



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2024 30 stp
Fakultet for landskap og samfunn

Fra fortid til fremtid: En komparativ casestudie av overvannshåndtering i Oslo, Stockholm og København

From past to future: A comparative case study of
stormwater management in Oslo, Stockholm and
Copenhagen

Johannes Fjøsne Storm
By- og regionplanlegging

Bibliotekside

Tittel	Fra fortid til fremtid: En komparativ casestudie av overvannshåndtering i Oslo, Stockholm og København
Forfatter	Johannes Fjøsne Storm
Hovedveileder	Mina Di Marino
Institutt	Institutt for by- og regionplanlegging
Studiepoeng	30
Årstall	2024
Sidetall	102
Emneord	Overvannshåndtering, overordnet plan, strategi, byhistorie, Oslo, Stockholm, København, fortid, fremtid, klimaendringer og kompakt by

FORORD

Nå som jeg avslutter min studenttid i by- og regionplanlegging ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, gjør jeg det fylt av takknemlighet og verdifull kunnskap. Disse fem årene ved NMBU har vært en finurlig og spennende reise, og jeg kan ikke forestille meg et bedre sted å ha tilbragt dem. NMBU-campus har alltid vært en kilde til inspirasjon og undring. Hver eneste lille magiske krik og krok av dette stedet har vært med på å vekke kreativiteten. Gjennom mine år ved NMBU har jeg hatt gleden av å danne vennskap som har gitt mange smil og minneverdige stunder. Sammen har vi utforsket nye horisonter og støttet hverandre gjennom alle livets små og store utfordringer. En spesiell takk går til min veileder, Mina, hvis støtte har vært uvurderlig i å navigere ferdene gjennom denne ensomme akademiske jungelen, som en masteroppgave kan føles som. Nå som jeg står på terskelen til den virkelige verden, kommer alt jeg har lært og opplevd, godt med. Jeg ser frem til å anvende denne kunnskapen i nye og spennende utfordringer videre i livet. Takk, NMBU, for en fin studietid.

Sammendrag

Skandinavias hovedsteder, Oslo, Stockholm og København, står overfor betydelige klimaendringer grunnet global oppvarming. Ifølge rapporter fra FNs klimapanel (IPCC) og lokale meteorologiske institutter, forventes det en merkbar økning i nedbørintensitet og hyppighet, særlig under høst- og vintermånedene. Dette endrer forutsetningene for byplanlegging, spesielt for kompakte byer. Oslo, Stockholm og København er eksempler på kompakte byer i Skandinavia. Kompakte byer kjennetegnes ved høy tetthet av bygninger og befolkning, blandet arealbruk og en sterk vektlegging på offentlig transport samt tilrettelegging for gange og sykling. Denne bymodellen bidrar til effektiv bruk av land, redusert energiforbruk og minimering av avfall og forurensning. I en kompakt bystruktur er det imidlertid utfordringer knyttet til dens kompakte struktur. En av disse er økt overflateavrenning og få naturlige områder der vann filtreres ned i bakken. Konvensjonelle grå overvannssystemer, som rør og avløp, har med tiden vist seg å være utilstrekkelige for å håndtere de økende vannmengdene fra intense regnfall. Det kreves dermed andre tilnærminger som går vekk fra tradisjonell grå overvannshåndtering. Tilnærminger som bedre integrerer multifunksjonelle bærekraftige løsninger, og ikke bare fjerner vann, men også rens og bruker vann som en ressurs i bybildet, med åpne, lokale og naturlige løsninger. For å utforske temaet om overvannshåndtering i kompakte byer, vil denne masteroppgaven sammenligne hvordan Oslo, Stockholm og København har håndtert overvann gjennom historien og hvilke strategier de har lagt for å imøtekomme fremtidens forventning om økt nedbør. Ved å utforske disse to temaene vil oppgaven gi innsikt i hvordan byer kan forbedre sin håndtering av overvann på en bærekraftig måte, samtidig som den legger grunnlaget for videre forskning. Denne tilnærmingen understreker også viktigheten av læring mellom byer som står overfor de samme problemstillingene knyttet til overvannshåndtering, og hvordan delt kunnskap og erfaring kan styrke overvannshåndtering i kompakte byer.

Abstract

The capitals of Scandinavia, Oslo, Stockholm, and Copenhagen are facing significant climate changes due to global warming. According to reports from the IPCC and local meteorological institutes, there is an expected noticeable increase in the intensity and frequency of precipitation, especially during the autumn and winter months. This changes the prerequisites for urban planning, especially for compact cities. Oslo, Stockholm, and Copenhagen are examples of compact cities in Scandinavia. Compact cities are characterized by a high density of buildings and population, mixed land use, and a strong emphasis on public transport as well as facilities for walking and cycling. This city model contributes to efficient land use, reduced energy consumption, and minimization of waste and pollution. However, in a compact city structure, there are challenges related to its density. One of these is increased surface runoff and few natural areas where water can naturally filter into the ground. Conventional gray stormwater systems, such as pipes and drains, have over time proved to be insufficient to handle the increasing water volumes from intense rainfall. Therefore, alternative approaches that move away from traditional gray stormwater management towards methods that better integrate multifunctional sustainable solutions are required. These solutions not only remove water but also cleanse and utilize it as a resource in the urban landscape, incorporating open, local, and natural solutions. To explore the topic of stormwater management in compact cities, this master's thesis will compare how Oslo, Stockholm, and Copenhagen have managed stormwater through history and what strategies they have developed to meet future expectations of increased rainfall. By exploring these themes, the thesis will provide insight into how cities can improve their stormwater management in a sustainable way, while also laying the groundwork for further research. This approach also underscores the importance of learning between cities facing the same issues related to stormwater management and how shared knowledge and experience can strengthen climate adaptation in compact cities.

Innhold

DEL 1 - Introduksjon	1
1.1 Tema og bakgrunn for oppgaven	1
1.2 Oppgavens oppbygging.....	2
1.3 Oppgavens relevans for byplanlegging	3
1.4 Problemstilling, forskningsspørsmål og forskningsdesign	4
DEL 2 - Litteraturgjennomgang.....	5
2.1 Skandinavias nye klima.....	7
2.1.1 Globale og regionale klimamodeller	7
2.1.2 Forventet klima i Oslo, Stockholm og København	7
2.2 Hva er en kompakt by?.....	8
2.3 Implikasjoner for kompakte byer: Oslo, Stockholm og København.....	10
2.4 Grå overvannshåndtering	11
2.5 Fra grå til bærekraftige overvannshåndtering	12
2.6 Kompakte byer i skandinavias tilnærming til overvannshåndtering av fremtidens klima..	13
2.7 Fra planer til implementation	14
DEL 3 - Casestudier og metoder.....	16
3.1 Begrunnelse for valg av casestudier - Oslo, Stockholm og København	16
3.2 Metoder tatt i bruk.....	21
3.2.1 Single case study	22
3.2.2 Historisk komparativ analyse	24
3.2.3 Kvalitativ dokumentanalyse	24
3.2.4 Cross case analyse	25
DEL 4 - Funn	27
4.1 Historisk bakgrunn for kompakt byutvikling og overvannshåndtering i hovedstedene.....	26
4.1.1 Oslo.....	27
4.1.2 Stockholm.....	30
4.1.3 København.....	34
4.2 Historisk komparativ analyse mellom Oslo, Stockholm og København	42

