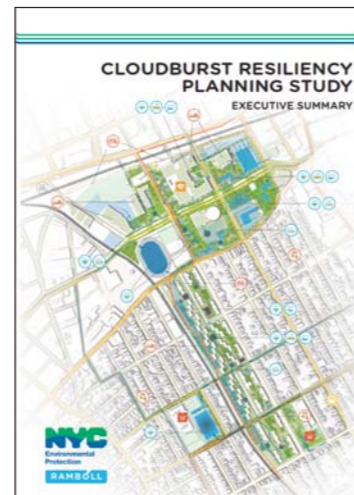
Publikasjonen er et studie av hvordan en skybruddsplan for et pilotprosjekt i Southeast Queens, New York City (NYC), ble utarbeidet. Framgangsmåten for arbeidet bygger på erfaringer fra København og det er ikke laget en helhetlig plan og strategi for byen, før denne skybruddsmasterplanen ble til.

Framgangsmåte

Planarbeidet er basert på to hovedpilarer, integrert planlegging og blågrønn infrastruktur, som fokuserer på at byen som helhet skal være beboelig (Rambøll, 2017 s. 6). Basert på erfaringer fra København og andre internasjonale prosjekt, ble en firestegs-tilnærming brukt i skybruddsplanleggingen (figur 4.12). Arbeidsstruktur og evaluering av gjennomførte tiltak hadde de et sterkt fokus på.



Figur 4.12: firestegs-tilnærming til skybruddsplanlegging (Rambøll, 2017 s. 7).



Figur 4.13: dokumentet Cloudburst Resiliency Planning Study (Rambøll, 2017).

Anbefalinger

Etter gjennomført studie og utarbeidelse av skybruddsmasterplan, kom Rambøll (2017) med fire aspekter byen bør fokusere på, og som også gjelder generelt for andre byer. Det første er å lage en detaljert hydraulisk modell og kartlegge flomutsatte områder etter denne. Det andre aspektet er å utforske det optimale forholdet mellom tilstrekkelig klimasikring og kostnad for tiltak. Å utvikle skybruddsmasterplaner som reflekterer den lokale konteksten er det tredje aspektet. Det siste er at integrert planlegging bør brukes på tvers av alle enheter, for å sikre helhetlig planlegging.

Dette tar vi med oss fra New York:

1. Strukturering av kartleggings- og analysearbeidet kan forenkle arbeidsprosessen og belyse ulike funksjoner og verdier som oppstår i flerfunksjonell planlegging.
2. Arbeidet med skybruddsplan er ikke lineært og konkrete planer må vurderes opp mot funksjon og kostnad.
3. Skybruddsplanen skal ikke bare håndtere overvann, men også bidra til at byen som helhet skal være beboelig.

4.3 VIRKEMIDLER FOR Å GJENNOMFØRE KLIMATILPASNING AV OVERVANNSHÅNDTERING

Referanseprosjektene viser at utarbeidelse av strategier og plankart er et viktig steg for å klimatilpasse overvannshåndteringen. I tillegg ser vi at det er andre viktige moment som spiller inn i dette arbeidet. Utfordringer knyttet til finansiering, videre bruk av planer og viljen til å igangsette arbeidet er avgjørende for at klimatilpasning av overvannshåndtering gjennomføres. Vi velger derfor å se på virkemiddel som kan bidra til nettopp dette, som utvalget for NOU 2015:16, *Overvann i byer og tettsteder*, peker på som viktige. Målet med dette er først og fremst å finne ut hvordan man skal sikre at et planlagt system av åpne løsninger tas hensyn til i alle tilfeller. I tillegg kan en oversikt over virkemiddele belyse behovet for tverrfaglig samarbeid i planleggingsprosesser.

De fire hovedkategoriene for virkemiddel for å gjennomføre klimatilpasset overvannshåndtering er:

DE FIRE HOVEDKATEGORIENE FOR VIRKEMIDDEL

(Paus mfl., 2015; NOU 2015:16)

- 1 INFORMATIVE**
Virkemiddel som skal øke kunnskap og bevissthet i befolkningen for å styrke interessen og viljen til å bidra til tiltak.
- 2 ØKONOMISKE**
Virkemiddel som motiverer for å gjøre tiltak som reduserer risiko for oversvømmelse.

- 3 SAMORDNING**
Virkemiddel som skaper samarbeid og kommunikasjon mellom eksempelvis land og enheter.
- 4 JURIDISKE**
Virkemiddel som kan pålegges av myndighetene og sikrer at arbeidet blir gjennomført.

4.3.1 Hvilke virkemidler er brukt i andre land?

For å danne oss et grunnlag for sammenligning og se muligheter som finnes, ser vi først på utenlandske eksempler. Eksempler på virkemidler presentert her, kan ha andre forutsetninger for gjennomføring enn i Norge, da lovverk og rammevilkår ikke uten videre er overførbart fra andre land. Eksempelene er også svært konkret og vi vil ikke vurdere om akkurat disse virkemidlene bør brukes i Norge. Vi bruker heller denne informasjonen til å se hvilke andre momenter som har innvirkning på planleggingsprosessen. Dette kan ha betydning for hva planen bør inneholde og kan være relevant for å se hvilke andre fagfelt som spiller inn.

Gjennom NOU 2015:16 og rapporten *Overvannsarbeid i utlandet* (Paus mfl., 2015) presenteres virkemidler andre land har benyttet seg av for å redusere nedbørbetingete oversvømmelser. Vi vil kort gi noen eksempler fra utlandet basert på disse dokumentene, samt erfaringer som kom fram i møte med København kommune og Malmö stad.

Informative virkemiddel

Informative virkemiddel kan være nettportaler om klimatilpasning, lokale overvannsdiskonteringsanlegg og temasider for flomrisiko og overvann i by¹. I Sverige brukes grønntefaktor for å øke fokuset på flerfunksjonalitet¹, mens Tyskland bruker grønntefaktor for å imøtekomme fastsatte verdier i nye utbyggingsprosjekter¹.

Offentliggjøring av utsatte områder for flom kan bidra til private initiativ. Et *Bluespot-kart* førte til at beboere anla tiltak selv og reduserte risikoen for flom i København³.

Økonomiske virkemiddel

Økonomiske virkemiddel kan være i form av belønninger. Eksempelvis som reduksjon av overvannsavgiften ved å anlegge tiltak, og at overvannsavgiften beregnes ut fra andel tette flater på eiendommen, også vei. Fratrukk kan gis ved endring av grønntefaktor¹. Reduksjon eller fritak fra avgift hvis overvann oppsamles på egen eiendom¹. Det kan også utbetales tilskudd for å koble fra takrenner fra avløpsnett (2500 kr i Malmö)⁴.

Økonomiske virkemidler kan også være i form av gebyr. Eksempelvis kan veieier bli nødt til å betale et gebyr for å benytte det offentlige overvannssystemet¹.

¹Paus mfl. (2015)

²NOU 2015:16

³Personlig kommunikasjon med København kommune (Lykke Leonardsen - Enhetsleder for resiliente og bærekraftige byløsninger i København kommune, den 01.03.18)

⁴Personlig kommunikasjon med Malmö stad (Pär Svensson - vei- og vanningeniør som jobber med Malmös Skyfallsplan på gatekontoret i Malmö stad, den 02.03.18).

Samordnings virkemiddel

Ved bruk av GIS-verktøy kan overvannsplanlegging samordnes med andre områder innad i kommunen for å oppnå synergieffekt⁴.

Flere land og institusjoner har en felleskatalog med tiltak for naturlig fordrøynings. Eksempelvis som Natural Water Retention Measures (og EU-prosjektet Blueprint to Safeguard Europes Water)².

Juridiske virkemiddel

Et juridisk virkemiddel kan være å stille krav til fordrøynings av overvann, og forbud mot utbygging i områder der det er stor risiko for oversvømmelse². Det kan også stilles krav om grønne tak på utbyggingsområder og bygninger over en viss størrelse, og forby tette flater i forhager¹. Kommuner kan pålegges å lage klimatilpasningsplaner¹, og inkludere framtidig klima og risiko for oversvømmelse i planleggingsarbeidet².

I Tyskland er det lovfestet at tiltakshaver skal unngå forurensning av resipient og begrense avrenning og økt hastighet ved nedbør².

I England kreves egen godkjenning for påkobling av overvann og retten til å koble overvann på avløpsnett kan fjernes¹.

4.3.2 Hvilke virkemidler brukes allerede i Norge?

En oversikt over virkemiddel som allerede brukes i Norge gir en pekepinn på hvilke virkemiddel det bør fokuseres mer på. Eksempelene under er ikke ment som en fullstendig oversikt.

Referanseprosjektene belyste at planlegging for klimatilpasset overvannshåndtering berører mange områder. Det betyr at flere virkemidler enn de som er direkte tilknyttet planleggingen kan være viktig å framheve.

Informative virkemiddel

Nettportaler for klimatilpasning (klimatilpasning.no og miljøkommune.no), veiledere og faktaark om tiltak for åpen overvannshåndtering er informative virkemidler som bidrar til å øke bevissthet og kunnskap om hvordan overvannshåndteringen kan klimatilpasses. Som vi så gjennom dokumentstudiet er interessen for å formidle informasjon i Norge stor.

Økonomiske virkemiddel

Innføring av et overvannsgebyr er under arbeid. Her vurderes det blant annet hvordan gebyret skal fastsettes, og om gebyret kan brukes til å finansiere tiltak (Lindeman, 2018). Et annet virkemiddel er å gi belønning for å gjennomføre tiltak. Fredrikstad kommune er i likhet med Malmø, et eksempel på at tilskudd gis for frakobling av takrenner fra avløpsnett (Skallebakk, 2018).

Samordnings virkemiddel

Flere prosjekt i Norge bidrar til erfarings- og informasjonsutveksling. Et eksempel på dette er klimatilpasningsnettverket *I Front* (Strømø, 2016).

Juridiske virkemiddel

I Norge er bestemmelser for overvannshåndtering nedfelt i minst elleve ulike lover og forskrifter (NOU 2015:16; Taubøll, 2018) (se oversikt til høyre). PBL påpekes som et viktig virkemiddel for å sikre at planer hensyntas i kommunal arealplanlegging. NOU 2015:16 anbefaler å bruke kommuneplanens arealdel, reguleringsplan og byggesak til å innarbeide en overordnet strategi som kommunen har satt seg (s. 45).

- **Vass- og avløpsanleggslova**
Lov 16. mars 2012 nr. 12 om kommunale vass- og avløpsanlegg.
- **Forurensningsloven**
Lov 13. mars 1981 nr. 6 om vern mot forurensninger og om avfall.
- **Forurensningsforskriften**
Forskrift 1. juni 2004 nr. 931 om begrensnings av forurensning, del 4 omhandler avløp.
- **Vannressursloven**
Lov 24. november 2000 nr. 82 om vassdrag og grunnvann.
- **Veglova**
Lov 21. juni 1963 nr. 23 om vegar.
- **Sivilbeskyttelsesloven**
Lov 25. juni 2010 nr. 45 om kommunal beredskapsplikt, sivile beskyttelsestiltak og Sivilforsvaret.
- **Naturskade-lovgivningen**
Lov 25. mars 1994 nr. 7 om sikring mot og erstatning for naturskader.
- **Plan- og bygningsloven**
Lov 27. juni 2008 nr. 71 om planlegging og byggesaksbehandling.
- **Byggteknisk forskrift (TEK17)**
Forskriften trådte i kraft 1. juli 2017, og opphevede forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK 10).
- **Standard abonnementsvilkår for vann og avløp**
Mange kommuner har bygd sine vilkår på Standard abonnementsvilkår for vann og avløp,
- **Granelova (naboloven)**
Lov 16. juni 1961 Skadebot. § 9 jr. §2.

Utvalget av lover er basert på NOU 2015:16 og Taubøll (2018).

4.4 PLANLEGGINGSMETODEN

Hva baserer vi planleggingsmetoden på?

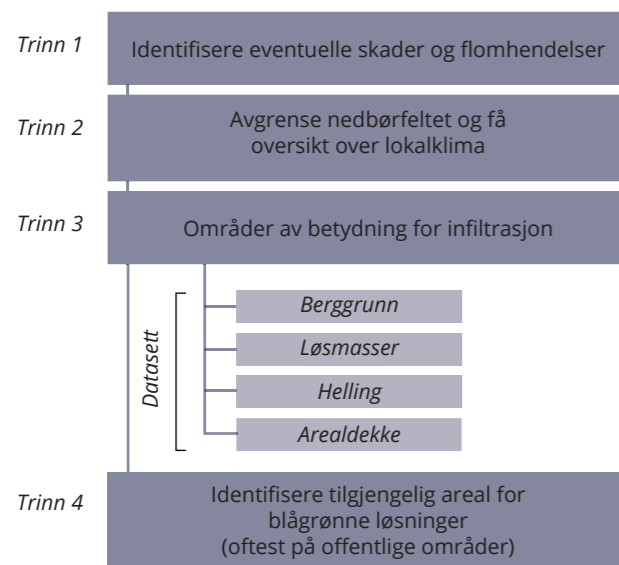
Erfaringer fra referanseprosjektene viser at den største likheten for alle dokumentene er at de er tilpasset området planen er utarbeidet for. Her mener vi ikke bare skybruddsmasterplanene som er laget for et konkret område, men også ansvarsfordeling, finansiering og framgangsmåte. I tillegg er det en likhet at skybruddsplanene er to- eller flerdelt, med en strategi eller prinsipplan først, før konkrete plankart har blitt utarbeidet.

Tre av referanseprosjektene (Ensjø, København og New York City) har utarbeidet mer eller mindre konkrete plankart som viser hvordan klimatilpasset overvannshåndtering bør utføres i et avgrenset område. Skybruddsmasterplanene for New York City og København er svært like, mens Ensjøs plan er mindre konkret og viser mer prinsipielt hvor vannet bør renne. På bakgrunn av at dette velger vi å ta utgangspunkt i Københavns skybruddsplan. Erfaringene fra andre prosjekt blir tatt med som viktige innspill.

I tillegg til referanseprosjektene, har vi merket oss erfaringer tilknyttet (klimatilpasset) overvannshåndtering i norsk litteratur som vi ble introdusert for i masterkurset LAA340 ved NMBU, høsten 2016.

Erfaringer og anbefalinger fra norsk litteratur

Erfaringer fra Exflood-prosjektet viser at avgrensning av et planområde bør basere seg på nedbørfelt (Ødegård mfl., 2013). Områder utsatt for flom bør identifiseres først gjennom registrerte skader og flomhendelser. Deretter



Figur 4.14: vi bruker også erfaringer fra Exflood-prosjektet som inspirasjon for planleggingsmetoden (Ødegård mfl., 2013, s. 383).

velges nedbørfelt som skal planlegges. Så kartlegges områder med betydning for blågrønne løsninger, før tilgjengelige arealer identifiseres (se figur 6.72, s.127).

Lindholm mfl. (2008, s. 26) peker på at planområdet avgjør hvilket plannivå eller plantype som bør brukes i arbeidet. For planlegging av et nedbørfelt trekkes kommunedelplanen fram.

Skybruddsplan - en planleggingsmetode for klimatilpasset overvannshåndtering

En skybruddsplan bør være todelt. Først må det legges en strategi med mål, fordeling av ansvar og framdriftsplan (figur 4.15, steg 1). Dette sikrer at de påfølgende skybruddsmasterplanene utarbeides på samme grunnlag og har samme mål for arbeidet. Her avklares også hvilket nivå området skal klimasikres for (København kommune, 2012; GLA, 2016; Malmö stad, 2016).

I andre del av skybruddsplanen (figur 4.15, steg 2) utarbeides det plankart for nedbørfelt som baserer seg på skybruddstrategien. En prioriteringsrekkefølge for hvilke nedbørfelt som skal planlegges først bør settes. Prioriteringen bør baseres på skaderegistreringer og hvilke konsekvenser flom skaper i de ulike nedbørfeltene.

Registrerings- og analysearbeidet i utvalgt nedbørfelt systematiseres ved å ta utgangspunkt i den blågrønne strukturen. Dette gjøres av to grunner. Den første grunnen er erfaringer fra referanseprosjektene. Samtlige prosjekter beskrev flerfunksjonalitet som et viktig moment for å gjøre overvannshåndteringen klimatilpasset, og Ensjø brukte også blågrønn struktur om dette (Oslo kommune, 2006). Den andre grunnen kommer fra det teoretiske grunnlaget vi baserer klimatilpasset overvannshåndtering på.

Etter kartleggingsfasen registreres det hvilke føringer og muligheter eksisterende planer setter for området. Til slutt utarbeides et plankart: skybruddsmasterplanen.

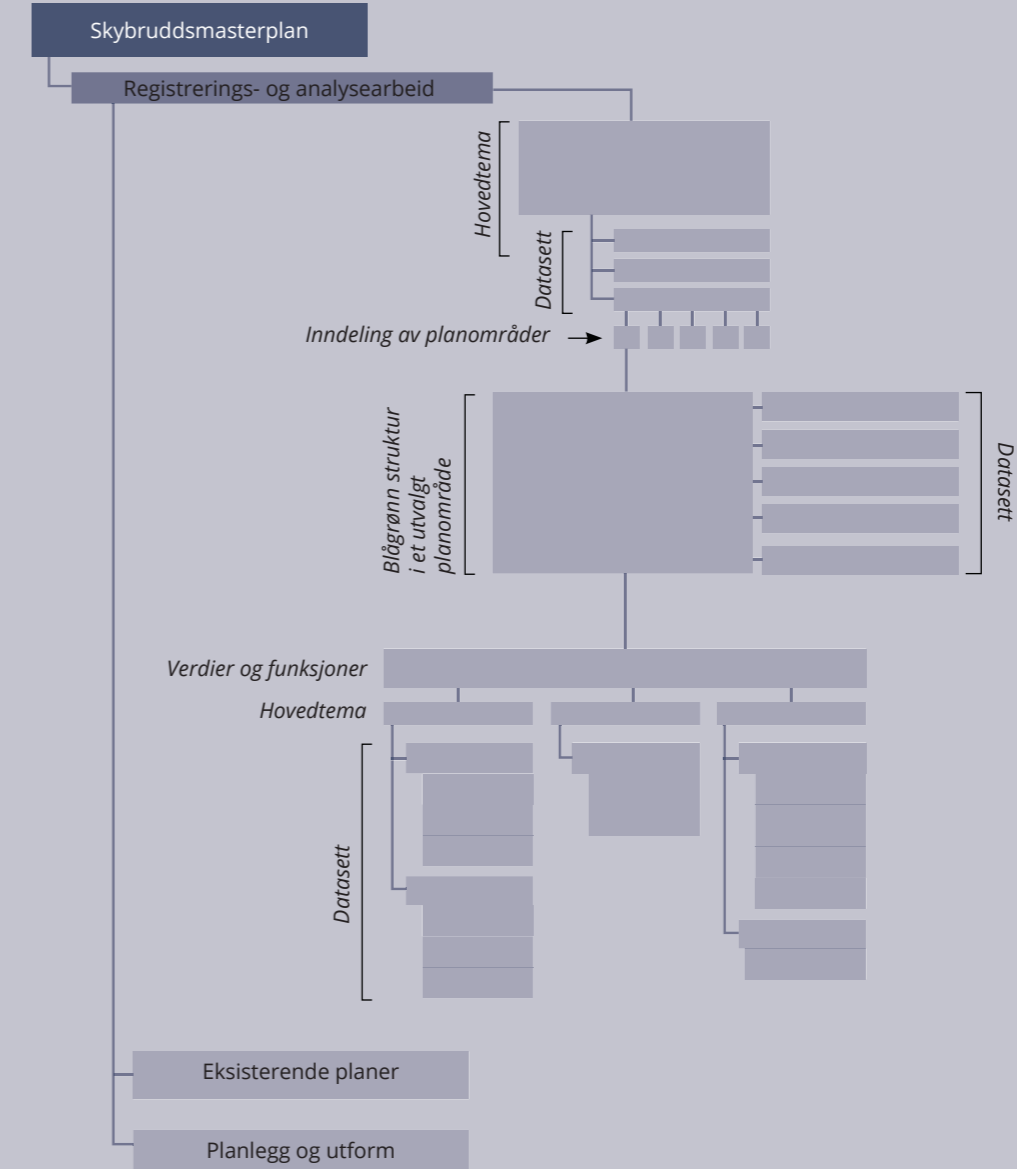
Planleggingsmetode for klimatilpasset overvannshåndtering i norske byer og tettsteder:

SKYBRUDDSPLAN

STEG 1



STEG 2



Figur 4.15: oppbygging av planleggingsmetode for klimatilpasset overvannshåndtering i norske byer og tettsteder. En forenklet forklaring til oppbygging finnes på forrige side. Nærmere beskrivelser for skybruddstrategien (steg 1) fåes under punkt 4.4.1 (side 57), og steg 2 blir vist gjennom å teste metoden i et caseområde (kapittel 6).

Videre arbeid med planen

Som et mål og delspørsmål for oppgaven ønsket vi å se på hvordan skybruddsmasterplanen kan brukes i videre arbeid. Etter å ha sett på ulike virkemidler, har vi merket oss at både finansiering, bevisstgjøring og juridisk forankring er viktige momenter som påvirker planleggingen. Vi vil ikke gå nærmere inn på finansiering, da dette er utenfor vårt fagfelt. Derimot vil vi gå litt nærmere inn på bevisstgjøring og juridisk forankring, da disse også ble tatt opp som viktige momenter i møte med København kommune og Malmö stad.

Bevisstgjøring

Erfaringer fra referanseprosjektene viste at bevisstgjøring kan bidra til private initiativ, samt øke forståelsen for behovet for endringer og dermed økt aksept for endringene. Formidling av informasjon i Norge gjøres allerede gjennom nettportaler og er et egnet informasjonsvirkemiddel for planleggere og andre som aktivt oppsøker informasjon. Skal befolkningen bevisstgjøres, bør informasjonen gjøres mer tilgjengelig. Eksempelvis som informasjonsskiltene ved Ensjø og omeng, som forklarer hvilke verdier og funksjoner de blågrønne strukturene gir.

Juridisk forankring

Kommunedelplanen ble utpekt som plannivået en skybruddsmasterplan bør forankres (Lindholm mfl., 2008). Utvalget for NOU 2015:16 uttaler at hensynssoner i kommuneplanens arealdel kan brukes for å sikre viktige områder for fordrøyning og trygg avledning av overvannsflo (PBL 2008, § 11-6 og § 12-4). Aktuelle hensynssoner som kan brukes er:

- Sikrings-, støy- og faresoner (PBL 2008, § 11-8 a) som sikrer at bruken av areal i de viktigste avrenningslinjene ikke vil føre til økt skadepotensial.
- Sone med særlig krav til infrastruktur (PBL 2008, § 11-8 b) kan angis i områder hvor det bør være påbud å anlegge lokale åpne tiltak for overvannshåndtering.

Videre bruk av disse virkemidlene i oppgaven

Vi vil komme med et forslag til juridisk forankring av skybruddsmasterplanen, etter at den er utarbeidet. Tiltak for bevisstgjøring vil også omtales noe mot slutten av oppgaven.



Figur 4.16: informasjonsskilt ved Teglverksdammen, like ved Ensjø, som bevisstgjør brukere om hvilke fordeler dette området gir til byen.



Figur 4.17: planstrategi i det kommunale plansystemet, basert på figur fra NOU 2015:16, s. 111 og DSB sin klimatilpasningsveileder (2012), s. 3. Vi tar for oss kommuneplanens arealdel som juridisk virkemiddel.

4.4.1 Steg 1: Skybruddstrategi

For å avgrense oppgaven, har vi videre valgt å fokusere på fysisk utforming (skybruddsmasterplan) og ikke strategiarbeid (skybruddstrategi). Basert på erfaringer fra referanseprosjektene, krever utarbeidelse av strategi tverrfaglig samarbeid og god innsikt i mange av kommunens ansvarsområder. På bakgrunn av dette, samt at et av målene vi satte oss før oppgaven var å vise hvordan et konkret eksempel for helhetlige åpne systemer for overvannshåndtering kan gjøres, vil vi ikke utarbeide en skybruddstrategi. Vi vil likevel kort beskrive innhold og viktige momenter i en skybruddstrategi.

Tverrfaglighet er viktig i utarbeidelsen av hele skybruddsplanen

For å oppnå målet om flerfunksjonelle løsninger i overvannshåndteringen er det avgjørende at ulike fagfeltene er involvert i planleggingsarbeidet. Tverrfaglig samarbeid ble påpekt som viktig i flere referanseprosjekt. Malmø var særlig opptatt av effekten samarbeid har. I NOU 2015:16 kom det fram at det tverrfaglige samarbeidet i kommuners arbeid med overvannshåndtering bør bedres. Det samme støtter tilbakemeldinger fra kommuner i SINTEFs rapport (Hauge mfl. 2016). Overvannshåndtering må tidlig inn i planleggingsfasen, da samarbeidet mellom vanningeniører (VA) og landskapsarkitekter (planleggere) er avgjørende for å få til flerfunksjonelle anlegg for overvannshåndtering (Haddeland, 2018; Nyrnes, 2018).

Figur 4.18 (s. 58-59) viser et utdrag av fagfelt som er sentrale i utarbeidelse av skybruddsplan.

Mål og strategi

I dokumentstudiet vi gjorde som bakgrunn for oppgaven, så vi at *Handlingsplan for overvannshåndtering i Oslo kommune* (Oslo kommune, 2016) har satt konkrete mål og strategier for deres arbeid med åpen overvannshåndtering. Inspirert av dette, samt mål fra utlandet, har vi satt følgende mål som viktige i dette arbeidet:

Hovedmål

Det endelige målet for arbeidet med skybruddsplanen bør være å bygge et blågrønt nettverk av flomveier og fordrøyningstiltak tilpasset de forventede klimaendringene for nedbør. Nettverket skal ikke kun være en funksjon for overvannshåndtering, men også for flerfunksjonell bruk av områdene som bidrar til økt byliv (både sosiale og økologiske funksjoner).

Strategi

Strategier for å nå det endelige målet er basert på Oslos handlingsplan, samt erfaringer fra København og Malmø kommuner (personlig kommunikasjon med København og Malmø, henholdsvis 01.03.18 og 02.03.2018).

1. Forbedre og øke kunnskapsnivået i kommunen. Strategien oppnås gjennom tre ledd:

- Opprettelse av database for nedbørshendelser, skadedata og oversvømmelser.
- Bruk av hydrauliske datamodeller i planlegging for å forutse problemområder i framtiden.
- Kunnskap som påvirker avrenning samles og digitaliseres. Eksempelvis grunnens infiltrasjonsevne, flomveier, forsengkninger, andelen permeable og impermeable flater.



2. Øke tverrfaglig samarbeid

• Eksempelvis kan registrering av nye prosjekt i GIS (geografisk informasjonssystem) tilgjengeliggjøres for kommunalt ansatte og synliggjøre muligheten for flerfunksjonalitet i planleggingsfasen.

3. Medvirkning

• Medvirkning med innbyggere i planleggingsfasen kan gi kunnskap om behovet for åpne løsninger, og aksept og eierskap til tiltak som anlegges.

Ansvarsavklaring og tidsperspektiv

Tidslinjen (figur 4.18) illustrerer arbeidsprosessen med skybruddsplanen, fra plan til gjennomføring av tiltak. Framstillingen er forenklet og skal først og fremst vise det tverrfaglige samarbeidet. Fagfeltene som inngår i samarbeidet er avgrenset til de som er sentrale i arbeidet med skybruddsplanen. Den utelukker ikke at samarbeid med fagfelt utover de som er nevnt, også er viktige. Vi tar utgangspunkt i hvordan vi selv har gått fram og hvilke fagfelt vi har sett behovet for å samarbeide med.

1) Mål og strategi

Prosessen starter med å sette mål for klimatilpasset overvannshåndtering og å kartlegge risikoen. Deretter avklares blant annet nivå for klimasikring, ansvarsavklaring og tidsperspektiv (skybruddstrategi). Sentrale faggrupper vil være vanningeniører (VA) og landskapsarkitekt/arealplanlegger som sammen utarbeider skybruddstrategien, med innspill fra andre fagfelt.

2) Avgrensning og prioritering

VA kartlegger flomveier, flomfare og skadedata som brukes til å se hvilke områder som er utsatt. Både København og Malmø har brukt denne dataen til å vurdere i hvilke områder innsatsen bør legges, og hvor prioriteringer bør gjøres (Malmö stad 2016, s. 24; København kommune 2013a-g).

3) Kartlegging av planområde

Basert på prioriteringen av innsatsområdene, velges et område det utarbeides en skybruddsmasterplan (SMP) for. I det utvalgte planområdet kartlegger ulike fagfelt relevant data knyttet til blågrønn struktur. Deretter vurderes funksjoner og verdier i området som bør ivaretas og/eller forsterkes. Til slutt sees

det på hvilke muligheter og føringer som ligger i eksisterende arealplaner.

4) Utarbeidelse av plan

Ut i fra kartlegginger og muligheter sett i arealplanene, registreres aktuelle områder som kan brukes i skybruddsmasterplanen (SMP). Deretter velges områder som tildeles ulike prinsipielle funksjoner i systemet. I dette mulighetsstudiet bør alle fagfelt bidra. Dette sørger for at tekniske løsninger ivaretas, samtidig som muligheter for flerfunksjonelle prosjekter kan avdekkes. Innspillene tas til vurdering før endelig skybruddsmasterplan utformes, i hovedsak av landskapsarkitekt/arealplanlegger og VA. Her ser vi at en av landskapsarkitektens viktigste roller, er å se muligheter for synergieffekt.

5) Juridisk forankring

Basert på anbefalinger fra utvalget til NOU 2015:16, forankres planen i kommuneplanens arealdel (KPA) for å sikre at den blir hensyntatt.

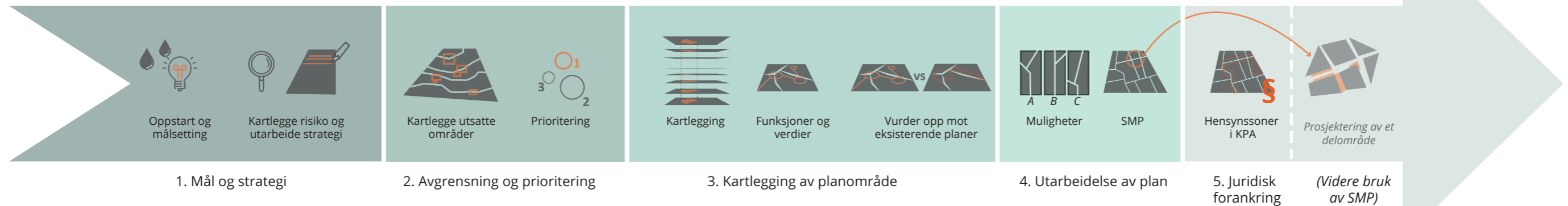
Videre bruk av SMP

Planen bør dermed brukes aktivt for å anlegge tiltak som bidrar til at systemets funksjon blir virkeliggjort. Både før anleggene er bygget,

underveis og i etterkant vil det være et beredskapsbehov, både for å unngå skade, tap av verdier og i verste fall liv. Det er også nødvendig å vurdere effekten av etablerte tiltak. Her kan erfaringer brukes for å gjøre endringer som bedrer framtidige tiltak. En evaluering av vannmodellens effekt vil også bidra til forbedret overvannsplanlegging.

Tidsperspektiv

Å sette en tidshorisont for når arbeidet med planlegging og gjennomføring av tiltakene skal være ferdig, er nødvendig for å ha framgang i arbeidet. Planleggingens omfang vil variere og tidsaspektet bør utarbeides av hver enkelt kommune. Som eksempel utarbeidet København kommune sin skybruddsplan i 2012, på tre måneder, og påfølgende konkretisering av skybruddsplaner ble ferdigstilt i løpet av 2013. Selve bygging av de 300 tiltakene skal stå ferdig innen 20 år. London har som mål å være klimasikker innen 2040 (GLA, 2016) og Malmö innen 2045 (Malmö stad, 2016).

**Sentrale fagfelt**

Vanningeniør	■	■	■	■	■	■
Landskapsarkitekt	■	■	■	■	■	■
Arealplanlegger	■	■	■	■	■	■
Vegingeniør	■	■	■	■	■	■
Arkitekt	■	■	■	■	■	■

Andre viktige fagfelt

Økolog	■	■	■	■	■	■
Geolog	■	■	■	■	■	■
Drift: parkanlegg	■	■	■	■	■	■

Figur 4.18: arbeidsprosessen for en skybruddsplan, med hovedvekt på skybruddsmasterplan (SMP), viser behovet for tverrfaglig samarbeid.

■ Fagfelt som er mindre sentral i denne fasen.

5.0 INTRODUKSJON TIL CASEOMRÅDET

I dette kapitlet presenteres bakgrunnfor valg av caseområde, hvordan det jobbes med klimatilpasning i dag og hvilke klimaendringer området står overfor.

5.1 VALG AV CASEOMRÅDE

I en forskningsrapport publisert av SINTEF (Flyen mfl., 2015) beskrives Oslo, Trondheim og Fredrikstad, som foregangskommuner innenfor klimatilpasningsfeltet, både i utforming av planer, vedtak og iverksetting av konkrete tiltak. Fra 2010 til 2012 ble flomveier kartlagt i de tre kommunene, gjennom prøveprosjektet Framtidens byer.

Valg av caseområde falt på Trondheim, da kommunen kan forvente større endringer i nedbørmengde og særlig en økning av vinternedbøren (23-49 prosent), sammenlignet med Oslo og Fredrikstad. Sett opp mot referanseprosjektene omtalt i kapittel 4, har Trondheim andre utfordringer knyttet til håndtering av overvann, som eksempelvis terreng og vintersituasjon. Å utforske både muligheter og utfordringer i Trondheim kan dermed bidra til nye innspill for planlegging av overvannshåndtering i et nordisk klima.

I de senere årene har Trondheim blitt en av kommunene i landet som har hatt størst fokus på overvannshåndtering og sårbarhet knyttet til klimaendringer (Flyen mfl., 2014). Eksempelvis finnes det både testanlegg for regnbed (Braskerud mfl., 2013) og blåtak (Klima 2050, u. å.) i Trondheim.



Figur 5.1: stormflohendelse i Trondheim januar 2017. Bryggerekkene er utsatt for oversvømmelse ved økt vannstand som følge av lavtrykk kombinert med pålandsvind. Økt nedbør og avrenning kan også bidra til slike oversvømmelser.

5.2 KLIMAARBEID I TRONDHEIM

Trondheim kommune bidrar aktivt i klimaarbeidet, både med tiltak for klimagassreduksjon og klimatilpasning. Gjennom *I Front*, et samarbeidsforum med fokus på kunnskapsutveksling om klima, er Trondheim mentor for småkommuner i egen region (Strømø, 2016).

Som eneste kommune, bidrar Trondheim i forskningsprogrammet Klima 2050, ved senter for forskningsbasert innovasjon (SFI), ledet av SINTEF. De samfunnsmessige risikoene knyttet til klimaendringer, økt nedbør og flomvann i det bygde miljøet, skal reduseres, gjennom utvikling av ny kunnskap og innvasjon. (Forskningsrådet, 2015, s.19).

5.3 KLIMAFRAMSKRIVNINGER FOR SØR-TRØNDELAG

Klimaprofil for Sør-Trøndelag (Norsk klimaservicesenter, 2016) viser økt sannsynlighet for fire hendelser: (1) ekstremnedbør, (2) regnflom, (3) stormflo og (4) jord-, flom- og sørpeskred.

(1) Det ventes en økning i årsnedbøren på ca. 20 prosent for Sør-Trøndelag, hvor de kraftigste nedbørsendringer vil inntreffe ved kysten. Ekstremnedbøren er forventet å øke vesentlig både i intensitet og hyppighet. Dette skaper økt risiko for større flommer i uregulerte vassdrag og kystnære elver som i dag er utsatt for flom.

(2) Sannsynligheten for flom i tettbebygde områder og i små, bratte vassdrag, øker ved lokal, intens nedbør. Det forventes også at det vil komme mer nedbør i form av regn om vinteren.

(3) Lavtliggende områder ved kysten vil bli mer utsatt for oversvømmelser ved stormflo, på grunn av forventet havnivåstigning.

(4) Den siste framskrivningen er økt risiko for jord-, flom- og sørpeskred. Denne risikoen vil øke ved hyppigere hendelser med ekstremnedbør.

Alle framskrevne hendelser bør hensyntas gjennom planlegging, men denne oppgaven avgrenses til klimatilpasset overvannshåndtering og fokuserer derfor på å håndtere overvannsflo (pluvial flom).

5.4 KOMMUNENS STRATEGI FOR OVERVANNSHÅNDTERING

Kommunens strategi for å møte utfordringene med økt overvann er i stor grad rettet mot å redusere avrenningstopper i ledningsnett (Trondheim kommune, 2013b). Dette er foreslått ved å utbedre eksisterende avløpssystem og bruke en kombinasjon av åpne overvannsløsninger og tradisjonelle løsninger i alle utbygginger. I tillegg skal naturlige flomveier bevares og areal for nye flomveier skal avsettes etter behov (Flyen mfl., 2014). Videre ønskes det å separere overvannet (torørsystem) og begrense tilførte overvannsmengder til ledningsnett fra ny bebyggelse og ved fortetting. Kommunen ønsker å infiltrere og fordrøye overvannet lokalt i grønne arealer der det er mulig, før det føres til ledninger og bekker.

Et mål for strategiarbeidet i kommunen, er å utarbeide en overordnet VA-plan som kartlegger fordrøyningsbehov, viser helhetlig overvannshåndtering med konkrete tiltak, vurderer muligheter for åpning av bekkeløp, samt utreder hensyn til sårbare resipienter og naturlige flomveier (Trondheim kommune, 2013b).



Figur 5.2.

Punktene under viser forventede klimaendringer i Sør-Trøndelag fram til 2071-2100 for hydrologiske forhold og naturfare som kan ha betydning for samfunnsikkerheten (Norsk klimaservicesenter, 2016).

- Økt sannsynlighet
- Ekstremnedbør
 - Regnflom
 - Stormflo
 - Jord-, flom- og sørpeskred

- Mulig økt sannsynlighet
- Tørke
 - Isgang
 - Snøskred
 - Kvikkleireskred

- Endret eller mindre sannsynlighet
- Snøsmelteflom

- Usikkert
- Sterk vind
 - Steinsprang og steinskred
 - Fjellskred

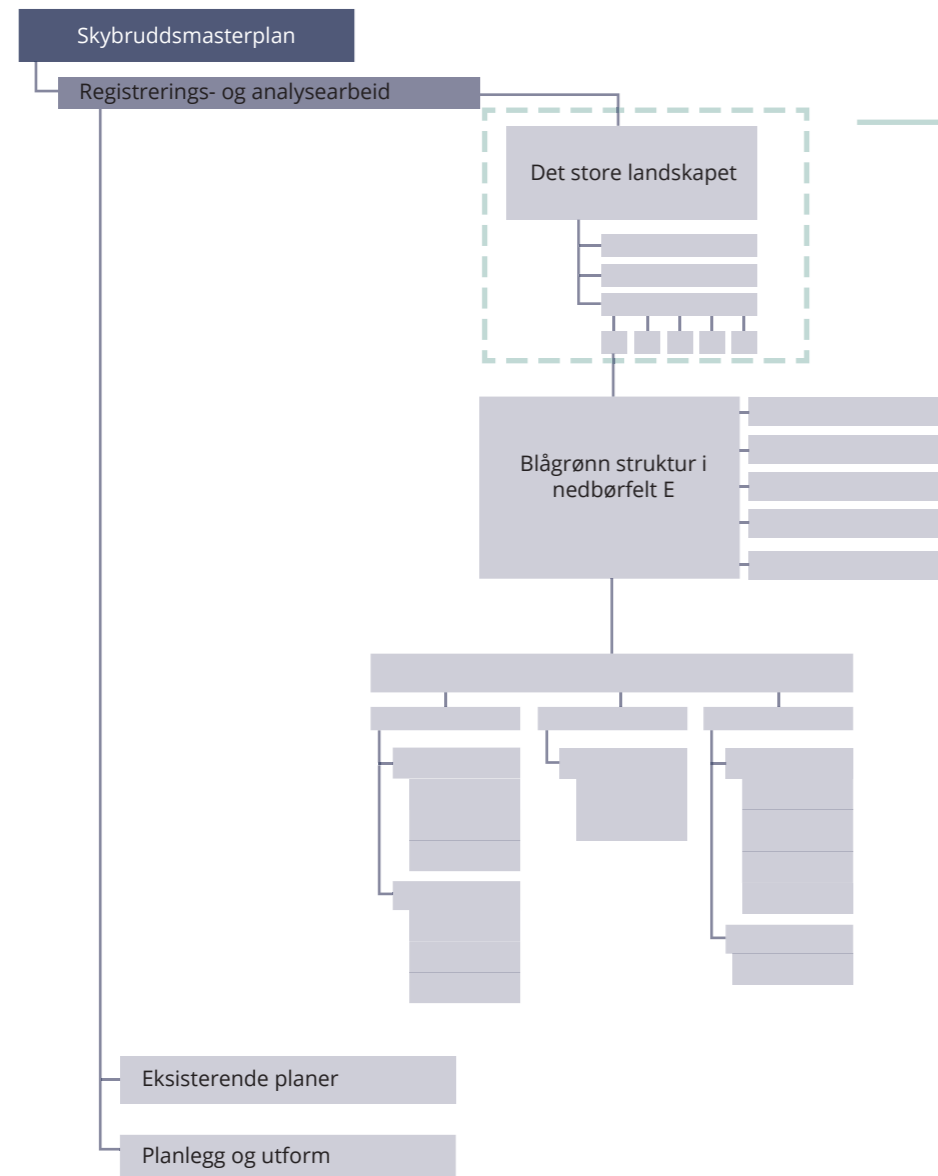
6.0 SKYBRUDDSMASTERPLAN

I dette kapitlet tester vi planleggingsmetoden gjennom å utarbeide en skybruddsmasterplan for et nedbørfelt i Trondheim. Vi starter med å registrere og analysere i to ulike nivåer. Først ser vi på hele kommunen for å få en oversikt over det store landskapet. Ut i fra kartleggingen velges et nedbørfelt ut som skybruddsmasterplanen skal utarbeides for.

Første trinn i registrerings- og analysearbeidet skal avdekke hvor de største utfordringene i kommunen er og prioritere hvilke nedbørfelt det bør gjøres tiltak i først.

6.1 REGISTRERINGS- OG ANALYSEARBEID: DET STORE LANDSKAPET

STEG 2



Figur 6.1: den første delen av registrerings- og analysearbeidet tar for seg hele kommunen, altså det store landskapet.



Framgangsmåte

Analyse- og registreringsarbeidet av hele kommunen innebærer å se på de større overordnede landformene og strukturene i området. Formålet med denne delen er å identifisere hvordan vannet renner gjennom området og deretter hvilke arealer som er mest utsatt for flom.

Først kartlegges arealbruken i kommunen som viser fordelingen mellom urbane områder og naturområder.

Deretter registreres de store landskapsformene for å identifisere forsenkninger og i hvilke retninger vannet renner. Herunder er markante og bratte skråninger, toppunkt og bekkedaler aktuelt å registrere, da alle påvirker vannets avrenning.

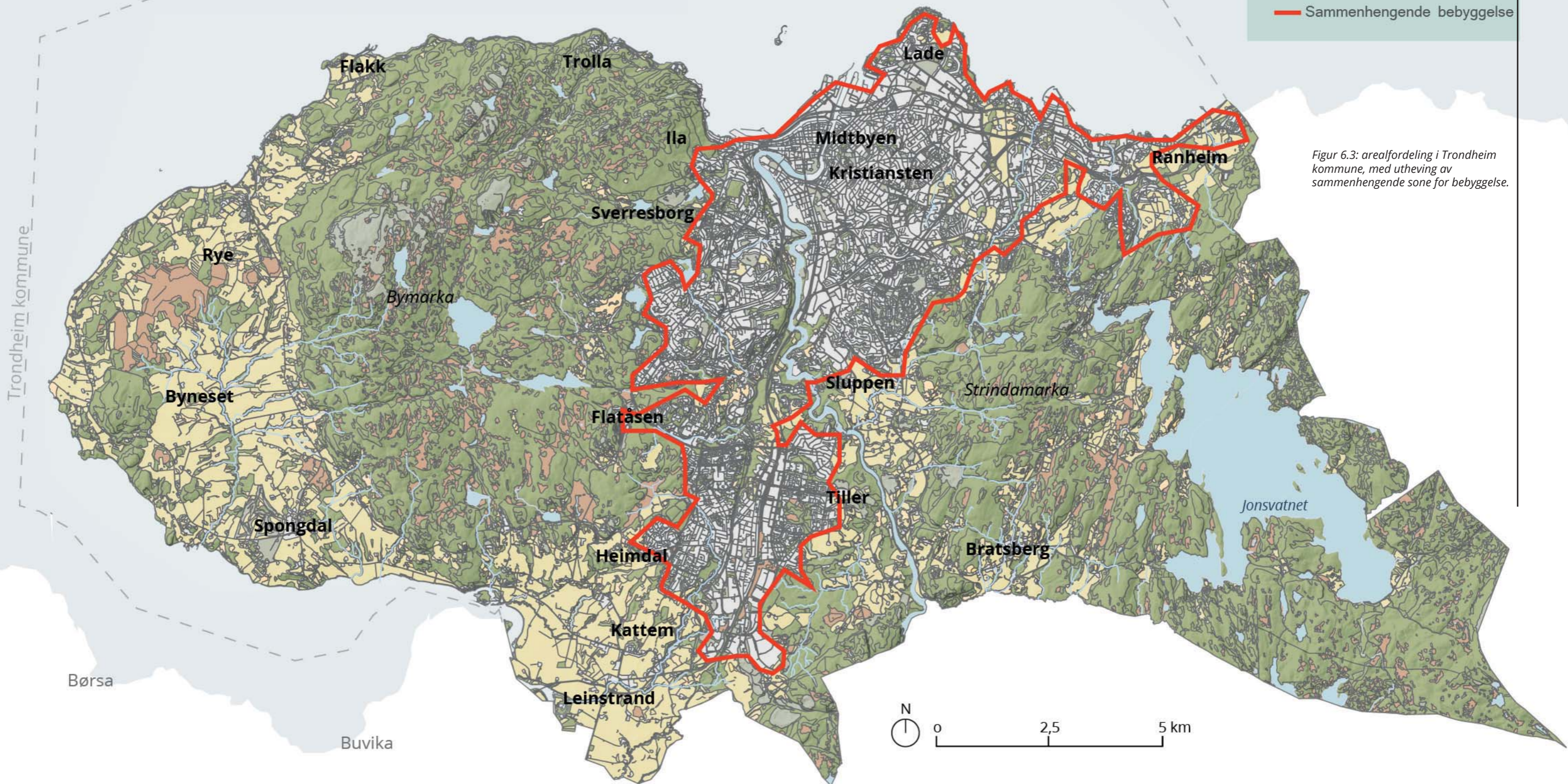
Tilslutt ser vi på det hydrologiske systemet og delte inn kommunens landområder i nedbørfelt for å systematisere videre planlegging. Vi bruker skadedata for flomhendelser i kommunen for å prioritere hvilket nedbørfelt vi lager skybruddsmasterplanen for.

Figur 6.2: oppbygging av registrerings- og analysearbeidet i det store landskapet.

Arealfordeling

Trondheim kommune består av større utmarksområder (skog, myr, åpen fastmark), jordbruksareal og bebygde områder. Utmarksområdene deles i to av det sammenhengende bebygde området som strekker seg fra Ranheim og Lade i øst, til Byåsen i vest og videre til Heimdal og Tiller i sør. Bebyggelsesmønsteret følger Nidelva. Innslaget av grønne arealer minsker i de bebygde sentrumsområdene. Byneset og Leinstrand utgjør større landbruksområder med dyrket jord og beitemark.

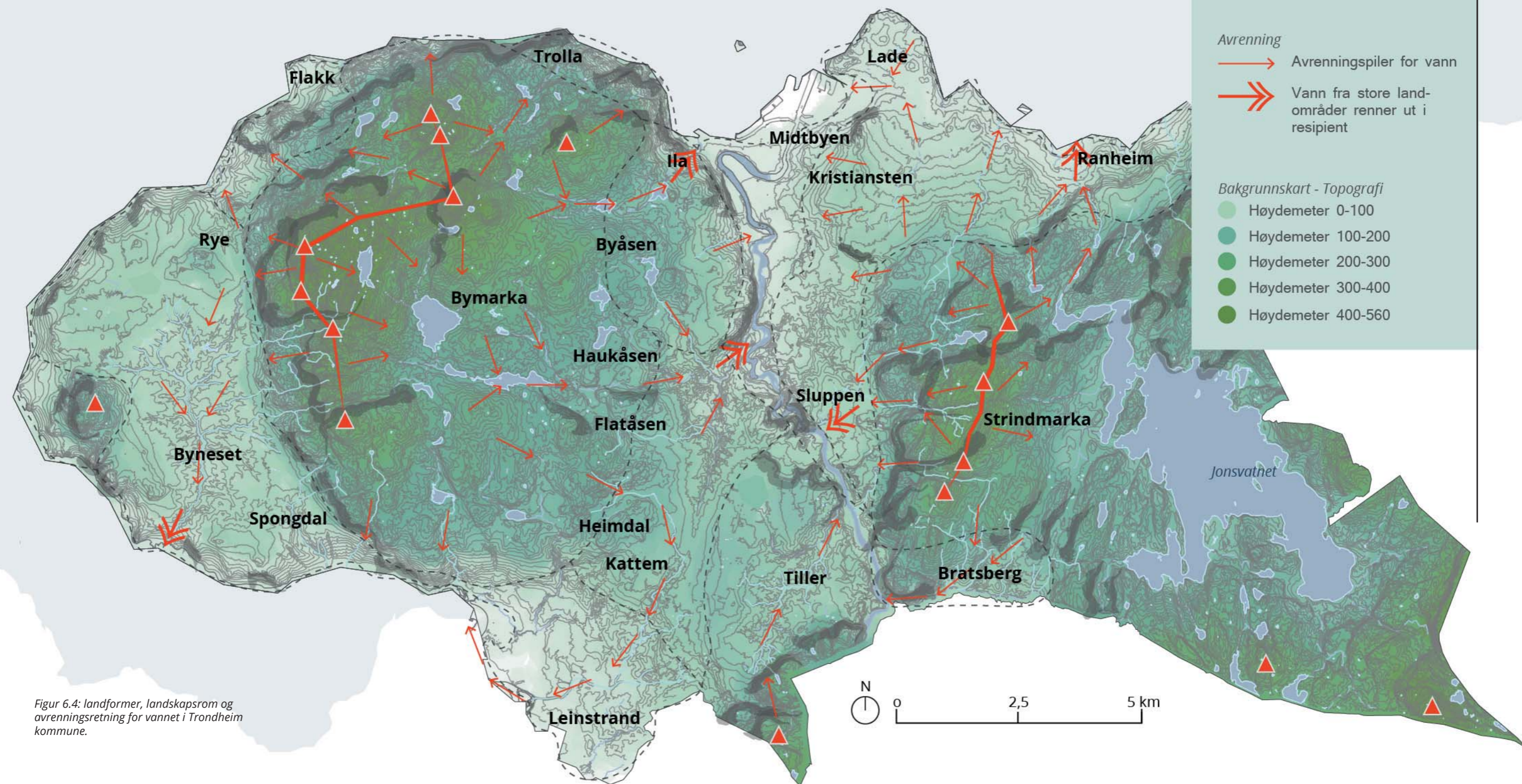
Den sammenhengende sonen av bebyggelse langs Nidelva har innvirkning på ferdsel mellom de to store utmarksområdene. Beltet av bebyggelse langs Nidelvas bredder forsterker overflatevannets avrenning gjennom å redusere infiltrasjons- og fordrøyningsområder. I tillegg reduseres tilgjengelig oversvømmingsareal langs elva og vannet vil mest sannsynlig gjøre skade hvis det går over elvens bredder.



Landformer og avrenning

Topografien i Trondheim preges av to høytliggende utmarksområder (Bymarka og Strindmarka), en elvedal (Nidelva) og flatere områder ut mot fjorden (Byneset og Lade). Fjelltoppene i utmarksområdene danner markante rygger som fungerer som vannskiller og synliggjør de store landområder som Nidelva drenerer. En stor mengde av vannet kobles på Nidelva i to områder, ved Sluppen og sørøst for

Byåsen. Vann som ikke renner ned i Nidelva, renner til Jonsvatnet eller ut i fjorden. Inndeling av landskapsrom etter landskapsvegger, framhever hvordan vannet renner gjennom området. Smale og lange rom (bekke- og elvedaler) fører samlede avrenningslinjer (vassdrag), mens større rom tyder på mer spredt avrenning. Nidelvas elvedal er det mest tydelige landskapsrommet i området.