4.3 Kvalitativ dokumentanalyse av Oslo, Stockholm og København sine overordnede planer om overvannshåndtering	46
4.4 Cross case analyse.....	69
DEL 5 - Diskusjon	74
5.1 Fra historisk ulikhet til moderne likhet - et grunnlag for samarbeid.....	79
5.2 Skandinavias hovedsteder sin tilnærming til overvannshåndtering i fremtiden	79
5.2.1 Er skandinavias hovedsteder forberedt på klimautviklingen?	80
5.2.2 Fra strategier til implementasjon - strategiernes største fiende	82
5.3 utfordringer og begrensninger	84
5.3.1 utfordringer med datainnsamling.....	84
5.3.2 Tolking av planleggingsdokumenter	84
5.3.3 Generaliserbarhet av resultatene.....	84
5.4 Videre forskning.....	86
DEL 6 - Konklusjon.....	86
Kilder	87

Liste over tabeller

Tabell 1 Beskrivelse av kilder som er brukt i single case study og komparativ historisk analyse	23
Tabell 2 beskrivelse av valgte dokumenter til dokumentanalyse og cross case analyse	25
Tabell 3 Forklaring av kodesystemet i den kvalitative dokumentanalyse og cross case analyse .	46
Tabell 4 Oslo sin overvannsstrategi sine problemstillinger.....	47
Tabell 5 Oslo sin overvannsstrategi sine målsettinger.....	48
Tabell 6 Tiltak til målsetting 1: Å møte klimautfordringene og minimere skader og ulemper	49
Tabell 7 Tiltak til målsetting 2: Ivareta miljøet og sikre god økologisk og kjemisk tilstand i vannforekomstene	50
Tabell 8 Tiltak til målsetting 3: Bruke overvann som en ressurs i bylandskapet	51
Tabell 9 Tiltak til målsetting 4: Å integrere overvannshåndtering som en naturlig del av tidlig planlegging i nye og eksisterende bebyggelser.....	52
Tabell 10 Tiltak til målsetting 5: Å tørre og teste nye løsninger, og ta lærdom av disse for å sikre bedre løsninger i fremtiden.	53

Tabell 11 Stockholm sin overvannsstrategi sine problemstillinger	55
Tabell 12 Stockholm sin overvannsstrategi sine målsettinger	56
Tabell 13 Tiltak til målsetting 1: Forbedret vannkvalitet i byens vann	57
Tabell 14 Tiltak til målsetting 2: Robust og klimatilpasset overvannshåndtering.....	58
Tabell 15 Tiltak til mål 3: Ressurs- og verdiskapende for byen	60
Tabell 16 Tiltak til mål 4. Miljømessig og kostnadseffektiv gjennomføring	61
Tabell 17 København sin overvannsstrategi sine problemstillinger	63
Tabell 18 København sin overvannsstrategi sine målsettinger	64
Tabell 19 Tiltak til mål 1: Å forbedre vannmiljø og badekvalitet	65
Tabell 20 Tiltak til mål 2: Å skybrudssikre	67
Tabell 21 Tiltak til mål 3: Å utvikle gode serviceniveauer for kloakken og for skybrudssystemet	68
Tabell 22 Tiltak til mål 4: Å forbedre renseanleggs kapasitet og miljøpåvirkning	69
Tabell 23 Cross case analyse av problemstillinger	70
Tabell 24 Cross case analyse av målsettinger	71
Tabell 25 Cross case analyse av tiltak	73

Figurliste

Figur 1 Oppgavens oppbygning.....	2
Figur 2 Masteroppgaven sitt forskningsdesign	4
Figur 3 Lokasjon av casestudiene (Google Maps, u.å., CC BY SA 3.0)	16
Figur 4 Fotografi av havn i Oslo (Mæhlum, u.å., CC BY SA 3.0).....	18
Figur 5 Stockholm: Utsikt fra Söder mot Skeppsholmen, Blasieholmen og Gamla Stan (Strype, u.å., CC BY SA 3.0)	19
Figur 6 Bilde av Kjøbenhavn (Rost, u.å., CC BY SA 2.0)	20

Begrepsavklaring

Overvann: «Overvann er vann som renner av på overflaten som følge av regn og smeltevann. Kombinasjonen av kraftig regn og fortetting er en utfordring, fordi stor og hurtig avrenning kan skade bygninger, infrastruktur, helse og miljø» (Miljødirektoratet, u.å.b).

Overvannshåndtering: «Overvannshåndtering er lokal disponering, trygg bortledning og eventuelt behandling av overvann. Formålet er å forebygge skade på helse, miljø og infrastruktur, og samtidig ivareta overvannet som ressurs» (Miljødirektoratet, u.å.b).

Grønn infrastruktur: «*Grønn infrastruktur* kan omfatte blågrønne arealer og landskapselementer både i byer og tettsteder og arealer utenfor byer og tettsteder, som har særlig betydning som formerings-, oppvekst- og forflytningsområder for arter og for artenes overlevelse over lang tid. Grønn infrastruktur brukes også om viktige områder for sentrale økologiske prosesser» (Miljødirektoratet, u.å.a).

Grå infrastruktur: «Grå infrastruktur for overvannshåndtering refererer til et nettverk av vannretensjons- og rensingsinfrastruktur (som rør, grøfter, sløyer, kulverter og retensjonsdammer)» (Nicholas institute, u.å.).

Skybrudd: «Skybrudd oppstår når regnbyger av ulike årsaker blir ekstra kraftige. Det finnes ingen offisiell definisjon på hvor mye nedbør som skal til for å kalle noe for styrtregn, men intensiteten bør som et minimum tilsvare 10 til 20 millimeter nedbør på én time, avhengig av sted. En slik intensitet kan gi skade på grunn av rask økning i vannføring i bekker og små vassdrag, og overvann i tett bebygde områder» (SNL, 2023).

Kompakt by: «Kompakte byer reduserer transportbehov, bevarer sammenhengende grøntområder, rundt byene og gir en levende og mangfoldig by gjennom funksjonsblanding av boliger, service og næring - gjerne i tilknytning til banegående kollektivtrafikk» (Saglie et al., 2015, s. 25)

DEL 1 – Introduksjon

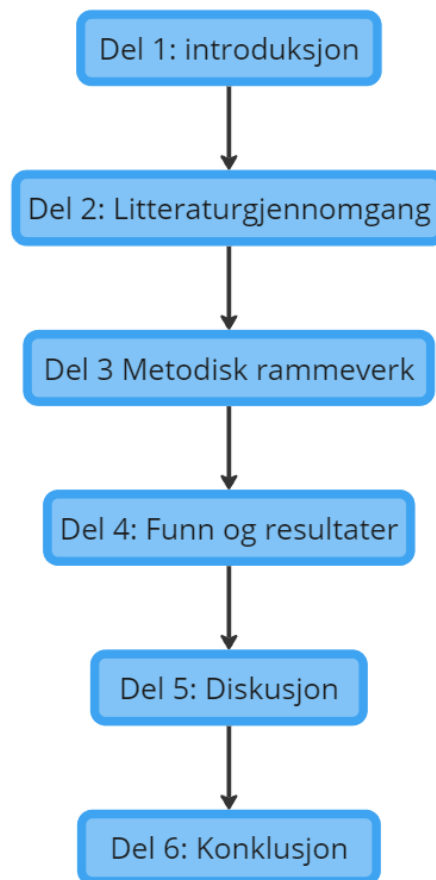
Denne delen tar først sikte på å introdusere oppgavens tema og hvilken verdi den kan ha for byplanlegging som fagfelt. Deretter vil hovedproblemstillingen og de tilhørende forskningsspørsmålene bli gjennomgått. Til slutt vil oppgavens forskningsdesign og oppbygning bli presentert.

1.1 Tema og bakgrunn for oppgaven

Overvannshåndtering er et sentralt tema innen planlegging i Skandinavias hovedsteder. Dette kommer av at klimaendringene fører til en økning i ekstreme værhendelser. I Skandinavia er dette spesielt i form av økt nedbør (IPCC, 2021). Kompakte byer i regionen står overfor et presserende problem med hvordan de skal håndtere overflødig vann og forhindre oversvømmelser og de skadene dette kan medføre (Stockholm stad, 2015; Oslo kommune, 2013; København kommune, 2018). Med ni av de ti siste årene rangert som de varmeste registrert globalt, og med forventninger om ytterligere økninger i nedbør, blir behovet for effektiv overvannshåndtering tydelig (IPCC, 2021). Samtidig som det forventes mer nedbør, forsterkes problemet med overvann av den pågående urbaniseringen, hvor fortetting av byer øker deres sårbarhet for overvannsproblemer (Rentachintala et al., 2022). Kompakte byområder, med utstrakte ugjennomtrengelige flater, forhindrer naturlig vannfiltrering, noe som øker avrenningen og skaper utfordringer for den tradisjonelle overvannshåndteringsinfrastrukturen (Rentachintala et al., 2022). Kombinasjonen av urbanisering og forventning om mer nedbør skaper en rekke utfordringer og har gjort at byer må utvikle nye strategier for å imøtekomme denne utfordringen.

1.2 Oppgavens oppbygging

Figur 1 viser masteroppgavens oppbygging. Masteroppgaven består av seks deler, med flere tilhørende underkapitler. Del 1 introduserer først temaet om overvannshåndtering i kompakte byer. Deretter blir hovedproblemstillingen og forskningsspørsmålene presentert. Videre beskrives oppgavens omfang og avgrensning, og avslutningsvis beskrives oppgavens forskningsdesign og oppbygning. Del 2 er litteraturgjennomgangen. I litteraturgjennomgangen blir nåværende forskning innenfor oppgavens omfang presentert. Del 3 forklarer hvilke metoder som blir tatt i bruk, hvorfor de har blitt valgt og hvordan de blir brukt i denne oppgaven. I del 4 blir forskningsmetodene anvendt og består av fire deler. Først blir det gjennomført en single case study av hovedstedene, etterfulgt av en historisk komparativ analyse. Deretter blir det gjort en kvalitativ komparativ dokumentanalyse, som i etterkant vil bli analysert i en cross-case analyse. Del 5 består av diskusjonsdelen, der hovedfunnene og hva de betyr vil diskuteres. Til slutt kommer konklusjonen, der hovedproblemstillingen blir besvart.