Figur 6.4: landformer, landskapsrom og avrenningsretning for vannet i Trondheim kommune.

Vassdrag, skredfare, skadedata og historisk elveløp

Vassdrag

I Trondheim kommune er det to store resipienter som mottar vann: Jonsvatnet og Trondheimsfjorden. Enkelte bekkeløp er lagt i rør og de fleste befinner seg nordvest for Jonsvatnet og i bebygde områder langs Nidelva.

Flom- og skredfare

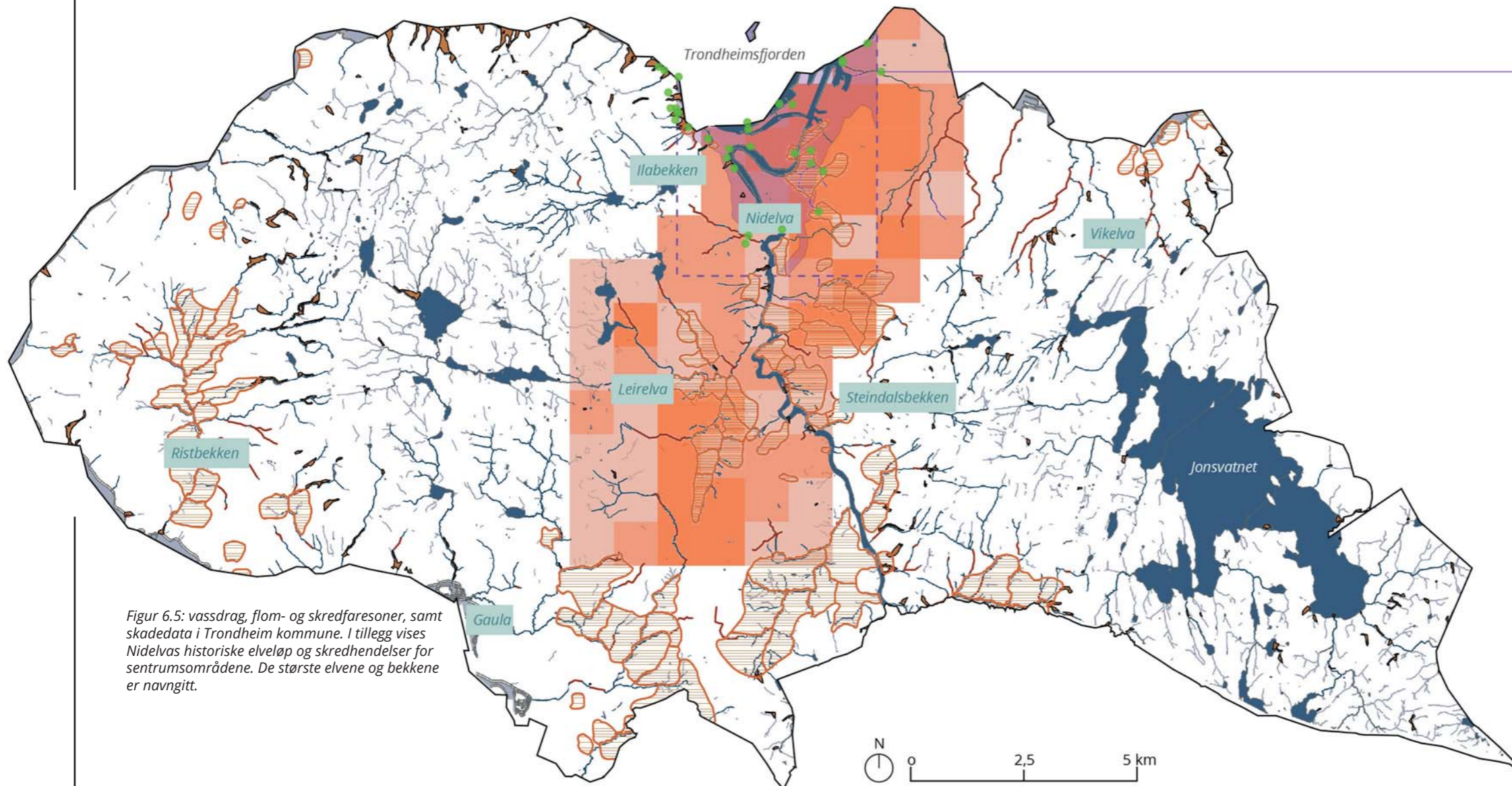
Områder utsatt for flom er lavtliggende elvemunninger ved fjorden, som ved Leinstrand og Midtbyen, og områder langs Nidelva. Midtbyen er i tillegg utsatt for flom ved havnivåstigning. Siden 1345 er det registrert ca 50 flomhendelser i kommunen, de fleste knyttet til vårflommer i Gaula, Nidelva og Ilabekken (Strømø, 2016). Skedfaren er størst i områder

sør i kommunen, og flom- og leirskred er hendelsene i kommunen med mest fatale følger. Risikoen for skred øker ved ekstremnedbør, da økt vann i grunnen kan føre til ustabile masser. I litteraturen er det usikkerhet hvorvidt ekstremnedbør øker sjansen for kvikkleireskred. Dette er relevant fordi Trondheim by er bygd på store forekomster av saltvannsleire som kan utvikle seg til kvikkleire. Den historiske utviklingen til Nidelvas elvemunning (figur 6.6), forklarer hvorfor byen består av store mengder marine avsetninger, som saltvannsleire. Områder med marine avsetninger er ikke farlige før de blir ustabile, men mye nedbør kan gjøre dem ustabile, men mye nedbør kan gjøre dem ustabile. Ferskvann skyller ut sjøsalt i leirens porevann og fjerner saltioner som holder leirkorn og dermed oppstår kvikkleire (Sveian mfl., 2007).

Skadedata:

I tillegg til aktsomhetskart for flom og skred, bidrar skadedata med mer nøyaktig kunnskap om hvilke områder som er utsatt. Dette er et viktig hjelpemiddel for å lokalisere flomutsatte områder, da risikoen ikke vil minske før forebyggende tiltak blir gjort.

Framstilt skadedata i kart er anonymisert ved å aggregere den geokodete dataen til et rutenett (se figur 6.5), og verdiene går fra lav til høy. Bakgrunnen for dette er at informasjonen er unntatt offentligheten. I oppgaven er det benyttet skadedata fra den bebygde sonen, med utgangspunkt i to kartlagte hendelser i 2007 (29.07 og 03.08). Utfordringen med å kun benytte seg av skadedata fra to hendelser, er at det kan være andre områder som er mer utsatt som ikke er registrert. Da det ikke foreligger mer tilgjengelig informasjon har vi måttet basere oss på disse dataene.



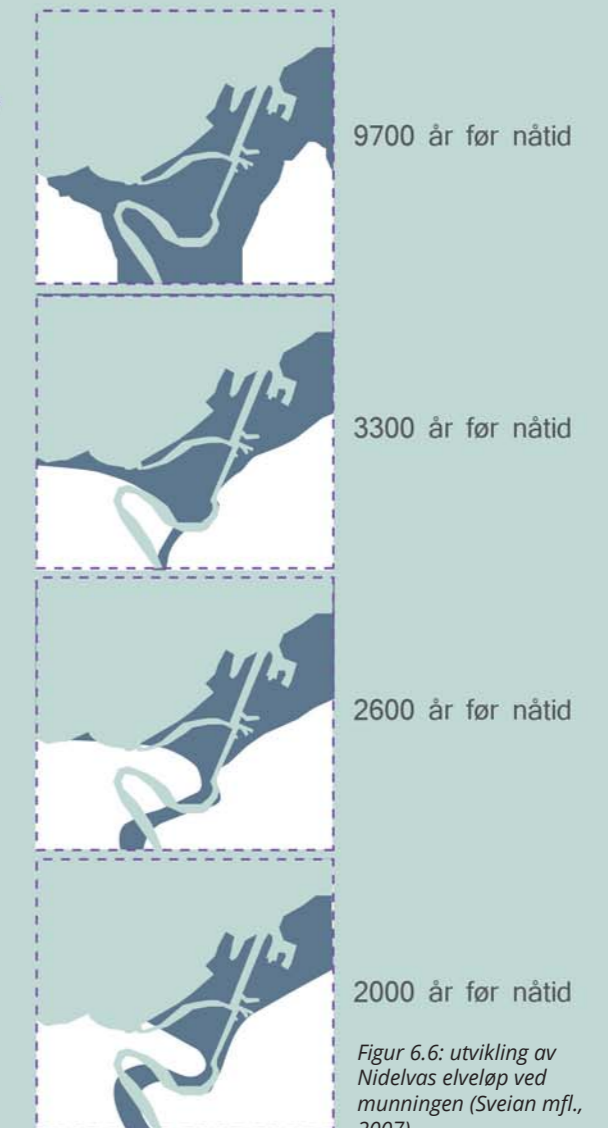
Figur 6.5: vassdrag, flom- og skredfaresoner, samt skadedata i Trondheim kommune. I tillegg vises Nidelvas historiske elveløp og skredhendelser for sentrumsområdene. De største elvene og bekkene er navngitt.

Tegnforklaring

- Åpne bekkeløp
- Bekk i rør
- Historisk bekkeløp
- Flomsoner
- Fare for kvikkleireskred
- Fare for jordflom
- Historiske skredhendelser i sentrum
- Områder med registrerte flomskader (mørkere farge betyr flere skader)

Historisk elveløp

- Nidelvas utløp for 9700 år siden
- Elveløpets utvikling i Midtbyen (sentrum):
- Områder over vann
- Områder under vann i dag
- Områder under vann tidligere

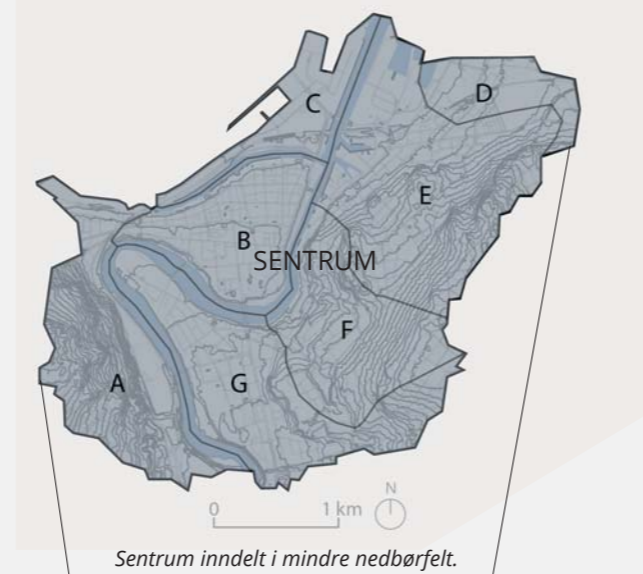


Figur 6.6: utvikling av Nidelvas elveløp ved munningen (Sveian mfl., 2007).

Nedbørfelt - planleggingsenhet

Planleggingsarbeidet blir mer håndterlig ved å dele inn kommunen i mindre planområder, basert på nedbørfelt. Trondheim kommune er delt inn i 79 nedbørfelt. De grå områdene på kartet er områder uten tydelige bekkeløp og som grenser mot fjordområder, bekkeløp eller som ikke er reigstrert.

Størrelsen på nedbørfeltene varierer, og i urbane områder som sentrumsområdet i Trondheim, er det gunstig å dele inn området i mindre nedbørfelt. Det er i urbane områder flom kan gjøre størst skade på person og materiell, og det er her det finnes minst plass til å gjøre flomdempende tiltak. Derfor er det gunstig å avgrense mindre områder som er håndterbare for detaljert kartlegging og planleggingsarbeid.

**Nedbørfelt i Trondheim kommune****Leirelvavassdraget**

- 1: Leirelva
- 1A: Uglabekken
- 1B: Heimdalsbekken
- 1C: Kystadbekken

Tilløpsbekker til Nidelva

- 2: Sverresdalsbekken
- 3: Bekkedaler nord for Bøckmans veg
- 4: Bekker ved Nordre Hallsetveg
- 5: Bekk fra Skjetnemarka
- 6: Bekk ned til Leirfossan
- 7: Kvetabekken
 - 7A: Hårstadbekken
- 8: Bekk ved Skarpmoen
- 9: Nardobekken
- 10: Fredlybekken
- 11: Hornebergbekken
- 12: Steindalsbekken
- 13: Bekk vest for Bjørkåsen
- 14: Eklesbekken
- 15: Follabekken
- 16: Bekk fra Bratsbergåsen
- 17: Amundsbekken

Bekker som drenerer til Gaula/Byneset

- 18: Sjøra
- 19: Eggbekken
 - 19A: Ustbekken
- 20: Buskleinbekken
- 21: Vadbekken
- 22: Gravbekken
- 23: Stordalsbekken
- 24: Ristbekken
 - 24A: Bergsbekken
 - 24B: Hafellbekken
 - 24C: Kvisetbekken
 - 24D: Høstadbekken
- 25: Aunbekken
- 26: Bjøra
- 27: Ryebekken
- 28: Elsetbekken
- 29: Klefstadbekken
- 30: Flakkbekken
- 31: Folafotbekken

Bekker som drenerer til fjorden øst for byen

- 32: Ladebekken
- 33: Leangenbekken
- 34: Grillstadbekken og Stokkanbekken
- 35: Rønningsbekken
- 36: Vikelva
- 37: Reppesbekken
- 38: Værebekken

Bekker som drenerer til fjorden vest for byen

- 39: Ilabekken
- 40: Bekk ved Ila kirkegård
- 41: Kudalsbekken
- 42: Garnisonsbekken
- 43: Trollabekken
- 44: Svartdalsbekken

Bekker som drenerer til Vikelva*

- 45: Røstadbekken
- 46: Reppesåsbekken
- 47: Solemsbekken
- 48: Stokkdalsbekken
- 49: Jervbekken
- 50: Bekker rundt Gjeddvatnet
- 51: Lykkjbekken
- 52: Simsbekken
- 53: Mobekken
- 54: Greistadbekken
- 55: Engelsåsbekken
- 56: Væresaunbekken
- 57: Løkkstad
- 58: Espåa/Fiskedalsbekken
- 59: Sæterbekken
- 60: Brottobekken
- 61: Kvernbecken/Vikabekken
- 62: Hammerbekken
- 63: Litlbekken
- 64: Bekker rundt Sandtjønnå
- 65: Hestsjøbekken
- 66: Sagelva
- 67: Trøbekken
- 68: Jervlandsbekken
- 69: Langengbekken/Storbekken/Kaldbudalsbekken

Bekker som drenerer til Draktselva/Nidelvassdraget*

- 70: Heinfjordbekken

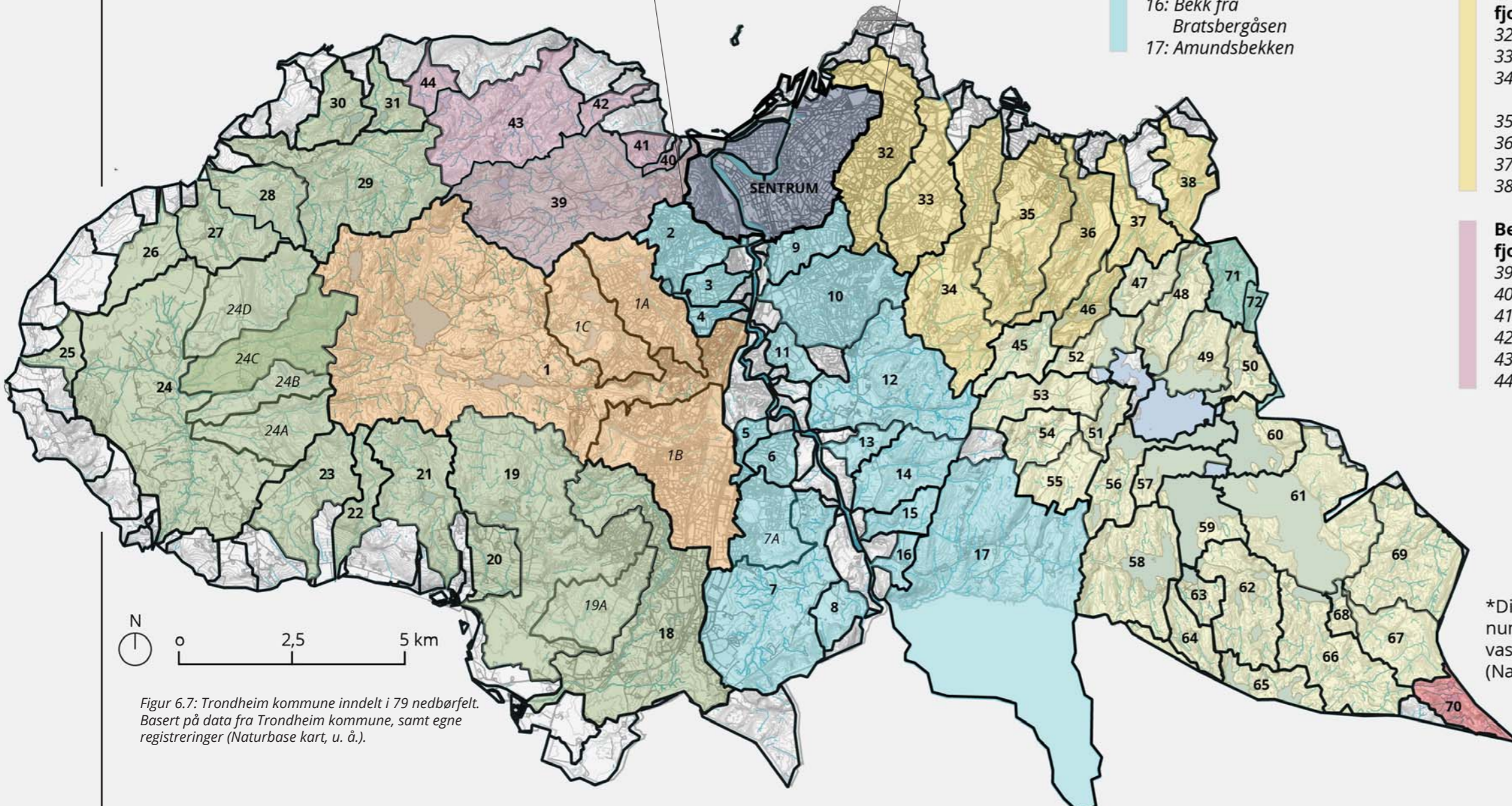
Bekker som drenerer til Storelva (Malvik kommune)*

- 71: Stokkdalsbekken
- 72: Vasselbekken

Sentrumsområder* (Navngitt etter områder da det er ingen åpne bekkeløp i området)

- A: Sverresli
- B: Midtbyen
- C: Brattøra
- D: Nyhavna
- E: Rosenborg
- F: Singsaker
- G: Øya/Elgeseter

*Disse nedbørfeltene har ikke kommunen navngitt eller nummerert. Navngiving er gjort etter informasjon om vassdragsnavn og stedsnavn funnet i kartdatabaser. (Naturbase kart, u. å.)



Figur 6.7: Trondheim kommune inndelt i 79 nedbørfelt. Basert på data fra Trondheim kommune, samt egne registreringer (Naturbase kart, u. å.).

Prioritering og valg av nedbørfelt

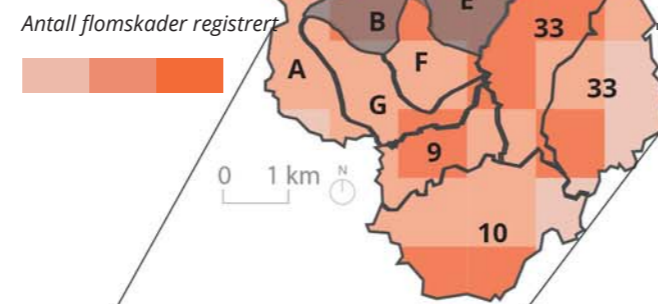
Rekkefølgen for utarbeidelse av skybruddsmasterplaner, prioriteres etter hvor utsatt de er for flomhendelser som gjør skade. Nedbørfelt som ligger i bidragssonen (øverst i systemet) i denne kommunen, sees ikke på som en risiko, selv om det er registrert aktsomhetssone for flom her. Det er ikke markert prioritert for nedbørfelt i de øvre sonene (bidragssonen og samlingssonen), men de kan de likevel påvirke forholdene lengre ned i

transportsystemet. Derfor bør det vurderes tiltak i øvre nedbørfelt for å lette trykket i områder lengre ned, hvor problemene oppstår.

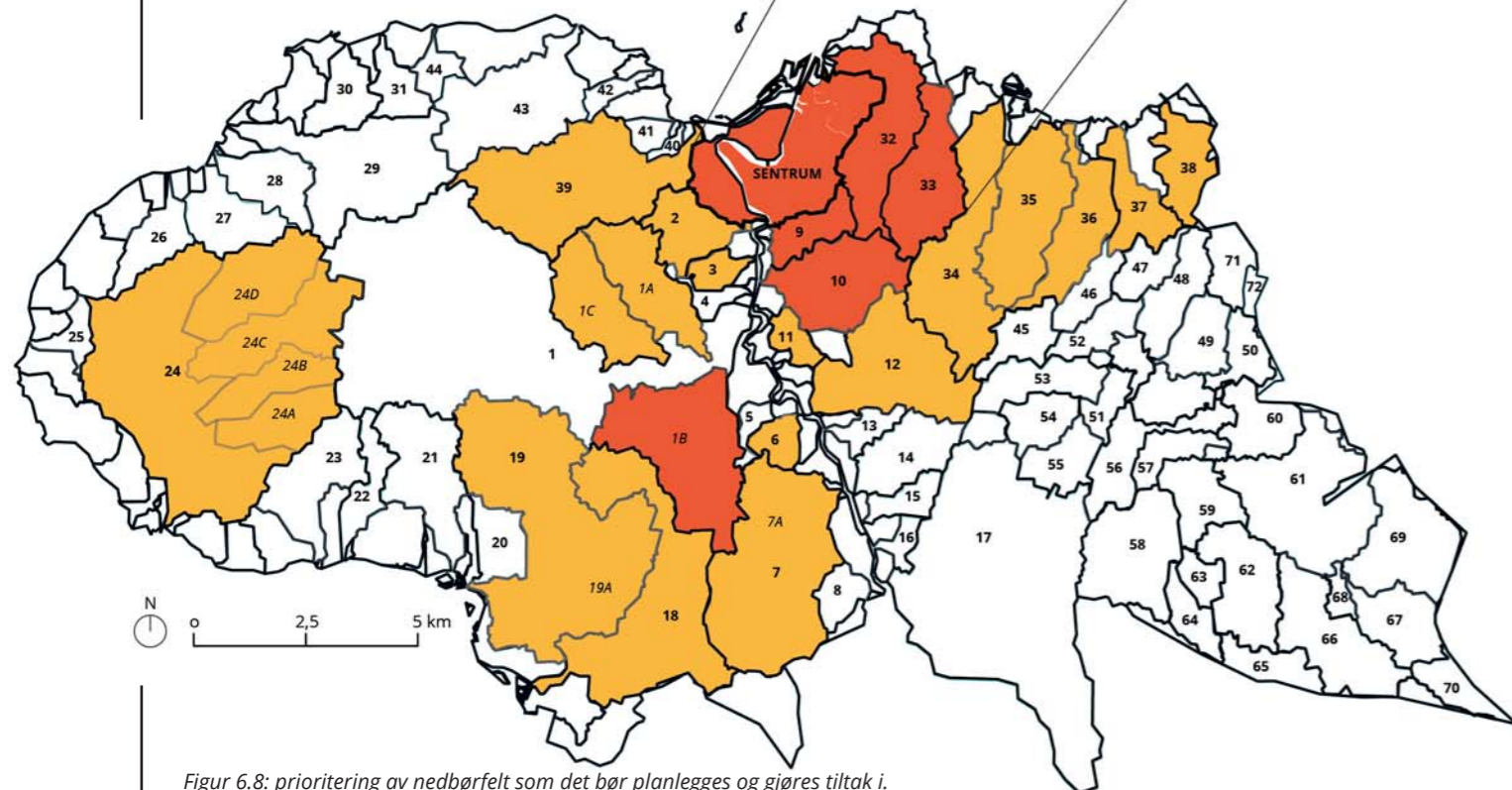
Prioritering av nedbørfelt gjøres først i tre kategorier: høy, middels og lav prioritert. Deretter sammenstilles feltene med høyest prioritering og nedbørfelt(ene) velges ut basert på flest skader, viktigste aktsomhetssoner for flom og/eller der flommen gjør størst skade.

Prioriteringskategorier:

-  Høy prioritering: nedbørfelt med mange skader registrert og/eller stor aktsomhetssone for flom. I tillegg er skader fra flomhendelser svært kostbare på grunn av høy urbaniseringsgrad
-  Middels prioritering: nedbørfelt med noen skader registrert og/eller aktsomhetssone for flom
-  Lav prioritert: nedbørfelt med få/ingen skader registrert og/eller ingen aktsomhetssone for flom.

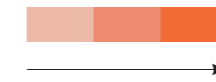


11 nedbørfelt i sentrum har høy prioritet, hvorav felt B og E har flest registrerte skader, samtidig som disse er utsatt for flom.

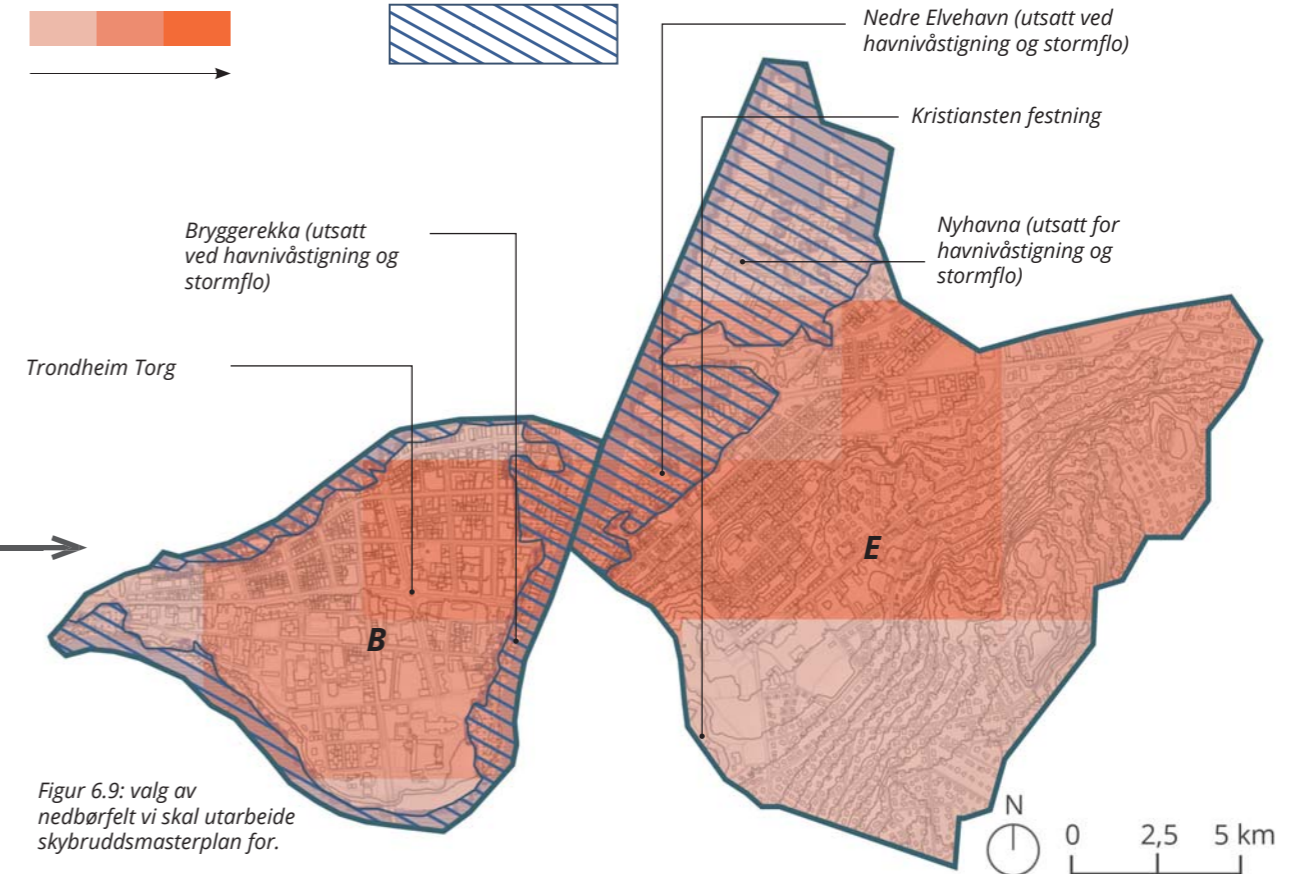


Figur 6.8: prioritering av nedbørfelt som det bør planlegges og gjøres tiltak i. 12 nedbørfelt har fått høy prioritering basert på registrerte skader og flomfare.

Antall flomskader registrert



Aktsomhetssone for flom



Figur 6.9: valg av nedbørfelt vi skal utarbeide skybruddsmasterplan for.

Nedbørfelt B: Midtbyen

Utfordring: verneverdige bygg langs vannkanten er utsatt ved havnivåstigning og stormflo.
Topografi: flatt.
Type områder: bygårder, offentlige institusjoner, næringsbygg, torg og små grøntområder.

Nedbørfelt E: Rosenberg

Utfordring: havnivåstigning og ansamling av overvann skaper mulige flomområder ved vannkanten (Nedre Elvehavn og Nyhavna).
Topografi: mellom 0-45 graders helning.
Type områder: villaområder, bygårder, offentlige institusjoner, næringsbygg, store grøntområder.

Prioriteringsrekkefølgen vil endre seg etter hvert som det gjennomføres tiltak og/eller klimaframskrivningene endrer seg. Rekkefølgen bør derfor vurderes fortløpende.

Det er nødvendig å utarbeide planer for både nedbørfelt B og E, men vi har valgt å utarbeide skybruddsmasterplan for nedbørfelt E: Rosenberg. Dette området har flere utfordringer knyttet til overvannshåndtering som vi ønsker å utforske. Det innehar flere typer områder og varierende terreng.

6.2 REGISTRERINGS- OG ANALYSEARBEID: NEDBØRFELT E

STEG 2

Skybruddsmasterplan

Registrerings- og analysearbeid

Det store landskapet

DEL 2

Blågrønn struktur i
nedbørfelt E

Eksisterende planer

Planlegg og utform

Figur 6.10: oppbygging av framgangsmåten for utarbeidelse av skybruddsmasterplan. Denne delen omhandler registrerings- og analysearbeidet for utvalgt nedbørfelt.



Figur 6.11.

6.2.1 FRAMGANGSMÅTE

Vi avklarte i teorien at klimatilpasset overvannshåndtering gjøres ved å bruke naturbaserte løsninger som gir både tekniske, økologiske og sosiale verdier og funksjoner. Disse tre funksjonene utgjør flerfunksjonell blågrønn struktur. Målet med registrerings- og analysearbeidet er derfor å avdekke hvilke blågrønne strukturer som er viktige for å oppnå målet om flerfunksjonalitet.

Vi kartlegger først den blågrønne strukturen i nedbørfeltet, før vi deretter vurderer de tekniske, økologiske og sosiale funksjonene og verdiene den blågrønne strukturen gir.



Figur 6.12: nedbørfeltets plassering i Trondheim, like ved sentrumsområdet Midtbyen.

INTRODUKSJON TIL NEDBØRFELT E:

Nedbørfelt E ligger på østsiden av Nidelva, i utkanten av Trondheim sentrum. Feltet omfatter områdene Rosenberg, Møllenberg, Kirkesletten, Nedre Elvehavn, Nyhavna, Rosendal, Lademoen og deler av Tyholt.

Nedbørfeltet består av store boligområder og er et av de tettest befolkede områdene i Trondheim (Statistisk sentralbyrå, u. å.). Området ligger sentralt til, med kort avstand til handel og

arbeidsplasser i bykjernen (Midtbyen). Derfor er det grunn til å tro at presset på utbygging i området ikke vil minske, og som en følge vil trusselen mot dagens blågrønne arealer øke.

I nedbørfeltet er de største problemene tilknyttet flomfare langs elvebredden og fjordkanten. Å redusere avrenning fra høyereliggende områder i nedbørfeltet, kan bidra til at mindre overvann samles opp ved kanten til resipienten. Dette kan være et ledd for å minske faren for flom i områdene, selv om faren i hovedsak kommer fra økt vassføring i Nidelva, stormflo og havnivåstigning.

Munkholmen

6.2.2 BLÅGRØNN STRUKTUR I NEDBØRFELT E



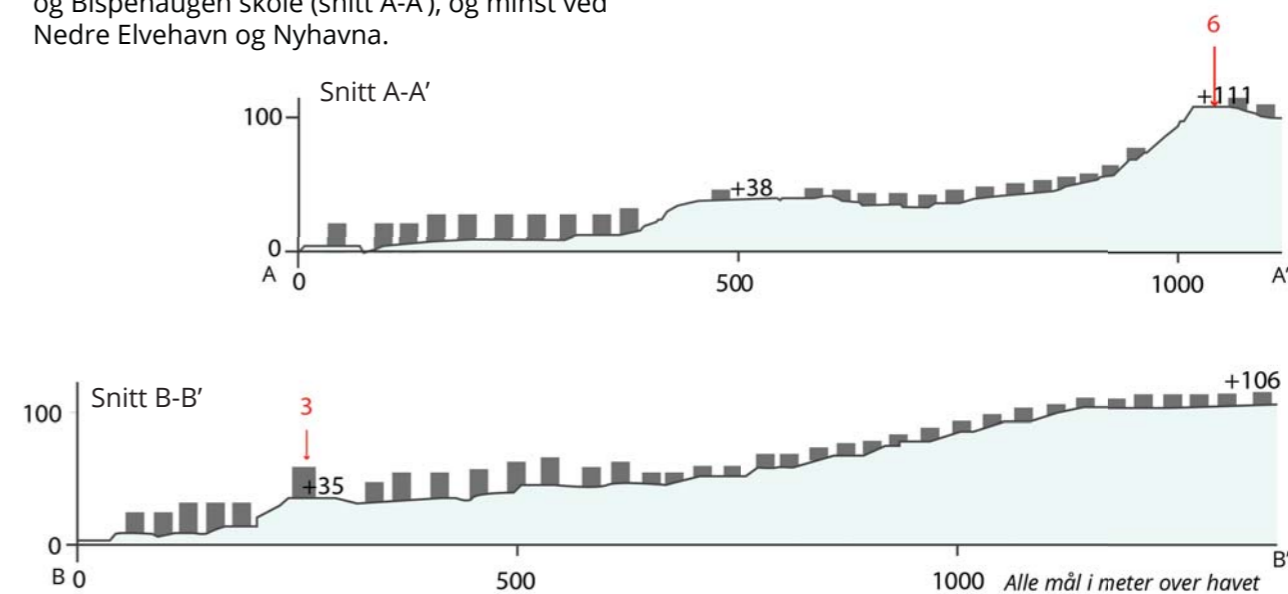
Figur 6.13: oversiktskart for nedbørfelt E.

Nedbørfelt E utgjør den østlige delen av Trondheim sentrum og består av industriområdet Nyhavna, sentrumsområdet Nedre Elvehavn og bygårdsområdene Møllenberg, Kirkesletten og Rosenberg. Solsiden (Nedre Elvehavn), Bispehaugen skolen og Kristiansten festning (festningsparken) er kjennemerker innenfor nedbørfeltet.

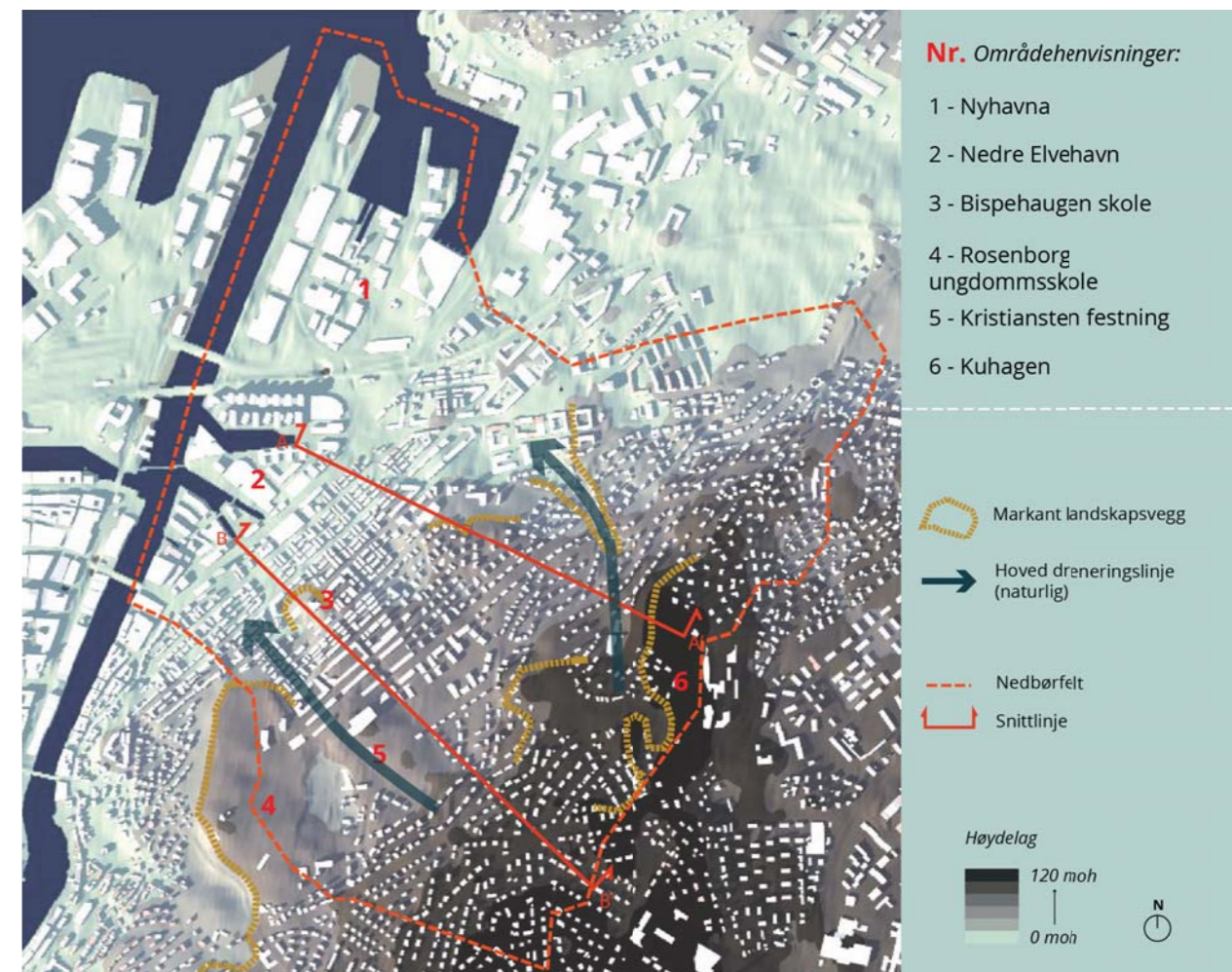
Kartlegging av terrenget
- Førende for vannets bevegelser

De markante landskapsveggene ved Kristiansten festning og Kuhaugen skiller dette nedbørfeltet fra andre felt. Fra Kuhaugens rygg, skråner terrenget ujevnt ned mot Trondheimsfjorden. Terrengets fallforhold er størst ved Kuhaugen og Bispehaugen skole (snitt A-A'), og minst ved Nedre Elvehavn og Nyhavna.

To tydelige hovedretninger for vannets naturlige bevegelse kan leses ut fra terrenget (figur 6.15). Vannets reelle bevegelse påvirkes av bebyggelse og infrastruktur, som påfølgende kartlegginger tar for seg.



Figur 6.14: terrenget skråner utjevnt ned fra Kuhaugen (6) med noen mindre rygger som danner forsenkninger. De største byggene (blokkhus og bygårder) er plassert nedstrøms i dette området.



Figur 6.15: de mest markante landskapsveggene påvirker vannets naturlige bevegelse gjennom nedbørfeltet.

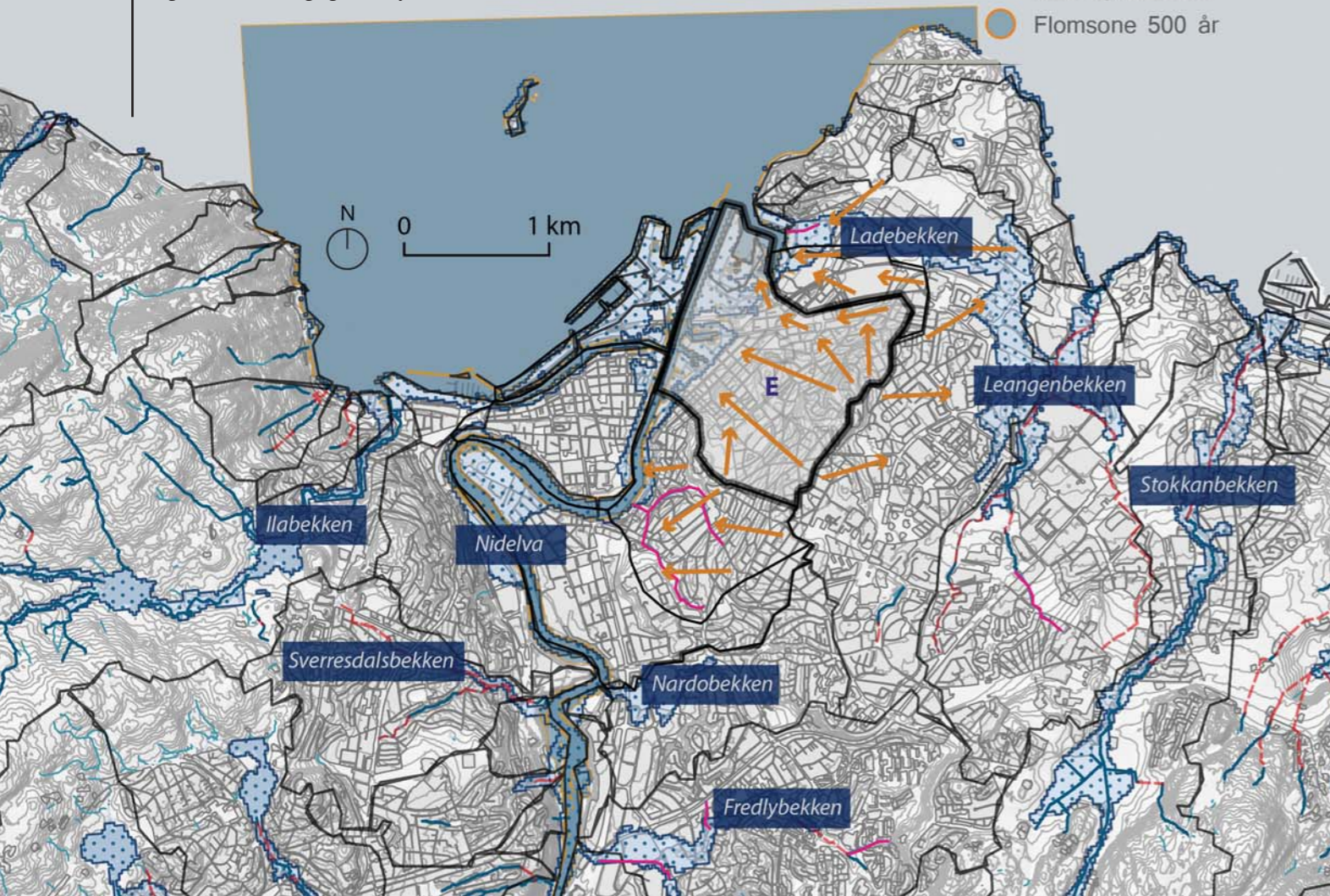
Vassdrag og nedbørfelt i sentrum

Gjennom sentrumsområdet i Trondheim renner flere bekker som enten har sitt utløp i Nidelva eller i fjorden. Flere bekker er lagt i rør eller endret fra sitt opprinnelige bekkeløp (historiske). Det er derimot få bekkeløp som krysser de mest sentrumsnære områdene og ingen i nedbørfelt E. Kun Nidelva renner gjennom området og fungerer i dette feltet som resipient.

Aktsomhetssoner for flom er registrert ved fjordkanten, samt langs bekker og Nidelva. Her er det valgt å vise aktsomhetssonen for en 500-års flom, da den vil kunne forårsake størst skade. I nedbørfelt E er flomutsatte områder ved Nidelva og Trondheimsfjorden (Nedre Elvehavn og Nyhavna).

At nedbørfelt E ikke har åpne vassdrag som kan utnyttes som trygge flomveier gjør at problemstillinger knyttet til for eksempel bekkeåpninger ikke blir belyst i denne oppgaven. Vi ser derfor at kartlegging av eksisterende flomveier er svært viktig (figur 6.17, neste side).

Figur 6.16: vassdrag og nedbørfelt i sentrumsområdet i Trondheim.

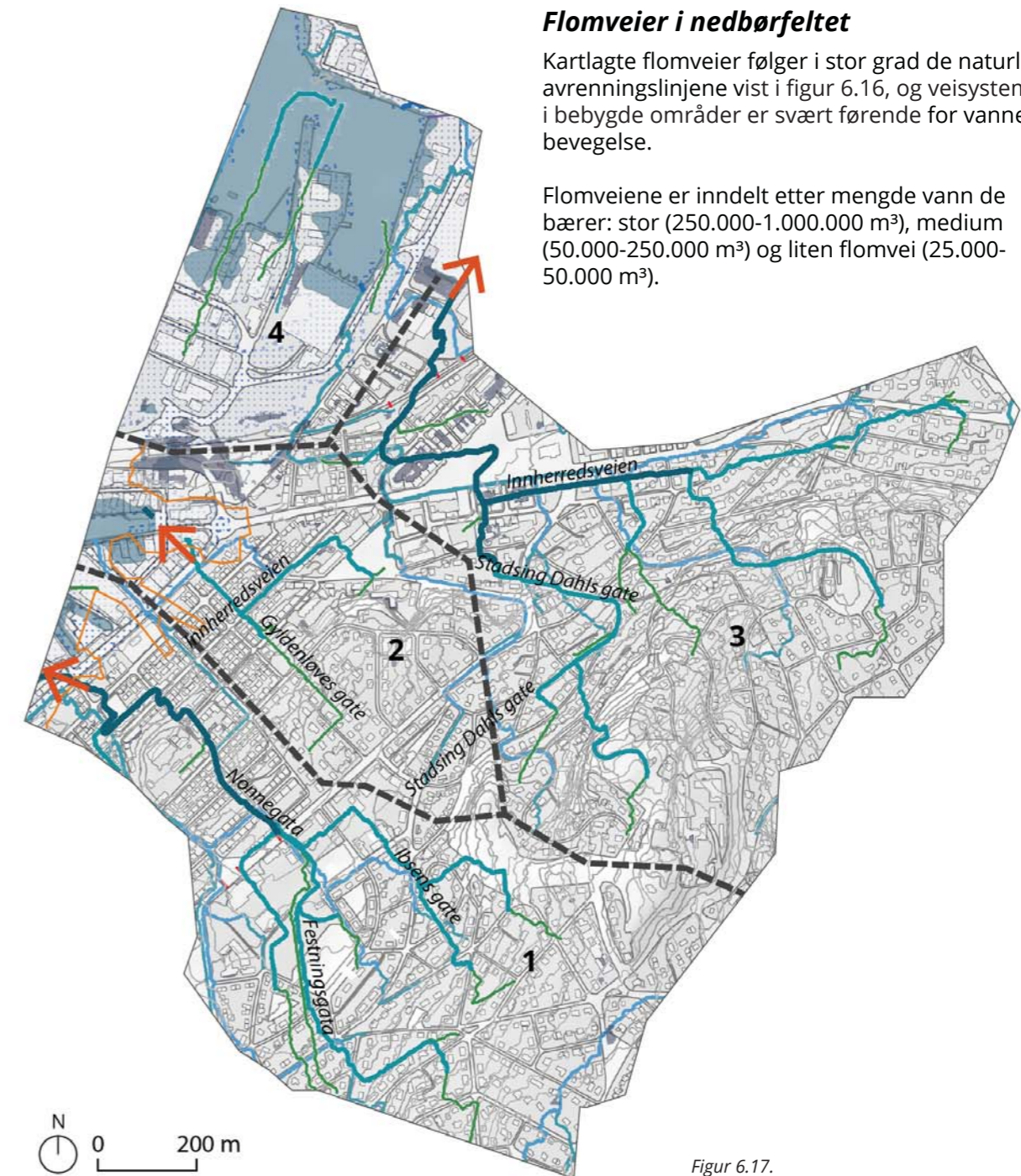
**Vassdrag og flom i sentrumsområde**

- Nedbørfelt
- Bekk
- Mindre bekk
- Historisk bekkeløp
- - - Bekk i rør
- Avrenningsretning
- Aktsomhetssone flom og stormflo
- Flomsone 500 år

Flomveier i nedbørfeltet

Kartlagte flomveier følger i stor grad de naturlige avrenningslinjene vist i figur 6.16, og veisystemet i bebygde områder er svært førende for vannets bevegelse.

Flomveiene er inndelt etter mengde vann de bærer: stor (250.000-1.000.000 m³), medium (50.000-250.000 m³) og liten flomvei (25.000-50.000 m³).



Figur 6.17.

Kartlegging av flomveier, mindre nedbørfelt, forsenkninger i terrenget og flomutsatte områder**Flomveikategorier basert på førende vannmengde**

- Stor flomvei: 250.000 - 1.000.000 m³
- Medium flomvei: 50.000 - 250.000 m³
- Liten flomvei: 25.000 - 50.000 m³
- Tydelig utløp for flomvei

Inndeling i mindre nedbørfelt

- 1 - Festningsområdet
- 2 - Møllenberg
- 3 - Rosendal og Lademoen
- 4 - Nyhavna

Flomsone

- Aktsomhetssone for flom og stormflo
- Flomsone 500 år
- Forsenkning i terrenget

Grunnforhold

Trondheim by er bygd på gammel fjordbunn og grunnforholdene består derfor i stor grad av havavsetninger. Et deltaområde ved Lerkendal var slutten på Nidelva og forklarer hvorfor det har blitt sagt at <<det er få byer i verden som er bygd på så mye blåleire>> (Sveian mfl., 2007 s. 14). Løsmassene avgjør blant annet om det er skredfare og grunnens infiltrasjonsevne.

Infiltrasjonsevne

I Trondheim består store områder av tykke havavsetninger og fyllmasser. Sammen med elveavsetninger og tynn havavsetning, utgjør de grunnforholdene i nedbørfeltet. Ettersom leirholdige masser gir mindre gjennomtrengelig grunn (Norsk institutt for bioøkonomi [NIBIO], u. å.), er infiltrasjonsevnen i området dårlig (med unntak av noen mindre områder).