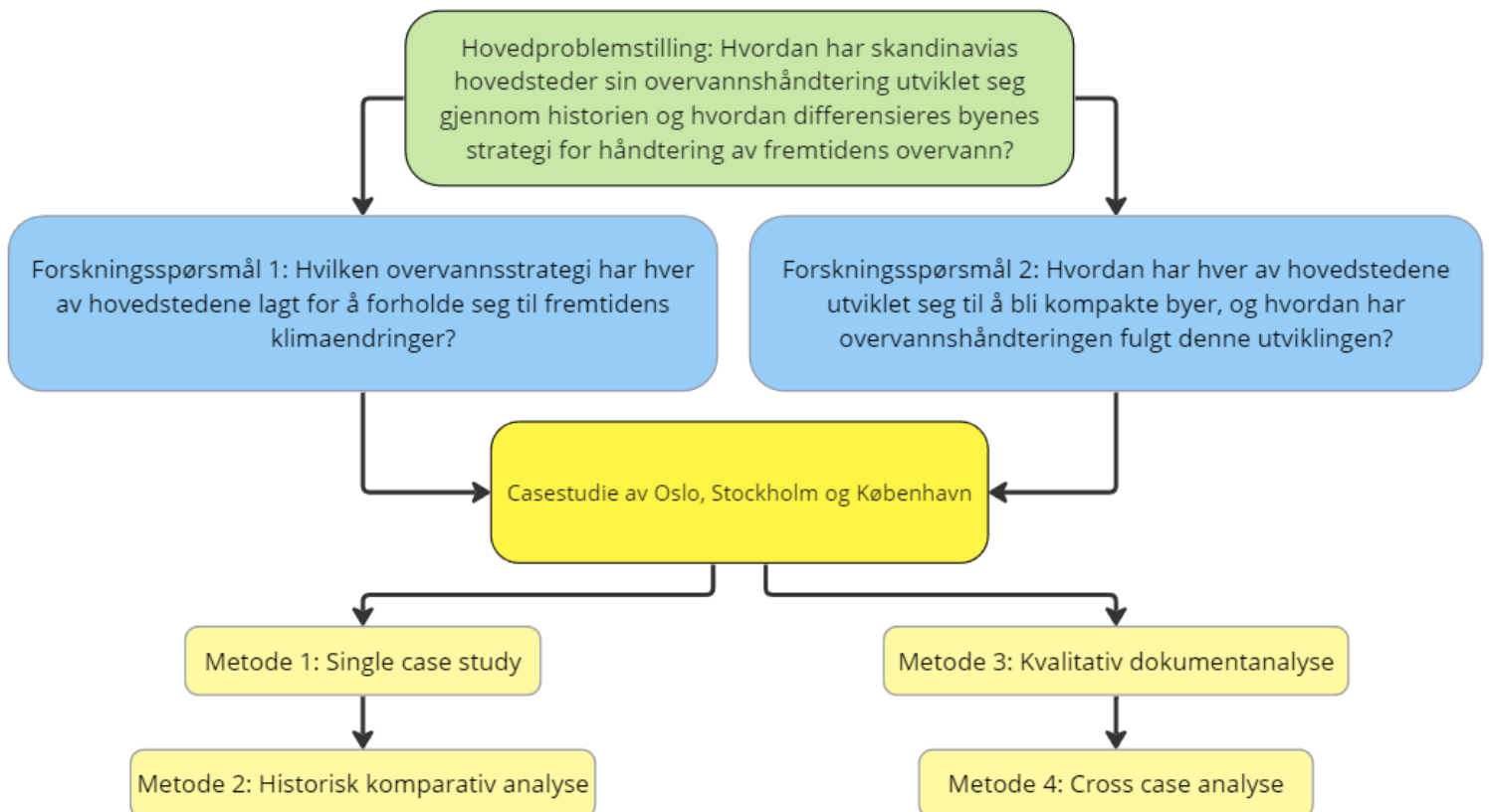
Figur 1 Oppgavens oppbygging

1.3 Oppgavens relevans for byplanlegging

Denne økende med utfordringen med overvannshåndtering krever mer enn bare økonomiske investeringer, det krever omfattende kunnskap og forståelse av hvordan moderne, bærekraftige overvannssystemer best kan integreres i bymiljøet og hvilke overvannsstrategier som er mest effektive (Oslo kommune, 2013). For å finne en god strategisk vei videre, kan det være behov for utveksling av kunnskap og erfaringer mellom byer. Ved å lære av hverandres suksesser og feilgrep, kan Oslo, Stockholm, København og andre byer med lignende problemer lettere finne løsninger på sin overvannshåndtering. Oslo kommune (2013) legger i sin overvannsstrategi frem at et av deres viktigste mål for fremtiden, er å tilegne seg mer og bedre kunnskap om temaet overvannshåndtering. Å sammenligne byer med like utfordringer, kan mulig gi innsikt som kan identifisere problemstillinger, målsettinger og tiltak som tidligere ikke har blitt utforsket eller satt fokus på. Denne oppgaven forsøker å systematisere Skandinavias kompakte hovedsteder sin historie med overvann og se på hvilke strategier de har lagt for fremtiden. En slik systematisering og komparativ tilnærming har som formål å fremheve hvordan man har endt opp i dagens situasjon. Først ved å se på historien til hver av byene, og deretter sammenligne hvordan hver by har lagt opp strategien sin for å oppnå en bærekraftig håndtering av fremtidens overvann. Den komparative tilnærmingen til oppgaven vil forsøke å sette historien og fremtiden til disse byene sammen og fremheve likheter og ulikheter i hvordan de tenker å håndtere overvann. Potensielt er det noe her som enten de eller andre byer kan lære av. Med grunnlag i dette fokuset er oppgavens forskningsdesign utformet som følgende:

1.4 Forskningsdesign

Figur 2 viser denne masteroppgavens forskningsdesign. Forskningsdesignet er satt opp som følger: Hovedproblemstillingen i forskningsdesignet rommer to fokusområder. Det første er fortiden byene har med kompakt byutvikling og overvannshåndtering. Det andre er hvordan de vil planlegge overvannshåndtering i fremtiden. Disse to fokusene får hvert sitt forskningsspørsmål. Forskningsspørsmål 1 gir en historisk bakgrunn av hvordan byene har blitt til og hva deres historie med overvann er. For å utforske forskningsspørsmål 1 vil metode 1 og metode 2 bli brukt. Metode 1 er single case study. Denne metoden vil gå inn i hver av byenes byutviklingshistorie, og hvordan de gjennom denne byutviklingen har håndtert overvann. Metode 2 er historisk komparativ analyse. Denne metoden vil komparativt analysere hver bys overvannshåndtering gjennom historien. I forskningsspørsmål 2 legges det fokus på fremtiden til byene og gir innblikk i hvordan hver av hovedstedene vil tilnærme seg fremtidens forventede økning av overvann. For å utforske forskningsspørsmål 2, vil metode 3 og metode 4 brukes. Metode 3 er en kvalitativ dokumentanalyse. Den brukes for å identifisere hver av byenes problemstillinger, målsettinger og tiltak. I metode 4 vil funnene fra metode 3 settes inn i en cross case analyse og sammenlignes.



Figur 2 Masteroppgaven sitt forskningsdesign

DEL 2 – Litteraturgjennomgang

I litteraturgjennomgangen anvendes en ikke-systematisk litteraturgjennomgang (Cook, 2019) for å utforske overvannshåndtering i skandinaviske hovedsteder. Denne tilnærmingen er valgt på grunn av mangelen på direkte forskning som adresserer de spesifikke forskningsspørsmålene som er oppgitt. Litteraturgjennomgangen fokuserer derfor på relaterte temaer, uten å konsentrere seg direkte om oppgavens hovedproblemstilling eller tilhørende forskningsspørsmål. Litteraturgjennomgangen ble utført med et bredt spekter av akademisk forskning og dokumenter fra kommuner. Videre blir meteorologiske og klimamodeller benyttet for å forstå de fremtidige utfordringene byene kan møte med hensyn til klimaendringer og økte nedbørsmengder. Kildene ble utvalgt basert på deres relevans til temaet. Det ble lagt vekt på kilder som direkte eller indirekte berører overvannshåndtering i konteksten av klimaendringer og kompakt byutvikling. Det ble prioritert fundamentale verk for overvannshåndtering og byutvikling, fra anerkjente eksperter og institusjoner for å sikre troverdighet. Søkeprosessen startet med anerkjent litteratur og utviklet seg videre ved å følge referansene i disse kildene for å identifisere ytterligere relevante kilder. Denne metoden tillot en bred utforskning av hvordan forskjellige byer har håndtert lignende utfordringer med overvann, noe som ga et omfattende perspektiv på problemstillingene og tilnærminger knyttet til overvannshåndtering i kompakte byer.

Introduksjon til litteraturgjennomgang

I denne litteraturgjennomgangen utforskes de stadig økende utfordringene rundt overvannshåndtering i kompakte byer, med et spesifikt fokus på Skandinavias hovedsteder: Oslo, København og Stockholm. Mot bakgrunnen av akselererende klimaendringer, som forventes å øke frekvensen og intensiteten av nedbør (IPCC, 2021), stilles disse byene overfor oppgaven med å tilpasse sine infrastrukturer og planleggingspraksiser for å håndtere overvann på en bærekraftig måte. Denne litteraturgjennomgangen tar for seg den komplekse utfordringen med overvannshåndtering i Skandinavias kompakte urbane landskap, spesielt mot bakgrunnen av forventede klimaendringer. Startpunktet for analysen er en gjennomgang av de nyeste meteorologiske prognosene og klimamodelle, som skisserer et fremtidsscenario med økt nedbørintensitet og hyppighet. Dette setter grunn-

laget for å utforske de spesifikke problemstillingene som kompakte bystrukturer, som hovedsteden Oslo, København og Stockholm står overfor.

Fokuset rettes særlig mot hvordan den tette bystrukturen og de mange ugjennomtrengelige flatene i disse byene bidrar til å forsterke avrennings- og flomrisiko. Kompakte bystrukturer, karakterisert ved høy befolkningstetthet og begrenset tilgjengelighet av åpne gjennomtrengelige flater, stiller unike krav til overvannshåndtering (Jacobson, 2011). Konvensjonelle strategier for overvannshåndtering blir utfordret, og det ser ut til at det må implementeres nye strategier for å møte fremtidens overvann (Stockholm stad, 2015; Oslo kommune, 2013; København kommune, 2018). Ved å utforske spørsmålet om hvordan kompakte byer kan tilpasse seg og respondere på disse endrede forholdene, legger gjennomgangen grunnlaget for en dypere forståelse av overvann i kompakte byer.

Sentralt i denne gjennomgangen er et søkelys på hvordan integrerte, multifunksjonelle, grønne og blågrønne infrastrukturløsninger kan spille en nøkkelrolle i å forme fremtidens bærekraftige bylandskap. Litteraturgjennomgangen vil utforske overgangen fra konvensjonelle grå overvannshåndteringssystemer, som primært fokuserer på rørledninger og betongstrukturer (Burns et al., 2012), til mer innovative og bærekraftige grønne og blågrønne løsninger. Disse inkluderer tiltak som grønne tak, regnhager og gjennomtrengelige overflater, som ikke bare bidrar til å håndtere overvann, men også forbedrer byenes estetikk og biodiversitet (Charlesworth, 2010). Avslutningsvis belyser denne gjennomgangen utfordringene og mulighetene som ligger i å implementere disse bærekraftige overvannshåndteringssystemene. Gjennom å undersøke disse aspektene ved overvannshåndtering i en skandinavisk kontekst, søker litteraturgjennomgangen å bidra til en dypere forståelse av de nåværende og fremtidige utfordringene med å sikre bærekraftig urban overvannshåndtering i møte med klimaendringer.

2.1 Skandinavias nye klima

Regionen Skandinavia, bestående av Norge, Sverige og Danmark, står foran betydelige klimaendringer grunnet global oppvarming (IPCC, 2021). Denne delen av litteraturgjennomgangen ser på forventede endringer i nedbør i disse landene. FNs klimapanel varslers om mer intens og hyppig nedbør, og dette vil bli gjennomgått for å få oversikt over de globale prognosene. Deretter vil de lokale meteorologiske institutter sine prognoser for de byene som skal forskes på i denne oppgaven, bli vurdert. Å legge frem klimaets utvikling, er essensielt for å forstå problemene byene står overfor og vil gi et grunnlag som oppgaven videre vil ta utgangspunkt i.

2.1.1 Globale og regionale klimamodeller

IPCCs sjette vurderingsrapport (AR6) peker på en global økning i nedbør, spesielt i nordlige breddegrader, som et resultat av varmere luft i atmosfæren (IPCC, 2021). AR6 spesifiserer ikke en prosentvis økning i global nedbør. I stedet gir den en detaljert analyse av hvordan klimaendringer påvirker nedbørsmønstre, inkludert økninger i visse regioner og nedganger i andre. Rapporten skisserer ulike scenarioer med forskjellige nivåer av klimagassutslipp og deres respektive påvirkninger på klimaet, inkludert endringer i temperatur og nedbør. Disse scenarioene spenner fra svært lave til svært høye klimagassutslipp, noe som fører til et bredt spekter av mulige utfall ved århundrets slutt. Rapporten fremhever kompleksiteten i å forutsi nøyaktige endringer i nedbør på grunn av de mange faktorene som spiller inn, inkludert geografiske variasjoner og forskjellige klimamodeller som brukes i vurderingen. AR6 understreker sannsynligheten for økt nedbør i høye breddegrader, mens subtropiske og noen midtbreddegradsregioner kan oppleve nedganger. Detaljene, som prosentvise endringer, avhenger av den fremtidige utviklingen av klimagassutslipp.

2.1.2 Forventet klima i Oslo, Stockholm og København

Klimamodeller fra Meteorologisk institutt indikerer en betydelig økning i nedbør i Norge, spesielt i høst- og vintermånedene (Meteorologisk institutt, 2021). Oslo, med sin kompakte bystruktur, står overfor utfordringer knyttet til økt nedbørintensitet og håndtering av ekstremvær. Disse funnene understreker behovet for å styrke Oslos infrastruktur og systemer for overvannshåndtering for å dempe flomrisiko og sikre en bærekraftig byutvikling. Klimamodeller fra Meteorologisk institutt viser også en økning i nedbør i Norge på ca. 20 % siden 1900, med en forventet ytterligere økning på 10-20 % innen århundrets slutt, avhengig av utslipp. Spesielt kortvarig nedbør vil øke, noe som

allerede har ført til betydelig flere nedbørstimer årlig i Oslo over de siste 50 årene (Meteorologisk institutt, 2021).

Det svenske meteorologiske og hydrologiske instituttet forutser en økning i nedbør over hele Sverige, med en spesiell økning i hyppigheten og intensiteten av kraftige regnfall, spesielt i de sørlige og sentrale delene av landet (SMHI, 2024). Stockholm, som er preget av sin kompakte bystruktur, må ta hensyn til disse endringene ved å forbedre overvannshåndteringsinfrastrukturen sin (Stockholm stad, 2015). Dette innebærer å håndtere utfordringene med større mengder overflatevann og forebygge urban oversvømmelse.

Det danske meteorologiske instituttet forventer en økning i nedbør i Danmark, med en tydelig vektlegging på vinter- og høstsesongene. København, som et høyt befolket byområde, er spesielt utsatt for effektene av økt nedbør og ekstreme nedbørshendelser (DMI, 2024). Byens tilpasningsstrategier fokuserer derfor på å forsterke flomvern, optimalisere overvannshåndtering og integrere klimatilpasning i byplanleggingen (København kommune, 2018).

2.2 Hva er en kompakt by?

Bibri et al. (2020) hevder at den kompakte bymodellen har vært en sentral ide innen bærekraftig urban planlegging siden 1990-tallet. Ifølge Bibri et al. (2020) ble denne modellen introdusert som et svar på økende bekymringer knyttet til miljøforringelse, byspredning og bærekraftig ressursforbruk i tradisjonell urban utvikling. De beskriver den kompakte bymodellen som kjennetegnet av høy tetthet i bygninger og befolkning, blandet arealbruk og et sterkt fokus på offentlig transport samt transportformer som gange og sykling. Videre understreker Bibri et al. (2020) designprinsippene som inkluderer effektiv bruk av land, reduksjon av energiforbruk og minimering av avfall og forurensning, med mål om å skape urbane miljøer som er effektive, levedyktige og rettferdige.

Støtte til den kompakte bymodellen kommer fra ulike studier og policydokumenter som det i denne forskningsartikkelen refereres til. De fremhever bymodellens potensial til å adressere bærekraftens tre fokusområder: miljømessig, økonomisk og sosial bærekraft. Det pekes spesielt på Den europeiske *Green Paper of the Urban Environment*, hvor den kompakte bymodellen ble anbefalt som

den mest bærekraftige metoden for urbanisme. I tillegg fremheves flere nye rapporter og policy-dokumenter fra UN-Habitat som positivt vurderer den kompakte bymodellens bidrag til effektiv ressursbruk, økonomisk vekst, innbyggernes helse, sosial samhörighet og kulturell dynamikk.

Bibri et al. (2020) påpeker at kompakte byer bidrar betydelig til miljømessig bærekraft ved å redusere reisebehov, noe som senker utslipp av drivhusgasser og forurensning og ved å fremme bevaring av naturområder ved å begrense byspredning. Økonomisk sett tilbyr de effektivitet gjennom agglomerasjon, nærhet til bedrifter og tjenester reduserer transportkostnader og stimulerer lokale økonomier ved å øke tilgjengeligheten til forskjellige arbeidsmarkeder og tjenester. Forskningsartikkelen argumenterer også for at kompakte byer fremmer større menneskelig interaksjon, som kan føre til sterkere samfunnsånd og mer livlige kulturelle og sosiale miljøer, og dermed bidrar til innbyggernes generelle velvære.

Til tross for sine fordeler, hevder Bibri et al. (2020) at den kompakte bymodellen møter flere utfordringer, inkludert mulige problemer med høy tetthet, forurensning og en reduksjon i livskvalitet hvis den ikke implementeres riktig. Bibri et al. (2020) fremhever også kompleksiteten i å adressere disse utfordringene, spesielt gjennom konseptet med "wicked problems" i byplanlegging, hvor løsningene ofte er gjensidig avhengige og vanskelige å oppnå gjennom tradisjonelle planleggingsmetoder. Forskningsartikkelen konkluderer med at selv om den kompakte bymodellen kan være en effektiv løsning på visse problemer, oppstår det andre uventede problemer, for eksempel utfordringer knyttet til overvannshåndtering på grunn av byens tetthet og mangel på naturlig filtrering og avrenning.