Innholdet i de ulike løsmasse er:

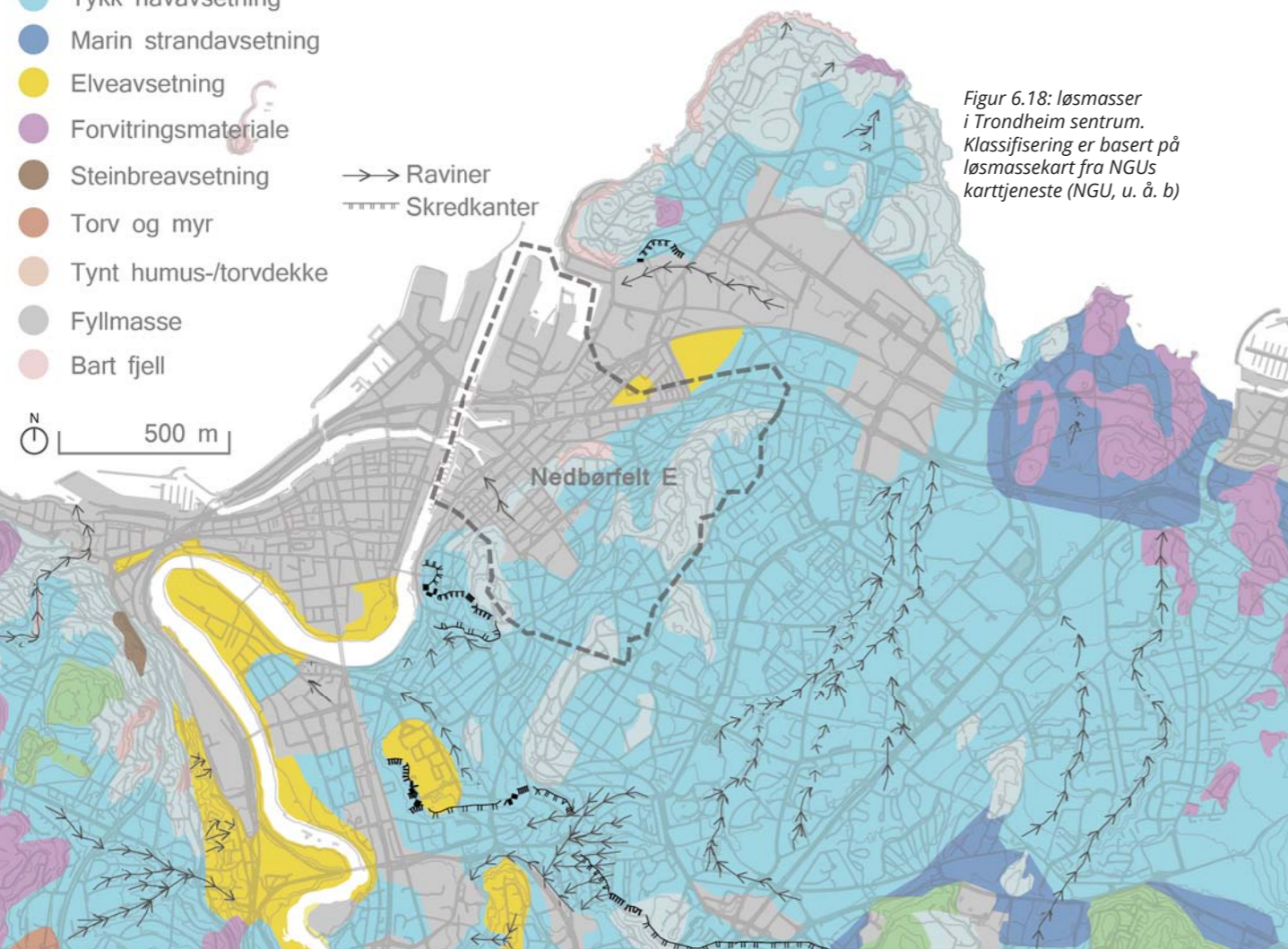
- Tynn/tykk morene: et tynt/tykt lag med dårlig sortert materiale i alt fra leire til blokker. Egner seg dårlig til infiltrasjon, da en sammensetning av flere kornstørrelser ofte gir lite porevolum og dermed en mindre gjennomtrengelig grunn (NIBIO, 2008).
- Tynn/tykk havavsetning: et tynt/tykt lag av finkornede sedimenter, hvor silt og leire er dominerende avsetningstyper (NIBIO, 2008).

Løsmasser

- Tynn morene
- Tykk morene
- Tynn hav-/strandavsetning
- Tykk havavsetning
- Marin strandavsetning
- Elveavsetning
- Forvittringsmateriale
- Steinbreavsetning
- Torv og myr
- Tynt humus-/torvdekke
- Fyllmasse
- Bart fjell

→ Raviner
 - - - - - Skredkanter

Figur 6.18: løsmasser i Trondheim sentrum. Klassifisering er basert på løsmassekart fra NGUs karttjeneste (NGU, u. å. b)



- Marin strandavsetning: inneholder kornstørrelser fra silt til blokk, men oftest sand og grus. Derfor har denne noe bedre infiltrasjonsevne (NIBIO, 2008).

- Elveavsetning/steinbreavsetning: materialet er sortert i lag av forskjellige kornstørrelser fra fin sand til blokker. Sorterte kornstørrelser åpner opp for mer porevolum og gir ofte god infiltrasjon (NIBIO, 2008).

- Forvittringsmateriale: kornstørrelsen avhenger av berggrunnen under, da det forvitrede materialet stammer fra berggrunnen (NIBIO, 2008). Berggrunnen i Trondheim sentrum består av grønnskifer og grønnstein, med noe trondhemitt i områder mot vest. Vi antar dermed at forvittringsmaterialet i området består av silt- og sandholdige masser (NGU, u. å. a; NIBIO, 2008).

- Torv og myr/tynt humuslag: organisk materiale som allerede er ganske vannmettet og som holder godt på vannet (NIBIO, 2008).

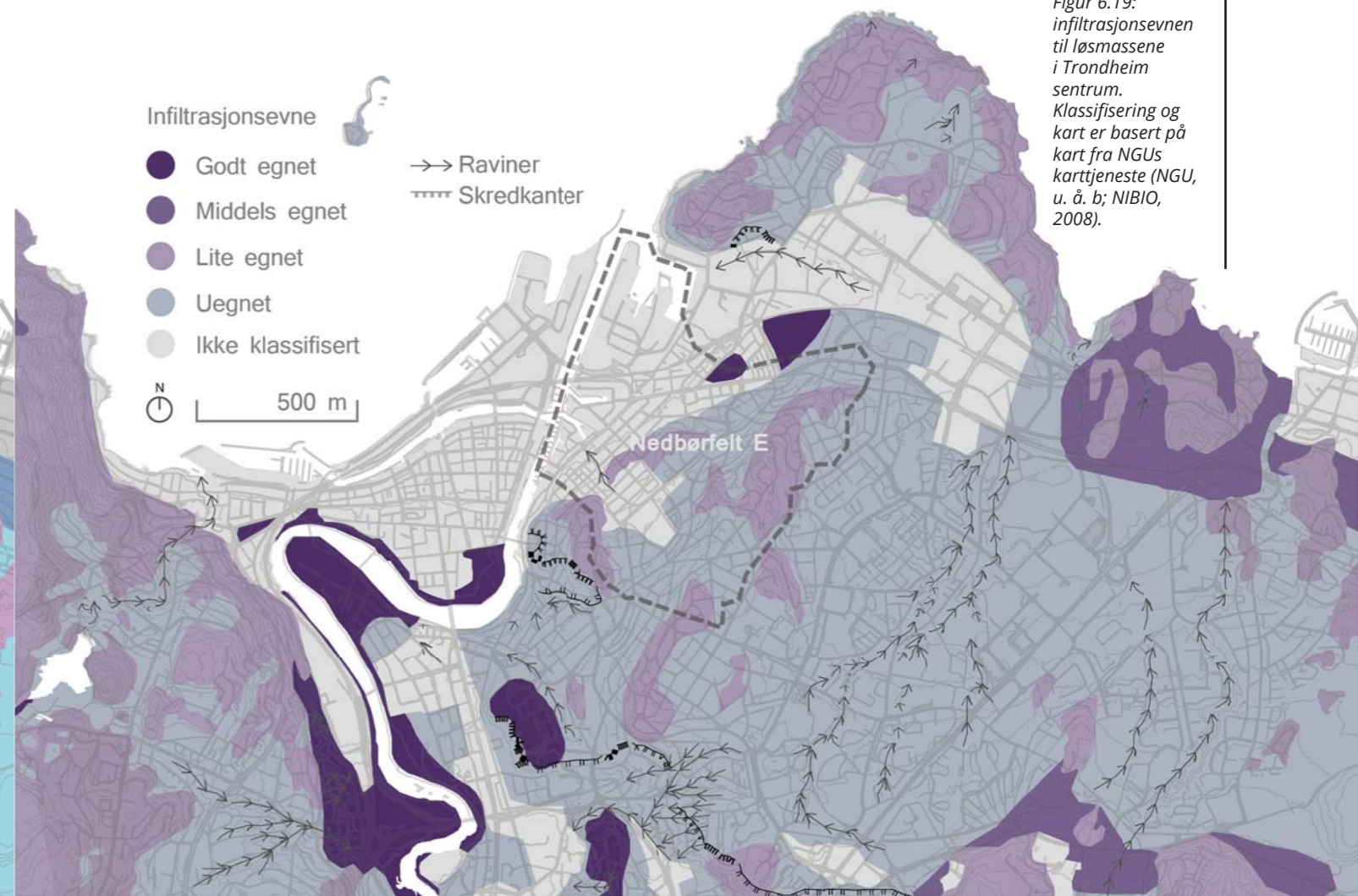
- Fyllmasse: masser påvirket av menneskelig aktivitet, som for eksempel planering eller tilførsel av nye masser (NIBIO, 2008). Disse områdene er ikke klassifisert da det må tas prøver for alle områder, siden det ikke er en type karakteristisk avsetning som brukes i fyllmasser. Derfor er det usikkert hvilken infiltrasjonsevne disse områdene har. Skal det bygges eller gjøres tiltak i disse områdene må grunnforholdene undersøkes mer inngående.

Infiltrasjonsevne

- Godt egnet
- Middels egnet
- Lite egnet
- Uegnet
- Ikke klassifisert

→ Raviner
 - - - - - Skredkanter

500 m



Figur 6.19: infiltrasjonsevnen til løsmassene i Trondheim sentrum. Klassifisering og kart er basert på kart fra NGUs karttjeneste (NGU, u. å. b; NIBIO, 2008).

Kartlegging av blågrønn struktur**K/N-serien**

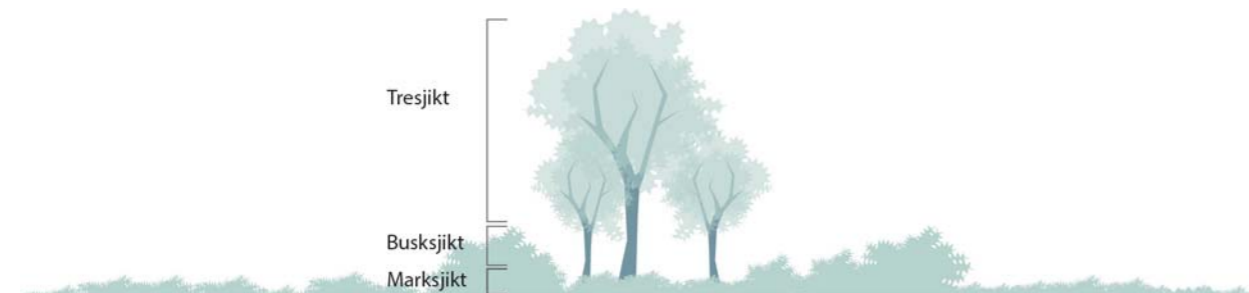
Før (blå)grønne områder og forbindelser analyseres, uttaler Direktoratet for naturforvaltning (2003) at det bør ligge en grunnregistrering av vegetasjon (og vann) i bunn. K- og N-serien står for kultur- og naturserien og brukes som en metode for å kartlegge (blå) grønnstruktur og dens romlige (vertikale) fordeling i et område. Metoden ble introdusert av Thorén, A-K. H. & Nyhuus, S. (1994, s. 7) og registrerer alle store og små naturpregede områder i byen. I følge Direktoratet for naturforvaltning (2003) ligger det ikke en verdigradering i inndelingen av denne metoden, og begge kategoriene (kultur og natur) er like verdifulle.

Inndeling av kategorier i vår kartlegging er basert på metoden til Thorén, A-K. H. & Nyhuus, S. (1994). Vi har i tillegg valgt å legge til en ny kategori for vegetasjon anlagt på lokk (grønne tak og parker over parkeringskjellere). Denne kategorien skiller seg ikke fra andre kategorier med vegetasjonens romlige fordeling. Derimot

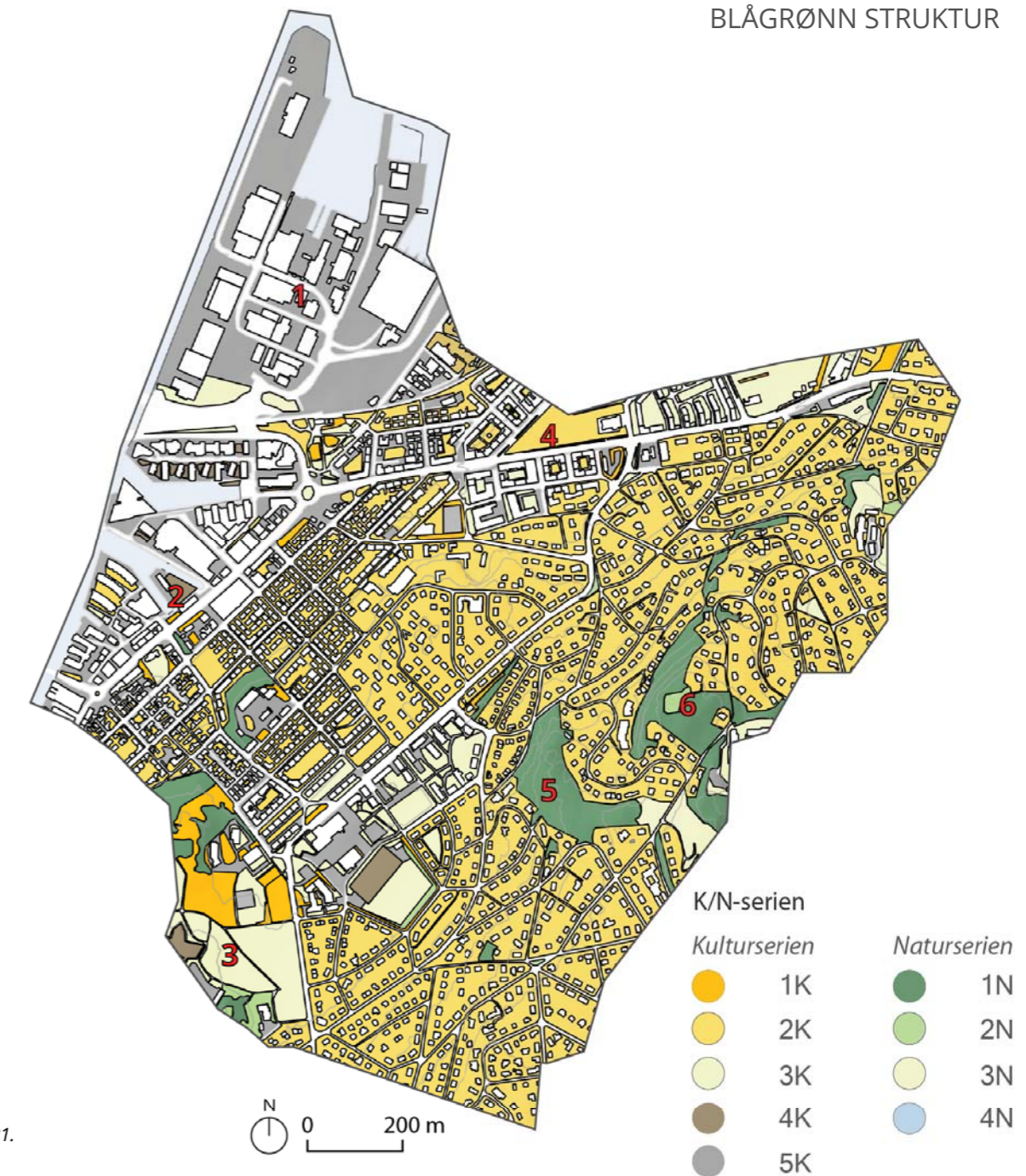
formidler den at disse områdene ikke har kontakt med undergrunnen. Dette påvirker områdenes funksjon for overvannshåndtering. Beskrivelse for kategoriene følger på side 90 og 91.

Nedbørfelt E består av store områder med private hager som har varierende type og mengde vegetasjon (figur 6.21). I feltet er det også innslag av små og store skogsområder. En overordnet tendens ser ut til at det blir mindre innslag av grønt desto nærmere Nidelva områdene ligger. På neste side vises kartleggingen, samt nærmere beskrivelser av utvalgte områder for å gi eksempler på hva de ulike kategoriene inneholder.

Kartleggingen er basert på befaringer gjort på stedet og informasjon fra flyfoto. På grunn av tidsbegrensning har vi valgt å ikke kartlegge alle små variasjoner i vegetasjonen. Det betyr at det kan være variasjoner i vegetasjon og tette flater som ikke framkommer her. Likevel påvirker ikke dette hensikten med kartleggingen, da målet er å kommunisere hovedtendenser i vegetasjonen.



Figur 6.20: registrering av vegetasjonens vertikale fordeling (sjikt) kan gi informasjon om biologisk mangfold, bruksmuligheter og hvordan vegetasjonen danner rom i landskapet (Thorén, A-K. H. & Nyhuus, S., 1994, s. 41). Registreringen gir et bedre bilde på vegetasjonens funksjon, i motsetning til kun registrering av større skogs- og parkområder.



Figur 6.21.

Kartlegging av blågrønn struktur med K/N-serien

- | | |
|--|---|
| <p>1 Nyhavna har noen få gressplener, ellers er det meste bebygd og asfaltert.</p> <p>2 Grønne tak og parker anlagt på lokk er det flere av ved Nedre Elvehavn. Et eksempel er Dokkparken.</p> <p>3 Festningsparken er sammensatt av flere kategorier. Området i sørøst preges av åpne gressplener, og nord i området finnes det både skog med naturlig og kultivert marksjikt.</p> | <p>4 Lademoen park har både større åpne gressplener, samt klynger av trær.</p> <p>5 Skogsområdene ved Ludvig Daaes gate og Kuhagen har naturlig vegetasjon. Det varierer hvor bevekste områdene er.</p> <p>6</p> |
|--|---|
- Kort oppsummert:*
Nedbørfeltet består av mange vegeterte flater. Vegetasjonen er variert og særlig knyttet til kulturserien.

K *Kulturserien:*
Arealer som er kulturpåvirket, hvor marksjiktet er bearbejdet/kultivert. Tre- og busksjiktet kan både bestå av stedeagne og importerte arter (Thorén, A-K. H. & Nyhuus, S., 1994).



Figur 6.22: parkområdet ved Kristiansten festning.

1K: Områder med trekrøner som dekker mer enn 40 % av arealet. I tillegg er marksjiktet preget av mer eller mindre vedlikeholdt gress. I prosjektområdet er dette typisk parker med større tregrupper og gressdekke (eks. Kristiansten festning)



Figur 6.23: privat hage ved Tyholt.

2K: Arealer med mer spredte trær og busker (trekrøner som dekker mindre enn 40% av arealet). Hager og parker med mindre trær og blandet vegetasjon vil plasseres under denne kategorien.



Figur 6.24: åpen grasmark ved Kristiansten festning.

3K: Ensartete, kultiverte vegetasjonsarealer, med lite biologisk mangfold. I dette nedbørfeltet innebærer dette åpen grasmark.



Figur 6.25: Dokkparken er anlagt på lokk.

4K: Vegetasjonsområder som har tynne jordsmonn- og vegetasjonslag på toppen av konstruksjoner. Her vil grønne tak/takhager, grønne vegger og parker anlagt på lokk bli plassert.



Figur 6.26: grusbane ved Buran.

5K: Områder utenfor grønstrukturen som er grå arealer. Som for eksempel grusbelagte eller asfalterte områder. Kunstgressbaner vil også kategoriseres her.

N *Naturserien:*
Arealer dominert av stedeagne arter og kjennetegnes ved uarbeidet marksjikt (Thorén, A-K. H. & Nyhuus, S., 1994).



Figur 6.27: grøntdrag ved Ludvig Daaes gate.

1N: Områder med trær hvor mer enn 40% av arealet er dekket av trekrøner og undervegetasjonen er et naturlig marksjikt. I prosjektområde er dette skogsområder.



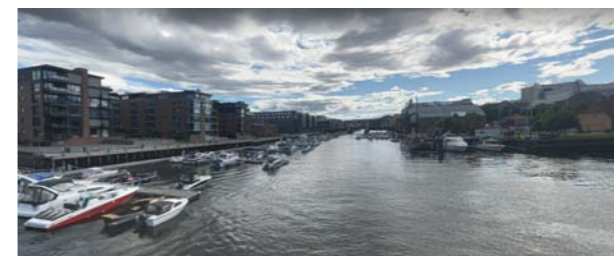
Figur 6.28: utkanten av skogsområde ved Kuhaugen.

2N: Arealer med spredte trær og busker, som dekker under 40% av arealet. I prosjektområdet er dette areal i utkanten av skogsområder.



Figur 6.29: "restareal" i et boligfelt ved Kristiansten festning.

3N: Åpne arealer uten trær eller busker. Eksempler fra nedbørfeltet i Trondheim er områder som står igjen etter utbygging.



Figur 6.30: Nidelva sett fra Blomsterbrua.

4N (vann): Denne kategorien inneholder vannflater og vassdrag (sjø, innsjø, elver og bekker). I prosjektområdet er det et vassdrag, Nidelva.



6.2.3 DEN BLÅGRØNNE STRUKTURENS FUNKSJON OG VERDI

Figur 6.31.



TEKNISKE FUNKSJONER

Figur 6.32.

I teorien pekte vi på tre tekniske funksjoner som blågrønne strukturer bidrar med for å håndtere overvann: flomdemping, fleksible flomveier og rensende funksjon. Den rensende funksjonen har vi ikke kartlagt her, da det må nærmere undersøkelser til.

For å kartlegge hvilke områder som har teknisk funksjon for overvannshåndtering, har vi sett på forsinkelsesevnen i nedbørfeltet. Dette gjør vi gjennom å avklare hvor stor avrenning ulike områder har. Til slutt kategoriserer vi den blågrønne strukturens tekniske funksjoner.

Denne vurderingen baserer seg på metoden Thorén, A-K. H. & Nyhuus, S. (1994) brukte for å belyse verdier og funksjoner tilknyttet grønnstruktur. Senere vil vi bruke den samme metoden for å verdisette økologiske og sosiale funksjoner og verdier. Kategoriseringen bygger i tillegg på tidligere kartlegginger av terreng, løsmassenes infiltrasjonsevne og flomveier i nedbørfeltet.

Områdetyper - en pekepinn på andelen tette flater

Inndeling av nedbørfeltet i ensartede områdetyper kan gi en pekepinn på andelen tette flater i ulike områder (Lindholm, 2011). I tillegg kan en slik kartlegging si noe om mulighetene for å anlegge nye strukturer og tiltak (København kommune, 2013d, s. 7; 2013e, s. 6).

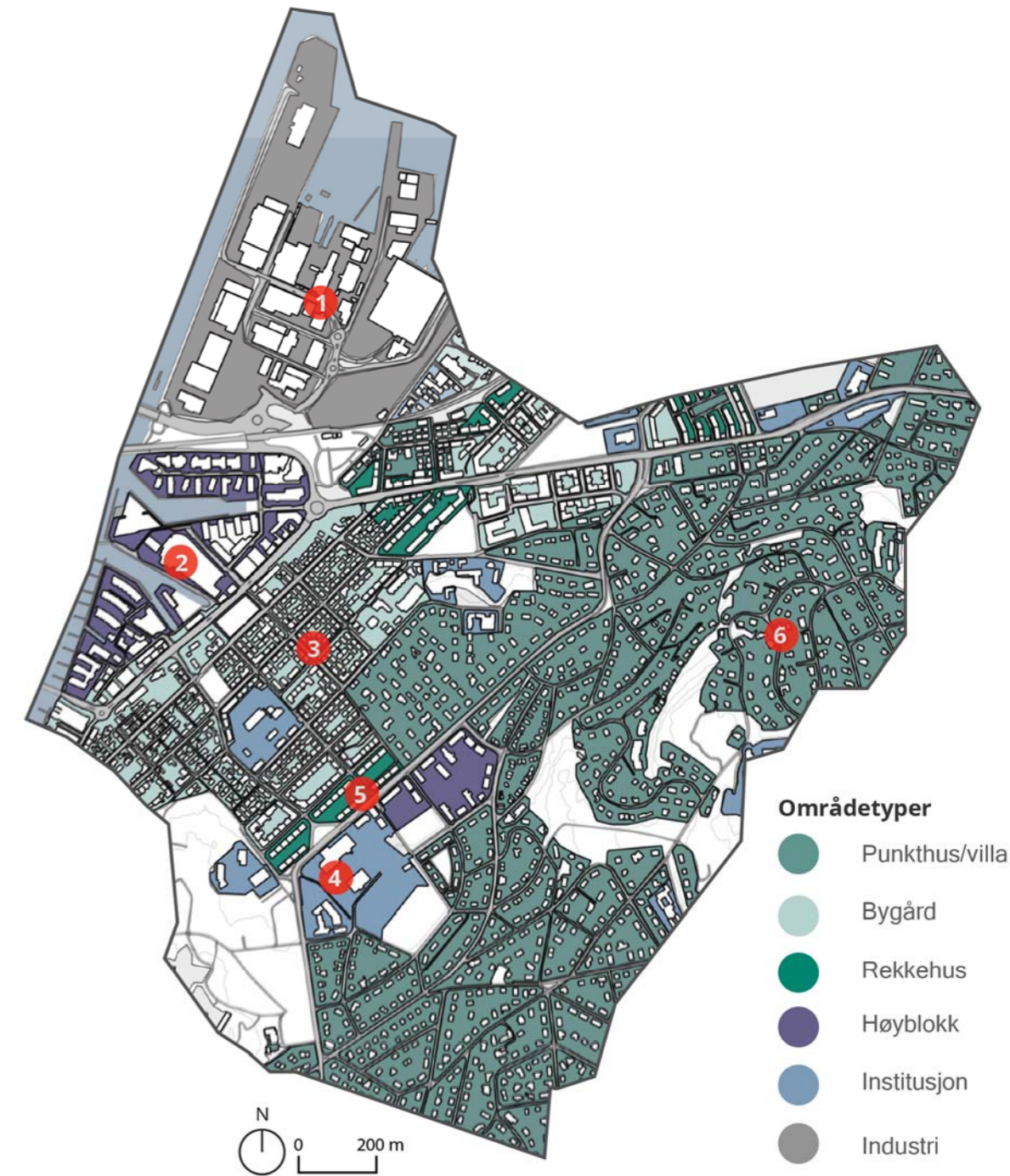
Kartleggingen av områdetyper i nedbørfelt E (figur 6.34) viser at området kan karakteriseres ved store villaområder i sørøst, og bygårder og mindre blokker i nordvest nærmere Nidelva. I områder med bygårder og mindre blokker, er bakhagene og offentlige parker viktige fordrøyningsareal, da områdene ofte har en høy andel av impermeable flater. Basert på denne registreringen antas det at infiltrasjonsevnen og andelen blågrønne strukturer avtar desto nærmere Nidelva områdene ligger.



Figur 6.33: i områder med bygårder og blokker er andelen tette flater over 40 %. Her fra Kirkesletten/Møllenberg i nedbørfeltet.

Tabell 6.1: definisjoner av områdetyper, karakteristiske bygningsformer og tomteareal (basert på København kommune, 2013d, s. 7 og København kommune 2013e, s. 6). I tillegg er andel tette flater i området beskrevet (Lindholm, 2011, s. 288).

Områdetyper	Beskrivelse	Bygg og tomt	Andel tette flater
Punkthus/villa:	• Bygg plassert frittliggende på tomt, med mer eller mindre hage rundt seg. Kan både være eneboliger og byvillaer (Byggeskikknettverket, 2018).		10-20 %
Bygård:	• Bygninger som omslutter et åpent rom. Felles bakgård som sosial møteplass med noe vegetasjon.		40-50 %
Rekkehus:	• Flere boenheter bygd i sammenhengende rekke med egne innganger (Byggeskikknettverket, 2018).		20-40 %
Høyblokk:	• Bygninger med fire eller flere etasjer (Byggeskikknettverket, 2018). Felles grøntområder, nyere bygg kan ha grønne tak.		40-80 %
Institusjon:	• Stor bygningsmasse, ofte med større grønne arealer rundt. Eksempelvis skoler, kontorbygg og sykehjem.		40-90 %
Industri:	• Stor bygningsmasse og store impermeable uteområder. Eksempelvis lagerbygning og fabrikk.		80-90 %



Kartlegging av områdetyper - med vurdering om andel tette flater er korrekt for dette nedbørfeltet

- | | |
|---|--|
| 1 Industriområdet Nyhavna:
Andelen tette flater er korrekt. | 4 Rosenborg ungdomsskole:
Andelen tette flater er korrekt. |
| 2 Nedre Elvehavn:
Andelen tette flater er trolig høyere i dette nedbørfeltet. | 5 Rekkehus på Rosenborg:
Andelen tette flater er trolig høyere i dette nedbørfeltet. |
| 3 Møllenberg:
Andelen tette flater er trolig høyere i dette nedbørfeltet. | 6 Villaområde ved Kuhaugen:
Andelen tette flater er korrekt. |

Figur 6.34: inndeling av nedbørfelt E i områdetyper. Kartlegging er basert på befaring på stedet og informasjon fra flyfoto. For representative områder er det beskrevet om andelen tette flater stemmer med de retningsgivende tallene vist i tabell 6.1. Denne vurderingen er basert på studie av områdetypenes arealflater. Det er ikke beregnet en ny prosent, men kun tatt stilling til om andelen stemmer eller om den er lavere/høyere.

Overflate og helning avgjør avrenningsgrad

Den offentlige utredningen *Overvann i byer og tettsteder* (NOU 2015:16) slår fast at økende urbanisering øker avrenningshastigheten og mengden overvann i disse områdene. Sammen med topografien påvirker dette hastigheten på vannet og hvor mye som renner av (Bøyum, 1987, s. 223).

I følge Lindholm mfl. (2008, s. 71) viser avrenningskoeffisienten mengden overvann som renner av på en skala fra 0-1. Avrenningskoeffisienten er avhengig av overflatens permeabilitet, fallforhold, nedbørsintensitet og regnets varigheten. Disse retningsgivende verdiene for avrenning må vurderes ut i fra lokale forhold. I områder hvor grunnvannsnivået er lavt, terrenget er flatt og/eller overflaten er permeabel, benyttes de laveste verdiene i spennet. Er derimot terrenget bratt, overflaten impermeabel og/eller grunnvannsnivået høyt, brukes de høyeste verdiene (Bergen kommune, 2005). Noen av verdiene må også justeres etter sesong, da vintersituasjoner endrer blant annet infiltrasjonsevnen (COWI, 2015).

Tabell 6.2: retningsgivende verdier for avrenningskoeffisienter for ulike typer områder (NOU 2015:16, s. 64; COWI, 2015, s. 8; Bergen kommune, 2005, s. 14).

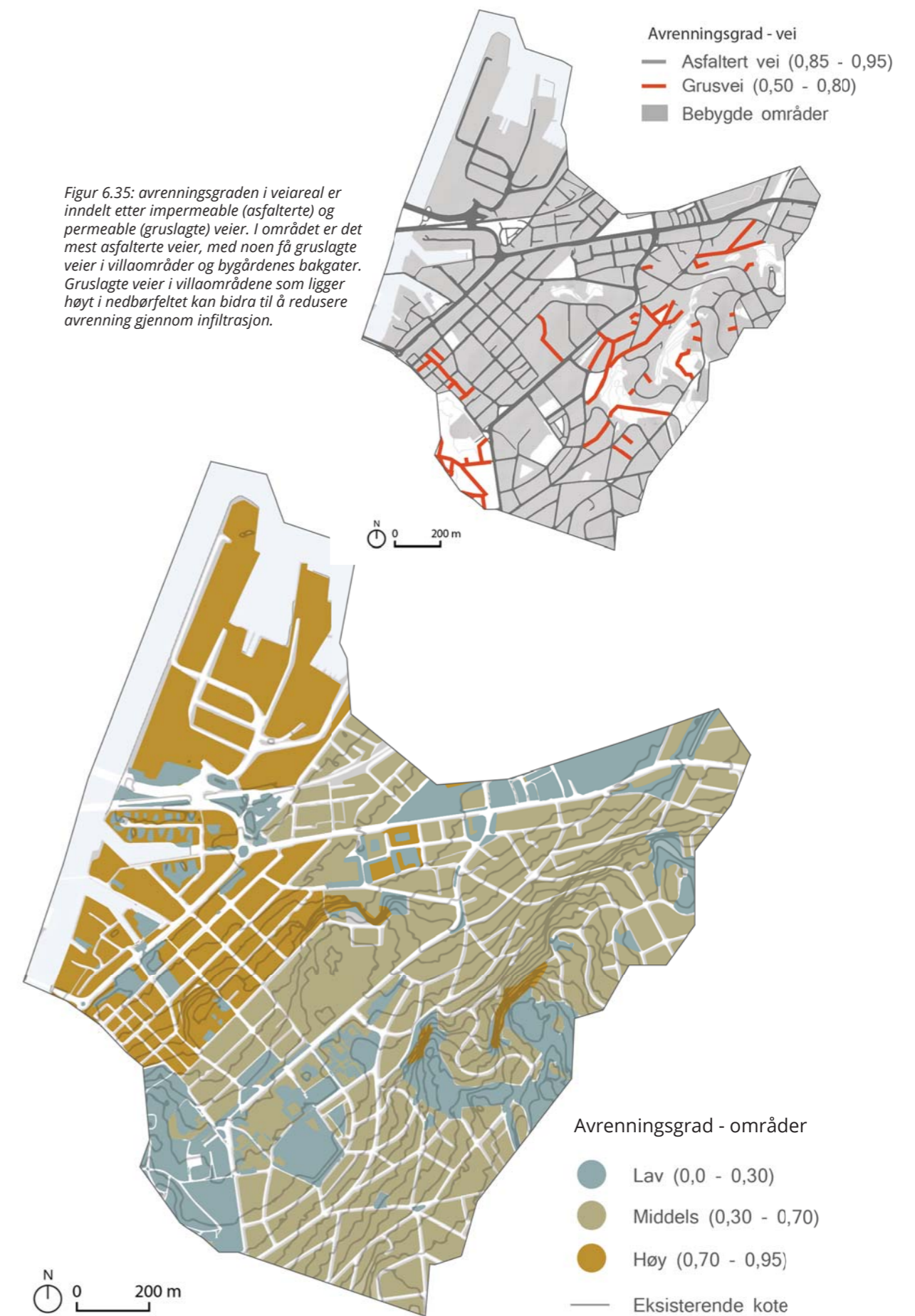
Område	Avrenningskoeffisient	Avrenningsgrad
<i>Tette flater</i> Eksempelvis asfalterte områder og tak.	0,85 - 0,95	Høy
<i>Bykjerne</i> Stor andel av området består av tette flater.	0,70 - 0,90	Høy
<i>Bygårder og mindre blokker</i> Områder med noe innslag av vegetasjon og permeable flater.	0,40 - 0,80	Middels
<i>Villaområder</i> Større private hager med varierende vegetasjon. Innslag av både impermeable (asfalt) og permeable dekker (grus).	0,30 - 0,50	Middels
<i>Rekkehus</i> Hager med varierende vegetasjon. Ofte en større andel av asfalterte flater enn villaområder.	0,40 - 0,80	Middels
<i>Grusveier- og plasser</i> Områder med mer eller mindre permeable flater.	0,50 - 0,80	Middels
<i>Industriområder</i> Mer eller mindre stor tette flater (tak og asfalterte flater).	0,50 - 0,90	Middels
<i>Plen, park eller skog</i> Permeable flater med varierende vegetasjon.	0,05 - 0,30	Lav

I litteraturen varierer det hvilke kategorier for avrenningskoeffisient det deles inn i og hvilke verdier som settes (COWI, 2015). Vi har derfor brukt analysen av områdetyper (figur 6.34, forrige side) for å vurdere hvilke avrenningskoeffisienter vi skulle velge. Et utvalg av koeffisienter er gjort fra NOU 2015:16, COWI (2015) og Bergen kommune (2005).

For nedbørfeltet er det kartlagt avrenningsgrad for ulike områder, basert på registreringer av K/N-serien (figur 6.21, s. 89) og områdetyper (figur 6.34, s. 95). Den største utfordringen for avrenning i nedbørfeltet, er store impermeable flater i nedre del. I tillegg er det stedvis stor helningsgrad, noe minsker grunnens evne til infiltrasjon (Braskerud & Hauge, 2013).

For å forenkle framstillingen er avrenningskoeffisienten delt inn i tre avrenningsgrader:

- Høy: 0,7 - 1,0
- Medium: 0,3 - 0,7
- Lav: 0,0 - 0,3



Sammenstilling: den blågrønne strukturens verdi for tekniske funksjoner

Verdisetting av den blågrønne strukturens tekniske funksjoner gjøres for å framheve hvilke områder som er viktig å ivareta for å håndtere overvann. Inndelingen av verdikategorier baserer seg på metoden for verdisseting av ulike funksjoner, omtalt av Thorén, A-K. H. & Nyhuus, S. (1994).

Kategori 3: Områder med meget stor verdi for teknisk funksjon

• Områder med god effekt for forsinkelse. Dette innebærer at området oppfyller to eller flere av disse kriteriene: permeable flater, vegetert overflate (ruhet senker hastigheten), slak helning og løsmasser egnet til infiltrasjon.

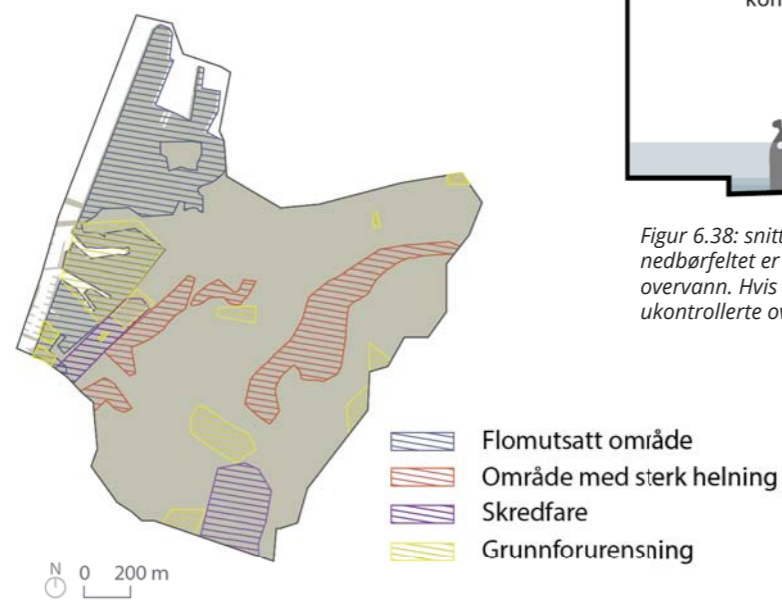
Kategori 2: Områder med stor verdi for teknisk funksjon

• Områder med effekt for forsinkelse. Her inngår områder med permeable flater som har noe brattere helningsgrad. Store deler av villaområder inngår i denne kategorien da andelen vegeterte flater kan variere fra tomt til tomt.

Kategori 1: Områder med verdi for teknisk funksjon

• Områder med effekt for forsinkelse, men andelen tette flater er høy eller området har utfordringer knyttet til funksjon. Med utfordringer mener vi at det er kartlagt skredfare, forurenset grunnforhold og/eller flomsone i noen av disse områdene (se figur 6.37). Eksempelvis kan infiltrasjon av store vannmengder i områder med skredfare, øke faren for kvikkleireskred (Sveian mfl., 2007).

Kartlagte eksisterende flomveier er inndelt i to kategorier for å synliggjøre at det er få flomveier som ligger i blågrønne strukturer. De eksisterende flomveiene som ligger utenfor blågrønne strukturer er mindre fleksible til å trygt håndtere overvann (se figur 6.38). Basert på kartlegging kan vi si at det er behov for å sikre trygge flomveier gjennom nedbørfeltet. I tillegg er det viktig å bevare forsinkelsesfunksjonene til de større blågrønne områdene (Festningsparken, Kuhaugen med omeng og Lademoen park) og villaområdene.



Figur 6.37: i områder med aktsomhetssoner for flom, skredfare (NVE atlas karttjeneste, u. å.) og grunnforurensning (Grunnforurensning karttjeneste, u. å.) må det nærmere undersøkelser til for å vurdere om området er egnet til å håndtere overvann i åpne løsninger. Områder med særlig bratt helning reduserer infiltrasjonsevnen selv om overflaten er permeabel (Paus, 2018).



Figur 6.38: snitt som illustrerer at de fleste flomveiene i nedbørfeltet er svært lite fleksible til å takle større mengder overvann. Hvis vannet overstiger kantsteinen kan det føre til ukontrollerte oversvømmelser.



Figur 6.39: verdisseting av tekniske funksjoner er begrunnet på forrige side.

Sammenstilling av tekniske funksjoners verdi

Kategorier for verdi

● 3 Områder med meget stor teknisk funksjon. Omdisponering som forringer funksjonene bør ikke forekomme.

● 2 Områder med stor teknisk verdi. Omdisponering som forringer funksjonene bør unngås så langt det er mulig.

● 1 Områder med teknisk verdi. Omdisponering kan forekomme om funksjonene beholdes.

○ Områder utenfor blågrønn struktur

— Eksisterende trygg flomvei

- - - Eksisterende flomvei utenfor blågrønn struktur



ØKOLOGISKE VERDIER OG FUNKSJONER

Figur 6.40.

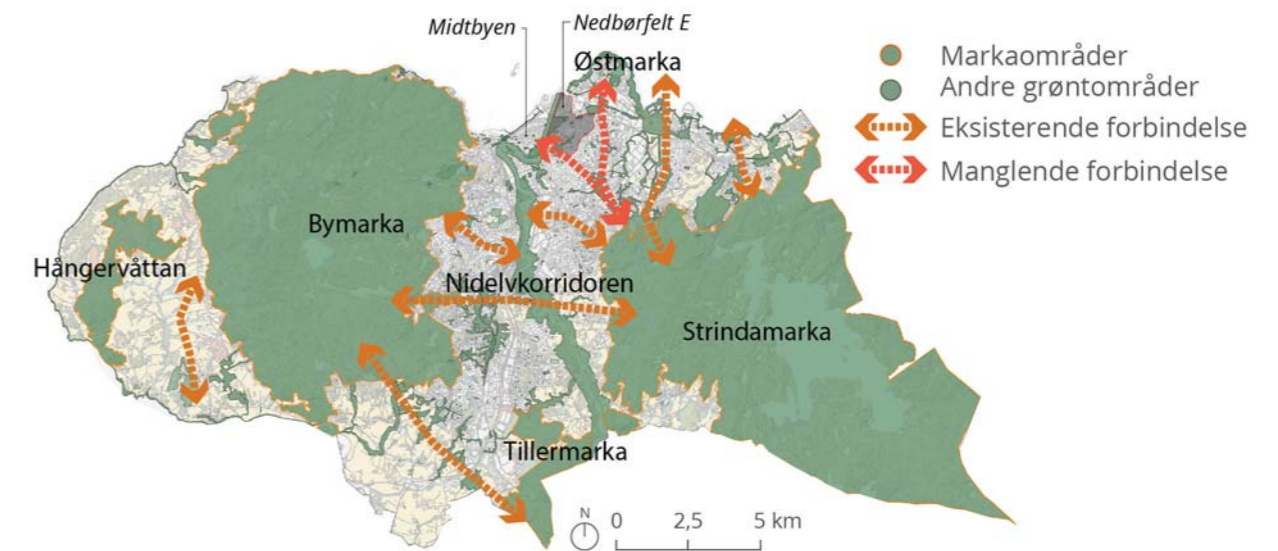
Gjennom teorien har vi påpekt at ulike arter har forskjellige funksjoner i økosystem. I denne delen av oppgaven kartlegges den blågrønne strukturens verdi for å opprettholde arters levesteder og forflytningsmuligheter.

Betydning av romlige mønster

Overordnede blågrønne forbindelser

Formen på habitat, mulighetene for spredning og sammenhengen mellom disse faktorene er viktig for å ivareta biologisk mangfold (Forman, 1995). Forbindelser kan sees i ulike skalaer, fra overordnet strukturer (figur 6.41) til sammenhenger innad i et mindre avgrenset område. Den overordnede grønnsstrukturen i Trondheim kommune viser at det er flere korridorer som forbinder de større blågrønne

områdene med hverandre (Trondheim kommune, 2017). Derimot er det ingen tydelige forbindelser mellom sentrumsområdet (Midtbyen og omeng) og de grønne områdene. Dette svekker muligheten til flere arter å forflytte seg inn og ut av sentrumsområdet.



Figur 6.41: hovedgrønnstrukturen i Trondheim kommune viser at det er få forbindelser mellom sentrumsområdene (Midtbyen og omeng) og de større blågrønne strukturene, som Bymarka og Strindamarka (Trondheim kommune, 2017).

Tre typer forbindelser (korridorer)



Linær korridor:
Korridorer som består av lange, sammenhengende striper med vegetasjon. Eksempelvis bekk eller trekke.



Hoppesteinskorridor:
mindre habitat som tilsammen skaper forbindelse mellom større habitater.



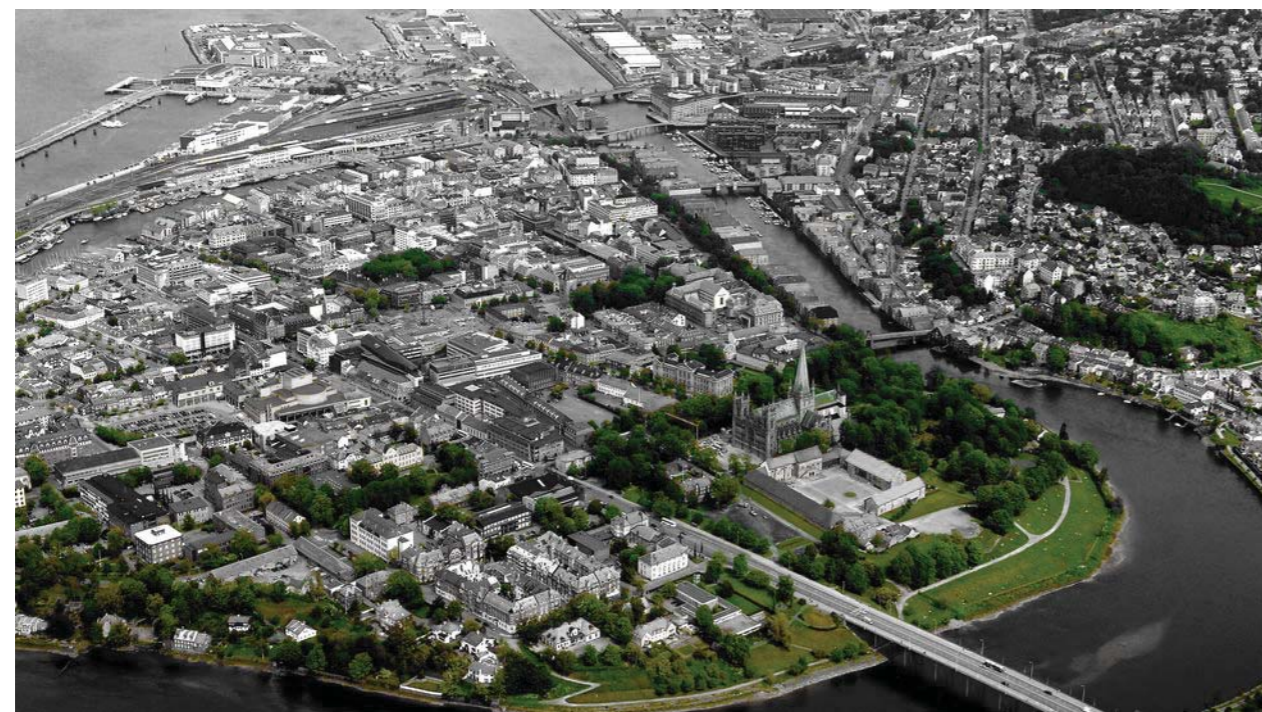
Landskapskorridor:
uavbrutte og varierte habitater som gjør at arter kan forflytte seg trygt mellom større habitat.

Figur 6.42: de tre typene korridorer viser at det ikke må være en sammenhengende struktur for å ha funksjon som forbindelse, men dette avhenger også av hvilke arter man sikter til (SICIREC, 2009).

Blågrønne forbindelser innad i nedbørfelt E

Ved å bruke inndelingen til lomme-korridor-matriks-modellen (figur 3.5, s. 30), er den romlige fordelingen av større blågrønne områdene framhevet (se figur 6.44, neste side). Denne analysen viser at de større blågrønne områdene er fragmentert, uten tydelige sammenhengende korridorer (linær korridor). Derimot er det antydning til at det finnes to hoppesteinskorridorer som binder sammen flere av de grønne områdene.

Denne framstillingen er ikke vurdert ut i fra en arts levemåte, men ut fra størrelse på områdene. Dette ble gjort da vi i teorien så at et større område er bedre en flere små og fragmenterte områder. Selv om det er kartlagt få større blågrønne områder, fant vi at andelen vegeterte flater er relativt stor i nedbørfeltet (K/N-serien, figur 6.21, s. 89). Hadde kartet på neste side tatt utgangspunkt i plantearter, ville inndelingen sett annerledes ut. Den samme situasjonen hadde oppstått om fokuset var rettet mot fugler (Artskart, u. å.). Vi velger å framstille det romlige mønstret med større blågrønne områder og korridorer, ettersom disse områdene er markert som viktige naturtyper og/eller har registreringer av arter med særlig stor og stor forvaltningsinteresse.



Figur 6.43: den blågrønne strukturens romlige plassering påvirker biologisk mangfold gjennom å tilrettelegge for ulike arters leveområde og spredningsmulighet.

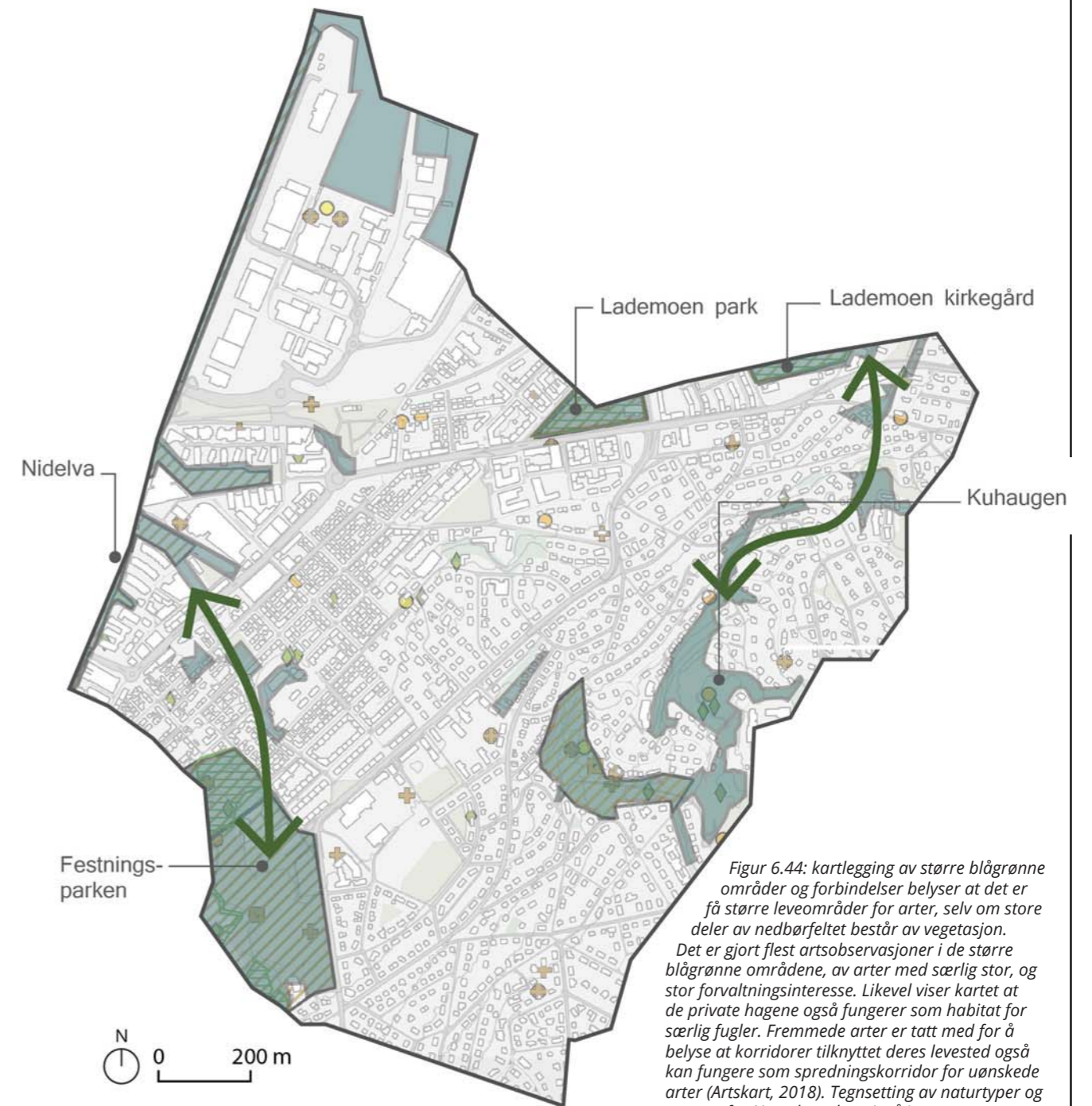
Arter og naturtyper

Direktoratet for naturforvaltning (2003) påpeker at registreringer av naturtyper, rødlistearter og arter av forvaltningsinteresse er viktige for å kartlegge hvilke områder som har særlige naturverdier. Å bevare og forsterke områdene vil ivareta og styrke det biologiske mangfoldet da dette er habitater for mange arter. I nedbørfeltet er det kartlagt flere større områder som er viktige for ivaretagelse av biologisk mangfold:

Lademoen park og Lademoen kirkegård: Områdene er registrert som viktige parklandskap (Naturbase kart, u. å.) og det er kartlagt flere truede arter kløverhumle (*Bombus distinguendus*), stær (*Sturnus vulgaris*) og kornkråke (*Corvus frugilegus*) (Artskart, u. å.).