2.3 Implikasjoner for kompakte byer: Oslo, Stockholm og København

Spredningen av ugjennomtrengelige flater i kompakte byer hindrer betydelig den naturlige infiltrasjonen av regnvann, noe som fører til økte mengder og hastigheter av overflateavrenning (DeBell, 2004). Denne endringen i hydrologiske mønstre bidrar til urban flom, vannforurensning og nedbryting av akvatiske økosystemer (Arnold & Gibbons, 2007). Videre utgjør floden av vann inn i kloakksystemer under kraftige regnhendelser risikoer for folkehelsen og miljøet, da det i slike tilfeller går over tålegrensen til slike grå systemer og renner ut og forurenses omkringliggende vannkilder og miljø (Arnold & Gibbons, 2007).

Den forventede økningen i nedbør i Skandinavia fremhever problemstillingen knyttet til overvann som kompakte byer som Oslo, Stockholm og København står overfor (Stockholm stad, 2015; Oslo kommune, 2013; København kommune, 2018). Disse byene, med sin tette befolkning og begrensede utvidelsesmuligheter, møter særlige utfordringer i å tilpasse seg endrede nedbørsmønstre. Kompakte urbane former, preget av høy befolkningstetthet og omfattende ugjennomtrengelige flater, forsterker utfordringene med overvannshåndtering (Jacobson, 2011). Disse utfordringene inkluderer økt avrenning, flom og forurensning av vannveier (DeBell, 2004). Ettersom klimaendringer intensiverer nedbørsmønstre, blir det presserende å adressere disse problemene for å oppnå urban bærekraft og motstandsdyktighet (Jacobson, 2011).

I møte med økende urbanisering, kjemper kompakte byer over hele verden med de mange utfordringene knyttet til håndtering av overvann. Resten av litteraturgjennomgangen vil undersøke den nåværende kunnskapen rundt kompleksiteten av overvannshåndtering i tett befolkede urbane områder.

2.4 Grå overvannshåndtering

Grå overvannshåndtering inkluderer vanligvis komponenter som rør, dreneringer, takrenner, pumpestasjoner, rensesanlegg og fordrøyningsbassenger, designet for å samle, transportere og i noen tilfeller behandle overvann før det når naturlige vannforekomster (Burns et al., 2012). Historisk sett har disse systemene blitt designet for raskt å fjerne vann fra urbane områder for å forhindre flom (Burns et al., 2012). Imidlertid, ettersom urbane områder utvides og klimamønstre endres, blir kapasiteten og effektiviteten til disse tradisjonelle systemene ofte overgått, noe som fører til miljømessige og urbane utfordringer med motstandsdyktighet (Rentachintala et al., 2022).

Nylige utviklinger innen grå overvannshåndtering har fokusert på å forbedre systemkapasiteten og behandlingseffektiviteten (Burns et al., 2012). Innovasjoner inkluderer integrering av avanserte materialer for økt holdbarhet og levetid, samt implementering av systemer for overvåking og kontroll for dynamisk respons på varierende overvannsvolumer (Burns et al., 2012). For eksempel har implementeringen av avanserte fordrøyningsbassenger og underjordiske lagringstunneler i Tokyo betydelig redusert flomhendelser (Shibuo & Furumai, 2021), noe som viser potensialet for innovative grå løsninger.

På den andre siden fortsetter byer som har stolt utelukkende på tradisjonelle transportsystemer uten tilstrekkelig vedlikehold eller oppgraderinger, å oppleve flom og problemer med vannkvaliteten (Burns et al., 2012). Selv om grå infrastruktur spiller en avgjørende rolle i urban overvannshåndtering, er dens effektivitet begrenset av flere faktorer (Burns et al., 2012). Dette inkluderer høye bygge- og vedlikeholdskostnader, potensial for systemoverbelastning under ekstreme værhendelser og begrenset kapasitet for å håndtere forurensning. Videre mangler ofte grå løsninger de tilleggsfordelene som grønn infrastruktur gir, som habitatopprettelse, estetisk forbedring og rekreasjonsområder for samfunnet (Burns et al., 2012).

2.5 Fra grå til bærekraftige overvannshåndtering

Overgangen fra tradisjonelle grå- til bærekraftige overvannshåndteringssystemer markerer et avgjørende skifte for urban miljøplanlegging. Denne delen av litteraturgjennomgangen dykker ned i denne utviklingen, og understreker begrensningene ved konvensjonell grå infrastruktur og belyser de mange fordelene ved grønne og bærekraftige tilnærminger, samt deres begrensninger. Tradisjonelt har urban overvannshåndtering hovedsakelig benyttet seg av grå infrastruktur, som rør, renner og stormkloakker designet for raskt å lede overvann bort fra urbane områder (Burns et al., 2012). Selv om denne tilnærmingen er effektiv for å forhindre umiddelbar flom, har den i økende grad blitt kritisert for sine miljømessige konsekvenser og manglende bærekraft (Rentachintala et al., 2022).

Grå infrastruktur, selv om den er effektiv for flomkontroll, fører ofte til økt avrenning, redusert vannkvalitet og forstyrrede naturlige hydrologiske sykluser (Burns et al., 2012). Videre har mangel på fleksibilitet og de høye vedlikeholdskostnadene ved grå infrastrukturens systemer ført til at byer søker mer bærekraftige løsninger (Burns et al., 2012). Bærekraftig overvannshåndtering, som omfatter praksiser med grønn infrastruktur, sikter mot å håndtere overvannsavrenning gjennom prosesser som etterligner naturlig hydrologi (Rentachintala et al., 2022). Teknikker som grønne tak, regnhager og gjennomtrengelige, dekker tillater infiltrasjon, fordampning og gjenbruk av overvann, noe som reduserer avrenningsvolum og forbedrer vannkvalitet (Rentachintala et al., 2022).

Grønn infrastruktur går frem som en sentral strategi for å mildne de negative effektene av overvann i kompakte urbane innstillinger. Disse fremgangsmåtene symboliserer et skifte mot mer bærekraftige og motstandsdyktige urbane vannforvaltningspraksiser (Benedict & McMahon, 2006). Til tross for de kjente fordelene med grønn infrastruktur for håndtering av overvann, vedvarer flere utfordringer, inkludert problemer knyttet til vedlikehold, skalerbarhet og integrering av disse systemene i eksisterende bystrukturer (Rentachintala et al., 2022). Overgangen fra grå til bærekraftig overvannshåndtering presenterer både utfordringer og muligheter. Selv om de innledende kostnadene og risikoene ved grønn infrastruktur kan være barrierer for implementering, tilbyr de langsiktige fordelene med hensyn til motstandsdyktighet, bærekraft og økosystemtjenester overbevisende begrunnelser for endring (Rentachintala et al., 2022).

2.6 Kompakte byer i Skandinavias tilnærming til overvannshåndtering av fremtidens klima

Kompakte byer i Skandinavia møter i økende grad utfordringene som klimaendringer medfører, inkludert hyppigere og mer intens nedbør, som forverrer risikoen for flom og problemer med overvannshåndtering (IPCC, 2021; Stockholm stad, 2015; Oslo Kommune, 2013; København kommune, 2018). Nødvendigheten av klimatilpassede overvannshåndteringsstrategier har blitt avgjørende, noe som har ført til et skifte i byplanleggingsparadigmer for å innlemme motstandsdyktighet og bærekraft som kjerneprinsipper (Stockholm stad, 2015; Oslo Kommune, 2013; København kommune, 2018). Denne delen av gjennomgangen undersøker skjæringspunktet mellom byplanlegging og overvannshåndtering i møte med klimaendringer, med fokus på de skandinaviske kompakte byene.

Skandinavia har adoptert en helhetlig tilnærming, hvor overvannshåndtering ikke bare ses på som en teknisk utfordring, men også som en mulighet for å forbedre byenes motstandsdyktighet og bærekraft. Strategiene inkluderer implementering av grønn infrastruktur og omforming av urbane landskap for å håndtere overvann (Stockholm stad, 2015; Oslo kommune, 2013; København kommune, 2018). Som respons på klimaendringenes utfordringer har skandinaviske byer i økende grad vendt seg til grønn infrastruktur som en nøkkelkomponent i overvannshåndtering (Stockholm stad, 2015; Oslo kommune, 2013; København kommune, 2018). Teknikker som grønne tak og regnhager integreres i byplanleggingen for å tilby multifunksjonelle løsninger som reduserer flom, forbedrer vannkvaliteten og øker biodiversiteten. Disse tiltakene støttes av planleggingspolitikk som oppmuntrer eller krever deres inkludering i nye utviklinger og byfornyelsesprosjekter (Stockholm stad, 2015; Oslo kommune, 2013; København kommune, 2018).

Et særegent aspekt ved den skandinaviske tilnærmingen til klimatilpasset overvannshåndtering er vektleggingen på deltakende planlegging og samfunnsengasjement (Anderson & Hoff, 2001). Kommuner engasjerer seg med borgere, interessenter og tverrfaglige team fra starten, for å sikre at klimatilpassingstiltakene er lokalt relevante og støttet av samfunnet (Anderson & Hoff, 2001). Denne samarbeidende tilnærmingen fremmer en følelse av eierskap og øker effektiviteten av implementerte strategier (Anderson & Hoff, 2001).

2.7 Fra planer til implementasjon

Håndtering av overvann er en kritisk komponent i bærekraftig byutvikling, men vellykket gjennomføring av planer for overvannshåndtering møter ofte betydelige utfordringer på grunn av avviket mellom overordnede planleggingsmål og realitetene ved implementering i byggeprosesser. Denne delen av litteraturgjennomgangen utforsker kompleksitetene og vanskelighetene knyttet til å tette gapet mellom planlegging av overvannshåndtering og praktisk gjennomføring i det urbane miljøet.

Wethal (2018) forsket spesifikt på implementering av overordnede planer i Oslo. Sammendraget av funnene hans, som er basert på intervjuer med fagfolk, er som følger: "Funnene mine forteller om en stadig utvikling på fagfeltet, men at kommunens strategier i stor grad ikke følges slik som beskrevet i dokumentene. Dette er blant annet fordi de absolutte verdiene og kravene som kommunen legger opp til, ikke er de samme som etatene arbeider etter. Dette skyldes at strategiene legger opp til praktisk talt umulige krav. Det er også tegn til problemer i samarbeidet, både tverretattlig og mellom kommunen og de prosjekterende. Dette forbedres samtidig" (Wethal, 2018, s. 4).

Annen litteratur innen temaet identifiserer spesifikke vanskeligheter når det kommer til implementering av strategier. Charlesworth (2010) tar for seg utfordringer knyttet til overvannshåndtering, hvor han diskuterer hvordan planer ofte er godt utformet i planleggingsfasen, men støter på problemer med å integrere seg i selve byggeprosessen. Manglende koordinering mellom byplanleggere og byggere kan føre til ineffektive løsninger. Videre peker han på tekniske kompleksiteter som involverer intrikate løsninger, slik som grønne tak og gjennomtrengelig belegg. Han understreker viktigheten av at byggere besitter nødvendig teknisk ekspertise for å effektivt kunne gjennomføre disse løsningene. Uten tilstrekkelig kunnskap kan implementeringen bli utfordrende og utilstrekkelig.

I tillegg til tekniske og integreringsutfordringer, understreker Rentachintala et al. (2022) betydningen av samfunnsengasjement i overvannshåndtering. De argumenterer for at å involvere lokalsamfunnet i planleggings- og implementeringsprosessen kan lede til bedre og mer tilpassede løsninger. Imidlertid påpeker de også at samfunnsengasjementet selv er en kompleks og tidkrevende

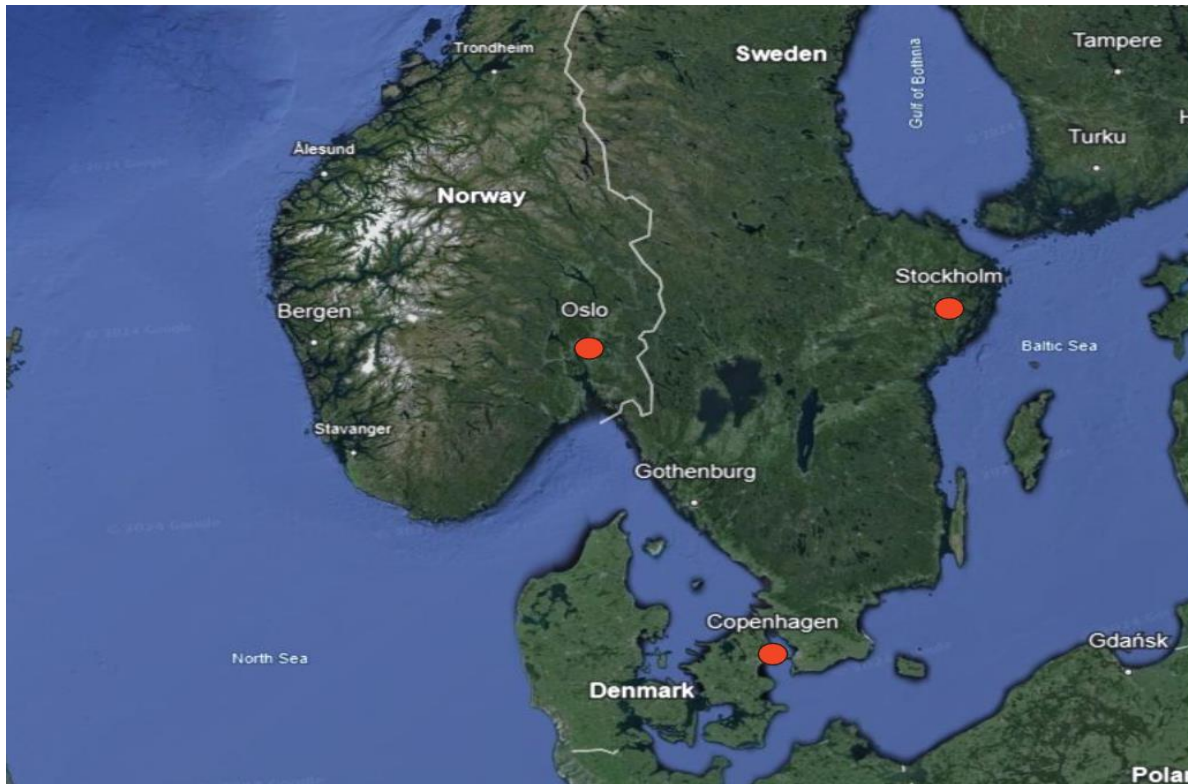
oppgave, som ofte er vanskelig å realisere i praksis. Denne mangelen på effektivt samfunnsengasjement kan ytterligere komplisere prosessen med å utvikle holdbare overvannssystemer.