Kuhaugen: Skogområdet består av løvskog. Det er gjort artsobservasjoner av de truede artene Gullvokspigg (*Mycoacia aurea*) og Muserumpe (*Myosurus minimus*) (Artskart, u. å.).

Festningsparken: flere viktige naturtyper er registrert. Nord i dette området finnes det flere viktige småbiotoper, mens på sørvestsiden og rundt selve festningsmuren er det registrert naturtypen "sørvendt berg og rasmarker" (Naturbase kart, u. å.).



Figur 6.44: kartlegging av større blågrønne områder og forbindelser belyser at det er få større leveområder for arter, selv om store deler av nedbørfeltet består av vegetasjon. Det er gjort flest artsobservasjoner i de større blågrønne områdene, av arter med særlig stor, og stor forvaltningsinteresse. Likevel viser kartet at de private hagene også fungerer som habitat for særlig fugler. Fremmede arter er tatt med for å belyse at korridorer tilknyttet deres levested også kan fungere som spredningskorridor for uønskede arter (Artskart, 2018). Tegning av naturtyper og arter er fra Naturbase kart (u. å.).

Romlige mønstre og arter i nedbørfeltet

Landskapsøkologiske elementer	Naturtyper og arter	
Lomme	Arter av særlig stor forvaltningsinteresse	Arter av stor forvaltningsinteresse
Matriks	Ansvarsarter	Alle arter (punkt)
Korridor	Trua arter	Alle arter (område/punkt)
	Trua arter (område)	Alle arter (område)
	Viktige naturtyper	Fremmede arter

Sammenstilling: den blågrønne strukturens økologiske funksjoner og verdier

Verdisetting av den blågrønne strukturen i lys av økologiske funksjoner og verdier gjøres for å analysere hvilke områder som er viktig å ivareta og forsterke for å opprettholde strukturens økologiske funksjon. Inndelingen av verdikategorier baserer seg på Thorén, A-K. H. og Nyhuus, S. (1994) metode for verdisetting av naturforhold. I vurderingen er tidligere analyser av blågrønne strukturer (K/N-serien), romlige mønstre (både overordnede og i nedbørfeltet) og arter og naturtyper brukt.

Kategori 3: Områder med meget stor økologisk verdi

- Større sammenhengende grøntområder med mer enn 40% tredekning (kategori i K/N-serien)
- Større sammenhengende grøntområder med spredte trær og busker (kategori i K/N-serien)
- Områder kartlagt som viktige naturtyper og/eller habitat for rødlista arter
- Grøntområder som er viktige ledd i korridorer

Kategori 2: Områder med stor økologisk verdi

- Mindre grøntområder med mer enn 40% tredekning (kategori i K/N-serien)
- Grøntområder som inngår i hoppesteinskorridor

Kategori 1: Områder med økologisk verdi

- Større private hager som har mulighet til å fungere som habitat og spredningskorridor for arter
- Større åpne grøntområder uten tredekning (kategori i K/N-serien)

Den blågrønne strukturen i nedbørfeltet preges av større fragmenterte naturpregede områder. Disse områdene er svært viktige for å ivareta biologisk mangfold. Samtidig ser vi at de store områdene med private hager kan fungere som korridor.



Figur 6.45: flere vegetasjonssjikt øker biologisk mangfold.



Figur 6.46.

Sammenstilling av økologiske verdier og funksjoner

Kategorier for verdi

3 Områder med meget stor økologisk verdi. Omdisponering som forringer verdiene bør ikke forekomme.

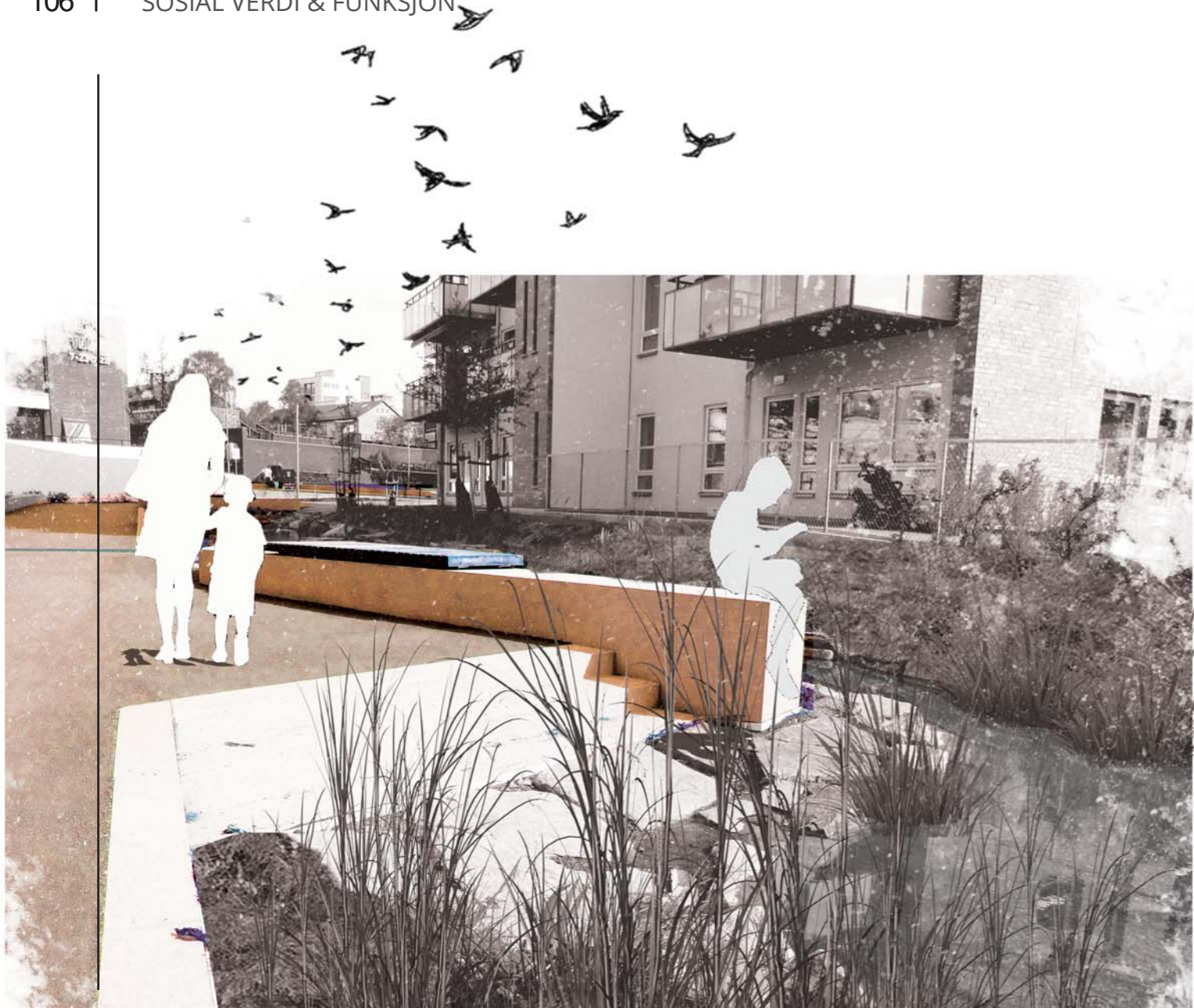
2 Områder med stor økologisk verdi. Omdisponering som forringer verdiene bør unngås så langt det er mulig.

1 Områder med økologisk verdi. Omdisponering kan forekomme om verdiene beholdes.

○ Områder uten vegetasjon

→ Eksisterende forbindelser

→ Manglende forbindelser



SOSIALE VERDIER OG FUNKSJONER

Sosiale verdier og funksjoner den blågrønne strukturer leverer, kan også kalles kulturelle økosystemtjenester. I denne delen av oppgaven fokuserer vi på den blågrønne strukturens funksjon som rekreasjon- og aktivitetsarena, herunder møtesteder og ferdselsårer for myke trafikanter. Vi vil i tillegg kartlegge viktige ferdselsårer og møtesteder utenfor den blågrønne strukturen, for å belyse mulige områder for synergieffekter ved senere planlegging.

Figur 6.47.

Blågrønn struktur som ferdselsåre for myke trafikanter

Tilrettelagte tur- og sykkelveier finnes i og rundt nedbørfelt E, men flere av strekningene er fragmentert. Det gjelder særlig turveiene, noe som trolig kommer av at turveiene kun er kartlagt hvis de er i tilknytning til blågrønne strukturer.

Forbindelser mellom rekreative områder kan oppmuntre publikum til å bruke disse områdene mer aktivt. Nærhet er også en viktig faktor som bidrar til at flere er fysisk aktive (Miljødirektoratet, 2014, s. 14). I den overordnede registreringen av blågrønne forbindelser (figur 6.41, s. 101) pekte vi på manglende forbindelse mellom sentrumsområdene og større blågrønne områder.

Denne oppfatningen forsterkes når vi ser på et nærmere utsnitt av sentrumsområdet. Forbindelsene for myke trafikanter avbrutte. Flere blågrønne strukturer kan dermed bidra til å tilrettelegge for mer aktivitet og rekreasjon, gjennom å skape nærhet og gode forbindelser mellom større blågrønne områder.

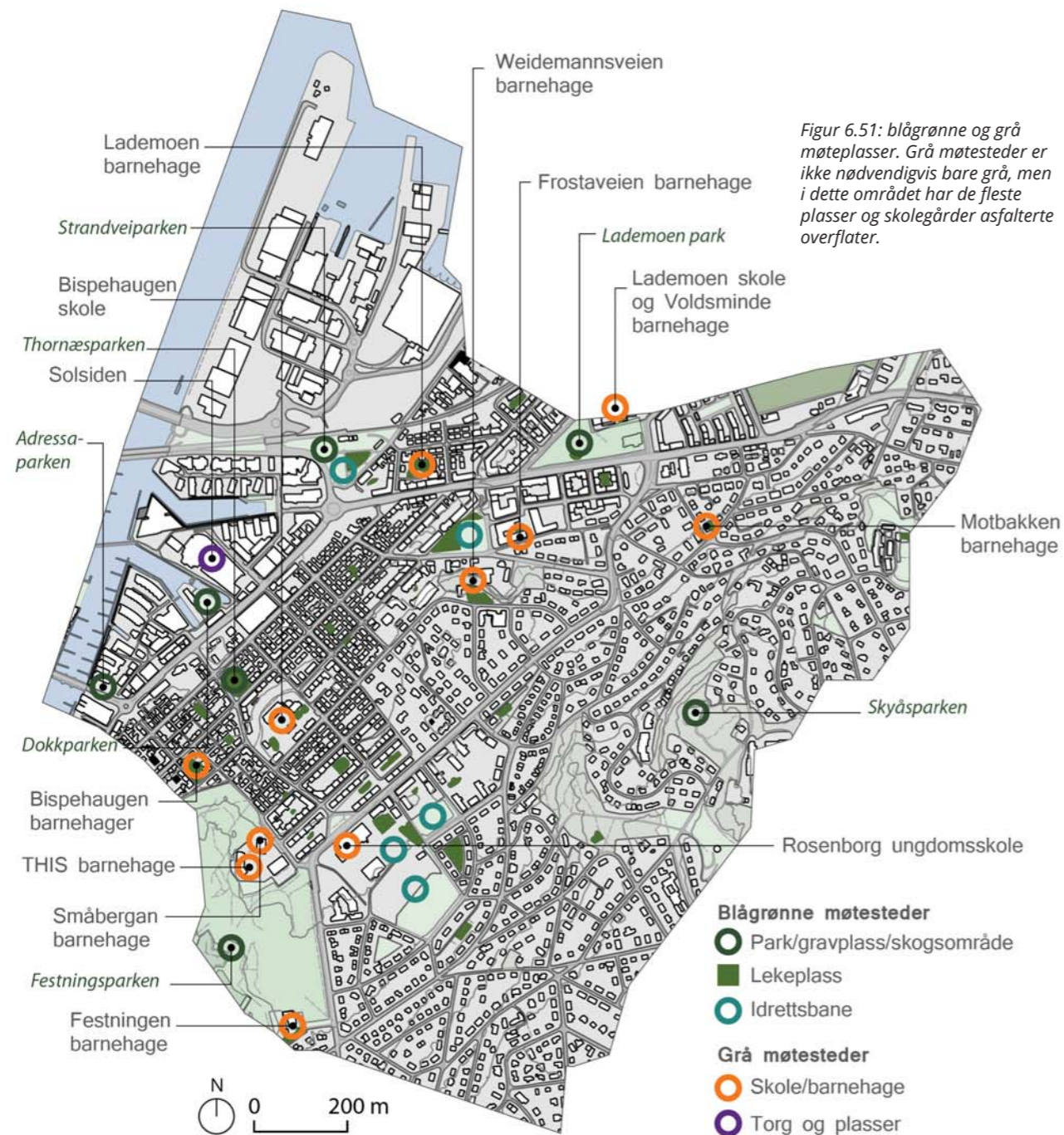
Figur 6.50: kartlegging av tur- og sykkelveier i sentrumsområdet viser at forbindelsene er fragmentert.



Blågrønn struktur som møteplass og rekreasjonsareal

Møteplasser er steder der folk møtes spontant eller avtalt. De kan både være travle torg eller mer rekreative steder som parker og gravplasser (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2016). Det er valgt å registrere både blågrønne og grå møteplasser i offentlige uterom, for å senere kunne oppnå synergieffekter ved å planlegge blågrønne strukturer til de eksisterende områdene. Noen av møteplassene har tidsbegrenset brukertilgang for allmennheten, men er inkludert grunnet deres funksjon som viktige møteplasser og aktivitetsområder når de er tilgjengelige (eksempelvis skoler og barnehager).

Møteplassene er inndelt i fire kategorier: park/gravplass/skogsområde, lekeplasser/ idrettsbaner, skole/barnehage og torg. De ulike kategoriene (se beskrivelse på neste side) tilrettelegger ofte for de samme aktivitetene og innehar de samme fasilitetene. Eksempelvis vil høy aktivitet på apparater og baner være gjennomgående for lekeplasser og idrettsbaner. I parker og skogsområder vil aktivitetsnivået variere. I tillegg til aktivitetsnivå, er inndelingen av kategorier også basert på hvor blågrønt områdene er. Dette er for å kartlegge viktige blågrønne møteplasser, og grå møteplasser med potensiale til å bli mer blågrønne.



Figur 6.51: blågrønne og grå møteplasser. Grå møtesteder er ikke nødvendigvis bare grå, men i dette området har de fleste plasser og skolegårder asfalterte overflater.

MØTEPLASSER

Brukstid:



Med **i bruk** mener vi tidsrommet stedet er i bruk, mens i **kjernetiden** er det størst pågang.

For eksempel vil en park være i bruk hele dagen, men det vil være størst pågang på ettermiddagen når flere har fritid, se figur for brukstid over.

Brukergruppe:



Brukergruppe viser hvilken aldersgruppe som bruker disse møteplassene mest, og er inndelt i barn, voksne og eldre. Dette gir en pekepinn på hvem man skal tilrettelegge for i ulike områder.

Eksempel vist over: brukerne som dominerer denne kategorien er barn og voksne.



Figur 6.52: Lademoen park.



Vegetasjonsdominerte møteplasser som inviterer til ulike aktiviteter. Områdets størrelse og tilbud påvirker pågang fra publikum, og avstanden folk aksepterer for å besøke de grønne områdene er viktig (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2016).



Figur 6.53: Rosenborgbanen.



Mer eller mindre blågrønne områder som inviterer til lek og bevegelse, ofte innenfor samme aldersgruppe (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2016).



Figur 6.54: Bispehaugen skole.



Ofte asfalterte (grå) områder, med innslag av vegetasjon. Potensielle lekeplasser og møteplasser utenom åpningstid (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2016).



Figur 6.55: Solsiden kjøpesenter.



Torg og plasser er gjerne knyttet til handelsvirksomhet og næringsområder. En stor del av områdene består ofte av asfalterte flater, men ved blågrønne innslag kan disse viktige møteplassene oppfylle flere funksjoner (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2016).

Sammenstilling: den blågrønne strukturens sosiale funksjoner og verdier

Verdisetting av den blågrønne strukturen i lys av sosiale funksjoner og verdier, gjøres her for å analysere hvilke områder som er viktige møteplasser og forbindelser i dag. Både blågrønne og grå områder er kartlagt og vi skiller ikke mellom disse i verdisetningen, da vi ser mest på den sosiale verdien. Ut i fra dette kan vi også se områder hvor det er mulig å skape synergieffekt ved å anlegge blågrønne strukturer i områder som allerede er viktige møteplasser og/eller forbindelser.

Kartlegging av forbindelser viser at dagens registrerte tur- og sykkelveinett er fragmentert. Dette kan bedres ved å danne et tydeligere nettverk av forbindelser som vist i figur 6.57 (neste side). Analysekrteriene vi har brukt for å vurdere områdene er:

Kategori 3: områder og strekninger med meget stor sosial verdi

- Møteplasser med allsidig tilbud
- Offentlige møteplasser som tilrettelegger for bruk av alle grupper
- Strekninger som knytter møteplasser sammen og oppmuntrer til videre ferdsel
- Møteplasser ved kollektivknutepunkt

Kategori 2: områder og strekninger med stor sosial verdi

- Møteplasser med rekreasjonstilbud
- Offentlige møteplasser som tilrettelegger for bruk av alle grupper
- Strekninger som knytter nedbørfeltet sammen med områder rundt
- Mindre allsidig tilbud

Kategori 1: områder og strekninger med sosial verdi

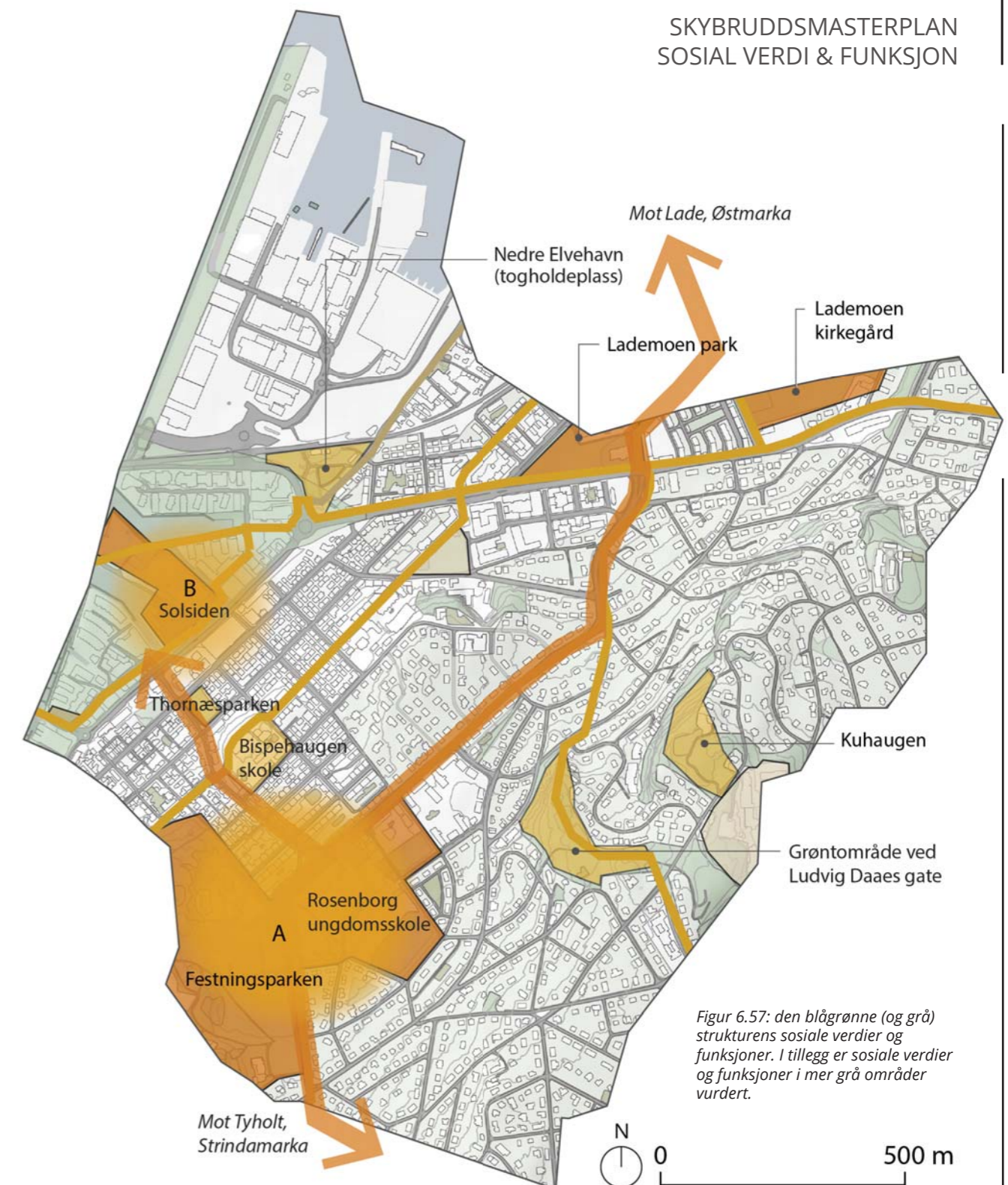
- Mindre møteplasser med rekreasjonstilbud
- Møteplasser med begrenset tidsbruk (eksempelvis skoler og barnehager)
- Strekninger som bedrer ferdsel innad i nedbørfeltet

Hotspots

To områder i nedbørfeltet tilrettelegger for et bredt spekter av aktiviteter og sosiale møter. Slike områder har vi kalt for hotspots, og er basert på tankegangen om viktige sosiale møteplasser som København kommune har kartlagt i utarbeidelsen av skybruddsmasterplanene (2013c, s. 28). Disse områdene er: (A) Festningsparken og Rosenborg ungdomsskole hvor det finnes et stort park- og skogsområde, barnehager, skoler, idrettsbaner og lekeplasser. I tillegg er (B) Solsiden, på Nedre Elvehavn, en viktig møteplass, med handlesenter, restauranter og utesteder.



Figur 6.56: Solsiden på Nedre Elvehavn er en hotspot som ligger like ved en viktig blågrønn struktur: Nidelva.



Figur 6.57: den blågrønne (og grå) strukturens sosiale verdier og funksjoner. I tillegg er sosiale verdier og funksjoner i mer grå områder vurdert.

Sammenstilling av sosiale verdier og funksjoner

Kategorier for verdi:

- 3 Områder og strekninger med meget stor sosial verdi, knyttet mer eller mindre til blågrønne områder. Omdisponering bør ikke forekomme, men heller forsterkes.
- 2 Områder og strekninger med stor sosial verdi, knyttet mer eller mindre til blågrønne områder. Omdisponering som forringer verdi bør unngås og funksjonen bør forsterkes.
- 1 Områder og strekninger med sosial verdi, knyttet mer eller mindre til blågrønne områder. Omdisponering kan forekomme så lenge verdiene beholdes.



Hotspot: sentrale møtesteder som tilbyr flere aktiviteter, store deler av dagen, til en bred brukergruppe. Bør prioriteres som et sosialt knutepunkt.



6.2.4 PLANER OG FØRINGER FOR OMRÅDET

Før planlegging av åpen overvannshåndtering gjøres for området, er det viktig å sette seg inn i hvilke planer og føringer som ligger til grunn. Derfor vil vi først se på hvilke føringer og muligheter som eksisterende arealdel av kommuneplanen (KPA) setter for videre utarbeidelse av skybruddsmasterplanen for nedbørfelt E.

Planer og føringer i området

Kommuneplanens arealdel 2012-2024

Åpen overvannshåndtering krever areal over bakken. Derfor er det vurdert hvilke føringer og muligheter kommuneplanens arealdel og reguleringsplaner setter for utvikling av et nettverk av blågrønne strukturer som håndterer overvann, samtidig som de gir økologiske og sosiale funksjoner og verdier.

Utfordringer med endring av arealformål i nedbørfeltet, er i stor grad knyttet til områder med hensynssoner for kulturmiljø. Store områder i nedbørfeltet har hensynssoner som skal ivareta bygninger og kulturmiljøer (Trondheim kommune, 2012b; 2013a; 2013c). Tilgjengelig areal i nedbørfeltet for anleggelse av nye blågrønne strukturer er stort sett: veiareal og restareal (områder "til overs" ved utbygging).

Nye og pågående planer som setter føringer og/eller skaper muligheter for synergieffekt

Gå- og sykkelstrategi

Miljøpakkens mål om et sammenhengende nettverk av gangveier som skal oppleves trygt og gi estetiske opplevelser, kan oppnås ved å legge gangveier til blågrønne strukturer. I gåstrategien påpekes det at lokale kvaliteter bør tas i bruk, og her nevnes nærhet til vann, utsikt, parker og andre grønne områder (Trondheim kommune, 2016a). Miljøpakken er et samarbeid mellom Statens vegvesen, Trondheim kommune og Sør-Trøndelag (Statens vegvesen, u. å.).

Trondheim kommunes (2014) sykkelstrategi sikter mot å oppnå et helhetlig nettverk av sykkelveier. Særlig vil det foreslåtte hovednettet for sykkel, styrke forbindelser som ble påpekt som mangelfull i analysen for myke trafikanter (figur 6.50, s.107). Ved å legge sykkeltraseene sammen med blågrønne strukturer, kan Trondheim kommune i tillegg oppnå de strategiske målene om å ha (1) gode fysiske anlegg, (2) kommunisere og oppmuntre til andre reisevaner og (3) sykkelvennlig arealbruk.

Fortetting

Nyhavna er det eneste området med fortetnings- og utbyggingsplaner. Kommunedelplanen for området viser at innslaget av blågrønne områder skal øke betraktelig (Trondheim kommune, 2016b). I utarbeidelsen av skybruddsmasterplanen vil vi ta utgangspunkt i den framtidige situasjonen.

Planlegging i områder med havnivåstigning og/eller i Nidelvkorridoren

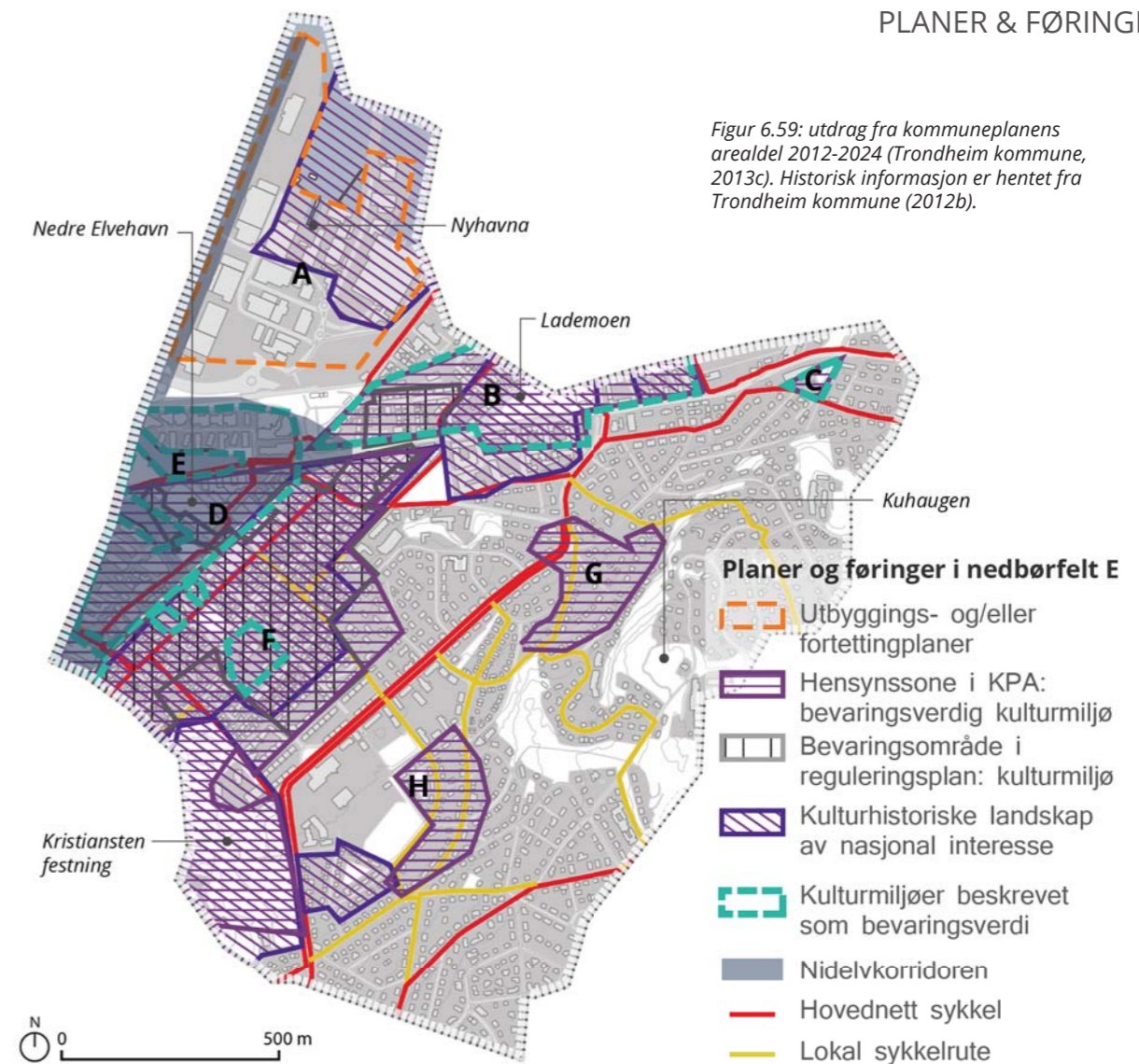
Trondheim kommune (2013a) påpeker at for reguleringsplaner som berører kartlagte områder med fare for havnivåstigning, skal det gjennomføres en ROS-analyse. Dette gjelder deler av Nedre Elvehavn og Nyhavna. Planlegging som berører Nidelvkorridoren skal særskilt hensynta natur, landskap, kulturminner og friluftslivinteresser som finnes i denne korridoren. I utarbeidelsen av skybruddsmasterplanen vil vi ikke gå nærmere inn på dette, da dette vil kreve nærmere vurdering av flere fagfelt.

Hva betyr dette for videre planlegging?

I nedbørfelt E er det få utbyggingsplaner og mange bevaringsverdige områder. Områder med kulturmiljøer av nasjonal interesse, gjør at anleggelse av ny blågrønn struktur må tilpasses eksisterende bebyggelse. Å legge blågrønne strukturer i disse områdene bør sees på som en kvalitet, da de kan bidra til å forhindre flomskader i kulturmiljøene, og i tillegg er det et mål å øke bylivet (Byantikvaren i Trondheim, 2018).

Hvordan åpen overvannshåndtering og blågrønne strukturer kan tilpasses eksisterende områder er en interessant problemstilling å utforske, da det finnes flere eksempler på at utbyggingsområder i dag ivaretar tanken om et blågrønt nettverk fra starten av.

Eksempelvis kommunedelplan for Nyhavna (Trondheim kommune, 2016b), veiledende prinsipplan for det offentlige rom med fokus på blågrønne forbindelser (Oslo kommune, 2006, s. 9) og Nansenparken på Fornebu (Bjørbeek & Lindheim, u. å.). Nansenparken kommer vi tilbake til som et referanseprosjekt for prosjekteringen.



Planer og føringer i nedbørfelt E

A Nyhavna

Føring: byutviklingsområde under arbeid, med fokus på blågrønne strukturer (Trondheim kommune, 2016).

Hva: krigshistorisk miljø av internasjonal betydning.

B Lademoen

Føring: landskapsverdier skal ivaretas og gater bør utformes som symmetriske bygater.

Hva: offentlig sosial boligbebyggelse, fra omkring første verdenskrig. Sammen med parken og kirken utgjør disse verdifulle kulturmiljøer.

C Saxonborg

Føring: fredningsverdi.

Hva: lukket gårdsanlegg fra 1800-tallet.

D Nedre Elvehavn

Føring: gamle bygg påpekt som bevaringsverdig.

Hva: gamle verkstedbygninger.

E Nidelvkorridoren

Føring: særskilt hensyn skal tas til natur, landskap, kulturminner og friluftslivinteresser.

Hva: byens viktigste blågrønne korridor.

F Kirkesletta/Rosenborg/Møllenberg-området

Føring: bevaringsverdig kulturmiljø som kan endres i svært liten grad. Egne retningslinjer for bygg og uterom.

Hva: arbeiderboligmiljø fra 1890-årene.

G Åsbakken/Markveien-området

Føring: bevaringsverdig kulturmiljø.

Hva: godt bevart miljøkarakter for villabebyggelse fra tidlig mellomkrigstid.

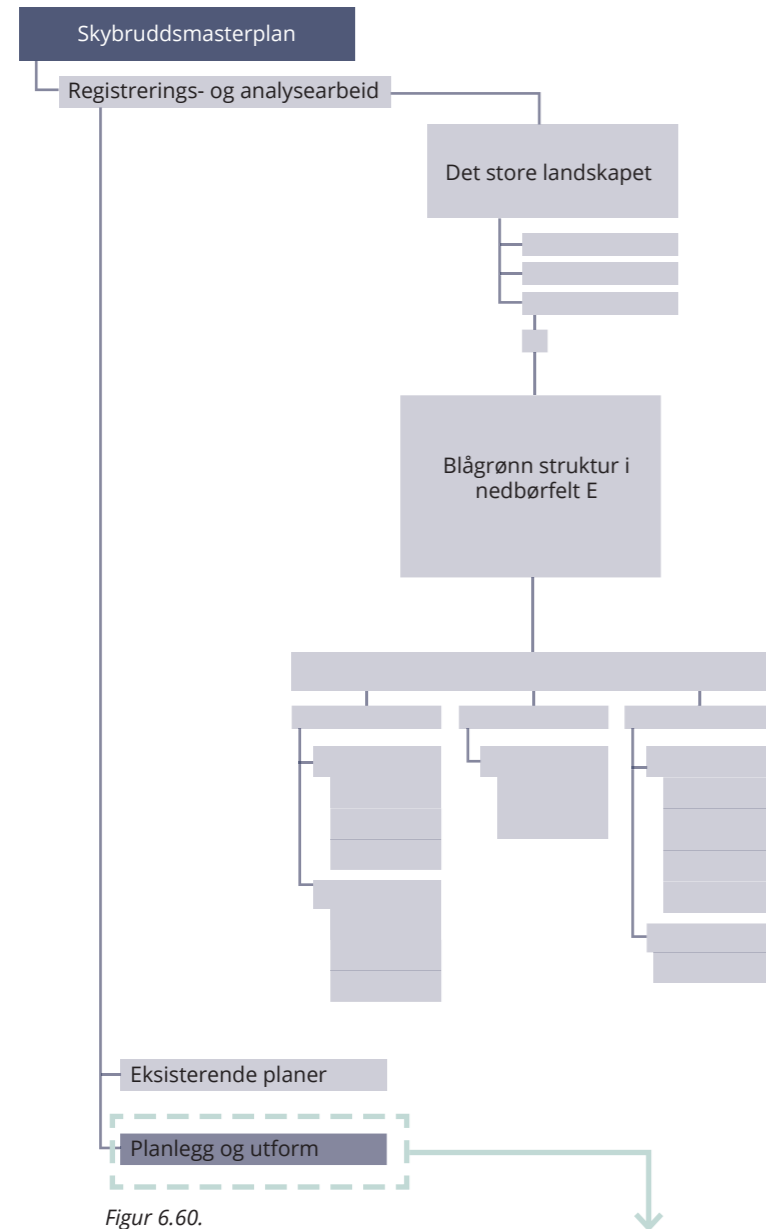
H Rosenborg

Føring: bevaringsverdig kulturmiljø.

Hva: godt bevart miljø av byens første område for firemannsboliger.

6.3 PLANLEGG OG UTFORM

STEG 2



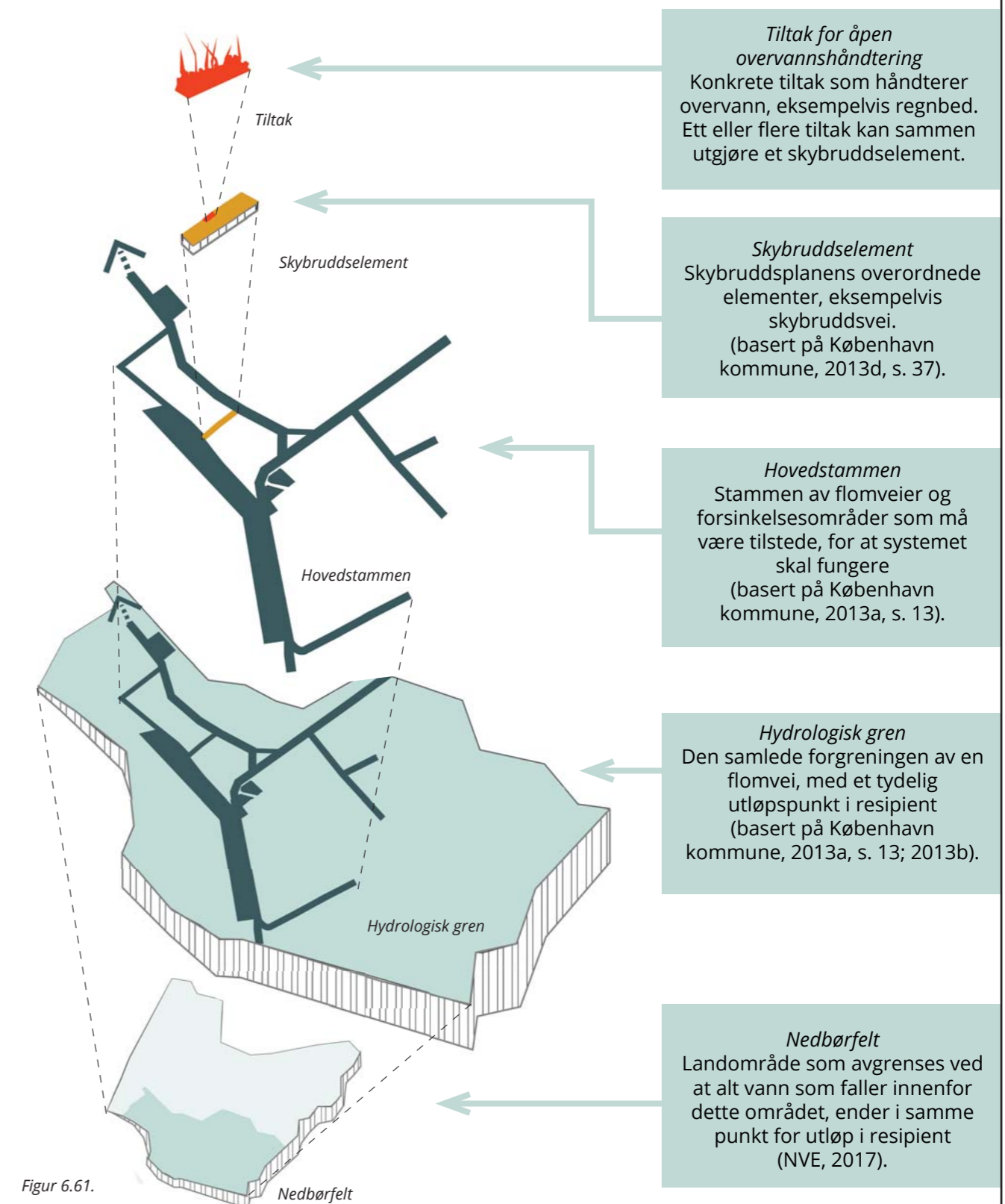
6.3.1 FRAMGANGSMÅTE

Basert på kartlegginger og vurdering av eksisterende planer, utformes skybruddsmasterplanen ved hjelp av prinsipielle skybruddselementer.

Derfor vil vi først utforske hvilke prinsipielle løsninger skybruddsmasterplanen skal bygges opp av, og hvordan vi bør plassere løsninger i nedbørfeltet. Deretter tar vi igjen opp funnene fra registrerings- og analysearbeidet, sammen med føringer og muligheter fra kommuneplanens arealdel, og ser på mulige arealer for anleggelse av tiltak. Basert på dette, utarbeider vi skybruddsmasterplanen for nedbørfelt E. Avslutningsvis i dette kapittelet foreslår vi hvordan planen kan forankres juridisk og brukes i videre arbeid.

Begrepsavklaring og forståelse av systemets ulike nivå

I dette kapittelet anvendes begreper og uttrykk hentet fra referanseprosjektene. Figuren under gir en kort beskrivelse og oversikt for systemets ulike nivå, fra et større nedbørfelt til konkrete tiltak, som et regnbed. Skybruddsmasterplanen utarbeides for et nedbørfelt, og deles videre inn i et mindre nedbørfelt som avgrenses til den hydrologiske grenen. Ulike skybruddselement utgjør den hydrologiske grenen, som igjen er bygd opp av konkrete åpne løsninger for å håndtere overvann. Vi viser figuren for å belyse hvordan vi har jobbet oss gjennom siste del av oppgaven.



6.3.2 HVOR SKAL VANNET TA VEIEN?

Veien og gata som flomvei - en utfordring og en mulighet

Gabriel & Fiil (2016) uttaler at klimatilpasset overvannshåndtering på veiarealer har stort potensial, da disse utgjør en stor andel av byens tette flater. De foreslår at veien kan brukes som flomvei så lenge det området vannet ledes til, har kapasitet til å håndtere mengden. Dagens regelverk og veinormaler tilsier at vann ikke skal ledes ut på veibanen. Her spiller både skadesituasjoner og utfordrende drift inn. Tette sluk, setninger, erosjon og brudd i veibane er skader overvann kan påføre veibanen. Mens vannplaning, dårlige siktforhold og veistenging er utfordrende driftshendelser overvann i veibanen kan skape. Derfor må nye løsninger for utforming og dimensjonering på plass hvis veien skal brukes som flomvei (NOU 2015:16).

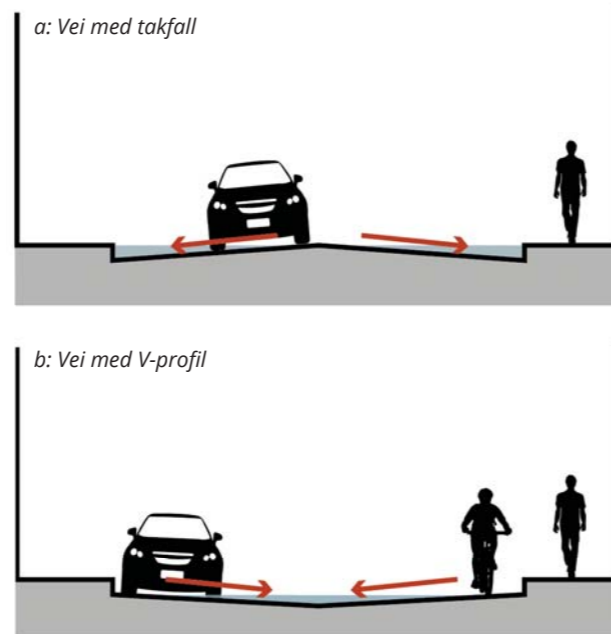
Veier fungerer i mange tilfeller som flomvei i dag, slik som i Trondheim hvor avrenningslinjene stort sett følger veisystemet. Ofte er veien også den eneste korridoren i byer som kan tilrettelegges for trygg bortledning av vann i åpne løsninger, uten at det krever store arealendringer. Utvalget til NOU 2015:16 anbefaler at trafikkerte gater eller veier kan tilrettelegges som flomvei gjennom arealplaner. Her nevner de også at muligheten for å bruke deler av veibredden som flomvei bør utforskes.

Veiens formål som transportåre for mennesker kan fortsatt sikres dersom trygg framkommelighet er i fokus. Vi ser muligheten til å utnytte det eksisterende nettverket av veier og gater til å koble sammen naturbaserte løsninger for overvannshåndtering til et system. Både for å avlede flomvei trygt, men også som fordrøyningsåre. Med det mener vi at gatesnittet kan brukes til mer enn asfalterte flater som øker avrenning. Slike tiltak langs vei kan også øke trafikksikkerhet og gi estetiske opplevelser for reisende.



Hvordan kan veien brukes?

Dagens veiutforming leder overvann ut til sidegrøfter og vannmengden som kan fraktes uten at vannet flommer over gangvei begrenses til høyde på kantsteinene (figur 6.63a). Veien kan ta større vannmengder uten at det fører til oversvømmelser på veiens sideareal, hvis den får V-profil (figur 6.63b). Vi har begrenset oss til å se på mulig løsninger og ikke sett på hvilke utfordringer og tekniske løsninger dette krever. Det vil kreve nærmere undersøkelser av vei- og vanningeniører.



Figur 6.63: øverste snitt viser veiprofil med takfall. Snittet under viser en vei med V-profil. V-profilet er inspirert av København kommune (2013c, s. 86).



Figur 6.62a-b: bruk av vei og gate som flomvei kan skape utfordringer (a), men også bidra til økt trafikksikkerhet og estetiske opplevelser for den reisende (b). Bildet til venstre er fra København 2. juli 2011 (København kommune 2013g) og bildet til høyre er fra Oak Street Bikeway, San Francisco, USA (NACTO 2017).

6.3.3 SKYBRUDDSELEMENTER

Skybruddselement - kategorisering av elementer som inngår i skybruddsmasterplanen

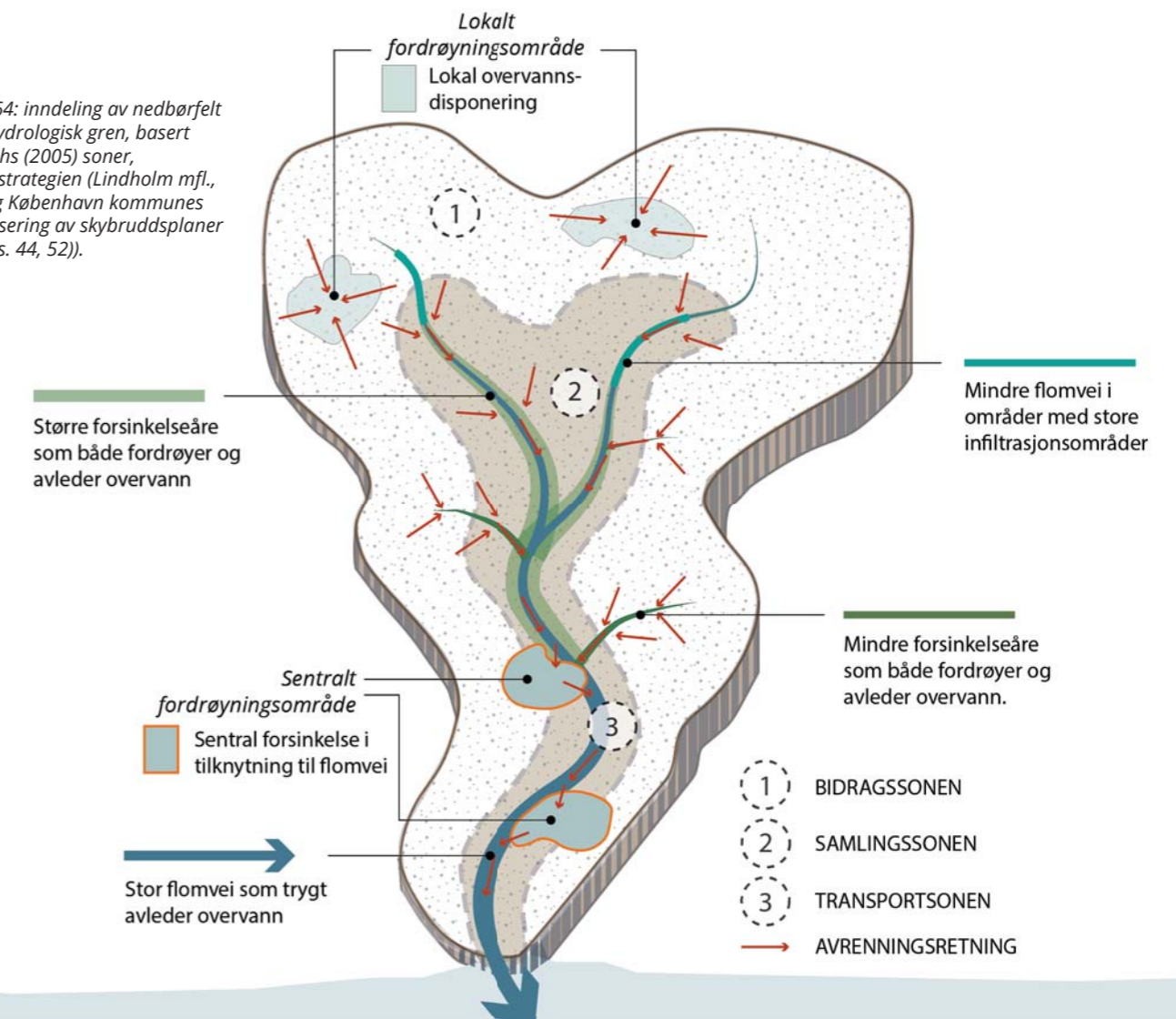
For å systematisere arbeidet med skybruddsmasterplanen, er tankegangen om å tilegne områder overordnede prinsipielle funksjoner fra teorien benyttet. Disse kaller vi skybruddselement. Til sammen utgjør elementene et nettverk av flomveier og forsinkelsesområder. Inspirasjon til skybruddselementene har vi hentet fra København kommunes (2013a; 2013c) konkretisering av skybruddsplaner, men det er gjort endringer for å tilpasse elementene til lokale forhold.

I utarbeidelsen av skybruddsmasterplanen har vi basert tankegangen vår på hvordan man kan dele inn et nedbørfelt etter soner (Marsh 2005) og ledd (Lindholm mfl. 2008). I tillegg har København kommunes måte å inndele forsinkelsesområder i, enten de er i direkte tilknytning (sentral) til en hydrologisk gren eller har områder som ligger utenfor disse (lokal), vært førende.

Øverst i nedbørfeltet bør så mye vann som mulig tilbakeholdes, men der vannet ikke forsinkes, trenger det en flomvei som kontrollert fører vannet videre. Dermed vil både lokale fordrøyningsområder og mindre flomveier være nødvendig.

NEDBØRFELTET TIL EN HYDROLOGISK GREN

Figur 6.64: inndeling av nedbørfelt for en hydrologisk gren, basert på Marshs (2005) soner, treleddsstrategien (Lindholm mfl., 2008) og København kommunes konkretisering av skybruddsplaner (2013e (s. 44, 52)).



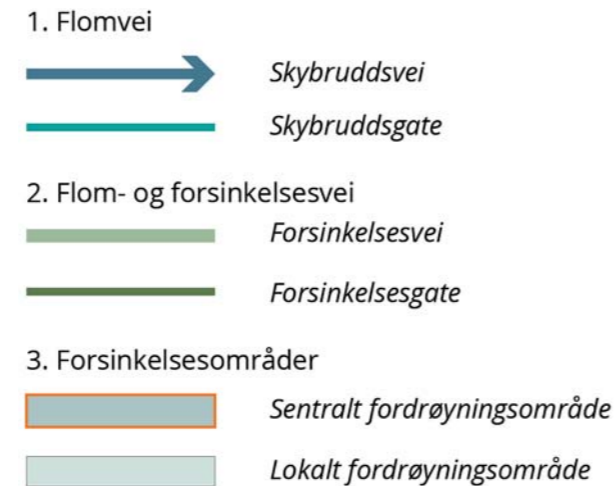
I samlingssonen vil størrelsen på flomveier øke og det vil være behov for både tiltak som forsinkers langs flomveien, og større fordrøyningsområder som kan avlaste noe av flomvannet langs den hydrologiske greinen.

I transportsonen bør fokuset være og lede overvannet trygt ut til resipienten.

Beskrivelse av skybruddselementer

Under vil vi forklare de ulike skybruddselementene mer inngående, med deres hovedfunksjon, beskrivelser av elementet og økosystemtjenester elementet kan levere. Beskrivelsen av skybruddselementene er generell og derfor overførbart til andre byer og tettsteder. Vi vil likevel påpeke at vi har hatt caseområdet i bakhodet da disse ble utarbeidet. Derfor vil det være nødvendig å vurdere hvilke elementer som kan brukes andre steder og om det må legges til flere kategorier.

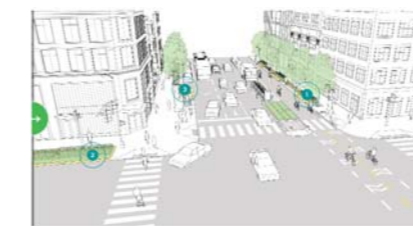
Vi deler inn skybruddselementene i tre kategorier, basert på deres hovedfunksjon: flomvei, flom- og forsinkelsesvei og forsinkelsesområde. Hver kategori har to skybruddselementer som er ulike på grunn av begrensninger i størrelse eller hvilke potensial som ligger i områdene.



To prosjekt med åpen overvannshåndtering langs vei som har inspirert oss i utformingen av de ulike skybruddselementene:



Figur 6.65: eksempel på skybruddsvej fra København kommune (2013c).



Figur 6.66: illustrasjon for en type vei, Ultra Urban Green Street, hentet fra NACTO (2017).

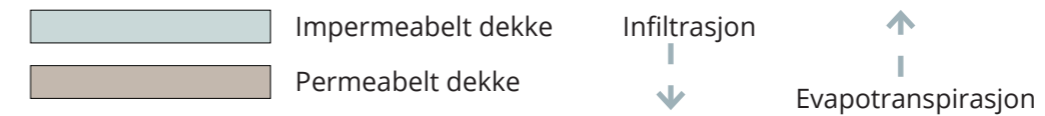
1. Konkretisering av skybruddsplaner (København kommune (2013a-g):

Skybruddselementene fra København har ligget til grunn for hvordan vi har tenkt ulike kategorier og elementer. De konkrete eksemplene vi har hentet inspirasjon fra, stammer fra dokumentene (a-g) og henvises til i snittene. I snittene kildehenvises det fra 1a - 1g for de ulike dokumentene. Eksempelvis betyr henvisning 1a = København kommune (2013a) og 1g = København kommune (2013g).

2. Urban Street Stormwater Guide (NACTO, 2017):


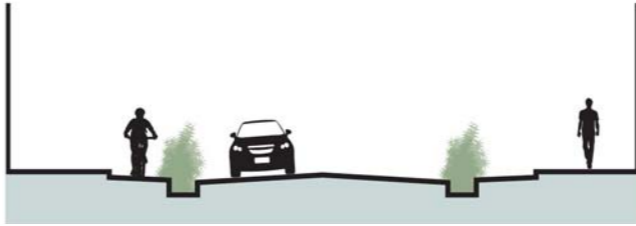






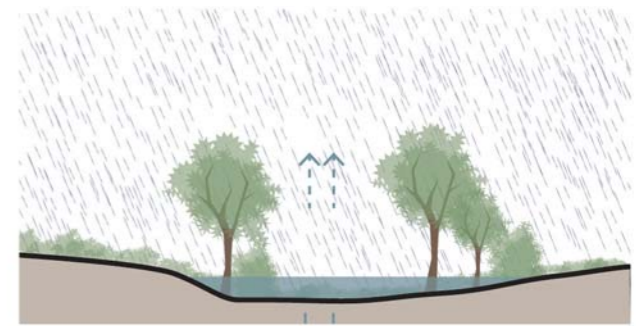



Dette er en veileder som bruker ulike kategoriseringer for veityper, slik at veiene får ulike funksjoner knyttet til åpen overvannshåndtering. Fokuset for veilederen er både å håndtere overvann, ivareta trafikantenes sikkerhet og forbedre gatens estetiske verdi (National Association of City Transportation Officials [NACTO] 2017). I snittene kildehenvises det til dokumentet som "2" og det aktuelle sidetallet.

Forklaring til snitt:



Tabell 6.3: beskrivelse og prinsippsnitt for skybruddselementer.

Skybruddselement	Skybruddsfunksjon	Beskrivelse og egnet område for anleggelse	Økosystemtjenester	Prinsippsnitt	
				Tørrvær	Skybrudd
1. Flomveier					
Skybruddsvei Inspirert av kilde: 1a (s. 117, 118), 1c (s. 86), 1d (s. 38), 1e (s. 52).	Trygg avledning av overvann. 	Flomvei som kun skal lede vannet. Veiene kan utformes med V-profil, slik at veibanen kan håndtere større vannmengder. I tillegg vil vannet renne i midten, som gjør at sideareal kan kjøres på. Egnet område: på større veier i nedre deler av nedbørfeltet	Vannhåndtering		
Skybruddsgate Inspirert av kilde: 1b (s. 118).	Trygg avledning av overvann gjennom grøfter, samt noe infiltrasjon i sideareal. 	Flomvei lengre opp i nedbørfeltet som skal avlede overvann i grøfter. Ofte vil denne typen flomvei ligge i villaområder hvor veiens sideareal ofte er vegeterte. Dermed vil det også være noe forsinkelse langs flomveien.	Vannhåndtering og rensing av vann (biologisk mangfold, rekreasjon).		

Skybruddselement	Skybruddsfunksjon	Beskrivelse og egnet område for anleggelse	Økosystemtjenester	Prinsippsnitt	
				Tørrvær	Skybrudd
2. Flom- og forsinkelsesvei					
Forsinkelsesvei <small>Inspirert av kilde: 1a (110), 1c (s. 52, 53, 55), 1d (s. 37), 1e (s. 31, 32, 52, 56), 1f (s. 65) 1g (s. 14, 49 (s. 37), 2 (s. 35, 118-119).</small>	Avlede overvann og forsinke avrenning gjennom fordrøyning. 	Større gate eller vei med fordrøyningstiltak, som kan bidra til å bedre trafikksikkerhet og trafikkopplevelse ved å dele opp kjørefelt og/eller sykkelfelt. Egnet område: blant bygårder og mindre blokker (i samlingssonen).	Vannhåndtering, rensing av vann, biologisk mangfold og estetiske opplevelser.		
Forsinkelsesgate <small>Inspirert av kilde: 1a (s. 92, 104, 125, 127), 1d (s. 39, 44, 52, 63), 1e (s. 30, 52, 54), 1f (s. 59), 2 (s. 58-59, 85).</small>	Forsinke avrenning gjennom fordrøyning og infiltrasjon. Element vil også avlede vann ved større overvannsflokker. 	Grønne gater som består av en større andel vegetasjon, som både forsinke vannet gjennom infiltrasjon og fordrøyning. Kan både være grønne parkdrag med mye vegetasjon (kun for myke trafikanter), i tillegg til urbane flerbruksgater med store infiltrasjons- og fordrøyningsområder.	Vannhåndtering, rensing vann, biologisk mangfold, rekreasjon, estetisk opplevelse og læring.		
3. Forsinkelsesområder					
Sentralt forsinkelsesområde <small>Inspirert av kilde: 1a (s. 127, 129), 1c (s. 53, 54), 1d (s. 38), 1e (s. 30, 52).</small>	Forsinke avrenning gjennom fordrøyning og infiltrasjon i områder. 	Områder på større plasser og i parker som er tilknyttet skybruddsveier. Vann fra flomveier kan sendes til områdene for å redusere vannmengder nedstrøms. Egnet område: i tilknytning til skybruddsvei.	Vannhåndtering, biologisk mangfold, rekreasjon, utdanning, estetiske opplevelser og vannrensing.		
Lokalt forsinkelsesområde <small>Inspirert av kilde: 1c (63), 1d (s. 41), 1e (s. 33, 52).</small>	Forsinke avrenning gjennom fordrøyning og infiltrasjon i områder. 	Områder med tiltak som ikke er i tilknytning til skybruddsveier. Disse skal sørge for å forsinke vann på stedet, slik at det ikke bidrar til økt vannføringen. Egnet område: øverst i nedbørfeltet, i områder med villa- og rekkehus.	Vannhåndtering, biologisk mangfold, rekreasjon, utdanning, estetiske opplevelser og vannrensing.		

NEDBØRFELT E

6.3.4 FUNN FRA REGISTRERINGS- OG ANALYSEARBEIDET SOM SETTER RAMMER FOR SKYBRUDDSMASTERPLANEN

Hovedfunn fra registrerings- og analysearbeidet, samt framtidige planer, styrer utformingen av skybruddsmasterplanen. De tekniske funksjonene setter rammen for planen med plassering av flomveier og forsinkelsesområder. Inndeling av nedbørfeltet i soner tydeliggjør hvilke skybruddselementer som bør plasseres hvor. Økologiske og sosiale funksjoner og verdier synliggjør hvor synergieffekter kan oppnås.

Utfordringer som påvirker utformingen er barrierer (jernbane og svært trafikkerte veier), områder med stor helning og/eller som er utsatt for flom. Eksempelvis vil infiltrasjonstiltak i bratt terreng ha liten effekt, om det ikke gjøres tiltak som reduserer hastigheten på vannet (Braskerud & Hauge, 2013).

ØKOLOGISKE FUNN



Figur 6.69.

NETTVERK AV BLÅGRØNN STRUKTUR

- Linær korridor
- Hoppesteinskorridor
- Større grøntområder

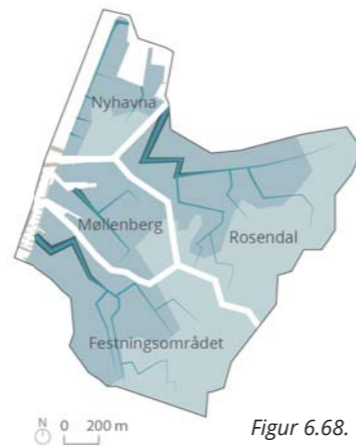
TEKNISKE FUNN



Figur 6.67.

FLOMVEIER OG STØRRE FORDRØYNINGSOMRÅDER

- Flomvei
- Større infiltrasjonsområder
- Mulig feilkilde i beregning av flomveier



Figur 6.68.

DE FIRE NEDBØRFELTENE INNDELTE I LEDD (SONER):

- 1. ledd/bidragsonen
- 2. ledd/samlingssonen
- 3. ledd/transportsonen

SOSIALE FUNN

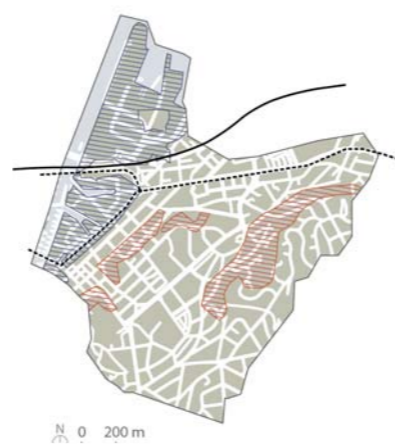


Figur 6.70.

FORBINDELSER OG MØTEPlassER

- Viktige forbindelser for mange trafikanter
- Planlagte forbindelser
- Hotspots for mange trafikanter

UTFORDRINGER



Figur 6.71.

UTFORDRINGER FOR TILTAK

- Områder med stor helning
- Aktomhetszone for flom
- Barrierer: jernbane
- Barrierer: stor bilvei

6.3.5 TILGJENGELIG AREAL

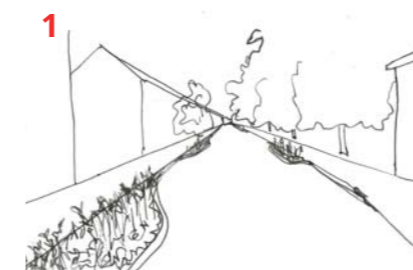
Tilgjengelig areal for anleggelse av åpne tiltak for overvannshåndtering og blågrønne strukturer kartlegges for å se muligheter. Det er registrert aktuelle strekninger og områder med utgangspunkt i de tre hydrologiske grenene og framtidige planer for Nyhavna. Hvilke skybruddselement som skal plasseres hvor, avhenger av plass, eksisterende funksjon, helningsretning, helningsgrad og hvor mye vann som skal føres og/eller fordrøyes.

flomveier, samt områder tilknyttet disse. Å bruke veien som flomvei krever at veibredde og veiens funksjon tillater det. Arealer som enten har eksisterende funksjoner for å håndtere overvann, eller som har plass og mulighet til å kunne gjøre dette, er også kartlagt. I dette steget er det ikke vurdert gjennomføringsevne for de ulike strekningene og områdene utover tilgjengelig areal.

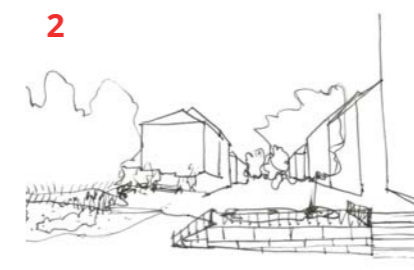
Kartlegging av tilgjengelig areal og muligheter tar utgangspunkt i dagens



Figur 6.72.



Figur 6.73: vei kan benyttes som både flomvei og til forsinkelse, hvis veiens bredde og funksjon tillater det.



Figur 6.74: restareal kan brukes til å fordøye overvann og samtidig skape nye møteplasser.



Figur 6.75: lavtliggende områder kan ha flere funksjoner. Eksempelvis som fotballbane og fordrøyningsområde.

6.3.6 SKYBRUDDSMASTERPLAN

I utarbeidelsen av skybruddsmasterplanen for nedbørfelt E, er det tatt utgangspunkt i eksisterende beregninger av flomveier (sett bort i fra Nyhavna). Det vil si at endringer i arealbruk som påvirker avrenning i området, vil føre til at skybruddsmasterplanen må justeres. Eksempelvis kan større endringer i villaområdet som ligger øverst i nedbørfeltet, føre til at infiltrasjonsevnen i området svekkes og avrenningen økes nedstrøms.

Spesielle utfordringer som er hensyntatt

Terreng: I strekninger med brattere terreng er det valgt å ikke bruke forsinkelseselement da bratt helning kan svekke infiltrasjonsevnen.

Vintersituasjon: Ved frost i bakken øker avrenningen (Paus, 2018). Derfor er det plassert flere sentrale fordrøyningsområder langs flomveien som kan tilbakeholde vannet, selv om det ikke infiltreres.

Forurensning: Fordrøyningsanlegg langs flomveien kan bidra til rensing av overvann. Hvor stor renseseffekt de ulike anleggene bør ha, må vurderes ved hvert prosjekt.



Figur 6.76: bratt helning kan skape utfordringer for forsinkelselementer. Her fra Nonnegata.

Planens oppbygging

Oppdeling av området i mindre nedbørfelt (figur 6.17, s.85) og inndelingen av området i ledd/soner (figur 6.68) har vært førende for planens oppbygging. I tillegg har sosiale og økologiske funksjoner og verdier blitt vurdert i diskusjonen om plassering av skybruddselementer.

Hydrologisk gren 1: Festningsområdet.

Vannet kommer sigende fra store boligområder øverst i nedbørfeltet. Området har både bratte skråninger og flattere platåer. Det flattere platået ved Kristiansten festning og Rosenborg ungdomsskole utnyttes som sentralt fordrøyningsområde. Vannet renner videre ned Nonnegata, hvor det i brattere terreng ikke er fordrøynings tiltak langs skybruddsveien. Det sentrale fordrøyningsområdet Thornæs parken vil kunne avlaste flomveien noe, før den siste strekningen krysser Innherredsveien i lukket løsning.

Hydrologisk gren 2: Møllenberg

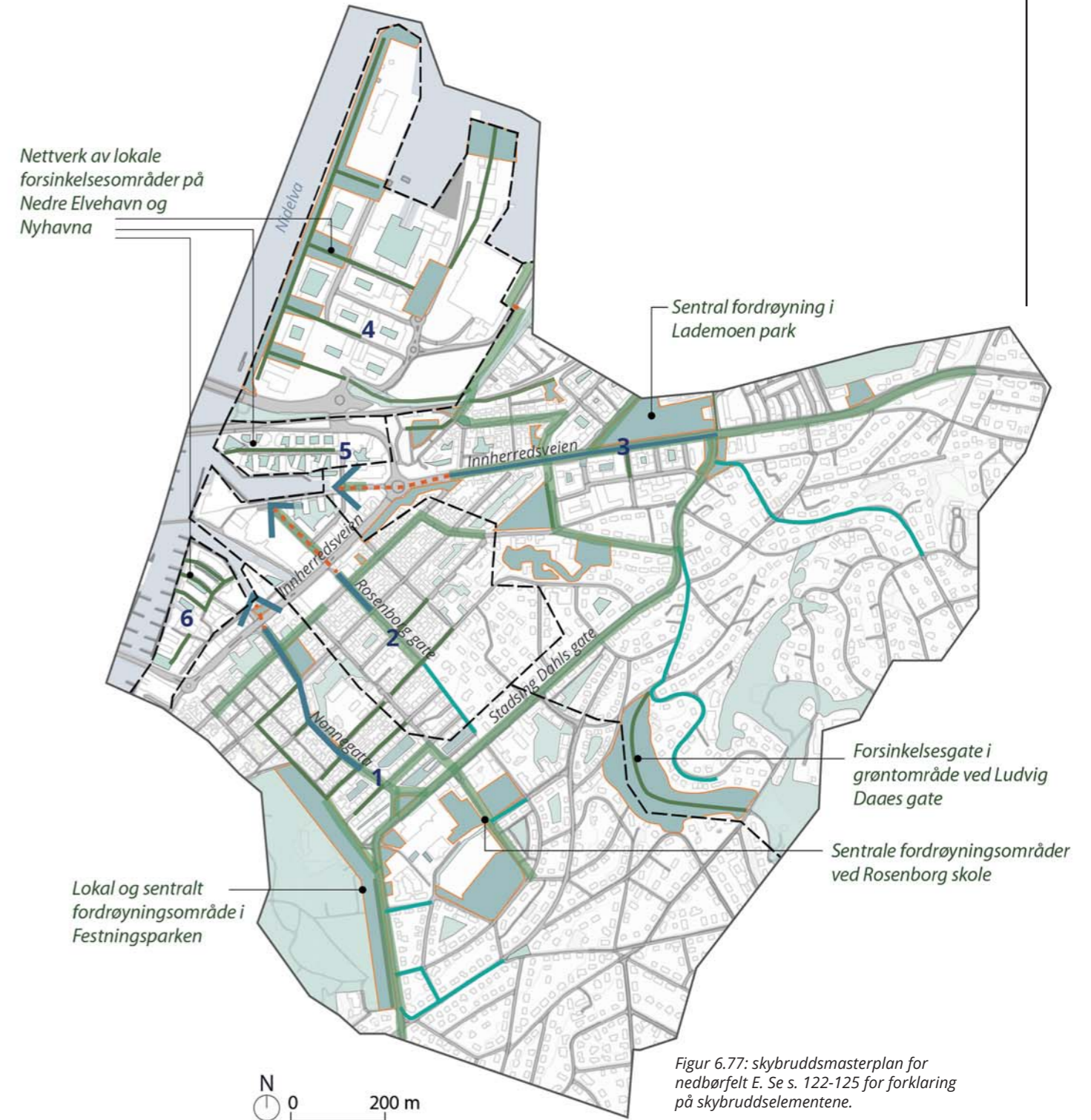
En kort flom- og forsinkelsesvei som leder vannet ned Rosenberg gate, under Innherredsveien (i lukket løsning) og ut i Nidelva.

Hydrologisk gren 3: Rosendal og Lademoen

Flom- og forsinkelsesveien følger en nokså trafikkert gate til rundkjøringen, hvor vannet ledes ned i lukket løsning før det sendes ut i Nidelva. Lademoen park vil være et sentralt fordrøyningsområde og minske mengden overvann på flomveien noe. Parken ligger også i krysningspunktet mellom flere flomveier.

Nyhavna og Nedre Elvehavn: nettverk av lokale åpne tiltak

I de flattere partiene ved elvebredden (Nyhavna og Nedre Elvehavn) bør et nettverk av blågrønne infiltrasjons- og fordrøyningsområder anlegges. Det tilrettelegges ikke for et samlet utløp for å fordele vannet utover. Disse forsinkelsesområdene kan også utvikles til å hindre stormflo og flom fra Nidelva (fluvial flom), og utgjør et eget planområde i nedbørfeltet, utenom de hydrologiske grenene.



Figur 6.77: skybruddsmasterplan for nedbørfelt E. Se s. 122-125 for forklaring på skybruddselementene.

Skybruddselementer

Flom-/forsinkelsesvei	Forsinkelsesområde	Inndeling i mindre planområder
Skybruddsgate	Sentralt forsinkelsesområde	1 - Hydrologisk gren 1
Forsinkelsesvei	Lokalt forsinkelsesområde	2 - Hydrologisk gren 2
Forsinkelsesgate		3 - Hydrologisk gren 3
Lukket løsning		4 - Nyhavna
		5 - Nedre Elvehavn 1
		6 - Nedre Elvehavn 2

6.3.7 JURIDISK FORANKRING AV SKYBRUDDSMASTERPLANEN

Vi har valgt å se nærmere på bruk av hensynssoner for å sikre at skybruddsmasterplaner blir hensyntatt i arealplanlegging. Bruk av hensynssone for sikrings-, støy- og faresoner (jf. PBL 2008, § 11-8 a) er mest aktuell, da den har til hensikt å hindre miljøulempe og sikre mot fare eller ulykker (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2009). For å aktivisere bruk av skybruddsmasterplaner, foreslår vi at det utformes en hensynssone som dekker skybruddselementene vist i skybruddsmasterplanen.

I tillegg vil vi legge vekt på områder som har innvirkning på skybruddsmasterplanens funksjon, slik som større områder med infiltrasjonsevne. Lindholm mfl. (2008, s.23)

Hensynssone H_1
- Flomvei og/eller fordrøyningsområde (jf. PBL 2008, § 11-8 a)

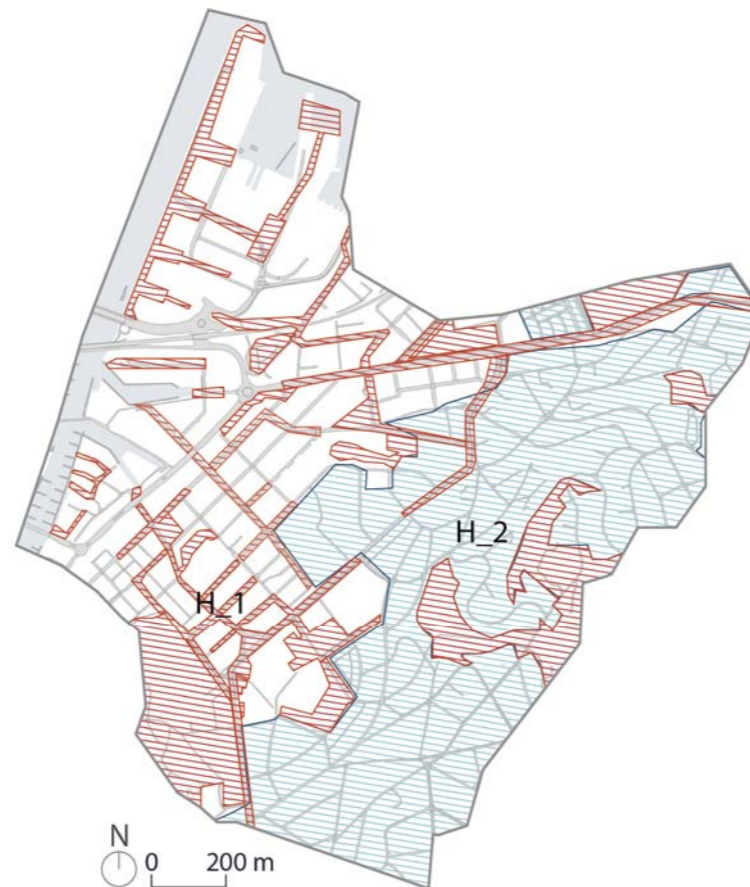
I områder som omfatter flomvei og fordrøyningsområder, markert H_1, kreves det i forbindelse med nye reguleringsplaner/vedlikehold av eksisterende bebyggelse, at funksjonen til området ikke svekkes. Nødvendige tiltak må gjøres i tråd med gjeldende skybruddsmasterplan for området.

Hensynssone H_2
- Infiltrasjons- og/eller fordrøyningsområde (jf. PBL 2008, § 11-8 a)

I større sammenhengende områder med hager/grøntareal, markert H_2, kreves det i forbindelse med nye reguleringsplaner eller vedlikehold av eksisterende bebyggelse, at funksjonen til området ikke svekkes.

uttaler at nærmere krav til infiltrasjon og fordrøyning i ulike områder med bebyggelse, kan fastsettes i reguleringsplan og byggetillatelse. Som en fortsettelse foreslår vi å legge en hensynssone for områder som inngår i villa- og rekkehus kategorien (se områdetyper figur 6.34, s.95). Redusering av andel private hager i disse områdene kan gi økt avrenning. Dette vil gi ringvirkninger for hele skybruddsmasterplanen.

Hensynssonene under er et forslag til inndeling og bestemmelser til sonene. Til inspirasjon har vi brukt Nedre Eiker kommunes hensynssone for overvannshåndtering, flomvei og erosjon (Nedre Eiker kommune, 2015). Det er ikke gått nærmere inn på om hensynssoner er riktig måte å forankre planen på, hva de ulike hensynssonene har å si for andre bestemmelser, eller gjort en nærmere vurdering av ordlyden i bestemmelsene.



Figur 6.78: forslag til hensynssoner i kommuneplanens arealdel. Inndelingen er mellom områder som er gitt en funksjon i skybruddsmasterplan, og områder som påvirker funksjonen til skybruddsmasterplanen.

6.3.8 HVORDAN KAN SKYBRUDDSMASTERPLANEN BRUKES VIDERE?

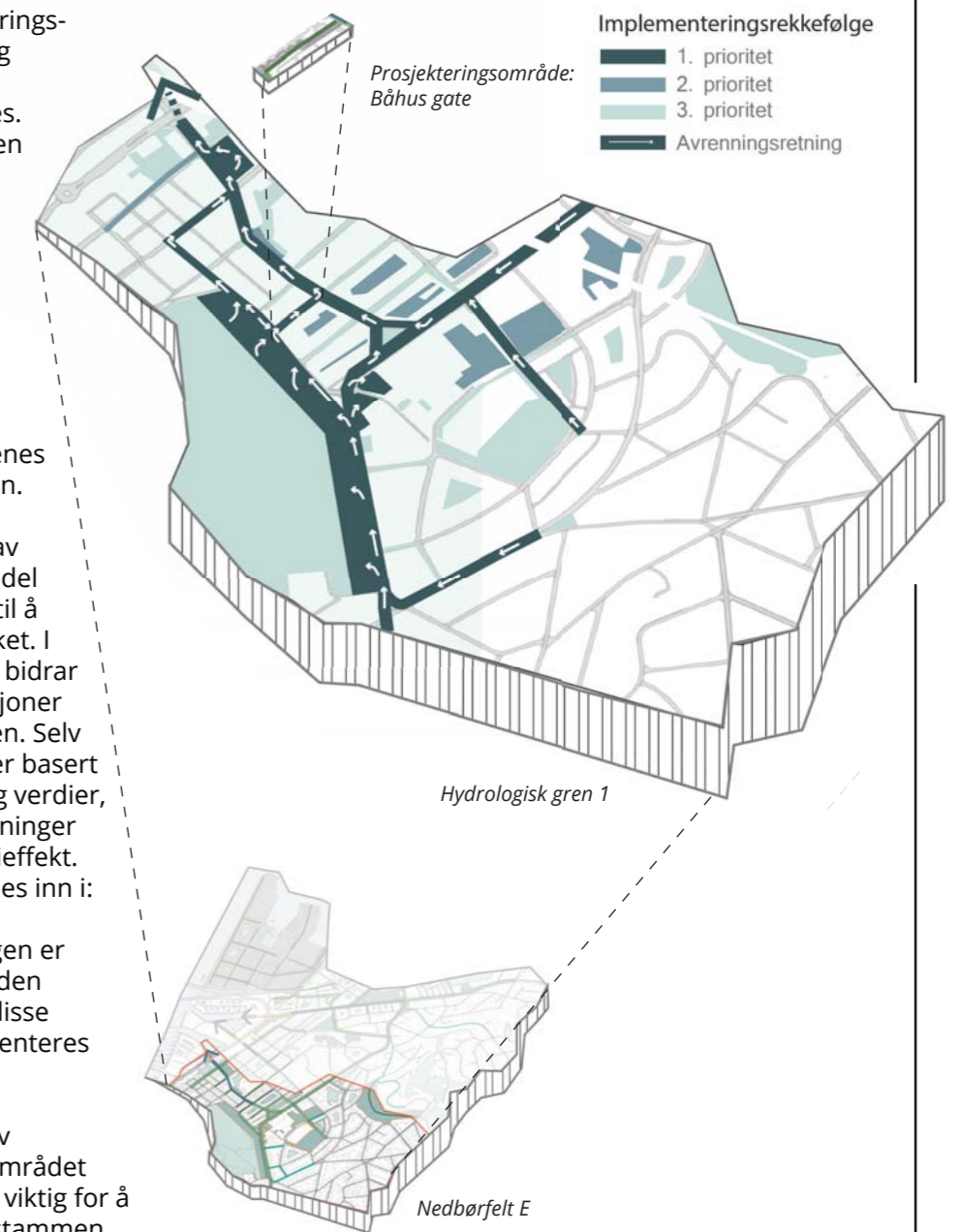
I videre arbeid bør en prioriteringsrekkefølge for implementering av skybruddselementer i skybruddsmasterplanen settes. Basert på prioriteringsmetoden til Malmö stad (2016, s. 24) gjøres dette i to ledd. Først velges området som er mest utsatt for ulemper ved flom. I nedbørfelt E er dette områder ved Nedre Elvehavn og Solsiden, som tilhører hydrologisk gren 1. Deretter settes en prioriteringsliste basert på skybruddselementenes rolle i den hydrologiske grenen. Rollen avgjøres basert på om elementet inngår i stammen av nettverket, eller om det er en del av forgreningene som bidrar til å lette trykket på hovednettverket. I tillegg bør områder som også bidrar til økologiske og sosiale funksjoner og verdier, settes høyt på listen. Selv om skybruddsmasterplanen er basert på å øke alle tre funksjoner og verdier, er det noen områder og strekninger som vil gi spesielt stor synergieffekt. Prioriteringsrekkefølgen deles inn i:

1. Prioritet: området/strekningen er en del av hovedstammen for den hydrologiske grenen. Tiltak i disse områdene bør derfor implementeres først.

2. Prioritet: implementering av skybruddselementer i dette området eller på denne strekningen er viktig for å redusere avrenning til hovedstammen.

3. Prioritet: implementering av skybruddselementer i dette området eller på denne strekningen bidrar til å redusere avrenning på hovedstammen.

Gjennom å prosjektere et skybruddselement vises det hvordan ulike åpne tiltak for overvannshåndtering kan settes sammen i et system. Forsinkelsesgaten Båhus gate velges som prosjektområde, da gaten ligger midt i den hydrologiske grenen og påvirkes både av tilførsel ovenfra og av at den sender fra seg vann. I tillegg er det interessant å utforske hvilke muligheter som finnes i en eksisterende urban gate, som skal opprettholde blant annet framkommelighet, parkering og være en sosial møteplass.



Figur 6.79: framgangsmåte for å velge områder hvor det skal implementeres tiltak først. Først velges den hydrologiske grenen som er mest utsatt for ulemper ved flom. Deretter hvilke områder innad i grenen som utgjør hovedstammen i forgreninga.

I figuren vises også prosjekteringsområdet (Båhus gate) hvor vi viser et konkret eksempel på hva en forsinkelsesgate kan være.

7.0 PROSJEKTERING AV ET SKYBRUDDSELEMENT

For å vurdere effekten av skybruddselementene og vurdere hvilke andre hovedfunksjoner elementene i hydrologisk gren 1 også bør ha, utforsker vi nærmere hvordan et skybruddselement kan utformes. Hvor mye overvann dette elementet kan håndtere, gir oss et grunnlag for å diskutere rollen et enkelt skybruddselement har i det større systemet.



7.1 PROSJEKTERINGSOMRÅDE: BÅHUS GATE

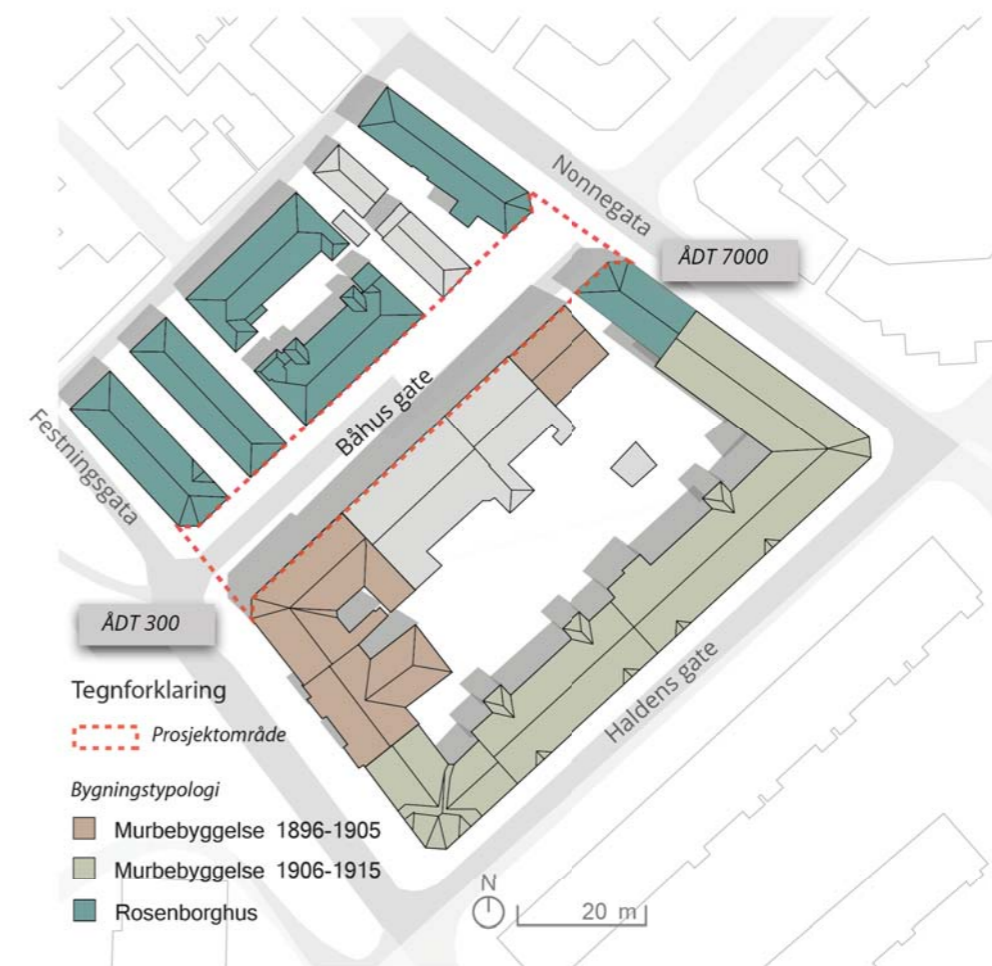
Båhus gate ligger øst for festningsområdet, og prosjekteringsområdet er avgrenset til første kvartal i gaten (nr. 2-6), mellom Festningsgata og Nonnegata. Båhus gate er regulert som gatetun (Trondheim kommune, 1979) og er dermed et område som skal ivareta flere funksjoner (adkomstvei, parkerings- og lekeareal).

Båhus gate ligger mellom to ulike områder med kulturhistorisk viktig bebyggelse, Møllenbergområdet og Nedre Rosenborg. Bebyggelsen består av Rosenborghus, som er murbebyggelse fra før 1925 samt noen hus av nyere dato. I følge *Veileder for Møllenberg, Kirkesletten og Rosenborg* (Byantikvaren i

Trondheim, 2018, s. 75), har de fleste gårdsrom et potensiale for utbedring og dermed økt boligkvalitet i gården og bydelen Byantikvaren oppfordrer til å ruste opp gårdsrommene, slik at de gir muligheter til opphold.

7.1.1 Registreringer og analyser

For å kartlegge hvilke elementer som er viktige å bevare og hvilke som bør forsterkes, er det gjort registreringer og analyser som blant annet viser eksisterende tekniske funksjoner, og økologiske og sosiale funksjoner og verdier.



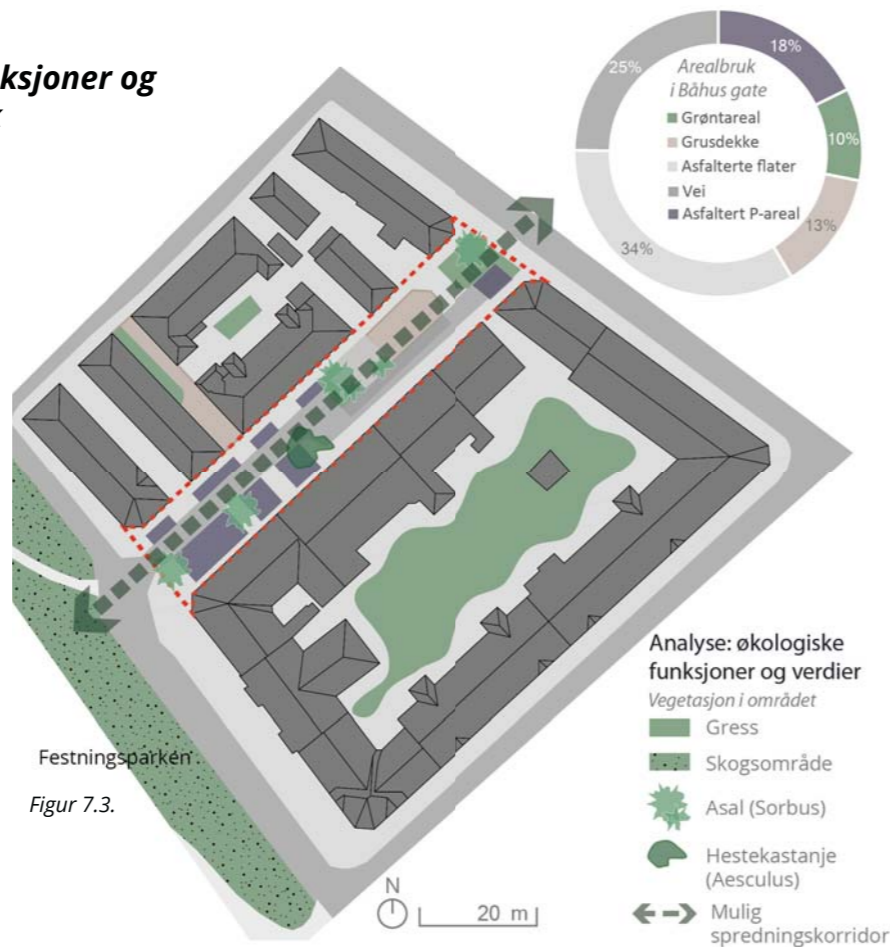
Figur 7.2: avgrensning av prosjektområdet, en beskrivelse av bygningstypologi og veistruktur som viser årsgjennsnittstrafikk (ÅDT) (Vegkart, u. å.).

Figur 7.1.

Analyse: økologiske funksjoner og verdier, samt arealbruk

Prosjektområdet ligger like ved grøntområdet Festningsparken, som er preget av store gressareal og et skogsområdet. Tosjiktet vegetasjon dominerer gaten, her med gressplen og trær.

Fordelingen av arealbruk i gaten viser at andelen tette flater er svært stor, se figur 7.3.

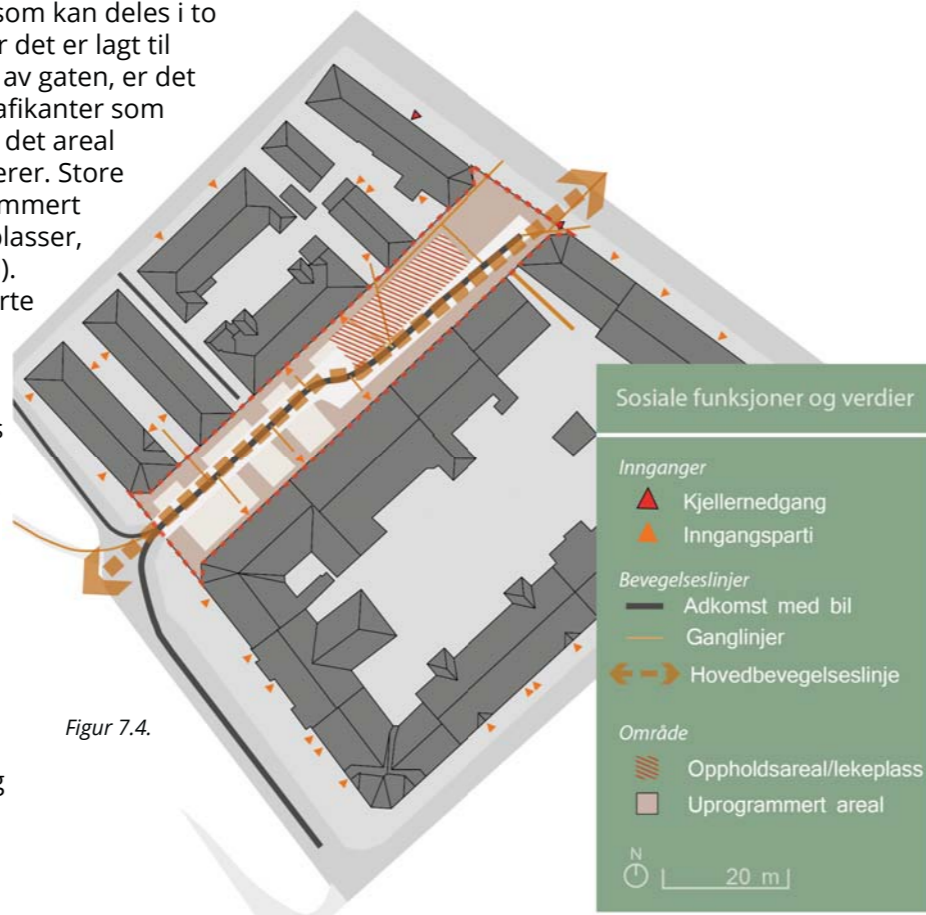


Figur 7.3.

Analyse: sosiale funksjoner og verdier

Båhus gate er et gatetun som kan deles i to basert på hvilke aktiviteter det er lagt til rette for. I nordøst-enden av gaten, er det oppholdsrom for myke trafikanter som prioriteres, og i sørvest er det areal med kjøretøy som dominerer. Store deler av arealet er programmert (oppmerkede parkeringsplasser, veibane og oppholdsareal). Mønsteret av programmerte og ikke-programmerte arealer er fragmentert, noe som påvirker hvordan gatetunet brukes av myke trafikanter. Mønsteret skaper kantete bevegelseslinjer og lite rom for annen aktivitet enn de som er tilrettelagt for i oppholdsarealet (huskestativ, vippedyr og sandkasse).

Oppholdsarealet består av gressareal med trær og busker, tre sittebenker og lekeareal i grusdekke.



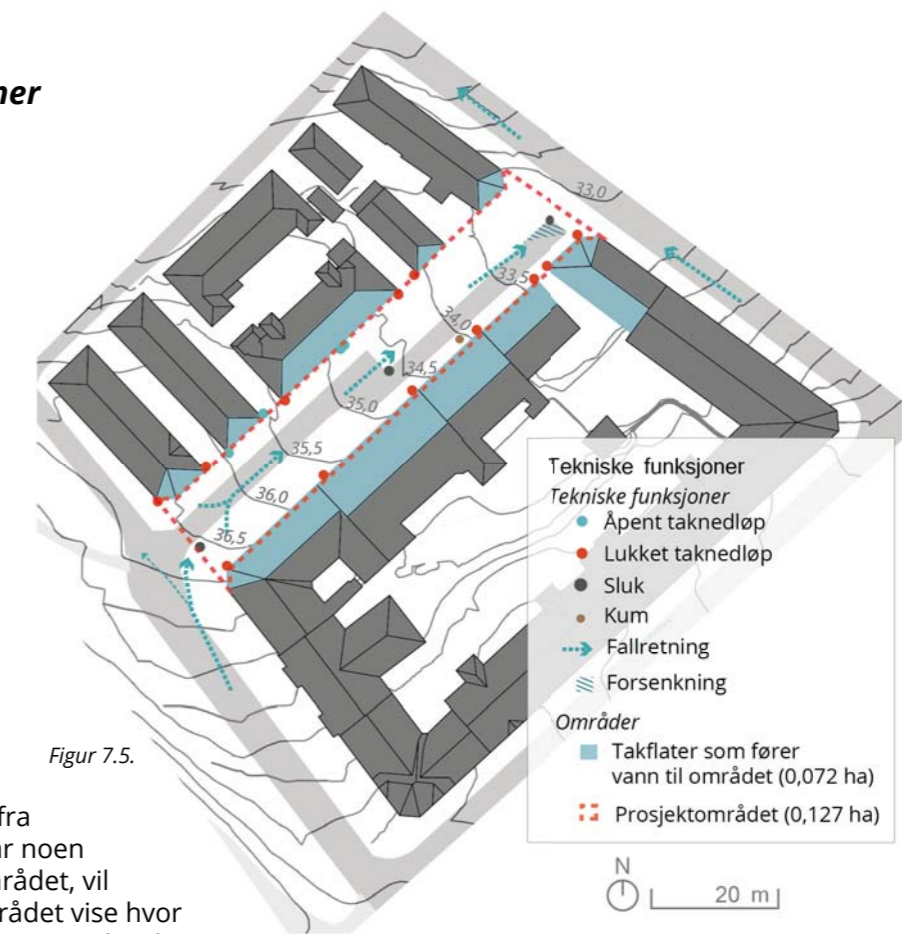
Figur 7.4.

Analyse: tekniske funksjoner

Vannets bevegelser gjennom området styres av elementer som fallretning, taknedløp og sluk. Terrenget faller jevnt fra åpningen i sørvest og ned mot nordøst.

For å dimensjonere riktig fordrøyningsvolum og velge riktig tiltak, er den rasjonelle formel brukt for å beregne maksimalavrenning (Lindholm mfl., 2008). Vi avgrensner beregning av avrenning til prosjekteringsområdet, da metoden er anbefalt til bruk i mindre nedbørfelt.

I tillegg trengs kompetanse som er utenfor vårt fagfelt for å beregne hvor mye vann som vil renne til dette området fra øvrige arealer. Selv om vi ikke får noen konkrete tall på tilrenning til området, vil en beregning av avrenning i området vise hvor stor fordrøyningsvolum effekt tiltakene i gaten bør ha for å kunne håndtere sitt eget vann. Dette er også en måte å utforske om et element både kan håndtere avrenningen området selv genererer, og avrenning fra større områder rundt. Områdene som medregnes er flater på bakkenivå innad i prosjektområdet, samt takflater som avgir vann til området (markert i blått på kart).



Figur 7.5.

Den rasjonelle formell: $Q = C \times i \times A \times K$

Formelforklaring:

C: Avrenningskoeffisient
Ulike avrenningskoeffisienter ble beskrevet i tabell 6.2, s. 96.

For å bruke avrenningskoeffisientene i beregningen, bør en middelværdi settes. Denne verdien beregnes ved å legge sammen avrenningskoeffisientene ganget med arealene. Til slutt deles dette på det samlede arealet (NVE, 2015):

$$\frac{((C_1 \times A_1) + (C_2 \times A_2) + (C_3 \times A_3) \dots)}{(A_1 + A_2 + A_3 \dots)}$$

i: Nedbørintensitet
Nedbørintensiteten avleses fra IVF-kurven for nærmeste værstasjon. Kurven er et mål på nedbørets intensitet (I), varighet (V) og frekvens (F). For å velge riktig regnhendelse fra IVF-kurven, må varigheten på regnskyll bestemmes. Dette gjøres ut

fra konsentrasjonstiden. Konsentrasjonstiden er tiden det tar for en vandråpe å renne fra ytterst i det avgrensede område, til utløpet (NVE, 2015).

A: Areal
Prosjektområdets areal i hektar (ha) (NVE, 2015).

K: Klimafaktor
For å ta høyde for den forventede økningen i nedbør, bør en klimafaktor legges til. Det er usikkert hvilken faktor som bør brukes, da blant annet gjentakintervall, varighet, lokalitet og referanseperiode påvirker faktoren (Hanssen-Bauer mfl., 2015). Basert på ulike scenarier modellert av NKSS, velger vi faktoren som er basert på regnhendelsen med høyest intensitet, gjentakintervall på 200 år og høyest utslippsscenarioet (jmfør RCP 8,5, omtalt i introduksjonen, s 14). Klimafaktoren settes dermed til 1,38.

Beregning av avrenning i Båhus gate:**Avrenningskoeffisient**

Prosjektområdet deles inn i to områder for beregning av nedbørintensitet: flater på bakkenivå og takflater. Ulike avrenningskoeffisienter baseres på tall i tabell 6.2, s. 96. For flater på bakkenivå beregnes en middelværdi for avrenningskoeffisienten. Koeffisient for gressplen med lav infiltrasjonsevne: 0,3 (102,4 m²), asfaltert område med svak helning 0,85 (1038 m²) og 0,5 for grusareal med lav helning (88,6 m²). Middelværdi for avrenningskoeffisienten på bakkenivå blir:

$$\frac{(0,3 \times 102,4) + (0,85 \times 1038) + (0,5 \times 88,6)}{1271,7} = 0,79$$

Avrenningskoeffisient for takflater: **0,95**

Nedbørintensitet

Konsentrasjonstiden settes til henholdsvis 3 min. (takflater) og 5 min. (bakkenivå) basert på formel for beregning av konsentrasjonstiden i urbane felt (NVE, 2015, s. 25):

$$t_c = 0,02 \times \text{Lengde m} \times \text{Høydeforskjell m}$$

Fra takflater:

Område	Lengde	Høyde	Varighet
0,02	12,6 m	12 m	3,024 min

Bakkenivå:

Område	Lengde	Høyde	Varighet
0,02	65	3,3 m	4,29 min

Mengde avrenning

Trondheim kommune (2012a) har satt krav til gjentaksintervaller det skal planlegges for i ulike områdetyper. For villaområder benyttes intervaller mellom ti og tjuer år, og i sentrumsområdet skal gjentaksintervall for 25 til 50 år benyttes. Om området er lukket eller åpent, og hvor ofte oversvømmelser tillates, står for denne variasjonen i intervaller. Båhus gate regnes i kategorien sentrumsområde. Vi velger å beregne nedbørintensitet ut fra det høyeste intervallet kommunen anbefaler (50 år), og for nedbørhendelser som kan inntreffe hyppigere i framtiden (200 år).

Tabell 7.1: IVF-kurve for Tyholt (i Trondheim) er brukt i denne beregningen. Det er stor forskjell på hvor mange liter/sekund per hektar en nedbørhendelse som inntreffer hvert 10 år gir, i motsetning til en som inntreffer hvert 200 år.

Gjentaksintervall	Varighet (minutter)										
	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90
10 år	281,7	224,3	203,5	167,6	112,4	86,5	71,6	53,3	42,1	36,2	28,3
25 år	337,0	269,5	245,0	202,7	133,7	103,2	84,8	63,0	49,4	42,3	32,9
50 år	378,1	303,0	275,8	228,7	149,6	115,6	94,6	70,2	54,8	46,9	36,3
200 år	459,5	369,6	336,9	280,4	181,0	140,2	114,1	84,6	65,5	55,9	55,9

Til slutt regner vi om til kubikkmeter vann som bør håndteres for nedbørhendelser på mellom tre og fem minutter. Dette gjøres ved å multipliserer Q med konsentrasjonstiden i sekunder. Vi bruker gjennomsnittstiden på fire minutter.

Liter/sekund per hektar:

Bakkenivå:

Gjentaksint.	Tid	C	i	A	K	l/s per ha
10 år	5 min	0,79	167,6	0,1271	1,38	23,22
25 år	5 min	0,79	202,7	0,1271	1,38	28,09
50 år	5 min	0,79	254,6	0,1271	1,38	31,67
200 år	5 min	0,79	280,4	0,1271	1,38	38,85

Fra takflater:

Gjentaksint.	Tid	C	i	A	K	l/s per ha
10 år	3 min	0,95	203,5	0,0723	1,38	19,29
25 år	3 min	0,79	245,0	0,0723	1,38	23,22
50 år	3 min	0,79	306,4	0,0723	1,38	26,14
200 år	3 min	0,79	336,9	0,0723	1,38	31,93

Kubikkmeter vann for en nedbørhendelse på 4 min:

$$50\text{-årsflom: } \frac{57,81 \text{ l/s} \times 240 \text{ s}}{1000 \text{ l}} = 13,87 \text{ m}^3$$

$$200\text{-årsflom: } \frac{70,78 \text{ l/s} \times 240 \text{ s}}{1000 \text{ l}} = 16,99 \text{ m}^3$$

57,81 l/s pr ha.