Denne litteraturgjennomgangen har utforsket eksisterende forskning på temaet om fremtidens klima, grå, grønne og bærekraftige overvannshåndteringsmetoder og barrierer for implementasjon. Samtidig som det finnes mye forskning rundt temaet overvannshåndtering, er det ingen forskning som har sett på eller gjort en komparativ analyse av byenes overordnede planer innen overvannshåndtering ennå. Litteraturgjennomgangen gikk derfor ikke ut på å analysere funn spesifikt om oppgavens tema, men om temaer som knytter seg tett opp til oppgaven. Mangel på funn om problemstillingen fremhever verdien av en komparativ casestudie av overvannshåndtering i de skandinaviske byene. En komparativ casestudie av overvannshåndteringen i Oslo, København og Stockholm kan tilby verdifulle innsikter, som det tidligere ikke har blitt forsket på. Ved å sammenligne byenes historie og fremtidige strategier for overvannshåndtering, kan en slik studie avdekke likheter og ulikheter, og skape et oversiktlig grunnlag for å identifisere hver hovedstad sine styrker og mangler.

DEL 3 - Casestudier og metoder

3.1 Begrunnelse for valg av casestudier - Oslo, Stockholm og København

I takt med global urbanisering og klimaendringer, står nordlige byer overfor økende utfordringer knyttet til håndtering av overvann (IPCC, 2021). Det kan antas at det vil kreves gode strategier for å forhindre oversvømmelser og sikre bærekraftig urban utvikling. Skandinaviske hovedsteder som Oslo, Stockholm og København kan i denne sammenheng tilby verdifulle innsikter for nordlige kompakte byer, på grunn av deres geografiske og klimatiske forhold, samt deres proaktive tilnærminger til miljøutfordringer (Stockholm stad, 2015; Oslo kommune, 2013; København kommune, 2018). Byene ligger geografisk nærme hverandre, slik figur 3 viser. Dette gir et lignende grunnlag med tanke på temperatur, vær og historie, da de har gått gjennom lignende historiske perioder, noe som vil være nyttig i den historisk komparative analysen..



Figur 3 Lokasjon av casestudiene (Google Maps, u.å., CC BY SA 3.0)

Byenes nordlige beliggenhet resulterer i kalde vintre og tempererte somre, noe som skaper unike utfordringer for håndtering av overvann, særlig i forbindelse med snøsmelting som kan føre til betydelige vannmengder inn i byene (IPCC, 2021). Disse byene, som alle har utviklet ulike strategier for å møte slike utfordringer (Stockholm stad, 2015; Oslo kommune, 2013; København kommune, 2018), gir en mulighet for andre byer å ta lærdom fra. Gjennom å utforske hvordan hver by tilnærmer seg overvannshåndtering, kan man bruke denne komparative casestudien til å identifisere mangler, likheter og ulikheter i overvannsstrategier i andre byer.

Oslo, Stockholm og København deler flere viktige karakteristikk. De er nordlige hovedsteder med kalde vintre og moderate somre, de er kulturelt og språklig beslektet og de møter lignende miljøutfordringer, men håndterer dem på forskjellige måter (Stockholm stad, 2015; Oslo kommune, 2013; København kommune, 2018). Disse faktorene gjør dem til ideelle kandidater for en komparativ casestudie. Byene representerer spesielt relevante casestudieobjekter for forskning på overvannshåndtering i nordlige byer, ikke bare på grunn av deres geografiske og klimatiske likhet med hverandre, men også fordi språklig tilhørighet letter kommunikasjon og forståelse, både for meg som lager oppgaven, og for andre som skulle være interessert i å jobbe videre med dette. Svensk, norsk og dansk er nært beslektede språk, noe som forenkler utveksling av kunnskap og erfaringer mellom fagfolk og forskere derfra. Ved å fokusere på disse byene kan forskere og byplanleggere dra nytte av å forstå hvordan lignende nordiske byer kan implementere og tilpasse bærekraftige overvannshåndteringsstrategier.

Oslo

Slik som vises på figur 4, ligger Oslo, Norges hovedstad, strategisk ved Oslofjordens nordlige ende, omringet av skogkledde åser og hav. Med en befolkning på rundt 717 000, forventes byen å fortsette å vokse, noe som styrker dens posisjon som en sentral urban region i Skandinavia (SSB, 2024). Oslo har lenge møtt utfordringer knyttet til kompakt byutvikling og økende nedbør, og har opparbeidet seg betydelig erfaring med å håndtere overvann (Oslo kommune, 2024).



Figur 4 Fotografi av havn i Oslo (Mæhlum, u.å., CC BY SA 3.0)

Stockholm

Stockholm, Sveriges hovedstad, er posisjonert på østkysten ved Østersjøen. Som man kan se an-tydninger av på figur 5, er Stockholm fordelt på 19 øyer som er forbundet av over 50 broer (SNL, 2024b). Denne geografiske plasseringen fremmer en kompakt urban utforming, preget av en tett kjerne med blandet bruk. Med omtrent 1 million innbyggere i selve byen og over 2,3 millioner i storbyområdet, er Stockholm den største urbane regionen i Skandinavia (Statistiska Centralbyrån, 2024). Byens nordlige klima medfører kalde vintre og milde somre, noe som gir spesifikke utfordringer for urban overvannshåndtering (SMHI, 2024). Vintermånedene fører ofte med seg betydelige snøfall, som bidrar til økte mengder avløpsvann under tineperiodene (SMHI, 2024).

Figur 5 Stockholm: Utsikt fra Söder mot Skeppsholmen, Blasieholmen og Gamla Stan (Strype, u.å., CC BY



SA 3.0)

København

København, hovedstaden i Danmark, ligger på Sjællands østkyst og er kjent for sin rike historie og moderne bærekraftige utvikling. Med en befolkning på over 630 000 innbyggere i bykjernen og nesten 1,3 millioner i den større bydelen, er København en vital metropol i Skandinavia (SNL, 2024a). Som man kan se i figur 6, er bystrukturen en blanding av historisk arkitektur og nyere byutvikling. Valget av København som casestudie i dette forskningsprosjektet er motivert av dens proaktive tilgang til klimautfordringer og dens relevans for andre nordiske byer med lignende klimatiske og geografiske forhold (København kommune, 2018). Københavns strategier for overvannshåndtering tilbyr verdifulle lærdommer for byer som Oslo og Stockholm, som kan dra nytte av tilpassede løsninger for å håndtere lignende utfordringer.



Figur 6 Bilde av Kjøbenhavn (Rost, u.å., CC BY SA 2.0)

3.2 Metoder tatt i bruk

I denne masteroppgaven benyttes en casestudie for å undersøke overvannshåndtering i de skandinaviske hovedstedene. Casestudiet muliggjør en detaljert og kontekstuell analyse av hvordan spesifikke byer har adressert og håndtert utfordringer med overvann, og hvordan de strategisk forbereder seg på fremtidens økning i overvann (Yin, 2018). Casestudier er særlig verdifull for å utforske komplekse problemstillinger i virkelige kontekster (Yin, 2018), og er metoden som skal utføres i denne masteroppgaven.

Som