70,78 l/s pr ha.

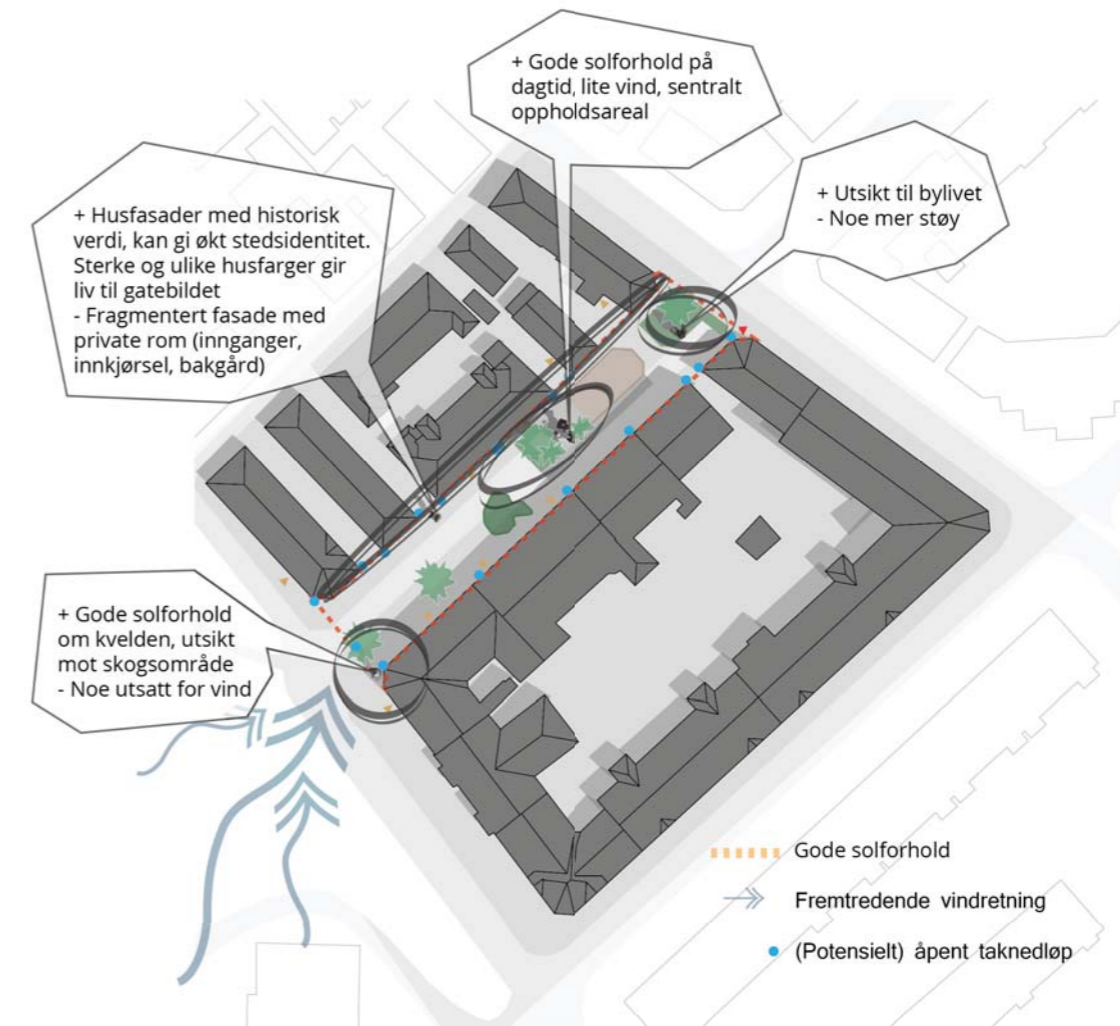
7.1.2 Oppsummering

Båhus gate har flere kvaliteter vi ønsker å ivareta og forsterke. Den varierte bruken av gaten sees på som en fordel, og en reduksjon og fordeling av parkeringen vil kunne skape mer variert bruk. Veibanen bør ikke oppmerkes, slik at bilførere blir oppmerksomme på at hele gatetunet kan brukes til annen aktivitet og ferdsel.

Ved å beholde trærne og andelen gressareal ivaretas biologisk mangfold, men en større bredde i arter bør beplantes for å forsterke biologisk mangfold.

I dag renner vannet i hovedsak til midten av gaten og videre ned mot sluket i enden av gata i nordøst. Vannet har ikke mulighet til å renne inn på noen av grøntarealene da de er hevet opp. Dette fører til at vannet renner raskt av.

Områder for sosiale møteplasser bør tilrettelegges i solveggen ved dagens oppholdsareal og ved det søndre hjørne av prosjektområdet, hvor både kveldssol og utsikt mot skogsområdet i Festningsparken kan gi rekreative og estetiske opplevelser.



Figur 7.6: syntese av registreringer og analyser, samt våre vurderinger.



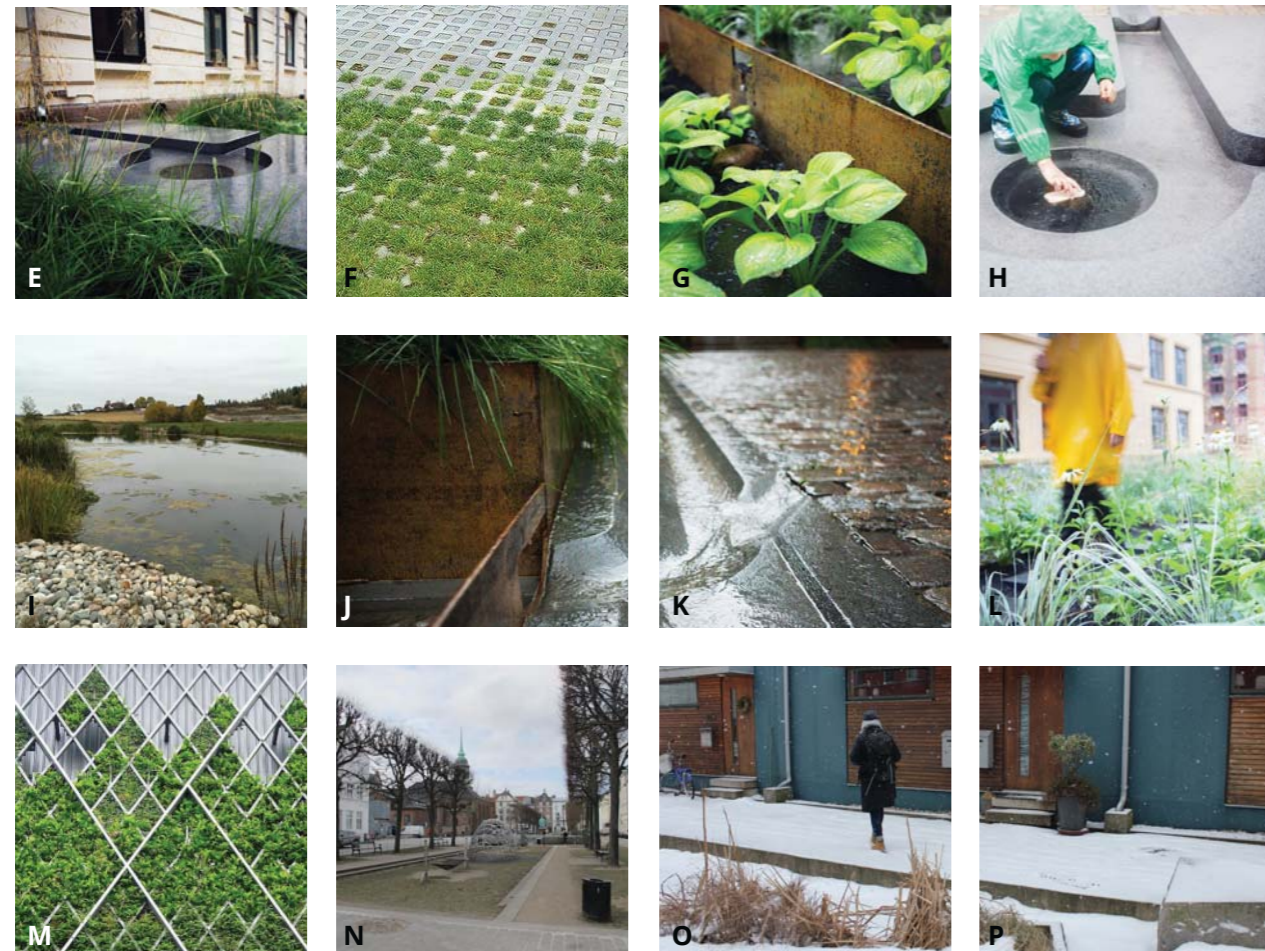
Figur 7.7: lengdesnitt fra sørvest til nordvest, med dagens parkeringsmuligheter

GENERELT OM TILTAK

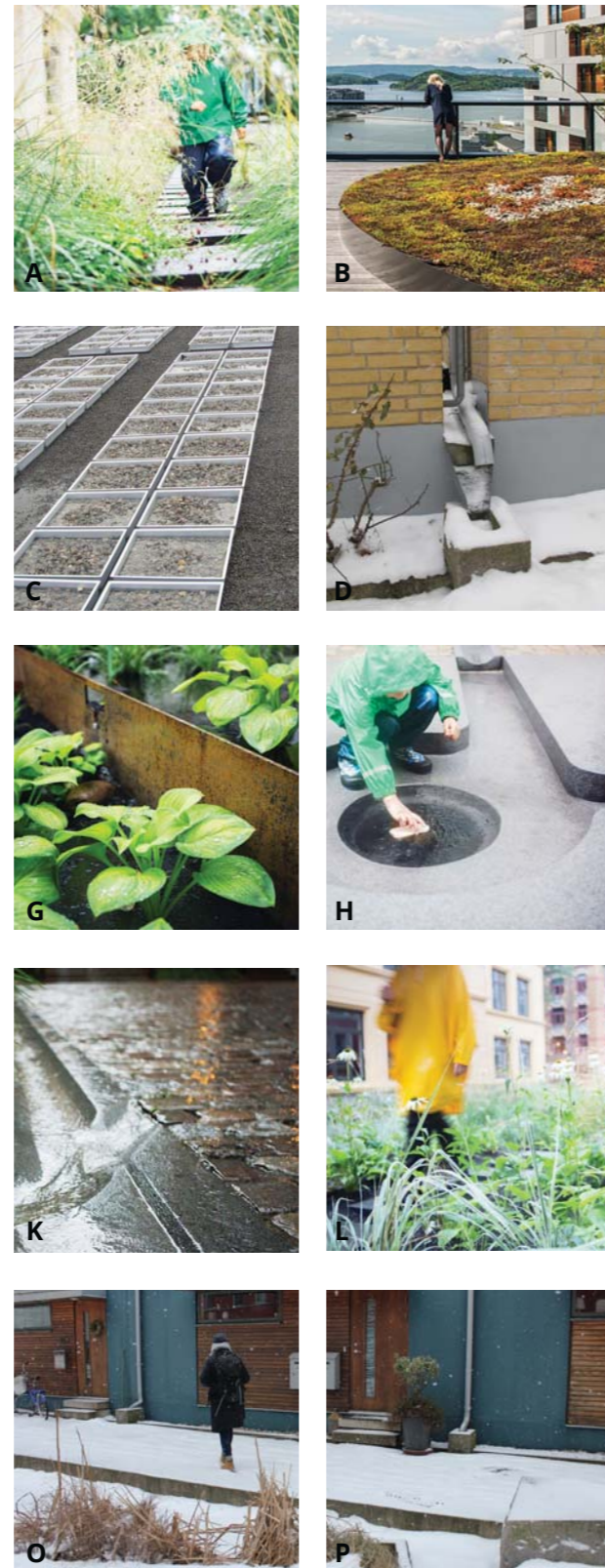
7.2 HVILKE TILTAK KAN VI BRUKE?

I en undersøkelse gjennomført av Groven (2015 s. 12), kom det fram at de mest kjente tiltakene hos norske kommuner er: infiltrasjonssoner/ grøfter og trygge flomveier (41 %), frakobling av taknedløp (35 %) og underjordiske magasin (30 %). Det er færre som har kjennskap til tiltak som dammer, grønne tak, veier med infiltrasjon og regnbed. Kjennskap til tiltak for lokal overvannshåndtering henger tett sammen med hvorvidt og hvordan kommunen er sårbar for overvannsproblemer.

Gjennom studiet av norske dokumenter (vedlegg s. 178 - 181) så vi at det finnes flere informasjonskilder for hvilke tiltak som kan brukes. Ofte er oppbygging og beskrivelse av tiltaket gjort, men for å velge hvilke tiltak som skal brukes, spiller ofte andre omstendigheter inn. Tiltakets fordrøynings effekt, renseeffekt, levetid, kostnad og hvilke økosystemtjenester de leverer, vil påvirke valget. Tabell 7.2 viser en oversikt over ulike tiltak, basert på Exflood-prosjektets liste (Ødegård mfl., 2013).



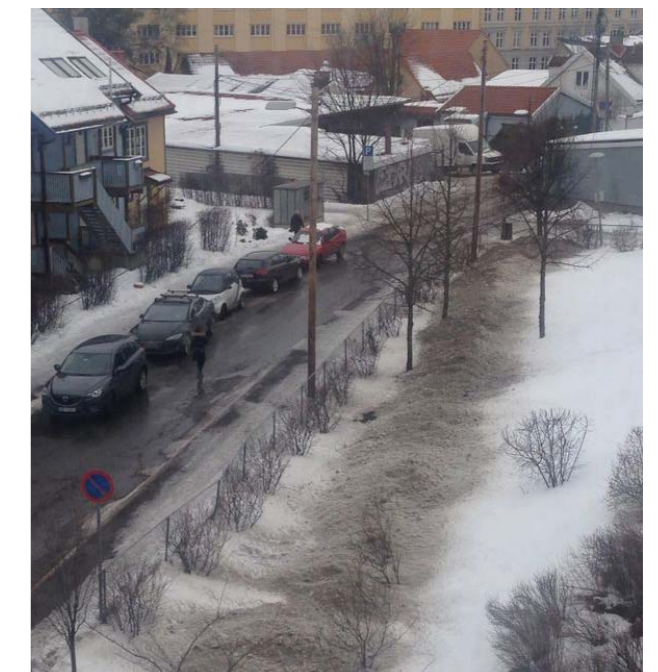
Figur 7.8a-p: eksempler på ulike tiltak som finnes.



Vintersituasjonen

Utfordringen med forurenset overvann øker i vinterhalvåret. Konsentrasjonen av forurensning ved vannavrenning fra snø er to til fem ganger høyere, enn ved avrenning fra vann. Dette kommer av at snø akkumulerer mer forurensning fra luften, da den har relativt stor overflate og virker som et oppsamlende filter for partikler som følger med overflaten (COWI 2013; Bäckström & Viklander, 2000). Ved snøsmelting vil større mengder forurensning slippes løs samtidig (Florgård & Palm, 1980).

Planlegging av snødeponi er et tiltak for å forhindre forurensning i grunnvann og resipient. Større åpne løsninger som fordroyer vannet slik at partikler sedimenteres, bør dermed utnyttes som snødeponi om vinteren, om forholdene tilsier det. Ulempen med dette er at det kan forekomme tilsig av salter og tungmetaller i grunnen som forurenser grunnvannet. En annen løsning kan da være å frakte snøen vekk til et selvrensende, flytende snøsmelleanlegg (eksempelvis som anlegget S/S Terje i Oslo). Ved hjelp av varmen fra fjordvannet smelter snøen og grus, slam og mengder av miljøskadelige materialer blir igjen. Rent vann slippes ut i fjorden og grusen kan gjenbrukes (NCC, u. å).



Figur 7.9: private hager brukes som snødeponi.

7.2.1 Utfordringer ved åpne, lokale løsninger for overvannshåndtering

Åpne løsninger for overvannshåndtering har utfordringer knyttet til drift. Forurenset overvann og nedsatt funksjon i vinterhalvåret nevnes som de største problemene (COWI, 2013). I tillegg krever åpne løsninger jevnlig skjøtsel for å opprettholde sin funksjon.

Skjøtsel og drift

Tydelig ansvarsavklaring og plan for finansiering i planleggingsfasen, er viktig for å øke levetiden og sikre tiltakenes funksjon. I planleggingsfasen bør utforming av anlegget påvirkes av driftsmidlene man har til rådighet, for å sikre at tiltakets funksjon opprettholdes. Derfor bør de som skjøtter anleggene også innlemmes i planleggingsfasen. Oppfølging av anleggets funksjon bør gjøres for å måle effekten av tiltaket.

Forurensning og frost

Vann som renner av på overflaten vil dra med seg urene partikler og bli forurenset (Florgård & Palm, 1980). Forurensningsgraden på vannet avhenger av hvilke overflater vannet renner over, da takvann betraktes som rent, mens vann fra gater er svært forurenset. For eksempel er bildekk den største kilden til forurensning, av mikroplast i havet, og riktig håndtering av snø er ett av tiltakene som kan redusere denne type utslipp. Mer og bedre renhold av vei og renseløsninger for overvann fra vei, eksempelvis i sedimentasjonsdammer (overvannsdammer), kan fange opp forurensningen før mikroplasten når resipienten (Statens Vegvesen, 2018).

Lokale overvannsløsninger bruker naturens egen metode for å rense overvann, som filtrering, planteopptak av næringsstoffer og sedimentasjon av partikler og partikkelknyttede forurensninger (COWI, 2013; Muthanna mfl., 2011). Noen av disse funksjonene svekkes i vinterhalvåret, da eksempelvis frost hindrer infiltrasjon i grunnen. Mer vann vil dermed renne av på overflaten og risikoen for flom øker (Bäckström & Viklander 2000; Florgård & Palm 1980).

Tabell 7.2: oversikt over tiltakenes funksjon og pris. Alle funksjoner og priser avhenger av tiltakets utforming og lokale forhold. Derfor kan ikke tallene brukes som fasit for hvert enkelt tiltak, men heller som retningsgivende tall og til å belyse hvilke muligheter tiltakene gir. Kilder henvises bak tall/beskrivelser og finnes i kildelisten under tabell.

Tiltak	Ledd i treleddsstrategien (15)	Retensjonsprosess	Avrenningsreduksjon ¹		Rensegrad ²	Økosystemtjenester ³	Pris og levetid ⁴ (15)		
			Sommer (%)	Vinter (potensial)			Investeringskostnad	Driftskostnad	Levetid
På bygninger									
Grønne tak	(1 og 2)	(Infiltrasjon), evapotranspirasjon, fordrøyning	40-100 % (1, 2, 8), 50 % (11)	Lavt potensial (13, 14)	Lite dokumentert (12)	Vannhåndtering, estetisk verdi, biologisk mangfold	400-600 kr/m ²	2-10 kr/m ²	50 år
Blå tak	2	Fordrøyning	Lite dokumentert	Høyt potensial	Lite dokumentert	Vannhåndtering	Ikke dokumentert	Ikke dokumentert	Ikke dokumentert
Grønne vegger	2	Transpirasjon (fordrøyning)	Lite dokumentert	Lite dokumentert	Lite dokumentert	Vannhåndtering, estetisk verdi, biologisk mangfold	4000 kr/m ²	200 kr/m ²	50 år
Frakoble takrenner	1 og 2	Infiltrasjon og fordrøyning	25-50 % (1)	Høyt potensial	Ikke relevant	Vannhåndtering	Lav	Lav	100 år
På bakkenivå									
Permeable flater	1 og 2	Infiltrasjon, (fordrøyning)	45-75 % (1, 3, 8)	Veldig høyt potensial (13, 14)	Potensial (10)	Vannhåndtering	50-1000 kr/m ²	10-20 kr/m ²	40 år
Infiltrasjonssone/-grøft	1,2 (og 3)	Infiltrasjon, evapotranspirasjon (flomvei)	34- 100 % (7, 9)	Lavt potensial (13, 14)	50-90 % (12)	Vannhåndtering, biologisk mangfold, rensing av vann	900 kr/m ²	10 kr/m ²	40 år
Infiltrasjonsbasseng	1 og 2	Infiltrasjon, evapotranspirasjon, fordrøyning	25-50 % (5)	Lavt potensial (13, 14)	50-95 % (12)	Vannhåndtering, biologisk mangfold, rensing av vann, rekreasjon	500 kr/m ²	5 kr/m ²	40 år
Regnbed	1 og 2	Infiltrasjon, evapotranspirasjon, fordrøyning	77-100 % (8, 11)	Lavt potensial (13, 14)	50-95 % (12)	Vannhåndtering, estetisk verdi, biologisk mangfold, utdanning, rensing av vann,	1400 kr/m ²	15 kr/m ²	40 år
Filterbasseng	1 og 2	Infiltrasjon, evapotranspirasjon, fordrøyning	34 - 100 % (12)	Lavt potensial (13, 14)	50-95 % (12)	Vannhåndtering, biologisk mangfold, rekreasjon	90 kr/m ²	10 kr/m ²	40 år
Tørt fordrøyningsbasseng	1 og 2	Infiltrasjon, fordrøyning	33 % (9)	Lavt potensial (13, 14)	Lavt potensial (12)	Vannhåndtering, estetisk verdi, biologisk mangfold, utdanning, rekreasjon	2100 kr/m ²	20 kr/m ²	40 år
Vått fordrøyningsbasseng/Overvannsdam	2	Fordrøyning	0-7 % (1, 9)	Høyt potensial (13, 14)	58-86 % (12)	Vannhåndtering, estetisk verdi, biomangfold, rensing av vann, utdanning, rekreasjon	1300 kr/m ²	35 kr/m ²	40 år
Våtmark	2	Fordrøyning, evapotranspirasjon	5 % (9)	Høyt potensial (13, 14)	58-86 % (12)	Vannhåndtering, estetisk verdi, biomangfold, rensing av vann, utdanning, rekreasjon	1400 kr/m ²	35 kr/m ²	40 år

Kildeliste for tabell: 1: Battiatto mfl. (2010), 2: Cahill mfl. (2011a), 3: Cahill mfl. (2011b) 4: Cahill mfl. (2011c), 5: Cahill mfl. (2011d), 6: Godwin mfl. (2011), 7: Bloorchian mfl. (2016), 8: Josimovic & Alam (2014), 9: Liu mfl. (2015), 10: Myhr & Lippestad (2016), 11: Braskerud (2016), 12: COWI (2013), 13: Bäckström & Viklander (2000), 14: Bäckström & Viklander (2008) og 15: Magnussen mfl. 2015a).

Tabellforklaringer

¹Avrenningsreduksjon:

Reduksjon i overflatevann avrenning vises for å indikere hvor stor effekt de ulike tiltakene kan ha. I tabellen vises prosentandel vann som holdes tilbake gjennom infiltrasjon og/eller evapotranspirasjon i ulike prosjekter. Prosenten vil variere med grunnens infiltrasjonsevne, størrelse på tiltaket, nedbørhendelser og utforming. Den vil også variere med årstider og i Norge er dette hensiktsmessig å hensynta. Derfor er reduksjonskapasiteten for avrenning om vinteren beskrevet i tillegg. Tallene er hentet fra prosjekter og er dermed kun eksempler på mengde vann som kan bli redusert ved ulike tiltak.

Forklaring til kommentarer:

Lite dokumentert: det er funnet få eller ingen beskrivelser for dette tiltaket.

Ikke relevant: det er ikke relevant å beskrive dette for tiltaket.

²Rensegrad

De ulike tiltakenes renseevne avhenger av grunnforholdene og tiltakets utforming. Tallene er retningsgivende for hva man kan oppnå.

³Økosystemtjenester:

Økosystemtjenester tiltakene gir vil variere med tiltakets utforming og lokale forhold. Tjenestene beskrevet her er direkte tilknyttet tiltaket, men listen er ikke uttømmende. Ved riktig tilrettelegging kan flere tjenester oppnås. Økosystemtjenester omtalt i tabellen er hentet fra oversikten på s. 35, tabell 3.2.

⁴Pris og levetid

Tiltakenes investeringskostnad, driftskostnad og levetid er hentet fra en rapporten *Kostnader og nytte ved overvannstiltak* (Magnussen mfl. 2015a).

7.3 REFERANSEPROSJEKT

Vi har blitt inspirert av flere prosjekt for utforming og valg av åpne tiltak. En kort beskrivelse av prosjektene og hva vi tar med oss fra disse følger under:



Figur 7.10: regnbed i Deichmans gate.

PROSJEKT: **Deichmans gate**, Oslo
FERDIGSTILT: høsten 2016

KORT BESKRIVELSE

Prosjektets hovedmål har vært å oppruste et gatetun og gi motorisert ferdsel lav prioritet. Gjennom prosjektet har det også vært et mål å utnytte overvannet som et positivt landskapselement, samt å være et pilotprosjekt for lokal overvannshåndtering i Norge (Asplan Viak, u. å.).

HVA HAR VI TATT MED OSS VIDERE?

Det er laget et system av renner og regnbed som håndterer store deler av overvannet. I tillegg kan bruken i dette gatetunet relateres til Båhus gatetun og fokuset på motoriserte kjøretøy bør senkes.



Figur 7.11: 21st street, Paso Robles, CA (USA).

PROSJEKT: **21st street**, CA, USA
FERDIGSTILT: 2011

KORT BESKRIVELSE

Et transformasjonsprosjekt for et gateløp for å møte behovet for flere funksjoner. Blant annet tilbakeholde en tiårsflom, rense overvannet og bedre framkommeligheten til myke trafikanter (SvR, u.å.).

HVA HAR VI TATT MED OSS VIDERE?

Deler av veiarealet er gjort om til en grønn grøft og terskler senker hastigheten på vannet.



Figur 7.12: Nansenparken.

PROSJEKT: **Nansenparken**, Fornebu
FERDIGSTILT: 2008

KORT BESKRIVELSE

Transformasjonsprosjekt av tidligere flyplass til park med fokus på stedegen vegetasjon og åpen overvannshåndtering (Bjørbekk & Lindheim, u. å.; Norske arkitekters landsforbund, u. å.)

HVA HAR VI TATT MED OSS VIDERE?

Hovedprinsippet for håndteringen av overvann er å lede det i renner fra boligområdene og ut i parkens grønne korridorer. Flere tiltak etableres for å hindre stor variasjon i vannstanden i overvannsdammen. I tillegg er tilgjengelighet for lek ved vannet et moment vi tar med oss.

7.4 UTFORMING AV GATETUNET



FORSINKELSESVEITA

Figur 7.13: illustrasjon som viser konseptet forsinkelsesveita. Fra gatetun preget av parkeringsplasser til en grønn grøft (veit) som har tekniske, økologiske og sosiale funksjoner og verdier.

7.4.1 Mål og føringer for utforming

Målet for prosjekteringen

Hovedmålet med prosjekteringen er å vise flere ulike tiltak satt i system som til sammen kan håndtere den forventede vannmengden. Vi vil ikke hensynta kostnader i vår utvalgelse.

Målet for prosjekteringen

Båhus gate skal forandres fra et asfaltert gatetun preget av parkering, til et gatetun som ivaretar både tekniske, økologiske og sosiale funksjoner og verdier.

Gatetunets innhold

Gaten skal både romme opphold og lek, overvannshåndtering og muligheter for innkjøring og parkering. For å kunne forsterke sambruk og flerfunksjonalitet, reduseres antall parkeringsplasser. Dette er i tråd med Trondheim kommunes ambisjoner om å kutte utslipp av klimagasser (Miljøpakken, 2016), noe som innebærer at personbiltrafikken ikke skal

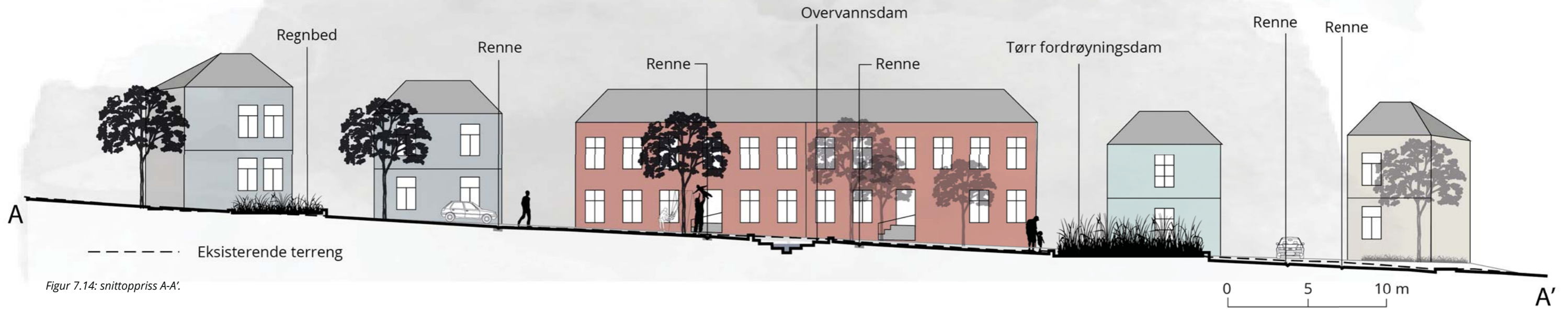
øke selv om byen vokser, gjennom tiltak som for eksempel begrensning av parkeringsplasser (Statens vegvesen, 2016).

7.4.2 Utvikling av konsept

En forsinkelsesgate har som formål å forsinke vann gjennom åpne løsninger, samtidig som økologiske og sosiale funksjoner og verdier ivaretas og forsterkes. Konseptet *Forsinkelsesveita* er basert på gatens nye funksjonen, samt betydningen av ordet *veit*. I middelalderen ble mindre gater som også hadde som funksjon å avlede regnvann kalt for *veiter* (Falk & Torp, 1991, s. 973).

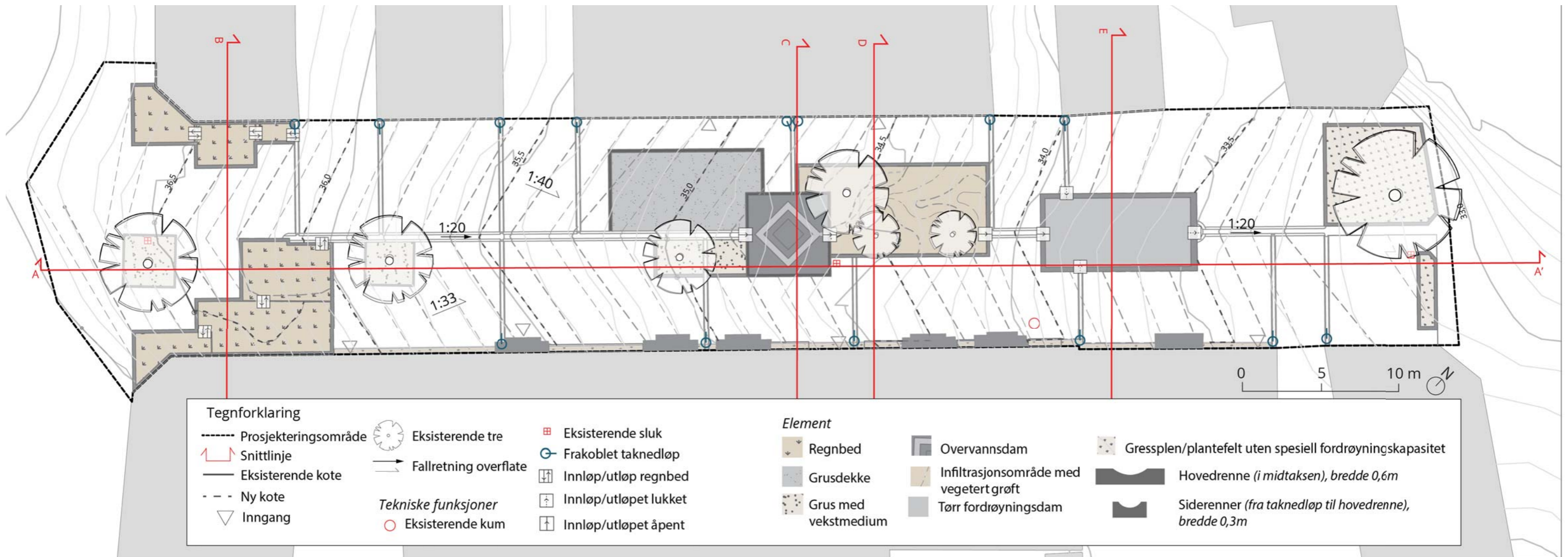
Utformingen er inspirert av Bohus festning, som Båhus gate er oppkalt etter (Bratberg & Arntzen, 1996, s. 126), med rette linjer, markante innramminger og bruk av stein.

7.4.3 Plan og snittoppriss for forsinkelsesveita

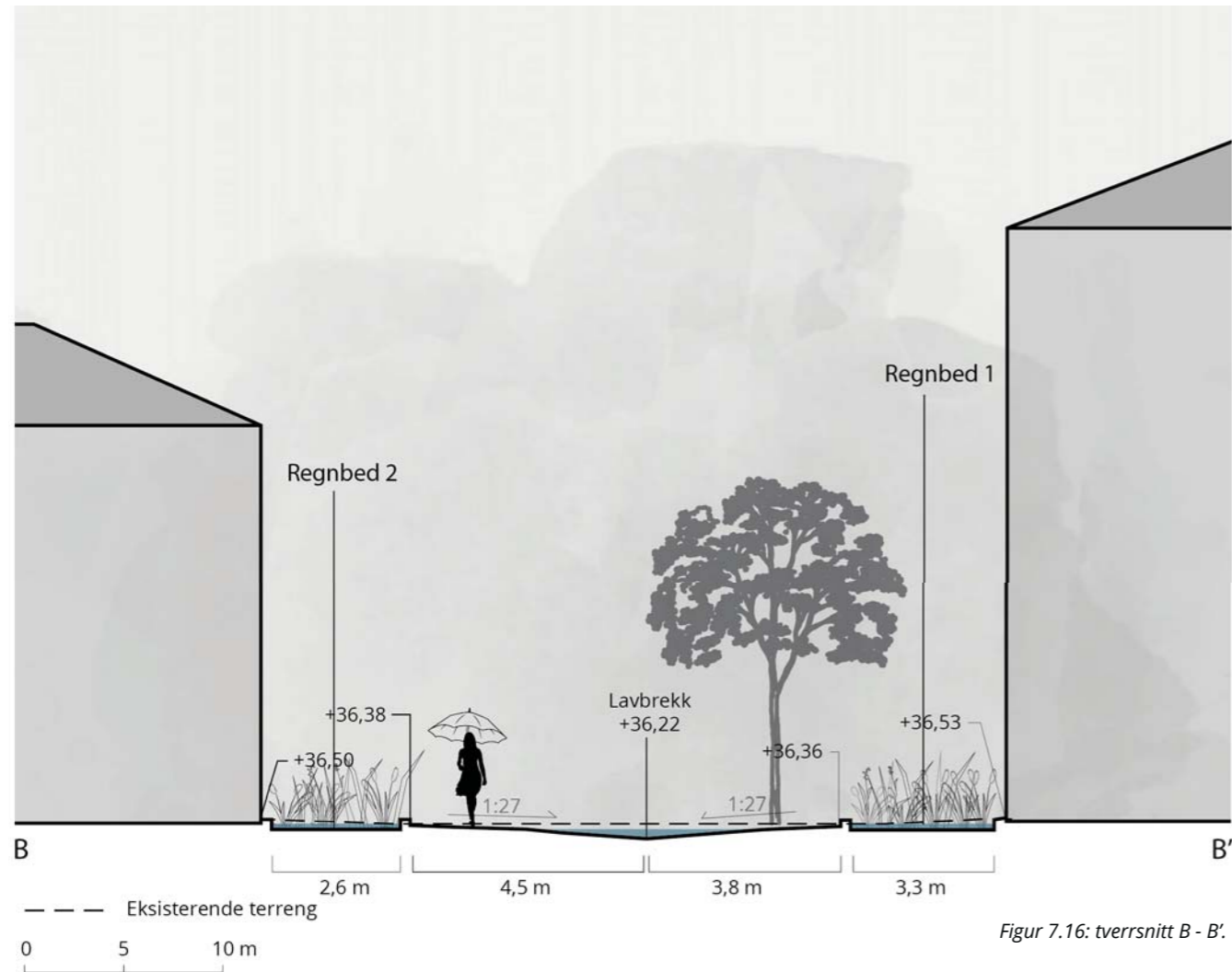


Figur 7.14: snittoppriss A-A'.

Figur 7.15: ny plan for Båhus gate med henvisninger til snitt.



7.4.4 Nærmere beskrivelse av tiltak



Figur 7.16: tverrsnitt B - B'.

Regnbed

Hovedfunksjonen til regnbedene er å holde tilbake vann helt eller midlertidig, og effekten vil variere med varigheten til regnbygene og løsmassene i regnbedene (Braskerud & Paus, 2016). Ved intense regnskyl, og på vinterstid, begrenses evnen til å håndtere overvann til overflatens volum. I Båhus gate vil det være plass til 20 - 30 cm vann på overflaten av bedene. Behovet for drenerør og vannsikring mot husfasader må vurderes i neste planleggingsfase.



Figur 7.17: intensjon for regnbedenes uttrykk. Her fra Deichmans gate.

Tekniske funksjoner:

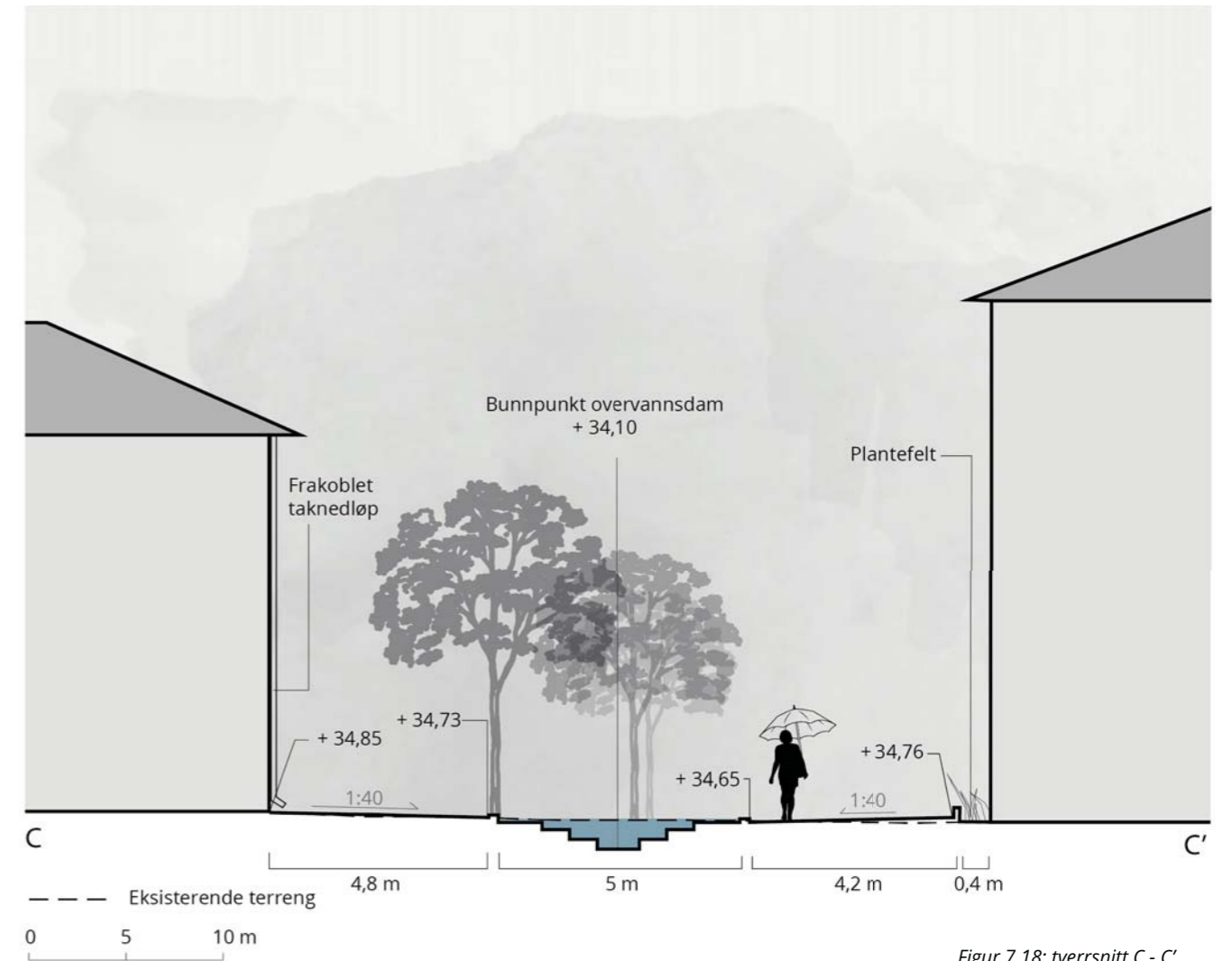
Infiltrasjonskapasitet: nærmere grunnundersøkelser trengs for å avgjøre infiltrasjonsevne, samt om det er behov for drenerør.

Fordrøyningskapasitet:

Ved tørt vær (konstant vannspeil) = ca. 2 m³
Ved flom (hele dammen) = 6,5 m³

Økologisk funksjon og verdi: øker biologisk mangfold. Norske arter bør velges.

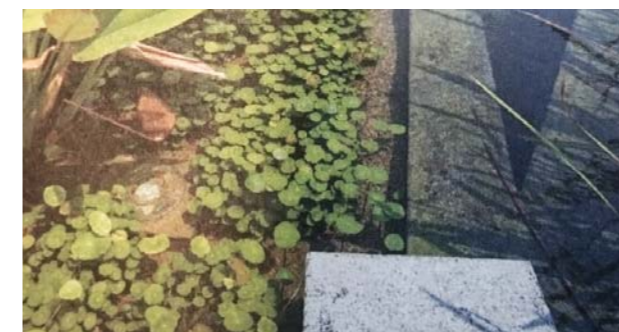
Sosial funksjon og verdi: gir estetiske opplevelser.



Figur 7.18: tverrsnitt C - C'.

Overvannsdam

Overvannsdammer har stor evne til å dempe flomtoper og skille ut forurensning i overvannet (Banach & Fjeldhus, 2016). Dammen i Båhus gate utformes i flere trinn for å fungere som et sitteelement i tørrere tilstander. Et konstant vannspeil vil ligge i de to laveste trinnene. Dermed har overvannsdammen mulighet til å ta over det tredobbelte av vannmengden ved våtere vær. Et strupt utløp på tredje trinn skal forhindre at dammen flommer over på alle sider.



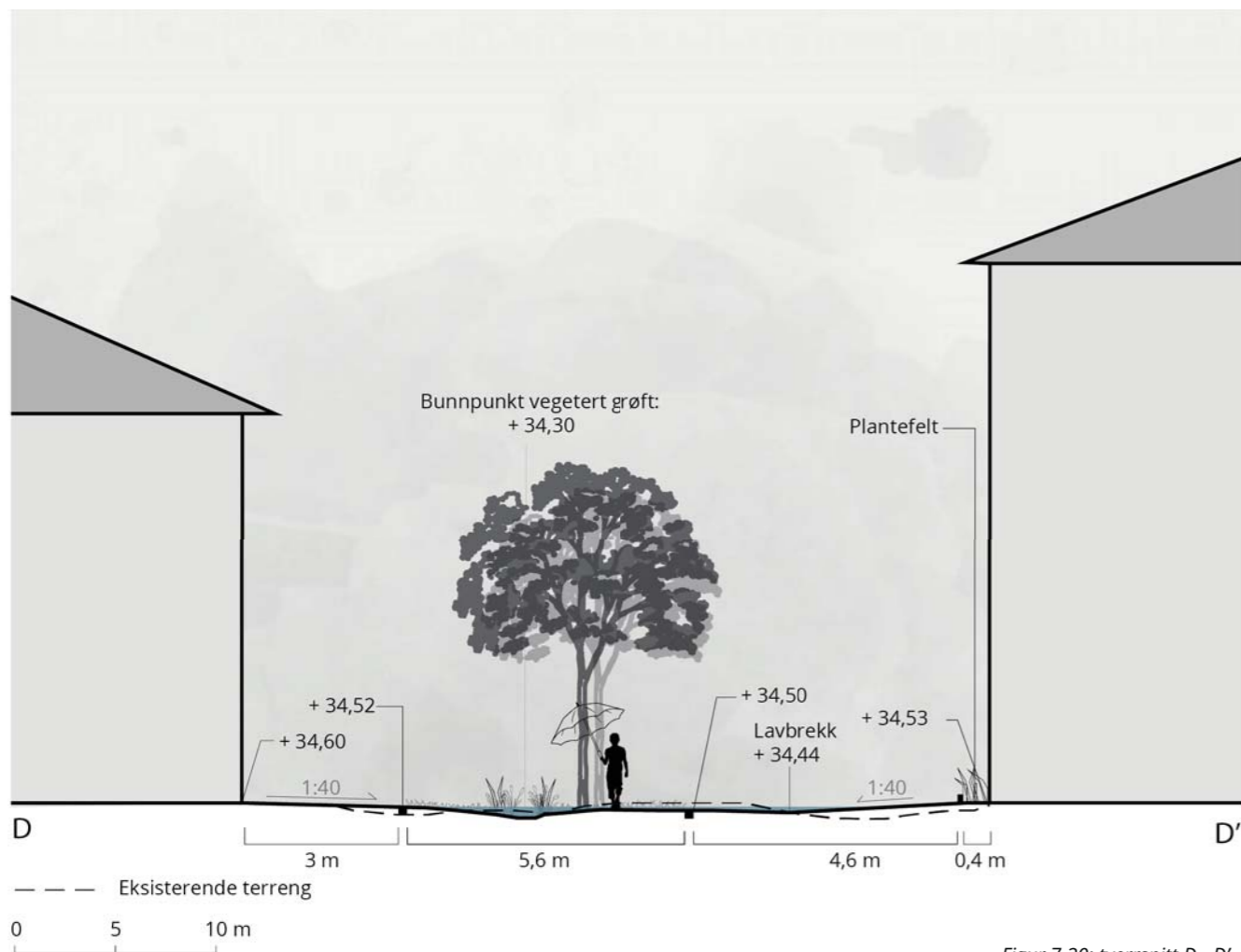
Figur 7.19: flere nivåer i overvannsdammer kan øke biologisk mangfold ved å tilrettelegge for flere ulike vekstforhold (Slaney, 2016, s. 112).

Tekniske funksjoner:**Fordrøyningskapasitet:**

Ved tørt vær (konstant vannspeil) = ca. 2 m³
Ved flom (hele dammen) = 6,5 m³

Økologisk funksjon og verdi: øker biologisk mangfold ved at ulike vekstforhold skapes på de forskjellige nivåene i dammen.

Sosial funksjon og verdi: gir estetiske opplevelser, oppholdsareal for rekreasjon og læring.



Figur 7.20: tverrsnitt D - D'.

Vegetert grøft

Den vegeterte grøften bidrar til å holde tilbake, rense og senke hastigheten til overvannet. Normalt fungerer feltet som et infiltrasjonsområde, mens ved større regnskyll fungerer området som en flomvei (Gabriel & Fiil, 2016). For å styrke biologisk mangfold bør ulike sjikt og arter brukes.

Utforming av den vegeterte grøften i Båhus gate inngår i en større gressplen, som åpner opp for opphold, samt lek og oppdagelse i grøften.



Figur 7.21: intensjonsbilde for den vegeterte grøften.

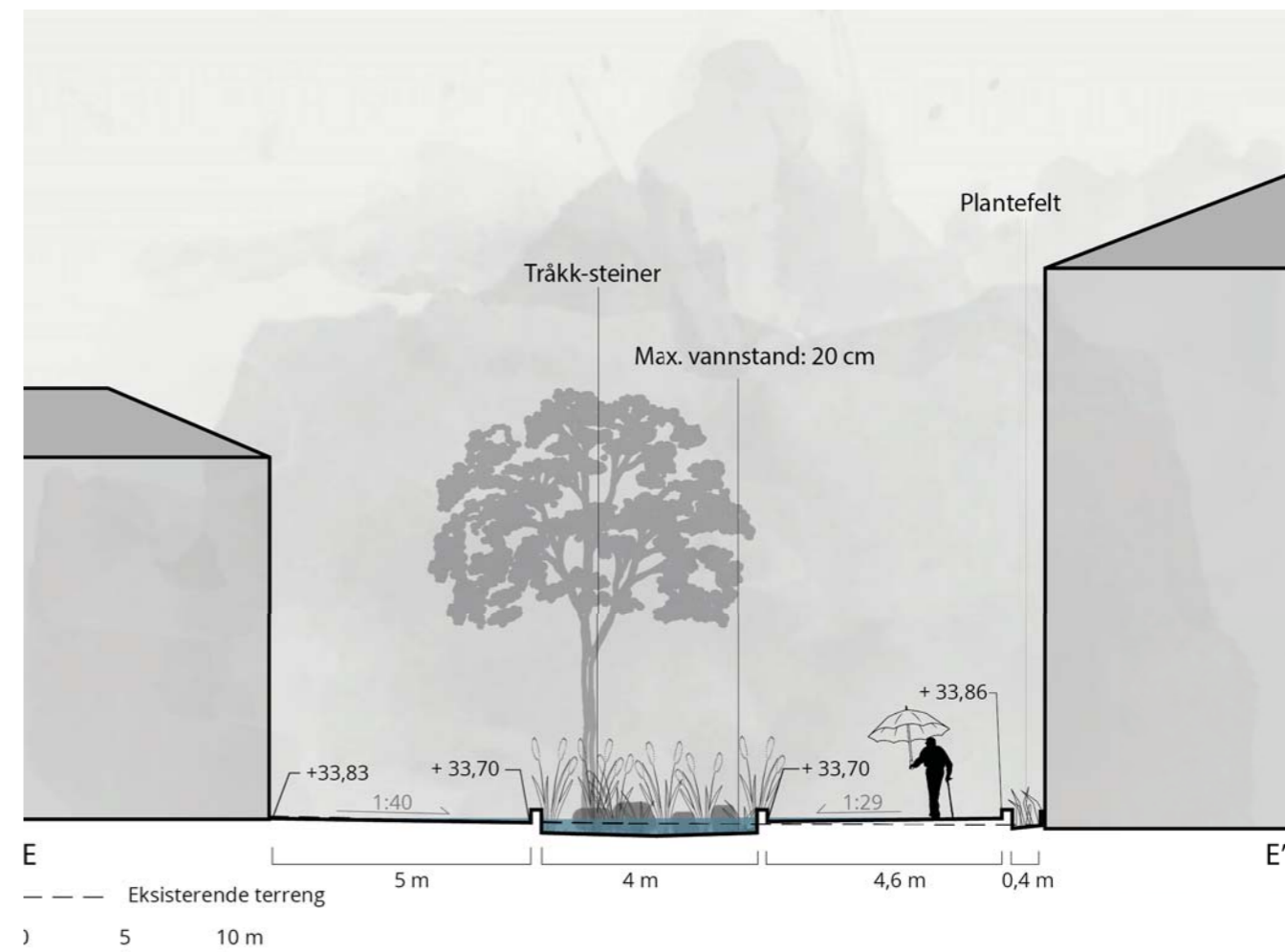
Tekniske funksjoner:

Infiltrasjonskapasitet: nærmere grunnundersøkelser trengs for å avgjøre infiltrasjonsevne.

Fordrøyningskapasitet: kapasiteten for selve grøften er omkring 1,7 m³. Hele vegetasjonsfeltet kan ta omkring 5 m³, før vann vil overstige feltets bredder.

Økologisk funksjon og verdi: biologisk mangfold ivaretas og økes gjennom å beholde og øke arealet med gressplen, samt velge flere norske arter langs og i selve grøften.

Sosial funksjon og verdi: gir estetiske opplevelser, rom for rekreasjon, læring og oppdagelse ved grøften.



Figur 7.22: tverrsnitt E - E'.

Tørr fordrøyningsdam

Den tørre fordrøyningsdammen er normalt tørrlagt, men jevnt tilsig fra takrenner og den vegeterte grøften vil holde bunnen fuktig. Hovedfunksjonen til denne dammen er å fordrøye overvann midlertidig.

Tråkksteiner og høye planter i dammen skal oppfordre til lek både ved tørt og våtere vær.



Figur 7.23: høy, men transparent vegetasjon kan skape et spennende sted å oppdage.

Tekniske funksjoner:

Fordrøyningskapasitet:
Ved flom: 8,18 m³

Økologisk funksjon og verdi: øker biologisk mangfold gjennom beplantning av norske arter.

Sosial funksjon og verdi: leke og læringsområde i dammen, gir estetiske opplevelser.

7.4.5 Hvor mye overvann kan systemet håndtere?

Å prosjektere ulike åpne løsninger i Båhus gate hjelper oss til å se om et skybruddselement er nok til å håndtere avrenning fra store områder utenfor denne gaten. De ulike løsningene i Båhus gate er beregnet til å kunne håndtere 32 m³ på overflaten. I tillegg vil gaten kunne ta 74,00 m³ overvann på terreng (i tillegg til tiltakene) hvis det tillates ti cm med vann på terreng (basert på København kommunes, 2012, nivå for klimasikring, .s 11). Ti cm vann på terreng vil se omtrentlig ut som på illustrasjonsplanen vist under. Det betyr at tiltakene kan håndtere avrenningen generert i prosjekteringsområdet både ved en 50- og en 200-årsflom. Resterende kapasitet i tiltakene, samt v-profilet på gaten tillater enda 90 m³ med vann før flommen begynner å overstige nivået for klimaskring satt i denne gaten.

Mengden overvann som renner av og hvor mye som infiltreres vil variere med ulike nedbørshendelser. Grunnforholdene må kartlegges nærmere for å få et bedre estimat for infiltrasjon. I tillegg er mengden tilrenning fra områder oppstrøms vanskelig å fastslå, uten å gjøre mer nøyaktige beregninger enn det vi har mulighet til.



Regnbed 2:
4,43 m³

Regnbed 1:
11,22 m³

Vegetert grøft:
1,7 m³

Overvannsdam:
6,47 m³

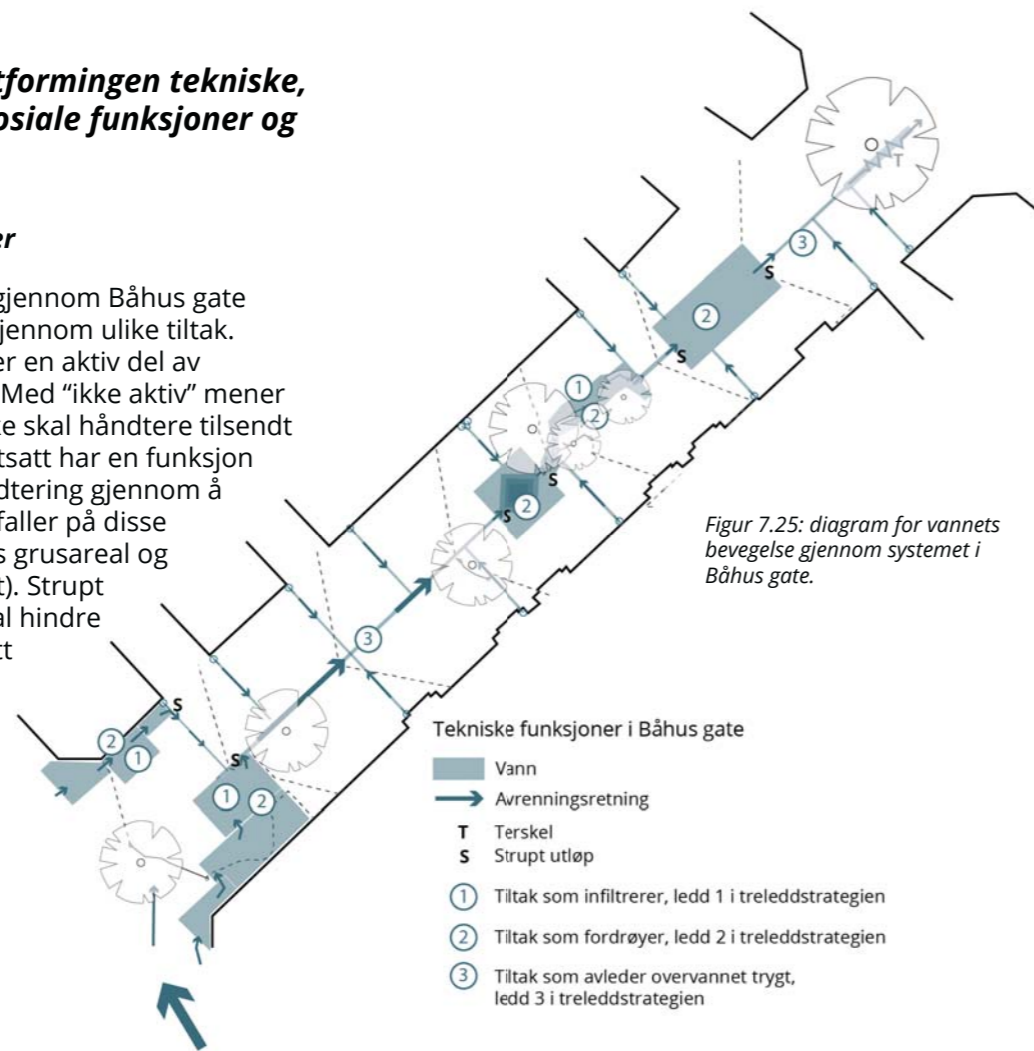
Tørr
fordrøyningsdam:
8,18 m³

Figur 7.24: illustrasjonsplan som viser vannstand på bakken ved å tillate 10 cm vann på terreng i tillegg til vann i tiltakene.

7.4.6 Ivaretar utformingen tekniske, økologiske og sosiale funksjoner og verdier?

Tekniske funksjoner

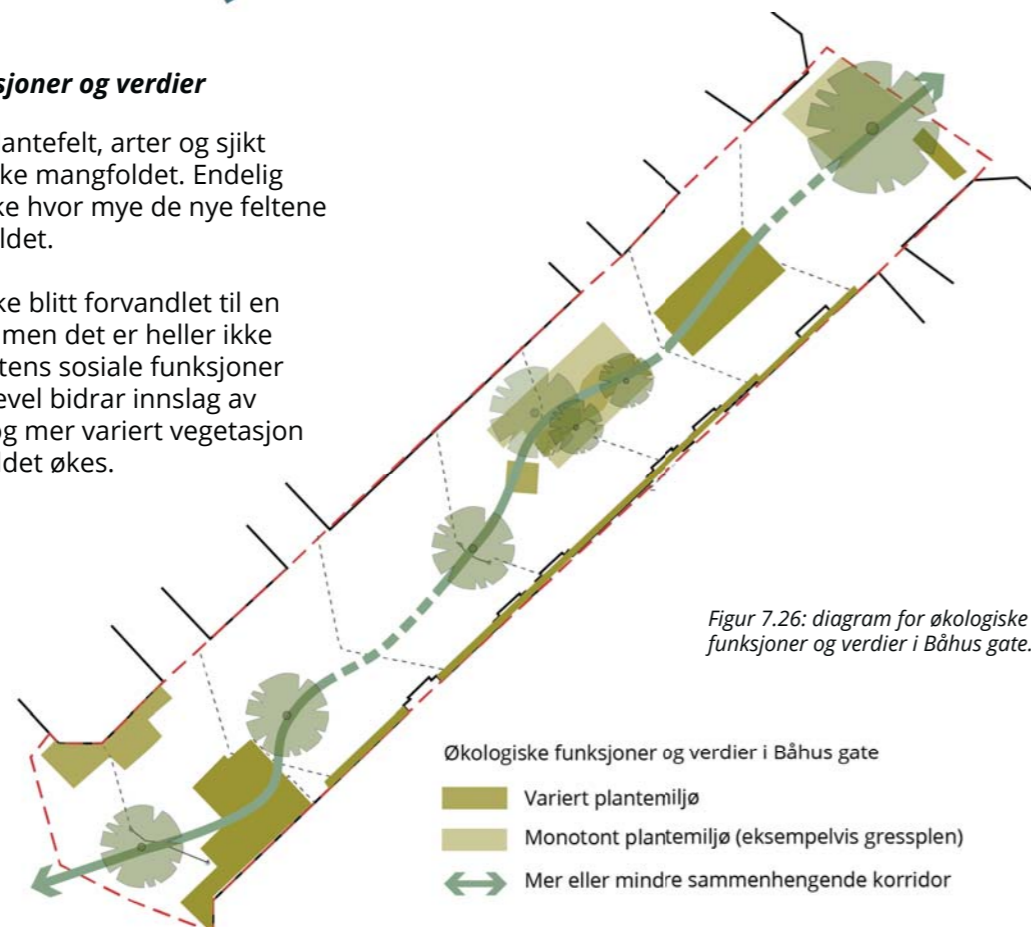
Vannets bevegelse gjennom Båhus gate forsinkes og ledes gjennom ulike tiltak. Områder som ikke er en aktiv del av systemet er utelatt. Med "ikke aktiv" mener vi at elementene ikke skal håndtere tilsendt vann, men at de fortsatt har en funksjon for å overvannshåndtering gjennom å infiltrere vann som faller på disse feltene (eksempelvis grusareal og opphøyd plantefelt). Struvt utløp og terskler skal hindre at vannet renner rett gjennom. Belegget i gatetunet vil også sørge for noe forsinkelse.



Økologiske funksjoner og verdier

Gjennom ulike plantefelt, arter og sjikt økes det biologiske mangfoldet. Endelig artsvalg vil påvirke hvor mye de nye feltene bidrar til mangfoldet.

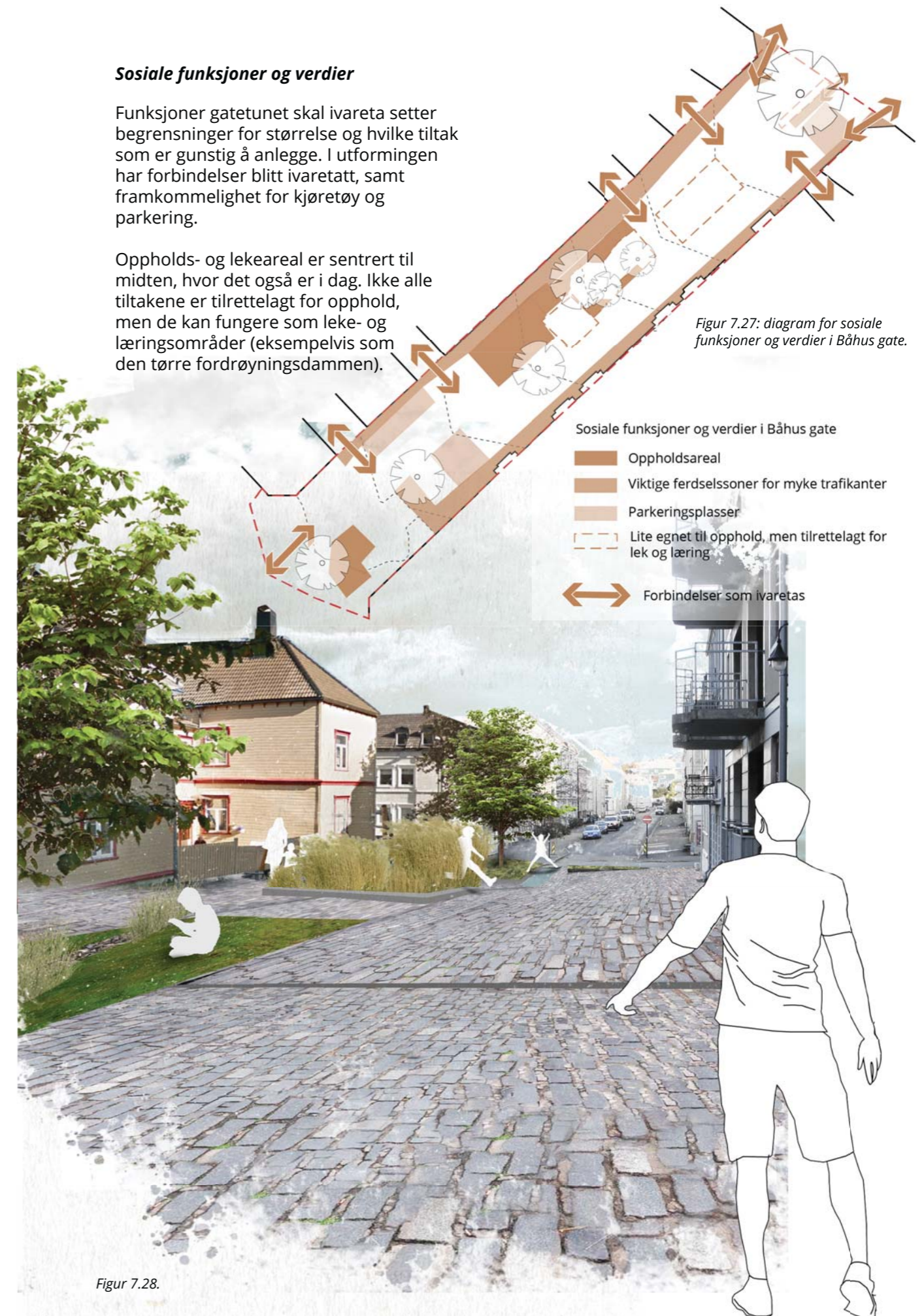
Gatetunet har ikke blitt forvandlet til en stor grønn grøft, men det er heller ikke oppnåelig om gatens sosiale funksjoner skal bevares. Likevel bidrar innslag av vannelementer og mer variert vegetasjon til at artsmangfoldet økes.



Sosiale funksjoner og verdier

Funksjoner gatetunet skal ivareta setter begrensninger for størrelse og hvilke tiltak som er gunstig å anlegge. I utformingen har forbindelser blitt ivarettatt, samt framkommelighet for kjøretøy og parkering.

Oppholds- og lekeareal er sentrert til midten, hvor det også er i dag. Ikke alle tiltakene er tilrettelagt for opphold, men de kan fungere som leke- og læringsområder (eksempelvis som den tørre fordrøyningsdammen).



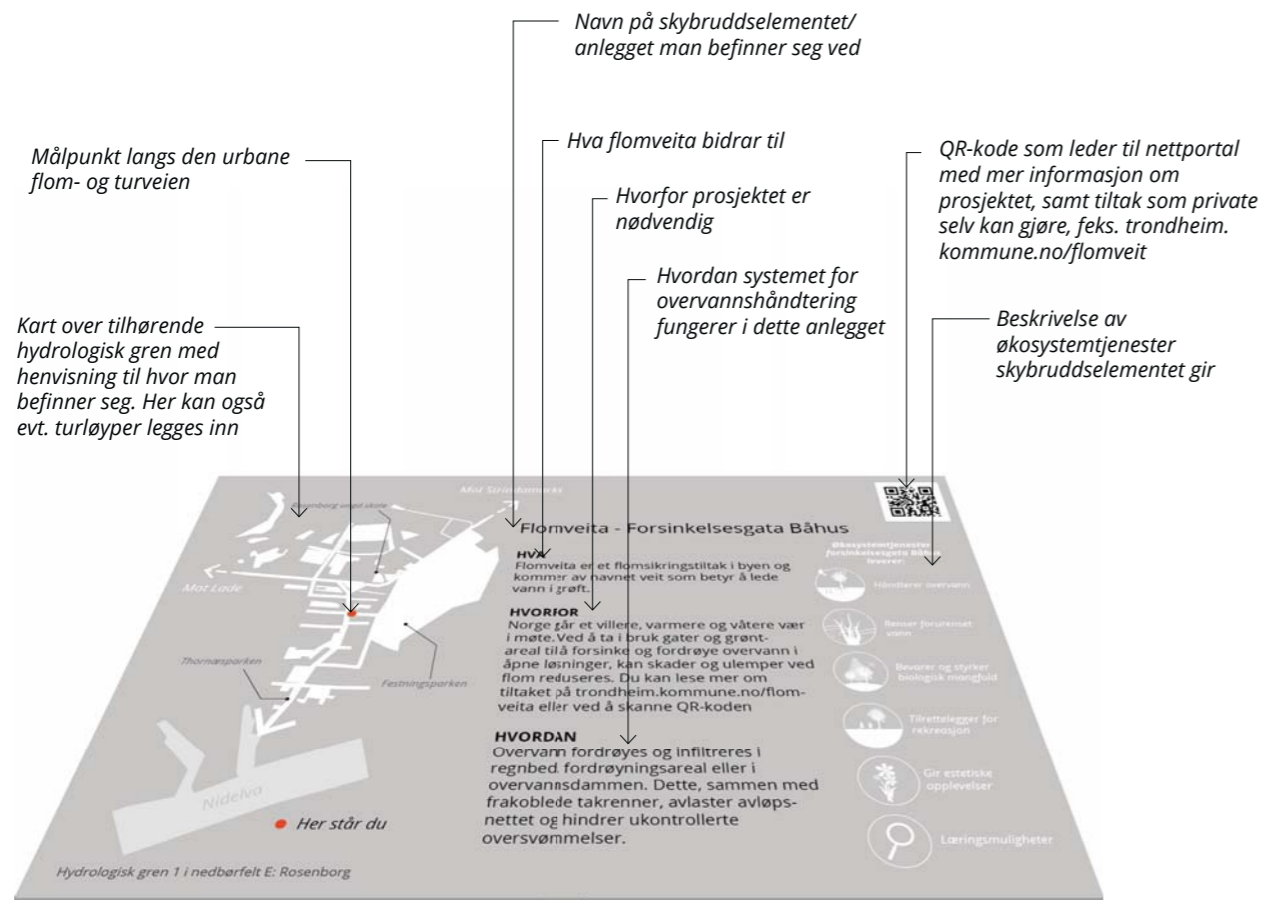
Bevisstgjøring om funksjoner og verdier tilknyttet klimatilpasset overvannshåndtering

Vi omtalte bevisstgjøring som et viktig ledd i planleggingsprosessen i kapittel 4. Bevisstgjøring om funksjoner og verdier (økosystemtjenester) de ulike tiltakene gir, kan øke interesse for åpen overvannshåndtering og kanskje også føre til private initiativ.

Inspirert av informasjonstavler i Ensjø og omeng, foreslår vi at det plasseres opplysningskilt ved de større tiltakene, som forteller kort hvordan anlegget bidrar til å håndtere overvann, samt andre økosystemtjenester som leveres. Skiltene kan gi en enkel innføring i prosjektet og vekke nysgjerrighet. I tillegg kan det vurderes om skiltene skal plasseres ut før ferdigstilling

av anlegg for å skape bevissthet og aksept hos befolkningen gjennom hele prosessen. En QR-kode kan da fungere som en link til oppdateringer og illustrasjoner av de framtidige prosjektene. Skiltene og tiltakene blir målpunkt og viser systemets forbindelse, og kan skape nye turløyper langs den blågrønne urbane (flom) veien.

Ved å se alle tiltakene i en større sammenheng, både innenfor de tekniske, økologiske og sosiale funksjonene og verdiene, kan man oppnå flerfunksjonell overvannshåndtering og en by for fremtiden.



Figur 7.29: opplysningskilt kan bidra til å øke bevissthet og aksept hos befolkningen. Over er et forslag til utforming av opplysningskilt for hydrologisk gren 1 i nedbørfelt E.



Figur 7.30: foreslått opplysningskilt plassert i inngangen til forsinkelsesveita.

8.0 DISKUSJON

Diskusjonskapittelet er strukturert etter de tre delspørsmålene som ble satt for oppgaven. Vi utdyper mer om bakgrunnen for planleggingsmetoden, og diskuterer utfordringer og fordeler med hvordan metoden ble til. Her diskuteres også anvendeligheten til metoden. Problemstillinger knyttet til oppgaven som vi ikke har hatt mulighet til å utdype underveis, poengteres også. Til slutt reflekterer vi over arbeidet som er gjort.

Delspørsmål 1: Hva finnes av planleggingspraksis for klimatilpasset overvannshåndtering?

Med dette delspørsmålet ønsket vi å avdekke hva som finnes av informasjon og planleggingsmetoder fra før. På grunn av tidsbegrensning har vi ikke hatt mulighet til å gjennomføre nærmere undersøkelser av hvordan norske kommuner planlegger i dag. Vi baserer antakelsene kun på dokumenter som er omtalt i dokumentstudiet (tabell Va og Vb, s. 178 - 181) eller prosjekt vi har fått presentert på fagtreff og seminar med Norsk vannforening.

I Norge

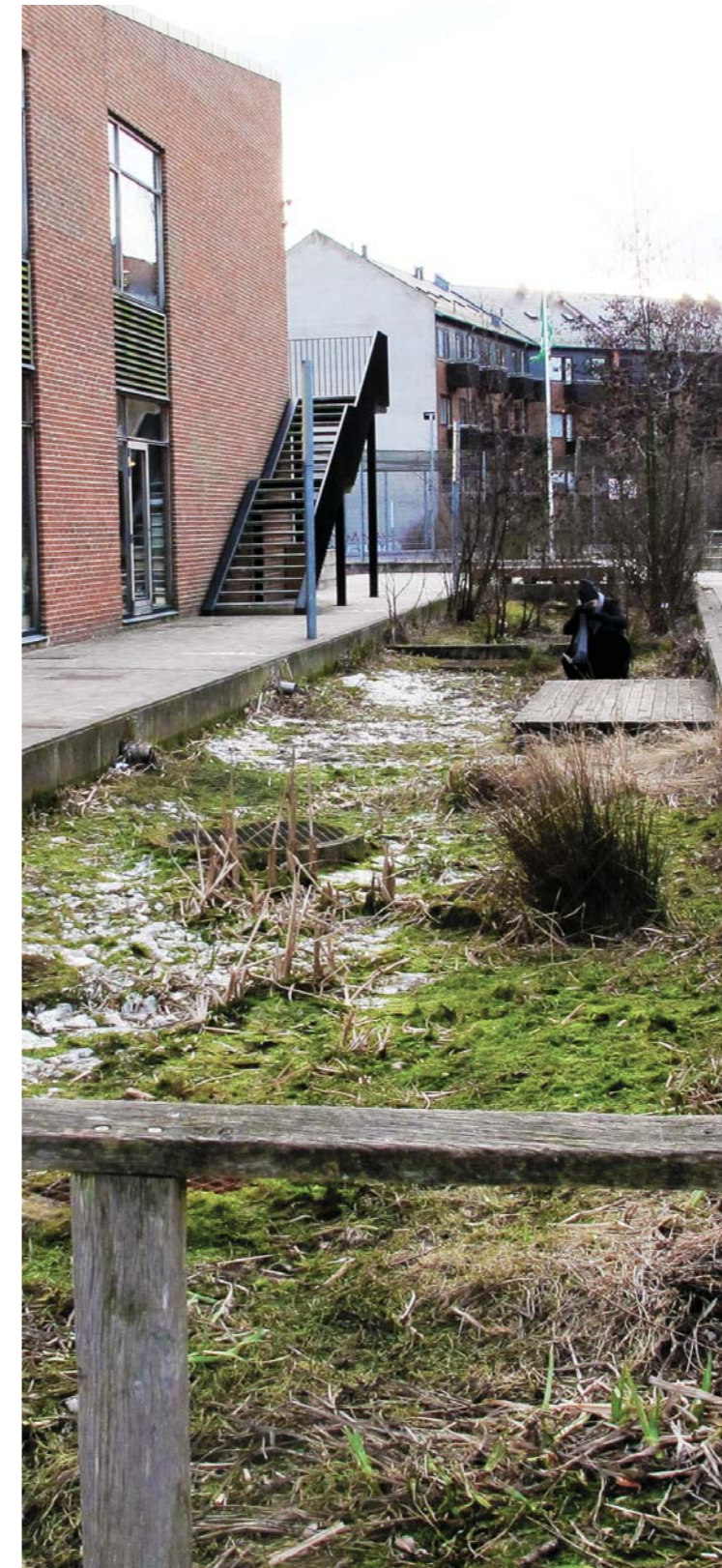
Gjennom dokumentstudiet kom det fram at det finnes en god del informasjon om ulike løsninger for åpen overvannshåndtering. Derimot var det få eksempler på bruk av åpne løsninger satt i system, slik klimatilpasset overvannshåndtering sikter til. Et norsk eksempel på dette er den prinsipielle planen for åpen overvannshåndtering på Ensjø i Oslo. Vi tok med oss noen momenter fra dette arbeidet, men valgte å bruke et annet referanseprosjekt som utgangspunkt for utvikling av planleggingsmetoden, da Københavns planer var mer konkrete.

Vi kan ikke med sikkerhet avkrefte om det allerede finnes en god, norsk planleggingsmetode, for et system av åpen overvannshåndtering, da det ikke er gjort nærmere undersøkelser for hvordan norske kommuner planlegger for klimatilpasset overvannshåndtering. Det vi derimot kan anta, ut i fra egne erfaringer, er at det ikke foreligger en planleggingsmetode for dette lett tilgjengelig. Vi har dermed grepet muligheten for å utforske hvordan planleggingen kan gjøres, og prøvd å formidle dette gjennom oppgaven.

I utlandet

I samtlige utenlandske referanseprosjekt kom viktigheten av lokal tilpasning av skybruddsplan fram. Dette har vi prøvd å ivareta gjennom å trekke inn norske eksempler, virkemidler og metoder for framgangsmåte (Ødegård mfl., 2013; Lindholm mfl., 2008; Thorén, A-K. H. & Nyhuus, S., 1994). Kjennskap til de norske metodene fikk vi gjennom masterkurset LAA340 *Blå og grønne strukturer i urbane områder*, ved NMBU høsten 2016. Selv om vi har vært opptatt av å se til norske metoder, har Københavns skybruddsplan vært førende for arbeidet. København er den eneste av byene i referanseprosjektene, som har ferdigstilt både en strategi og konkrete plankart. I tillegg har de begynt å høste nyttige erfaringer fra arbeidet, da de holder på å anlegge tiltakene som er beskrevet i planen.

Studiet av referanseprosjektene fra Malmö, London og New York City har ført til at vi har sett behovet for å tydeliggjøre planleggingen, og stille spørsmål om dette er riktig måte å planlegge på. Eksempelvis har tankegangen fra New York City om å systematisere arbeidet og kontinuerlig evaluere tiltak, vært viktig. Londons fokus på privathagers verdi for å redusere avrenning, har ført til at vi ser viktigheten av disse områdene i mye større grad enn tidligere. Fra Malmö lot vi oss inspirere av prioriteringsrekkefølgen for implementering av tiltak. I tillegg ble vi oppmerksom på hva klimatilpasset og helhetlig planlegging egentlig er i løpet av møte med Malmö stad (med Pär Svensson). Malmö sitt fokus på helhetlig planlegging og fordeling av kommunens ressurser, belyser utfordringer rundt finansiering av tiltak. Særlig med tanke på usikkerheten knyttet til klimaframskrivninger, da de ikke er absolutte. Dette er et argument for hvorfor flerfunksjonalitet bør vektlegges og hvorfor planleggingen bør utføres i et tverrfaglig samarbeid.



Figur 8.1.

Delspørsmål 2: Hvilken planleggingsmetode og hvilke virkemidler kan brukes for å gjennomføre klimatilpasset overvannshåndtering?

I dette delspørsmålet sikter vi først til hvilken planleggingsmetode som kan benyttes for å klimatilpasse overvannshåndteringen. I tillegg peker vi på hva som har påvirket metoden og om målet med flerfunksjonalitet er godt ivaretatt i metoden.

Planleggingsmetoden - en uttesting av Københavns framgangsmåte?

Ved å basere metoden på en allerede brukt framgangsmåte, har vi grunnlag for å anta at den vil fungere. Likevel ser vi forbedringspotensial, da å anvende Københavns dokumenter som en oppskrift for eget planarbeid kan være utfordrende. Her tenker vi særlig på at systematikken i deres arbeidet ikke kommer godt nok fram. Dette er også en av grunnene til at vi så behovet for å trekke inn metoder fra norske planlegging. Vi har erfart at en tydelig framgangsmåte kan bidra til å forenkle planarbeidet. Framgangsmetoden kan føre til at flere norske kommuner gjennomfører arbeidet, da eksisterende kunnskapsnivå på dette temaet er varierende. Til Københavns forsvar ble skybruddsmasterplanene utarbeidet på litt over ett år, som kan forklare hvorfor framgangsmetoden er noe uklart i plandokumentene.

Valg av caseområde - hvordan har det påvirket metoden?

Planleggingsmetoden har blitt utviklet gjennom å teste den i nedbørfelt E og dermed blitt påvirket av utfordringer og muligheter vi har støtt på i dette område. Eksempelvis har fokuset på å tilpasse nye blågrønne strukturer til eksisterende bebyggelse og infrastruktur vært stort. Hadde vi valgt et annet område kunne for eksempel bekkeåpninger eller utvikling av transformasjonsområder, gitt andre innspill til metoden.

Klimatilpasset overvannshåndtering gjennom flerfunksjonalitet?

I teorien kom vi fram til at klimatilpasset overvannshåndtering gjøres best ved bruk av flerfunksjonelle løsninger. Underveis i arbeidet ble vi stadig mer klar over at en skybruddsmasterplan først og fremst må inneha tekniske funksjoner. Likevel vil bruk av flerfunksjonelle løsninger virke positivt inn på både økologiske, sosiale og økonomiske forhold. Derfor mener vi fremdeles at klimatilpasset overvannshåndtering er å bruke blågrønne flerfunksjonelle løsninger, til å redusere avrenning og trygt avlede overvann.

Ved å prosjektere åpne løsninger i Båhus gate, fikk vi belyst at et tiltak som dette, ikke kan håndtere alt overvannet alene. Derfor må ønsket effekt og systemets sammenhengende funksjon, avklares i planleggingsfasen. Planleggingen bør foregå på flere nivåer samtidig, for å se hvert enkelt tiltaks funksjon i systemet, før skybruddsmasterplanen ferdigstilles.

Forhold som påvirker gjennomføringen

Ved å se på hvilke virkemidler som kan brukes for å gjennomføre klimatilpasset overvannshåndtering, ble vi mer oppmerksomme på andre faktorer som i tillegg påvirker denne planleggingen.

For å øke viljen til beslutningstakere og igangsette planleggingsprosessen, behøves ofte dokumentasjon på tiltakenes effekt og lønnsomhet. Dette erfarte København kommune, da politikerne ønsket nærmere beskrivelser av alle tiltak som ble foreslått. Dette for å bli noe tryggere på hva de brukte så mye midler på (personlig kommunikasjon med København kommune 01.03.18). Vi ser derfor at det er mange momenter som innvirker på gjennomføringen av klimatilpasset overvannshåndtering, og flere av disse ligger utenfor landskapsarkitektens ansvarsområde.

Et moment vi derimot ser at vårt fagfelt kan bidra med, som ikke direkte berører utforming av skybruddsmasterplanen, er bevisstgjøring. Her kan landskapsarkitekter både bidra gjennom utforming og formidling av informasjon. Gjennom utforming kan det sørges for at anlegg brukes. Utforming kan også bidra til at brukerne opplyses om behovet for å klimatilpasse overvannshåndteringen. Her ser vi at økosystemtjenester er en forenklet måte å formidle hvilke funksjoner og verdier tiltakene leverer. Bevisstgjøring rundt dette temaet kan bidra til å øke viljen til å også anlegge private tiltak. Dette var grunnlaget for hvorfor vi valgte å poengtere bevisstgjøring som en oppsummerende del av prosjekteringen.



Figur 8.2.

Delspørsmål 3: Hvor anvendelig er planleggingsmetoden?

Med anvendelighet mener vi overførbarheten til andre byer og tettsteder og hvor lettfattelig og brukervennlig planleggingsmetoden er. Dette svarer vi på ved å test metoden gjennom å utarbeide en skybruddsmasterplan for nedbørfelt E i Trondheim. I tillegg utforsker vi hvordan planen kan brukes videre ved å prosjektere et mindre område. Dette belyste nye problemstillinger, som igjen førte til at vi gjorde endringer i planleggingsmetoden.

Er metoden anvendelig?

Ved å basere planleggingsmetoden på Københavns framgangsmåte, sikrer vi at metoden er anvendelig til en viss grad, da den allerede er i bruk. Det vi ikke kan være sikre på, er hvor anvendelige den er for planleggere i norske kommuner. Her kan faktorer som tilstrekkelig kunnskap innad i kommunen og mengden ressurser spille inn. I tillegg vil trolig modellering av mengde overflatevann bidra med nye problemstillinger, som metoden må ta stilling til. Likevel mener vi at metoden er anvendelig for denne oppgavens målgruppe, da det er brukt teori, metoder og tilnærmingmåter fra landskapsarkitekturfaget, for å utarbeide den. I tillegg har vi fått testet metoden gjennom å utarbeide en skybruddsmasterplan for et caseområde.

Er metoden overførbar?

Selv om metoden er utviklet gjennom å lage en plan for et konkret området, er grunnlaget for metoden basert på funn i litteratur- og dokumentstudier. At det er andre utfordringer som kan gjelde for andre områder er en selvfølge og må hensyntas i senere planlegging. Eksempelvis kan det være hensiktsmessig å se på tilpasning av skybruddselementene, da andre områder kan ha behov for andre funksjoner og utforminger.

Problemstillinger som bør tas i senere diskusjon

I løpet i arbeidet har nye problemstillinger blitt belyst. Vi ønsker å nevne noen faktorer som kan styrke bærekraftig overvannshåndtering i det videre arbeidet. Disse har vi ikke hatt tid til å utdype i oppgaven, men er viktige spørsmål å stille i dette tverrfaglige og komplekse planleggingsarbeidet.

Hvilket nivå skal det klimasikres for?

I den generelle skybruddstrategien beskrev vi at det er viktig å bestemme hvilket nivå det skal klimasikres for. Gjennom samtaler med København kommune og Malmö stad ble det tydelig at denne avklaringen kommer an på hvordan man ønsker at samfunnet skal fungere under ekstremnedbør. Dette må undersøkes nærmere.

Kost-nytte

I arbeidet til både København og Malmö ble det poengtert at det ikke lønner seg å basere overvannshåndtering kun på et åpent system. Åpen overvannshåndtering tar ikke bort behovet for løsninger i rør, men kan ta noe av trykket ved kraftige nedbørshendelser. En samfunnsnyttig tilnærming, vil være å se tiltakene sammen, og gjennom en kost-nytte-analyse avgjøre hvordan framtidens overvannshåndtering skal utformes. Dette betyr ikke at det kun er de billigste overvannsløsningene som er å foretrekke, men en variert bruk med ønsket effekt til riktig sted skal være avgjørende. Hvordan kombinasjonen av rørsystemer og åpne løsninger skal gjøres og fordeles, har vi ikke hatt mulighet til å se nærmere på.

Økt kunnskapsbehov og forskning

Det er behov for flere gode eksempler på åpne overvannsløsninger, hvor man kan anslå effekten av tiltakene. Derfor behøves forskning på planter som både tåler frost, i tillegg til å kunne stå i et våtere og varmere klima. Å utarbeide en skybruddsplan krever politisk vilje til gjennomføring og en foregangskommune som ønsker å løfte tema opp på dagsorden. Ved å utnytte kunnskapen i regionen, kan Trondheim gå fram som som et godt eksempel og bringe ny dokumentasjon og kunnskap til klimatilpasset overvannshåndtering.

Refleksjon

Oppgavens oppbygning

Oppgavens oppbygging har forandret seg ved tilegnet kunnskap. Vi startet bredt ved å spørre oss selv hvordan klimatilpasning kan gjøres. Dette ble et alt for stort spørsmål å kunne svare på i en masteroppgave. Ved å begrense oss til klimatilpasset overvannshåndtering, har vi likevel hatt vanskeligheter med å avgrense oppgaven, da temaet berører mange ulike områder og planleggingsnivåer. Oppgaven har blitt omfattende, da vi både har hatt ønske om utvikle en planleggingsmetode og teste denne, samt se på virkemidler som berører planleggingen. Vi mener likevel at dette har vært viktig for å oppdage problemstillinger som har ført til endringer i planleggingsmetoden. Blant annet oppdaget vi først viktigheten av å bevege seg mellom ulike planleggingsnivåer gjennom hele prosessen da vi prosjekterte Båhus gate. Ved å prosjektere fikk vi i tillegg belyst hvor mye avrenning et tiltak kan håndtere og hva dette betyr for systemet. Dette forsterket formeningen vår om at klimatilpasset overvannshåndtering er å se løsninger satt i sammenheng.

Valg av caseområdet

Bakgrunnen for valg av Trondheim som caseområde er sammensatt. Basert på dokumentstudiet kunne valget av caseområde falt på Oslo, som også er en foregangskommune. Det finnes mange publiserte veiledere som omhandler åpen overvannshåndtering i Oslo-området og et lignende planarbeid er i startfasen både i Bærum kommune (Ardila, 2018) og Oslo kommune (Braskerud mfl., 2016). Likevel valgte vi Trondheim, da vi så at lokale forhold som vintersituasjon og brattere terreng kunne gi oss andre utfordringer for planleggingen, sammenlignet med Oslo.

Samarbeid

Arbeidet med masteroppgaven har både vært givende og krevende. Utfordringene har i hovedsak dreid seg rundt strukturen av planleggingsmetoden og utformingen av skybruddsmasterplanen, begge nye problemstillinger og upløyd mark (for oss). Derfor har det vært gunstig å være to, slik at vi jevnlig har hatt muligheten til å diskutere løsninger. Arbeidet har i all hovedsak vært givende, og muligheten til å fordype seg i et dagsaktuelt tema og føle mestring ved å (potensielt) kunne tilføre faget noe nytt, har gjort at semesteret har gått unna i alt for stor fart. Å se tilbake på fem års studie og vennskap, og erkjenne at begge deler har kommet styrket ut av masteroppgaven, gjør at valget om å samarbeide virkelig har vært positivt.



Figur 8.3.

LITTERATURLISTE

- Ardila, P. (2016, 8. februar). *Skybruddsplan for Bærum kommune*. Kommuneplankonferansen, Bærum kommune.
- Artskart. (u. å.). Trondheim: Artsdatabanken. Tilgjengelig fra: <https://artskart.artsdatabanken.no/> [Lest 16. januar 2018].
- Asker kommune. (2014). *Veileder for lokal overvannshåndtering i Asker kommune*. Tilgjengelig fra: <https://www.aker.kommune.no/globalassets/felles/skjemaer-og-veiledninger/vann-og-avlop/avlop-og-septikk/veileder-for-lokal-overvannshandtering-i-aker-kommune.pdf> [Lest 5. februar 2018].
- Asplan Viak. (2016). *FOU: Overvann som ressurs*. Trondheim: Asplan Viak AS.
- Asplan Viak. (u. å.). *Gatetun i Deichmans gate*. Tilgjengelig fra: <https://www.asplanviak.no/prosjekt/11902/> [Lest 1. mai 2018].
- Bäckström, M. & Viklander, M. (2000). Integrated Stormwater Management in Cold Climates. *Journal of Environmental Science and Health, A35* (8): 1237-1249.
- Bäckström, M. & Viklander, M. (2008). *Alternativ dagvattenhåndtering i kallt klimat*. Rapport Nr. 2008-15. Stockholm: Svenskt Vatten Utveckling. Tilgjengelig fra: <http://vav.griffel.net/filer/Rapport%2098-118.pdf> [Lest 10. februar 2018].
- Banach, A. & Fjeldhus, K. (2016). *Overvannsdammer - et urbant vannmiljø*. Tilgjengelig fra: <https://www.nve.no/Media/5031/overvannsdammer-et-urbant-vannmiljo%C3%B8.pdf> [Lest 28. april 2018].
- Battiata, J., Collins, K., Hirschman, D. & Hoffman, G. (2010). The Runoff Reduction Method. *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 146: 11-21.
- Bergen kommune. (2005). *Retningslinjer for overvannshåndtering i Bergen kommune*. Tilgjengelig fra: https://www.bergen.kommune.no/bk/multimedia/archive/00010/Retningslinjer_for_o_10779a.pdf [Lest 5. februar 2018].
- Bjørbekk & Lindheim. (u. å.). *Nansenparken - Fornebu*. Tilgjengelig fra: <http://www.blark.no/portfolio/nansenparken/> [Lest 1. mai 2018].
- Bloorchian, A. A., Ahiablame, L., Osouli, A & Zhou, J. (2016). Modeling BMP and Vegetative Cover Performance for Highway Stormwater Runoff Reduction. *Procedia Engineering*, 145: 274-280.
- Bokmålsordboka. (2018). *Synergieffekt*. Tilgjengelig fra: https://ordbok.uib.no/perl/ordbok.cgi?OPP=synergieffekt&ant_bokmaal=5&ant_nynorsk=5&begge=+&ordbok=begge [Lest 7. mai 2018].
- Bondø, T.-H. & Stenersen, R. (2004, 22. september). Flommen gjennom Hells Angels' lokaler. VG. Tilgjengelig fra: <https://www.vg.no/nyheter/innenriks/vaer-og-uvaer/flommen-gjennom-hells-angels-lokaler/a/246211/> [Lest 22. januar 2018].
- Braskerud, B., Paus, K. H. & Ekle, A. (2013). *Anlegging av regnbed*. Rapport nr. 3-2013. Oslo: Norges vassdrag- og energidirektorat (NVE).
- Braskerud, B. & Hauge, A. (2013). *Gresskledde vannveier kan håndtere store vannmengder*. Tilgjengelig fra: http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/103925/Gresskledde_vannveier_2013.pdf [Lest 22. april 2018].
- Braskerud, B. (2016). *Grønne tak for flomdemping*. Oslo: Oslo kommune. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/> [Lest 10. mars 2018].
- Braskerud, B. & Paus, K. H. (2016). *Regnbed for lokal flomdemping*. Tilgjengelig fra: <https://www.nve.no/Media/5027/overvann-regnbed-for-lokal-flomdemping.pdf> [Lest 25. april 2018].
- Braskerud, B.C., Andersson, E., Anker-Nilssen, M.A., Asp, S.T., Bernhus, C., Devik, A.K., Fergus, T.Å., Geleta, B.M., Haneberg, B., Høifødt, A., Kvitsjøen, J., Nyrnes, M., Rasmussen, Å., Røttorp, A., Stenerud, S., Trubacheva, O., Veierød, V., Young, K., Zühlke, U. & Aasgaard, A.E. (2017). *Studietur til København og Malmø. Aktuelle tiltak for håndtering av overvann i Oslo*. Rapport 01/2017. Oslo: Vann- og avløpsetaten i Oslo kommune.
- Bratberg, T. T. V. & Arntzen, J. G. (1996). *Trondheim byleksikon*. Oslo: Kunnskapsforlaget.
- Byantikvaren i Trondheim. (2018). *Veileder for Møllenberget, Kirkesletten og Rosenborg*. Trondheim: Trondheim kommune.
- Byggeskikknøkkelen. (2018). *Boligbegrep*. Tilgjengelig fra: <https://byggeskikknokkelen.dibk.no/bsn/begrep/Sider/Boligbegrep.aspx> [Lest 2. februar 2018].
- Bærum kommune. (2015). *Kommuneplanens arealdel 2015 – 2030 – Bestemmelser og retningslinjer*. Tilgjengelig fra: <https://www.baerum.kommune.no/globalassets/om-barum-kommune/organisasjon/styrende-dokumenter/bestemmelser-og-retningslinjer-iht-kst-170615.pdf> [Lest 10. februar 2018].
- Bærum kommune. (2017a). *Kommuneplan 2017 – 2035, vedlegg 5.4 Miljø, klima og klimatilpasning*. Tilgjengelige fra: www.baerum.kommune.no/
- Bærum kommune. (2017b). *Kommuneplanens arealdel*. Tilgjengelig fra: <https://www.baerum.kommune.no/om-barum-kommune/organisasjon/stytingsdokumenter/kommuneplanen-arealdel/> [Lest 10. februar 2018].
- Bøyum, Å. (1987). Synspunkter på metoder for beregning av overvannsavrenning. *VANN*, 87 (2): 217-223.
- Cahill, M., Godwin, D. C. & Sowles, M. (2011a). *Green Roofs*. ORESU-G-11-007. Corvallis, Oregon: Oregon Sea Grant publications.
- Cahill, M., Godwin, D. C. & Sowles, M. (2011b). *Porous Pavement*. ORESU-G-11-002. Corvallis, Oregon: Oregon Sea Grant publications.
- Cahill, M., Godwin, D. C. & Sowles, M. (2011c). *Swales*. ORESU-G-11-006. Corvallis, Oregon: Oregon Sea Grant publications.
- Cahill, M., Godwin, D. C. & Sowles, M. (2011d). *Vegetated Filter Strips*. ORESU-G-11-003. Corvallis, Oregon: Oregon Sea Grant publications.
- Convention on biological diversity. (CBD). *Konvensjon om biologisk mangfold av 5. juni 1992 nr. 1*.
- COWI. (2013). *På lag med regnet – veileder for lokal overvannshåndtering*. Oslo: Miljødirektoratet.
- COWI. (2015). *Gjennomgang av avrenningsfaktorer*. M-293. Oslo: Miljødirektoratet.
- COWI. (2017). *Veileder for lokal håndtering av overvann i kommuner*. Tønsberg: Vestfold fylkeskommune. Tilgjengelig fra: <https://www.tonsberg.kommune.no/f/p4/i04dad653-afb2-4815-a10e-bd98ca13c7d4/veileder-for-lokal-handtering-av-overvann-2017.pdf> [Lest 23. januar 2018].
- Direktoratet for naturforvaltning. (2003). *Grønn by ... arealplanlegging og grønnstruktur*. Håndbok 23 – 2003.
- Direktoratet for samfunnssikkerhet [DBS]. (2012). *Klimatilpasning, veileder - fra plan til tiltak*. Tilgjengelig fra: http://www.miljodirektoratet.no/Global/klimatilpasning/SAMLET_FRA-PLAN_TIL_TILTAK.pdf [Lest 10. januar 2018].
- Direktoratet for samfunnssikkerhet [DBS]. (2016). *Risikoanalyse av regnflom i by. Krisescenarioer 2016 – analyser av alvorlige hendelser som kan ramme Norge*. Oslo: Direktoratet for samfunnssikkerhet.
- Drammen kommune. (2013). *Overvannsstrategi*. Tilgjengelig fra: <https://www.drammen.kommune.no/> [Lest 10. februar 2018].
- Drammen kommune. (2014). *Veileder for overvannshåndtering i Drammen*. Tilgjengelig fra: <https://www.drammen.kommune.no/> [Lest 10. februar 2018].
- Drammen kommune. (2015). *Strategi for utvikling av grønne forbindelser, uterom og fellesarenaer*. Tilgjengelig fra: <https://www.drammen.kommune.no/> [Lest 10. februar 2018].
- European Commission. (2013). *Green Infrastructure*. Tilgjengelig fra: <http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/> [Lest 12. mars 2018].
- Falk, H. & Torp, A. (1991). *Etymologisk ordbog over det norske og det danske sprog*. Oslo: Bjørn Ringstrøms antikvariat.
- Finans Norge (u. å.). *Naturskadestatistikk (NASK)*. Tilgjengelig fra: <https://www.finansnorge.no/statistikk/skadeforsikring/Naturskadestatistikk-NASK/> [Lest 6. mars 2018].
- Florgård, C. & Palm, R. (1980). *Vegetasjonen i dagvattenhåndteringen*. Solna: Naturvårdverket.
- Flyen, C., Mellegård, S., Bøhlerengen, T., Almås, A.-J., Groven, K., & Aall, C. (2014). *Bygninger og infrastruktur – sårbarhet og tilpasningsevne til klimaendringer*. Oslo: SINTEF.
- FN. (2018). *Klimaendringer*. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/Tema/Klima-og-miljoe/Klimaendringer> [Lest 23. februar 2018].
- Forman, R. T. T. (1995). *Some general principles of landscape and regional ecology*. *Landscape Ecology*, 10 (3): 133-142.
- Forman, R. T. T. (2014). *Urban Ecology: science of cities*. 3 utg. New York: Cambridge University Press.
- Forskningsrådet. (2015). *Porteføljerapport - Klima*. Oslo: Forskningsrådet. Tilgjengelig fra: https://www.forskningsradet.no/prognostikklimaforsk/Nyheter/En_half_milliard_til_klimaforskning_i_2014/1254014699664&lang=no [Lest 12. februar 2018].
- Fredrikstad kommune. (2007). *Overvannsrammeplan*. Tilgjengelig fra: <https://www.fredrikstad.kommune.no/> [Lest 15. februar 2018].
- Gabriel, S. & Fiil, L. (2016). *Vadi - byens grønne vannveier*. Oslo: Oslo kommune. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/plan-bygg-og-eiendom/planer-og-veiledere/byggesaksveiledere-normer-og-skjemaer/?offset=128> [Lest 30. april 2018].
- GLA. (2016). *London Drainage Action Plan*. Tilgjengelig fra: <https://www.london.gov.uk/> [Lest 23. februar 2018].
- Godwin, D. C., Cahill, M. & Sowles, M. (2011). *Rain Gardens*. ORESU-G-11-00. Corvallis, Oregon: Oregon Sea Grant publications.
- Groven, K. (2015). Håndtering av overvann i norske kommunar. *Kart og plan*, 75: 8-23.
- Grunnforurensning karttjeneste. (u. å.). Trondheim: Miljødirektoratet. Tilgjengelig fra: <https://grunnforurensning.miljodirektoratet.no/> [Lest 22. februar 2018].
- Haddeland, A. S. (2018, 12. februar). *VAV sin rolle i den blågrønne byutviklingen*, Miljødirektoratet, Oslo.

Hall, K. (u. å.). *Skyfallsplanering i Malmö*. Tilgjengelig fra: http://www.movium.slu.se/sites/default/files/course/11837/files/documentation/kristina_hall-tim-delshammar.pdf [Lest 23. januar 2018].

Hamar kommune & Ringsaker kommune. (2006). *Kommunedelplan Stavsberg – Veileder i overvannshåndtering*. Tilgjengelig fra: <https://www.hamar.kommune.no/> [Lest 23. februar 2018].

Hanssen-Bauer, I., Førland, E. J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer, S., Nesje, A., Nilsen, J. E. Ø., Sandven, S., Sandø, A. B., Sorteberg, A. & Ådlandsvik, B. (2015). *Klima i Norge 2100*. Rapport for Norsk klimaservicesenter 02/2015.
Hauge, Å. L., Almås, A.-J. & Flyen, C. (2016). *Veiledere for klimatilpassning av bygninger og infrastruktur – oversikt og tematisk analyse*. Klima 2050 rapport 03/2016. Trondheim: SINTEF.

Hauge, Å. L., Flyen, C., Almås, A. J. & Ebeltoft, M. (2017). *Klimatilpassning av bygninger og infrastruktur*. Klima 2050 rapport 04/2017. Trondheim: SINTEF.

Heggenes, J. & Dramstad, W. (2003). Landskapsøkologi – arealplanleggerens økologi? *Plan*, 35 (5): 50-55.

Hunshamar, C. & Holmes, M. (2017, 22. oktober). Flom på Sørlandet. *VG*. Tilgjengelig fra: <https://www.vg.no/nyheter/innenriks/vaer-og-uaer/flom-paa-soerlandet-vannkaos-paa-e18-og-problemer-for-tv-aksjonen/a/24169168/> [Lest 09. mars 2018].

ICUN. (2016). *Nature-based Solutions*. Tilgjengelig fra: <https://www.iucn.org/> [Lest 16. februar 2018].

ICUN. (2018). *Ecosystem-based Approaches to Climate Change Adaptation*. Tilgjengelig fra: <https://www.iucn.org/> [Lest 16. februar 2018].

Jansson, U. (2017). *Blågrønn struktur med en biologisk vri*. Oslo: Biofokus. Tilgjengelig fra: <http://www.biofokus.no/bl%C3%A5gr%C3%B8nn-struktur-med-en-biologisk-vri/> [Lest 4. mai 2018].

Josimovic, D & Alam, Z. (2014). Cost Efficiency of Low Impact Development (LID) Stormwater Management Practices. *Procedia Engineering*, 89: 734-741.

Klima 2050. (u. å.). *Første blå-grå tak montert på Høvringen*. Tilgjengelig fra: <http://www.klima2050.no/frste-blgr-tak/> [Lest 3. mai 2018].

Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2009). § 11-8. *Hensynssoner*. Oslo: Kommunal- og moderniseringsdepartementet.

Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2015). *Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging*. Oslo: Kommunal- og moderniseringsdepartementet.

Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2016). *Byrom - En idehåndbok*. Oslo: Kommunal- og moderniseringsdepartementet.

København kommune (2009). *Klimaplan*. Tilgjengelig fra: <http://kk.dk/> [Lest 20. januar 2018].

København kommune. (2011). *Klimatilpasningsplan*. Tilgjengelig fra: <http://kk.dk/> [Lest 20. januar 2018].

København kommune. (2012). *Skybrudsplan*. Tilgjengelig fra: <http://kk.dk/> [Lest 20. januar 2018].

København kommune. (2013a). *Konkretisering af skybrudsplan - Amager & Christianshavn*. Tilgjengelig fra: <http://kk.dk/> [Lest 20. januar 2018].

København kommune. (2013b). *Konkretisering af skybrudsplan - Bispebjerg, Ryparken & Dyssegård*. Tilgjengelig fra: <http://kk.dk/> [Lest 20. januar 2018].

København kommune. (2013c). *Konkretisering af skybrudsplan - København vest og Frederiksberg vest*. Tilgjengelig fra: <http://kk.dk/> [Lest 20. januar 2018].

København kommune. (2013d). *Konkretisering af skybrudsplanerne, Ladegårdså, Fredriksberg øst og Vesterbro oplande*. Tilgjengelig fra: <http://kk.dk/> [Lest 20. januar 2018].

København kommune. (2013e). *Konkretisering af skybrudsplan - Nørrebro*. Tilgjengelig fra: <http://kk.dk/> [Lest 20. januar 2018].

København kommune. (2013f). *Skybrudsopland 1 - Indre By*. Tilgjengelig fra: <http://kk.dk/> [Lest 20. januar 2018].

København kommune. (2013g). *Skybrudsopland - Østerbro*. Tilgjengelig fra: <http://kk.dk/> [Lest 20. januar 2018].

Lindeman, L. (2018, 12 februar). *Forenklet overvannsgebyr. Innlegg på fagtreff med Norsk Vannforening, Overvann i kommunal arealplanlegging*. Miljødirektoratet, Oslo.

Lindholm, O., Endresen, S., Thorolfsson, S., Sæggrov, S., Jakobsen, G. & Aaby, L. (2008). *Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering*. R162. Hamar: Norsk Vann.

Lindholm, O. (2011). Usikkerheter i flomberegninger i urbane områder. *VANN*, 46 (2): 223-233.

Liu, Y., Ahiablame, L. M., Bralts, V. F. & Engel, B. A. (2015). Enhancing a rainfall-runoff model to assess the impacts of BMPs and LID practices on storm runoff. *Journal of Environmental Management*, 147: 12-23.

Lørenskog kommune, Rælingen kommune & Skedsmo kommune. (2017). *Retningslinjer for overvannshåndtering*. Tilgjengelig fra: <https://www.lorenskog.kommune.no/> [Lest 05. februar 2018].
Magnussen, K., Wingstedt, A., Rasmussen, I. & Reinvang, R. (2015a). *Kostnader og nytte ved overvannstiltak*. Rapport nummer oppdragsgiver: M-305/2015. Rapport nummer Vista Analyse 2015/02. Oslo: Vista Analyse AS.

Magnussen, K., Reinvang, R. & Løset, F. (2015b). *Økosystemtjenester fra grønnstruktur i norske byer og tettsteder*. Rapport nummer 2015/10. Oslo: Vista Analyse AS.

Malmö stad. (2016). *Skyfallsplan för Malmö*. Tilgjengelig fra: <https://www.vasyd.se> [Lest 25. februar 2018].
Malmö stad. (2015). *Skyfall i Malmö 31/8-2014*. Tilgjengelig fra: <http://dagvattenguiden.se/> [Lest 05. februar 2018].

Marsh, W. M. (2005). *Landscape Planning: Environmental Applications*. 4th edition. University of Michigan: John Wiley & sons.

Miljødirektoratet. (2014). *Planlegging av grønnstruktur i byer og tettsteder*. M100-2014. Oslo: Miljødirektoratet.

Miljødirektoratet. (2017a). *Naturbaserte løsninger – blågrøne strukturer*. Tilgjengelig fra: <http://www.klimatilpassning.no/> [Lest 12. mars 2018].

Miljødirektoratet. (2017b). *Planlegging i kommunen*. Tilgjengelig fra: <http://www.klimatilpassning.no/kommuneplanlegging/> [Lest 4. mai 2018].

Miljøpakken. (2016). *Introduksjon*. Tilgjengelig fra: <https://miljopakken.no/> [Lest 24. april 2018].

Muthanna, T., Hilligers, R. & Liltved, H. (2011). *Naturbasert håndtering av overvann*. Tilgjengelig fra: <https://www.tiltak.no/e-beskytte-eller-reparere-miljoeet/e2-luft-og-vannforurensning/e-2-5/> [Lest 19. april 2018].

Myhr, K. & Lippestad, S. L. (2016). *Belegningsstein som håndterer overvann*. Oslo: Oslo kommune. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/plan-bygg-og-eiendom/planer-og-veiledere/byggesaksveiledere-normer-og-skjemaer/?offset=128> [Lest 10. mars 2018].

NACTO. (2017). *Urban Street Stormwater Guide*. New York, NY: Island Press

Naturbase kart. (u. å.). Trondheim: Miljødirektoratet. Tilgjengelig fra: <http://kart.naturbase.no/> [12. januar 2018].

NCC (u. å.). *NCC SnowClean*. Tilgjengelig fra: <https://www.ncc.no/vare-prosjekter/ncc-snowclean-oslo/> [Lest 24. april 2018].

Nedre Eiker kommune. (2015). *Kommuneplanens arealdel 2015-2026*. Tilgjengelig fra: <https://www.nedre-eiker.kommune.no/> [Lest 18. april 2018].

Norges geologiske undersøkelse. [NGU]. (2018). *Vannets kretsløp*. Tilgjengelig fra: <https://www.ngu.no/emne/vannets-kretsløp> [Lest 19. februar 2018].

Norges geologiske undersøkelse. [NGU]. (u. å. a). *Nasjonal berggrunnsdatabase*. Tilgjengelig fra: <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/> [Lest 25. januar 2018].

Norges geologiske undersøkelse. [NGU]. (u. å. b).

Nasjonal løsmassedatabase. Tilgjengelig fra: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/ [Lest 25. januar 2018].

Norges vassdrags- og energidirektorat [NVE]. (2015). *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*. Veileder nr. 7-2015. Oslo: NVE.

Norges vassdrags- og energidirektorat [NVE]. (2017). *Nedbørfelt (REG/NE)*. Tilgjengelig fra: <https://www.nve.no/karttjenester/kartdata/vassdragsdata/nedborfelt-regne/> [Lest 15. januar 2018].

Norges vassdrags- og energidirektorat [NVE], Atlas karttjeneste. (u. å.). Oslo: NVE. Tilgjengelige fra: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas> [Lest 22. februar 2018].

Norsk institutt for bioøkonomi [NIBIO]. (2008). *Avsetningstyper*. Tilgjengelig fra: <http://www.skogoglandskap.no/artikler/2008/avsetningstyper> [Lest 25. januar 2018].

Norsk institutt for bioøkonomi [NIBIO]. (u. å.). *Avsetningstyper*. Tilgjengelig fra: http://www.skogoglandskap.no/kart/temakart_avsetningstyper [Lest 25. januar 2018].

Norsk klimaservicesenter. (2016). *Klimaprofil Sør-Trøndelag*. Tilgjengelig fra: <https://www.stfk.no/Documents/Klimaprofil%20S%c3%b8r-Tr%c3%b8ndelag.pdf> [Lest 5. januar 2018].

Norske arkitekters landsforbund [NAL]. (u. å.). *Rapport Nansenparken*. Tilgjengelig fra: <https://www.arkitektur.no/nansenparken?tid=158202> [Lest 1. mai 2018].

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

NOU 2013: 10. *Naturens goder – om verdier av økosystemtjenester*.

NOU 2010:10. *Tilpassning til eit klima i endring*.

NTB. (2017, 24. juli). *Store flom-ødeleggelse på Vestlandet: 50 evakuerte i Utvik i Sogn og Fjordane. Dagbladet*. Tilgjengelig fra: <https://www.dagbladet.no/nyheter/store-flom-odeleggelse-pa-vestlandet-50-evakuerte-i-utvik-i-sogn-og-fjordane/68537694> [Lest 9. mars 2018].

Nyrnes, M. (2018, 12. februar). *Håndtering av overvann i kommunens plansystemer - Eksempel fra Oslo*, Miljødirektoratet, Oslo.

Oliver, P. (2012). *Succeeding with Your Literature Review: A Handbook for Students*. Maidenhead: McGraw-Hill Education.

Oslo kommune. (2006). *Ensjø - Veiledende prinsipplan for det offentlige rom*. Oslo: Plan- og bygningssetaten ved Oslo kommune. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/> [Lest 5. mai 2018].

Oslo kommune. (2013). *Strategi for overvannshåndtering i Oslo 2013 - 2020*. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/> [Lest 23. januar 2018].

Oslo kommune. (2016). *Handlingsplan for overvannshåndtering i Oslo kommune*. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/> [Lest 23. januar 2018].

Oslo kommune. (2017). *Overvannshåndtering - En veileder for utbygger*. Oslo: Vann- og avløpsetaten i Oslo kommune. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/> [Lest 25. januar 2018].

Paus, K. H., Brekke, A., Berge, Ø. & Åstebøl, S. O. (2015). *Overvannsarbeid i utlandet - Virkemidler for å redusere nedbørbetinget oversvømmelse i urbane områder*. M-316. Miljødirektoratet.

Paus, K. H. (2018, 12. februar). *Metoder for å beregne avrenning fra eiendommer. Innlegg på fagtreff med Norsk Vannforening, Overvann i kommunal arealplanlegging*, Miljødirektoratet, Oslo.

Plan- og bygningsloven. *Lov om planlegging og byggesaksbehandling av 27. juni 2008 nr. 71*.

Rambøll. (2017). *Cloudburst resiliency in New York City*. New York City: Department of Environmental Protection. Tilgjengelig fra: <http://www.nyc.gov/> [Lest 5. mars 2018].

Rothenborg, M. (2016). *Zooming in on New York's climate challenges*. Tilgjengelig fra: <http://www.ramboll.com/megatrend/feature-articles/zooming-in-on-new-yorks-climate-challenges> [Lest 5. mai 2018].

Sekse, T. (2012). *Klimatilpasningstiltak innen vann og avløp i kommunale planer*. 190/2012. Oslo: Norsk Vann.

SICIREC. (2009). *Ecological corridors and biodiversity*. Tilgjengelig fra: <http://www.sicirec.org/definitions/corridors> [Lest 5. mars 2018].

Skallebakk, O. P. (2018, 12. februar). *Håndtering av overvann i kommunens plansystemer. Innlegg på fagtreff med Norsk Vannforening, Overvann i kommunal arealplanlegging*, Miljødirektoratet, Oslo.

Slaney, S. (2016). *Stormwater Management for Sustainable Urban Environment*. Australia: The Images Publishing Group Pty Ltd.

Stahre, P. (2004). *En langsiktig hållbar dagvattenhandtering*. Malmö: Svenskt Vatten.

Stahre, P. (2008). *Blue-green fingerprints in the city of Malmö, Sweden*. Malmö: VA SYD.

Statens vegvesen. (2016). *Første bymiljøavtale inngått*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/om+statens+vegvesen/presse/nyheter/nasjonalt/f%C3%B8rste-bymilj%C3%B8avtale-inng%C3%A5tt> [Lest 24. april 2018].

Statens vegvesen. (u. å.). *Miljøpakken*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/vegvesen/prosjekter/miljopakken> [Lest 5. mai 2018].

Statens vegvesen. (2018). *Bildekk er den største kilden til mikroplast*. Tilgjengelig fra: <https://vegnett.no/2018/03/bildekk-er-den-storste-kilden-til-mikroplast/> [Lest 3. mai 2018].

Statistisk sentralbyrå. (u. å.). *Karttjeneste*. Tilgjengelig fra: <https://kart.ssb.no/> [Lest 5. mai 2018].

Strømø, E-B. (2016, 30. august). *Klimaendringer og klimatilpasning - prosjekt og verktøy*. Fylkesmannens dialogkonferanse, Brekstad. Tilgjengelig fra: <https://www.fylkesmannen.no/Documents/Dokument%20FMST/Kommunal%20styring/Dialogkonferansene/%C3%98rland%202016/Klimaendringer%20og%20klimatilpasning.pdf> [Lest 15. februar 2018].

Sveian, H., Dahl, R & Løvø, G. (2007). *Nidelva fra istid til Brattøra*. I: Fremstad, E. Thingstad P. G. red. *Nidelva, Trondheims hjerte*. Trondheim: Bli med ut! 7, s. 14 - 31.

SvR. (u. å.). *21st street, Paso Robles, CA*. Tilgjengelig fra: <http://www.svrdesign.com/21st-street-paso-robles-ca/2014/12/7vgpkqs9y8cw2awmn9r37tvnbpupek> [Lest 1. mai 2018].

Taubøll, S. (2018, 26. januar). *Klimatilpasning - risikohåndtering og ansvars plassering, innlegg på Vær smart- kurs om klimatilpasning*, Miljødirektoratet, Oslo.

Thorén, A-K. H. & Nyhuus, S. (1994). *Planlegging av grønnstruktur i byer og tettsteder*. DN - håndbok 6. Oslo: Direktoratet for naturforvaltning.

Thorén, A-K. H. (2016). *Planlegging av blågrønne strukturer - nedbørfeltet som planenhhet*. Tilgjengelig fra: <https://www.nfk.no/f/p34/ia2535bcf-4b8a-4a55-bc0d-f03c3a0c9767/kine-halvorsen-thoren-nmbu-planlegging-av-blagrønne-strukturer-nedbørfeltet-som-planenhhet.pdf> [Lest 26. januar 2018].

Trondheim kommune. (1979). *Reguleringsplan for et område begrenset av NONNEGT., HALDENSGT., FESTNINGSGT., SMÅBERGAN., BAKKEGT., N.MØLLENBERGGT.* Trondheim: Trondheim kommune.

Trondheim kommune. (2012a). *Beregning av overvannsmengde - Dimensjonering av ledning og fordrøyningsvolum. VA-norm, vedlegg 5*. Tilgjengelig fra: <http://docplayer.me/37678952-Beregning-av-overvannsmengde-dimensjonering-av-ledning-og-fordrøyningsvolum.html> [Lest 01. mai 2018].

Trondheim kommune. (2012b). *Hensynssoner utvalgte kulturmiljø - kommuneplanens arealdel 2012-2024, vedlegg 5*. Trondheim: Trondheim kommune.

Trondheim kommune. (2013a). *Bestemmelser og retningslinjer i kommuneplanens arealdel*. Tilgjengelig fra: <https://www.trondheim.kommune.no/> [Lest 10. mars 2018].

Trondheim kommune. (2013b). *Hovedplan for avløp og vannmiljø 2013 - 2024*. Tilgjengelig fra: <https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/10-byutvikling/kommunalteknikk/hovedplaner/hovedplan-avlop-og-vannmiljo-2013-24.pdf> [Lest 28. april 2018].

Trondheim kommune. (2013c). *Kommuneplanens arealdel 2012-2024*. Tilgjengelig fra: <https://www.trondheim.kommune.no/tema/bygg-kart-og-eiendom/arealplaner/kommuneplanens-arealdelplaner/kpa12-24/> [Lest 3. april 2018].

Trondheim kommune. (2014). *Sykelstrategi for Trondheim kommune 2014 - 2025*. Tilgjengelig fra: <https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/10-byutvikling/byplankontoret/temaplaner/sykelstrategi-for-trondheim-2014-2025.pdf> [Lest 7. mars 2018].

Trondheim kommune. (2016a). *Gå mer - Kjør mindre*. Trondheim: Trondheim kommune

Trondheim kommune. (2016b). *Kommunedelplan for Nyhavna*. Tilgjengelig fra: https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/10-byutvikling/byplankontoret/kommuneplan/kdp_nyhavna_k20110005/vedlegg-1-plankart-datert-4.2.2016.pdf [Lest 22. april 2018].

Trondheim kommune. (2017). *Plan for friluftsliv og grønne områder - Temaark: Grønne områdetyper*. Trondheim: Trondheim kommune.

Vegkart. (u. å.). Oslo: Statens vegvesen. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/vegkart/vegkart/#kartlag:geodata/@600000,7225000,3> [Lest 26. april 2018].

Wilson, C. (2013). *Interview Techniques for UX Practitioners: A User-Centered Design Method*. Burlington: Morgan Kaufmann.

Ødegård, I. M., Clewing, C. S. & Thorén, K. H. (2013). *Urban overflatevannhåndtering. Erfaringer fra Institutt for landskapsplanlegging. Kart og plan, 73 (5); 382-392*. Åstebøl, S. O., Simonsen, Ø., Ulland, V., Nypan, A., Jørstad, L. N. & Nordeidet, B. (2007). *Ensjø, plan for overvann*. Oslo: COWI på oppdrag fra Oslo kommune, vann- og avløpsetaten og samferdselsetaten. Tilgjengelig fra: <http://docplayer.me/storage/52/30583882/1525591511/O-rckxaGw6xHZj7YDjwyQw/30583882.pdf> [Lest 6. mai 2018].

FIGURLISTE

For kart, figurer og visualiseringer hvor det står tilsendt kartdata, er dette kilden:

- Kartdataene er FKB-data og Matrikkeldata i UTM32 Euref89. Disse er nedlastet fra Norgedigitalt april 2018.

Tabeller kommer i en egen liste til slutt.

Figur 1.1: Avrenningsgrad. Basert på Stahre (2004), Bøyum (1987) og Florgård & Palm (1980).

Figur 1.2: Avisartikler fra flomhendelser. Se figurtekst for kilder.

Figur 1.3: Oversikt over utbetalte erstatningsbeslør. Basert på tall fra Finans Norge (u. å.). Egenprodusert.

Figur 1.4: Flom i Asker. Hentet fra: <https://www.dagbladet.no/nyheter/oversvømte-kjellere-over-store-deler-av-ostlandet-brannvesenet--vi-har-ikke-kapasitet-til-a-hjelpe/60362144> [25. februar 2018].

Figur 1.5: Teglverksdammen i nærheten av Ensjø.

Figur 2.1a-c: Illustrasjon for hvordan vi har innhentet kunnskap. Egenprodusert.

Figur 3.1: Verdier tilknyttet naturbaserte løsninger. Basert på Stahre (2008), s. 9.

Figur 3.2: Flerfunksjonell blågrønn struktur. Basert på Thorén (2016).

Figur 3.3: Illustrasjon på flerfunksjonell blågrønn struktur. Egenprodusert.

Figur 3.4: Byens fire soner. Basert på Direktoratet for naturforvaltning (2003), s. 49. Egenprodusert.

Figur 3.5: Lomme-korridor-matriks-modell. Basert på Forman (1995) og forelesning av Dramstad, W. (professor i landskapsøkologi ved NMBU, holdt 09.02.17). Egenprodusert.

Figur 3.6: Vannets kretsløp i urbane områder. Basert på Forman (2014). Egenprodusert.

Figur 3.7: Nedbørfeltets soner. Basert på Marsh (2005). Egenprodusert.

Figur 3.8: Treleddsstrategien. Basert på Lindholm mfl. (2008). Egenprodusert.

Figur 3.9: Fire kategorier for åpen overvannshåndtering. Basert på Stahre (2004). Egenprodusert.

Figur 3.10: Sosial møteplass ved vannkanten i Stockholm.

Figur 4.1: Tidslinje med utvalgte relevante dokument fra Norge og utlandet. Egenprodusert.

Figur 4.2: Kraftig nedbør. Hentet fra: <https://www.dr.dk/nyheder/vejret/lokale-skybrud-ramte-flere-steder-i-jylland> [25. april 2018].

Figur 4.3: Overvannsdam i Ensjø.

Figur 4.4: Prinsippplan for bortledning av overvann i Ensjø. Hentet fra Oslo kommune (2006).

Figur 4.5: Dokumentene fra referanseprosjektet i København. Hentet fra København kommune (2012; 2013a-g).

Figur 4.6: Oppbygging av planarbeidet i København. Basert på København kommune (2012; 2013a-g). Egenprodusert.

Figur 4.7: Eksempel på skybruddsplan fra København. Hentet fra København kommune (2013d).

Figur 4.8: Dokumentet fra referanseprosjektet i Malmø. Hentet fra Malmö stad (2016).

Figur 4.9: Plassering av Skyfallsplanen. Basert på Hall (u. å.).

Figur 4.10: Illustrasjon for prioriteringsrekkefølge. Basert på Malmö stad (2016). Egenprodusert

Figur 4.11: Dokumentet fra referanseprosjektet i London. Hentet fra GLA (2016).

Figur 4.12: Firestegs-tilnærming i New York. Hentet fra Rambøll (2017).

Figur 4.13: Dokumentet fra referanseprosjektet i New York. Hentet fra Rambøll (2017).

Figur 4.14: Framgangmåte for nedbørfeltbasert planlegging. Basert på Ødegård mfl. (2013). Egenprodusert.

Figur 4.15: Planleggingsmetoden. Egenprodusert.

Figur 4.16: Informasjonsskilt ved Teglverksdammen.

Figur 4.17: Planstrategi i det kommunale plansystemet. Basert på NOU 2015:16 og DSB (2012). Egenprodusert.

Figur 4.18: Arbeidsprosessen for en skybruddsplan. Egenprodusert.

Figur 5.1: Bilde fra bryggerekkene i Trondheim. Hentet fra: <https://www.adressa.no/vaeret/2017/12/06/Varler-stormflo-med-h%C3%B8y-vannstand-i-Midt-Norge-15710515.ece> [6. april 2018].

Figur 5.2: Dokumentet *Klimaprofil for Sør-Trøndelag*. Hentet fra Norsk klimaservicesenter (2016).

Figur 6.1: Diagram over planleggingsmetoden, steg 2. Egenprodusert.

Figur 6.2: Diagram for strukturen av registrerings- og analysearbeidet i det store landskapet. Egenprodusert.

Figur 6.3: Arealfordeling i Trondheim kommune. Basert på tilsendt kartdata. Egenprodusert.

Figur 6.4: Landformer og avrenning i Trondheim kommune. Basert på tilsendt kartdata. Egenprodusert.

Figur 6.5: Vassdrag, skredfare, skadedata og historisk elveløp i Trondheim kommune. Basert på tilsendt kartdata. Egenprodusert.

Figur 6.6: Utvikling av Nidelvas elveløp ved munningen. Basert på Sveian mfl. (2007). Egenprodusert.

Figur 6.7: Nedbørfelt i Trondheim kommune. Basert på tilsendt kartdata. Egenprodusert.

Figur 6.8: Prioriteringsrekkefølge av nedbørfelt. Basert på tilsendt kartdata. Egenprodusert.

Figur 6.9: Valg av caseområde. Basert på tilsendt kartdata. Egenprodusert.

Figur 6.10: Diagram over planleggingsmetoden, steg 2. Egenprodusert.

Figur 6.11: Diagram for strukturen av registrerings- og analysearbeidet i nedbørfelt E Egenprodusert.

Figur 6.12: Oversikt over nedbørfeltets plassering. Basert på tilsendt kartdata. Egenprodusert.

Figur 6.13: Oversiktskart for nedbørfelt E. Basert på tilsendt kartdata. Egenprodusert.

Figur 6.14: Terrengsnitt. Basert på tilsendt kartdata og www.hoydedata.no. Egenprodusert.

Figur 6.15: Terreng og avrenning i nedbørfeltet. Basert på tilsendt kartdata. Egenprodusert.

Figur 6.16: Vassdrag og nedbørfelt i sentrumsområdet. Basert på tilsendt kartdata. Egenprodusert.

Figur 6.17: Flomveier og mindre nedbørfelt. Basert på tilsendt kartdata. Egenprodusert.

Figur 6.18: Løsmasser i Trondheim sentrum. Basert på NGUs karttjeneste (NGU, u. å. b).

Figur 6.19: Infiltrasjonsevnen til løsmassene i Trondheim sentrum. Basert på NGUs karttjeneste (NGU, u. å. b) og NIBIO (2008).

Figur 6.20: Vegetasjonens vertikale fordeling. Basert på Thorén, A-K. H. & Nyhuus, S. 1994, s. 41).

Figur 6.21: K/N-serien. Basert på befaring og ortofoto. Egenprodusert.

Figur 6.22 - 6.30: Bilder til K/N-serien. Hentet fra Google Street View [25. februar 2018].

Figur 6.31: Bilde av Nidelva. Hentet fra: https://farm6.staticflickr.com/5591/14398856549_07b459c4ac_o.jpg [8. mai 2018].

Figur 6.32: Illustrasjon - tekniske funksjoner. Egenprodusert.

Figur 6.33: Foto fra Bispehaugen skole. Hentet fra Google Street View [25. april 2018].

Figur 6.34: Kart:områdetyper. Basert på tilsendt kartdata, ortofoto og befaring. Egenprodusert.

Figur 6.35: Avrenningsgrad på vei. Basert på tilsendt kartdata, ortofoto og befaring. Egenprodusert.

Figur 6.36: Avrenningsgrad i områder. Basert på tilsendt kartdata, ortofoto og befaring. Egenprodusert.

Figur 6.37: Utfordringer i områder. Basert på tilsendt kartdata, NVE atlas karttjeneste (u. å.) og Grunnforurensning karttjeneste (u. å.). Egenprodusert.

Figur 6.38: Snitt av vei. Basert på København kommune (2012). Egenprodusert.

Figur 6.39: Sammenstilling av tekniske funksjoner. Egenprodusert.

Figur 6.40: Illustrasjon for økologiske verdier og funksjoner. Egenprodusert.

Figur 6.41: Hovedgrønnstrukturen i Trondheim kommune. Basert på Trondheim kommune (2017).

Figur 6.42: Tre typer korridorer. Basert på SIREC (2009). Egenprodusert.

Figur 6.43: Illustrasjon på romlig plassering. Bearbeidet ut i fra flyfoto. Hentet fra: <https://www.adressa.no/nyheter/okonomi/2015/11/17/To-tr%C3%B8nderske-hoteller-blant-Norges-ti-beste-11819174.ece> [10. mars 2018].

Figur 6.44: Romlige mønstre og arter. Basert på tilsendt kartdata, Artskart (2018) og Naturbase kart (u. å.). Egenprodusert.

Figur 6.45: Flere vegetasjonssjikt. Hentet fra: <https://ndla.no/nb/node/15057?fag=7> [5. mai 2018].

Figur 6.46: Sammenstilling av økologiske funksjoner og verdier. Egenprodusert.

Figur 6.47: Illustrasjon for sosiale verdier og funksjoner. Egenprodusert.

Figur 6.50: Ferdelskart for myke trafikanter. Basert på tilsendt kartdata. Egenprodusert.

Figur 6.51: Møteplasser i nedbørfelt E. Basert på tilsendt kartdata, karttjenester, ortofoto og befaringer. Egenprodusert.

Figur 6.52: Lademoen park. Hentet fra: http://www.strindahistorielag.no/wiki/images/M_Lademoen_park.JPG [28. februar 2018].

Figur 6.53: Rosenborgbanen. Hentet fra: <https://vanvikil.no/wp-content/uploads/2017/04/rosenborgbanen2.jpg> [28. februar 2018].

Figur 6.54: Bispehaugen skole. Hentet fra: <http://gkror.no/trondelag/referanse/bispehaugenskole/> [8. mai 2018].

Figur 6.55: Solsiden. Hentet fra: <https://www.trondheim.no/images/shopping/solsiden.jpg>. [30. januar 2018].

Figur 6.56: Solsiden hotspot. Hentet fra: <https://www.dn.no/nyheter/2017/07/12/1206/Finans/laksemilliardaer-24-satser-pa-bar-og-restaurant> [28. februar 2018].

Figur 6.57: Sammenstilling av sosiale funksjoner og verdier. Egenprodusert.

Figur 6.58: Nidelva. Hentet fra: <http://enblåtråd.no/historien-om-nidelva/> [5. mars 2018].

Figur 6.59: Utdrag fra kommuneplanens arealdel (Trondheim kommune, 2012b; 2013c). Egenprodusert.

Figur 6.60: Diagram over planleggingsmetoden, steg 2. Egenprodusert.

Figur 6.61: Systemets ulike nivå. Egenprodusert.

Figur 6.62:
a: Oversvømmelse i København. Hentet fra København kommune (2013g).
b: Grønn rabatt som adskiller. Hentet fra NACTO (2017).

Figur 6.63:
a: Vei med takfall. Basert på København kommune (2013c, s. 86). Egenprodusert.
b: Vei med V-profil. Basert på København kommune (2013c, s. 86). Egenprodusert.

Figur 6.64: Nedbørfeltet til en hydrologisk gren. Egenprodusert.

Figur 6.65: Eksempel på skybrudvej. Hentet fra København kommune (2013c).

Figur 6.66: Eksempel på grønn gate. Hentet fra NACTO (2017).

Figur 6.67-6.71: Funn som setter rammer for skybruddsmasterplanen. Basert på tidligere registreringer og analyser. Egenprodusert.

Figur 6.72: Tilgjengelig arealer. Basert på tilsendt kartdata, ortofoto og befaringer. Egenprodusert.

Figur 6.73 - 6.75: Skisserte muligheter. Egenprodusert.

Figur 6.76: Bratt helning i Nonnegata. Hentet fra Google Street View [9. mars 2018].

Figur 6.77: Skybruddsmasterplan. Egenprodusert.

Figur 6.78: Forslag til hensynssoner. Egenprodusert.

Figur 6.79: Videre bruk av skybruddsmasterplan. Egenprodusert.

Figur 7.1: Ortofoto med utheving av Båhus gate. Bearbeidet ortofoto fra www.norgebilder.no [hentet: 25. april 2018].

Figur 7.2: Registrering av bygningstypologi og veistruktur (Byantikvaren i Trondheim, 2018; Vegkart, u. å.).

Figur 7.3: Analyse av prosjekteringsområdets økologiske funksjoner og verdier, samt arealbruk. Egenprodusert, basert på befaring og ortofoto.

Figur 7.4: Analyse av prosjekteringsområdets sosiale funksjoner og verdier. Egenprodusert, basert på befaring og ortofoto.

Figur 7.5: Analyse av prosjekteringsområdets tekniske funksjoner. Egenprodusert, basert på befaring og ortofoto.

Figur 7.6: Syntese av analysene. Egenprodusert.

Figur 7.7: Lengdesnitt i Båhus gate. Egenprodusert, basert på tilsendt kartdata og befaring.

Figur 7.8a-p:
a: Regnbed, Deickmans gate. Hentet fra: <https://www.asplanviak.no/prosjekt/11648/> [25. april 2018].

b: Grønt tak. Hentet fra: <https://www.leca.no/leca-i-gronne-tak/> [25. april 2018].

c: Blått tak. Hentet fra: <http://www.roofingmagazine.com/green-blue-making-roof-systems-sustainable-urban-environments/> [25. april 2018].

d: Frakoblet taknedløp, Bo01, Malmø.

e: Design element, Deickmans gate. Hentet fra: <https://www.asplanviak.no/prosjekt/11648/> [25. april 2018].

f: Gressarmering. Hentet fra: <http://www.asiagreenbuildings.com/wp-content/uploads/2016/07/58b3a2f1c233013c17e8e926a20aa796-e1468309539106.jpg> [25. april 2018].

g: Åpning i regnbed, Deickmans gate. Hentet fra: <https://www.asplanviak.no/prosjekt/11648/> [25. april 2018].

h: Design element, Deickmans gate. Hentet fra: <https://www.asplanviak.no/prosjekt/11648/> [25. april 2018].

i: Vått fordrøyningsbasseng i Ski. Foto: Anne Merete Klashaugen.

j: Åpning i regnbed, Deickmans gate. Hentet fra: <https://www.asplanviak.no/prosjekt/11648/> [25. april 2018].

k: Vannrenne, Deickmans gate. Hentet fra: <https://www.asplanviak.no/prosjekt/11648/> [25. april 2018].

l: Regnbed, Deickmans gate. Hentet fra: <https://www.asplanviak.no/prosjekt/11648/> [25. april 2018].

m: Grønn vegg. Hentet fra: <http://grotec.com.au/green-wall/> [25. april 2018].

n: Stk. Annæs Plads, København. Tørt fordrøyningsbasseng.

o-p: Frakoblet taknedløp og vannrenne langs husfasader, Bo01, Malmø.

7.9: Private hager som snødeponi. Hentet fra: <https://www.aftenposten.no/osloby/i/5V0dqe/Kommunen-dumper-mokkete-sno-i-private-hager> [10. mars 2018].

7.10: Regnbed, Deickmans gate. Hentet fra: <https://www.asplanviak.no/prosjekt/11648/> [25. april 2018].

7.11: Vegetert grøft i CA, USA. Hentet fra SvR (u. å.).

7.12: Overvannsdam i Nansenparken, Fornebu. Hentet fra: <http://www.blark.no/wp/wp-content/uploads/2013/10/girl-with-water-480x375.jpg> [25. april 2018].

7.13: Illustrasjon forsinkelsesveita. Egenprodusert.

7.14: snittoppriss A-A'. Basert på tilsendt kartdata, egenprodusert.

7.15: Ny plan for båhus gate. Basert på tilsendt kartdata, egenprodusert.

7.16: Tverrsnitt B-B'. Basert på tilsendt kartdata, egenprodusert.

7.17: Beplantning regnbed. Hentet fra: <https://www.asplanviak.no/prosjekt/11902> [25. april 2018].

7.18: Tverrsnitt C-C'. Basert på tilsendt kartdata, egenprodusert.

7.19: Overvannsdam. Hentet fra Slaney (2016, s. 112).

7.20: Tverrsnitt D-D'. Basert på tilsendt kartdata, egenprodusert.

7.21: Vegetert grøft. Hentet fra: <https://dottarchitecture.com/2010/06/03/sustainable-practices-for-landscape-design-vegetated-swales/> [25. april 2018].

7.22: Tverrsnitt E-E'. Basert på tilsendt kartdata, egenprodusert.

7.23: Overvannsdam Hølaløkka, Oslo.

7.24: Illustrasjonsplan Båhus gate. Egenprodusert.

7.25: Diagram for vannets bevegelse. Egenprodusert.

7.26: Diagram for økologiske funksjoner og verdier. Egenprodusert.

7.27: Diagram for sosiale funksjoner og verdier. Egenprodusert.

7.28: Illustrasjon fra Båhus gate i oppholdsvær. Egenprodusert.

7.29: Opplysningskilt. Egenprodusert.

7.30: Illustrasjon med opplysningskilt. Egenprodusert.

8.0 Diskusjon

Figur 8.1: Bilde fra Utterslev skole i København, Danmark.

Figur 8.2: Bilde fra Hølaløkka, Oslo.

Figur 8.3: Illustrasjon fra Båhus gate en regnværsdag. Egenprodusert.

Tabeller

Tabell 1.1: RCP scenarier. Basert på NOU 2015:16 og Hanssen-Bauer mfl. (2015).

Tabell 3.1: Økologiske arealprinsipp. Basert på Thorén, A-K. H & Nyhuus, S. (1994), s. 18-19.

Tabell 3.2: Oversikt over utvalgte økosystemtjenester. Basert på Magnussen mfl. (2015b). Egenprodusert.

Tabell 4.1: Sammenstilling av Londons handlinger. Basert på GLA (2016). Egenprodusert.

Tabell 6.1: Områdetyper. Basert på Lindholm (2011, s. 288), København kommune (2013d; 2013e).

Tabell 6.2: Avrenningsgrad i ulike områder. Egenprodusert.

Tabell 6.3: Beskrivelse og prinsippsnitt for skybruddselementer. Egenprodusert.

Tabell 7.1: IVF-kurve for Tyholt i Trondheim. Hentet fra: http://sharki.oslo.dnmi.no/portal/page?_pageid=73,39035,73_39049&_dad=portal&_schema=PORTAL [25. april 2018].

Tabell 7.2: Informasjon om ulike tiltak for åpen overvannshåndtering.

Tabell Va: i vedlagt dokumentstudiet. Egenprodusert.

Tabell Vb: i vedlagt dokumentstudiet. Egenprodusert.

VEDLEGG

STUDIET AV NORSKE DOKUMENTER SOM OMHANDLER KLIMATILPASSET OVERVANNSHÅNDTERING

For å danne en oversikt over hvordan norske planleggere bruker naturbaserte løsninger i kommunale prosjekter, gjorde vi et studie av 18 dokumenter som omhandler norske kommuners planlegging av klimatilpasset overvannshåndtering (tabell Va, s. 178 - 179). SINTEFs vurdering av 84 norske dokumenter viste at veilederne inneholder mye bakgrunnsinformasjon og mange prinsipielle løsninger, men få konkrete eksempler å se etter. I tillegg kom det fram at de holder seg på overordnet og generelt nivå. Dette kommer trolig av at de fleste av veilederne i undersøkelsen er utgitt av institutt på statlig nivå (Miljødirektoratet, DBS, NVE mfl.). Derfor har vi valgt å se nærmere på dokumenter norske kommuner selv har utgitt eller vært bestiller av. Utvalget vårt er basert på dokumenter omtalt på Miljødirektoratets nettportal for klimatilpasning (klimatilpasning.no), i SINTEFs rapport (Hauge mfl., 2016) og i Veileder for lokal håndtering av overvann i kommuner (COWI, 2017). I tillegg oppfyller utvalget av dokumenter disse kriteriene:

1. Innholdet har mer eller mindre fokus på klimatilpasset overvannshåndtering rettet mot kommunal planlegging.
2. Dokumentet oppmuntrer til å benytte seg av åpne lokale løsninger for overvannshåndtering.
3. Dokumentet er tilgjengelig for alle (ingen begrenset brukertilgang).

Utvalget av dokumenter er ikke ment å gi en fullstendig oversikt over alle planer og veiledere som finnes, men vise hvilke dokumenter som blir trukket fram som gode eksempler og hva disse inneholder.

Kriterier for vurdering

Dokumentenes innhold på neste side er vurdert etter fem kriterier. De fem kriteriene er basert på tilbakemeldinger kommuner selv har kommet med i undersøkelser (Hauge mfl., 2016; NOU 2015:16). Tilbakemeldingene vi har dannet kriterier ut i fra, er at veilederne er for generelt beskrevet, de har for lite fokus på tverrfaglig samarbeid og helhetlig planlegging. I tillegg er fokuset på bruk av blågrønne løsningsfunksjoner og verdier vurdert. De fem kriteriene er:

1. Graden mål/strategier er beskrevet for hvordan overvannet skal håndteres
 - Her vektlegges spesielt konkrete mål for hvordan kommunen skal håndtere overvannet i åpne løsninger.
2. Graden av beskrivelse for hvordan løsningene skal implementeres (for eksempel ved bruk av bestemmelser, føringer, kommunedelplan)
 - Eksempler gjennom konkrete bestemmelser, beskrevet hvordan arbeidet skal gjennomføres og ansvarsfordeling blir vektlagt her.
3. Tiltakenes grad av åpne lokal overvannshåndtering er beskrevet og illustrert
 - Her skilles det på opprøp av tiltak (kategori: nevnt kort) og beskrivelser, bilder, figurer og konkrete eksempler (kategori: særlig utdypet)
4. Mengde fokus på planlegging av helhetlig system for overvannshåndtering
 - Herunder menes både fokuset på helhetlig planlegging for å opprettholde et nettverk av tiltak som tilsammen håndterer overvannet, samt tverrfaglig samarbeid.
5. Mengde fokus på bruk av blågrønne strukturer i mål og strategier
 - Det vektlegges at de blågrønne strukturene skal ha en funksjon for overvannshåndtering, rekreasjon og biologisk mangfold (biomangfold)

De fem kriteriene vurderes i tre kategorier: kriteriet er ikke nevnt, kriteriet er nevnt kort, kriteriet er særlig utdypet.

Funn

Tabell Va og Vb på kommende sider viser at det generelt er mange kommuner som har utarbeidet veiledere og retningslinjer. Flere av disse er utarbeidet i samarbeid med eller av konsulentfirma. Dette gjør at mange av veilederne ligner på hverandre, spesielt med bakgrunnsinformasjon og mulig tiltak for åpen lokal overvannshåndtering. Denne informasjonen synes å være overflødig da dette blir formidlet gjennom andre plattformer (klimatilpasning.no) og generelle veiledere og faktaark for tiltak (eksempelvis Oslo kommunes faktaark om åpen overvannshåndtering).

Det ser ut til å være en sammenheng mellom større kommuner (med flere ressurser) og økt fokus på bruk av åpne løsninger og blågrønne strukturer i overvannsplanlegging. Av de fem kriteriene som er satt, er det implementeringsplan (gjennom bestemmelser) som er omtalt i de fleste dokumentene. Gjennom dette dokumentstudiet viste det seg at Oslo kommune har utarbeidet en plan for et system for åpen løsninger som håndterer overvann (Oslo kommune, 2006). Oslo kommune har også beskrevet klare mål og strategier gjennom dokumentene som omhandler strategi (2013) og handlingsplan for overvannshåndtering (2016).

Tabell Va: Viser vurdering av dokumenter knyttet til klimatilpasset overvannshåndtering. Dokumentene på denne siden er kronologisk sortert, mens dokumentene på neste dobbelside (tabell Vb) er sortert etter kommuner. Tabell Va viser omfanget av kommuner som utgir veiledere og hvor blågrønn struktur er innlemmet i bestemmelser og kommunedelplaner.

Kilder for hvor dokumentene er omtalt/anbefalt henvises med tall bak utgiver: klimatilpassing.no (1), COWI, 2017 (2), Hauge mfl., 2016 (3) og Fagtreff Norsk Vann, 12.02.18 (4).

Kategorier for vurdering:

	Kriteriet er ikke nevnt
	Kriteriet er nevnt, men ikke utdypet
	Kriteriet er særlig utdypet, sammenlignet med innhold i de andre dokumentene

Utgiver (nr. til kilde dokumentet er omtalt i)	Dokument	Målgruppe	Kriterier					Kommentar til dokumentets fokus (utarbeidet av)
			Mål og strategier	Implementeringsplan	Forslag til tiltak	Helhetlig planlegging	Flerfunksjonell blågrønn struktur	
Lørenskog, Rælingen og Skedsmo kommune (1)	Retningslinjer for overvannshåndtering (Lørenskog kommune mfl., 2017)	Kommunene selv, men beskrevet noe generelt	X (Mål med veileder, ikke for overvannshåndteringen)	X (Tidlig inn i planprosessen)	X (Viser tiltak for ulike boligområder)	X (Fokuserer på hydrologisk orientert arealplanlegging)	X (Biomangfold nevnes)	Eksempler på utregning av vannmengder, sjekklister for planprosesser og oversikt over kommunale vedtak som gjelder (utarbeidet av Lørenskog, Rælingen og Skedsmo kommune).
Vestfold fylkeskommune (2)	Veileder for lokal håndtering av overvann i kommuner (COWI, 2017)	Kommunen selv, men svært generell	X (Generelle mål og strategier som gjelder for alle kommuner)	X (Beskriver planverktøy som kan brukes)	X (Henviser til veilederen På lag med regnet)	X (Oppfordrer til en helhetlig plan, men bare for overvann)	X (Utnytte vannet som ressurs og styrke biomangfold)	En veileder rettet mot alle norske kommuner. Har sjekklister for overvannsrelatert innhold i reguleringsplan og i byggesøknad (utarbeidet av COWI).
Oslo kommune (1, 4)	Ensjø - veiledende prinsipplan for det offentlige rom (Oslo kommune, 2006).	Kommunen selv, samt utbyggere	X (Visjon om at blågrønne strukturer skal prege identiteten til Ensjø)	X (Gjennomføres av utbyggere)	X (Forslag til tiltak som kan gjøres i ulike områder er beskrevet)	X (Prinsipplan for hvor blågrønne strukturer skal gå, samt en plan for overvannshåndtering)	X (Fokus på at den blågrønne strukturen som flerfunksjonelle uterom)	En plan med beskrivelser og konkrete forslag til hvordan et system kan lages for Ensjø. Ivaretar tanken om flerfunksjonalitet og viser til at en slik plan kan brukes til å sikre at planleggingen gjennomføres (utarbeidet av Oslo kommune).
Asker kommune (2)	Veileder for lokal overvannshåndtering i Asker kommune (Asker kommune, 2014)	Arealplanleggere, byggesaksbehandler og andre avdelinger i kommunen	X (Prinsipper for håndtering av overvann i Asker blir satt)	X (Ivarettatt gjennom hele prosessen)	X (Prinsipper for tiltak)	X (Hydrologisk orientert arealplanlegging)	X (Blågrønn struktur omtalt i kommunedelplan)	Beskriver mye bakgrunnsinformasjon, men også lokale forhold i Asker. Hvordan arbeidet skal gjennomføres er noe beskrevet (utarbeidet av COWI og teknisk avdeling i Asker kommune).
Rogaland fylkeskommune/Jæren Vannområde (1, 2 og 3)	Veileder: På lag med regnet - veileder for lokal overvannshåndtering (COWI, 2013).	For alle kommuner	X (Generelle mål for håndtering av overvann)	X (LOD må ivaretas gjennom overordnet planer)	X (Tiltak vist gjennom bilder, prinsippsnitt og tekst)	X (Oppfordrer kommunene til å utarbeide en miljøteknisk hovedplan for overvann)	X (Utnytte vannet som ressurs og styrke biomangfold)	Detaljert beskrivelse av hva som bør være med i hvilke planer og virkemidler som kan brukes i planlegging (eksempelvis BGF). Beskriver planlegging i ny og eksisterende bebyggelse. 9 temablad som beskriver ulike tiltak detaljert (utarbeidet av COWI).
Trondheim kommune (1 og 2)	Bestemmelser og retningslinjer i kommunens arealdel (Trondheim kommune, 2013a)	Kommunen selv	X	X (Gjennom bestemmelser)		X (Flere temaer skal samordnes i arealplaner)	X (Vann i by er en kvalitet)	Inneholder kun bestemmelser til kommunens arealdel for å sikre blågrønn struktur (utarbeidet av Trondheim kommune).
Fredrikstad kommune (4)	Overvannsrammeplan (Fredrikstad kommune, 2007)	Kommunen selv	X	X (Overvannshåndtering inn i arealplaner)			X (LOD gis en livgivende funksjon i nærområder)	Hvordan arbeidet skal gjennomføres er godt beskrevet (utarbeidet av COWI og Overvannsgruppe Fredrikstad).
Hamar og Ringsaker kommune (2)	Kommunedelplan Stavsberg - Veileder i overvannshåndtering (Hamar og Ringsaker kommune, 2006)	Kommunen selv	X (Tydelig og konkrete mål)	X (Nevnt kort)	X (Kort beskrivelse og inspirasjonsbilder)	X (Overvannskonsept i kommunedelplan nevnt)	X (Blågrønt prinsipp for overvannshåndtering. Skal øke biomangfold, trivsel og eiendomsverdi)	Beskriver betydningen av blågrønn struktur som møteplasser og grønnstrukturens verdi for håndtering av overvann (utarbeidet av Hamar og Ringsaker kommune, samt COWI).
Bergen kommune (2)	Retningslinjer for overvannshåndtering i Bergen kommune (2005)	Kommunen selv	X (Et konkret mål for overvannshåndtering)	X (Gjennom arealplanlegging)	X (Noen få og lite konkrete eksempler)		X (Samordning mellom LOD og grønnstruktur)	Omtaler planleggingsnivåer og har en lang liste for aktuelle LOD-tiltak. Få konkrete tiltak er vist (utarbeidet av Bergen kommune).

Tabell Vb: Viser vurdering av dokumenter knyttet til klimatilpasset overvannshåndtering. Dokumentene i denne tabellen er hentet fra tre kommuner som alle har flere dokument som bygger på hverandre. Hensikten er å framstille utvikling av innhold og fokusområder.

Kilder for hvor dokumentene er omtalt/anbefalt henvises med tall bak utgiver: klimatilpassing.no (1), COWI, 2017 (2), Hauge mfl., 2016 (3) og Fagtreff Norsk Vann, 12.02.18 (4).

Kategorier for vurdering:

	Kriteriet er ikke nevnt
	Kriteriet er nevnt, men ikke utdypet
	Kriteriet er særlig utdypet, sammenlignet med innhold i de andre dokumentene

Utgiver (nr. til kilde dokumentet er omtalt i)	Dokument	Målgruppe	Kriterier					Kommentar til dokumentets fokus (utarbeidet av)
			Mål og strategier	Imple- menteringsplan	Forslag til tiltak	Helhetlig planlegging	Flerfunksjonell blågrønn struktur	
Oslo kommune (1, 2, 3 og 4) ↑ Utvikling	Overvannshåndtering - En veileder for utbygger (Oslo kommune, 2017)	Utbygger	X (Nevnt kort)	X (Henviser til lover og forskrifter)	X (Nevnt kort)	X (Vann skal håndteres lokalt, ikke sendes til naboen)	X (Grønnstruktur gjør byen bedre rustet mot skybrudd)	Beskriver lov i forbindelse med overvann og hva utbygger skal planlegge (utarbeidet av Oslo kommunes vann- og avløpsetat).
	Handlingsplan for overvannshåndtering i Oslo kommune (Oslo kommune 2016)	Kommunen selv	X (Handlinger og strategier beskrevet)	X (Ansvarsfordeling og tidsrom)		X (Samarbeid mellom etatene er viktig)	X (Mål om å oppnå flerfunksjonelle uteområder)	Her følges målene satt i strategidokumentet opp, og viser hvordan disse kan oppnåes og fordeler ansvar (utarbeidet av kommunen).
	Strategi for overvannshåndtering i Oslo 2013 - 2030 (Oslo kommune, 2014)	Kommunen selv	X (Tydelige og konkrete mål)	x (Løsninger for overvann må tidlig inn i planlegging)			X (Åpne og flerfunksjonelle løsninger)	Underbygger hvorfor håndtering av overvann er viktig og hvilke mål kommunen har for arbeidet (utarbeidet av Oslo kommunes vann- og avløpsetat).
Bærum kommune (2) ↑ Utvikling	Kommuneplan 2017-2035, vedlegg 5.4 Miljø, klima og klimatilpassing (Bærum kommune, 2017a)	Kommunen selv				X (Skybruddsplan, en måte å klimasikre på)		Skybruddsplan brukes som et aktsomhetskart, med eksempelvis kartlagte flomveier og forsengkninger (utarbeidet av Bærum kommune).
	Kommuneplanens arealdel (Bærum kommune, 2017b)	Kommunen selv	X (Tydelige mål, hvor bærekraft er et av de)	X (BGF som planleggingsverktøy)		X (Sikre gjennomgående blågrønn struktur)	X (Rekreasjon, biologisk mangfold og overvannshåndtering)	Beskriver verdien av blågrønn struktur og bekkeåpninger. Eget kapittel om klimatilpassing (utarbeidet av Bærum kommune).
	Kommuneplanens arealdel 2015-2030 - Bestemmelser og retningslinjer (Bærum kommune, 2015)	Kommunen selv	X (Nevnt kort)	X (Henviser til lover og forskrifter)	X (Nevnt kort)	X (Vann skal håndteres lokalt, ikke sendes til naboen)	X (LOD skal brukes og utnyttes til noe positivt der mulig)	Inneholder generelle bestemmelser som eksempelvis at vannet skal håndteres lokalt (utarbeidet av Bærum kommune).
Drammen kommune (2) ↑ Utvikling	Strategi for utvikling av grønne forbindelser, uterom og fellesarener (Drammen kommune, 2015)	Kommunen selv, men generell i beskrivelsene	X (Tydelig mål, strategier og satningsområder)	X (Nevnt kort)	X (Forklaring og bilder av flere LOD tiltak)		X (Blågrønne kvaliteter skal videreutvikles)	Punkt om betydningen av blågrønn struktur og møteplasser. Grønnstrukturens verdi for håndtering av overvann blir godt belyst, samt for økosystemer (utarbeidet av Drammen kommune).
	Veileder for overvannshåndtering i Drammen (Drammen kommune, 2014)	Kommunen selv, men generell i beskrivelsene	X (Bygger på mål fra overvannsstrategien 2013)	X (BGF som planleggingsverktøy)	X (Forslag til tiltak i flere delområder)	X (Forslag til tiltak satt i sammenheng, ingen konkrete planer)	X (Vann som kvalitet i by: rekreasjon, biologisk mangfold og overvannshåndtering)	Veilederen et resultat av overvannsstrategien fra 2013 (utarbeidet Drammen kommune).
	Overvannsstrategi (Drammen kommune, 2013)	Kommunen selv	X (Mål for hva de ønsker å oppnå)		X (Eksempler fra andre byer og land)		X (Overvann er en ressurs i bymiljøet)	Strategien er generell, men setter klimatilpasset overvannshåndtering på dagsorden (utarbeidet av Drammen kommune, med etatene: byutvikling, vann og avløp, vei, natur, byprosjekter og byggesak).



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway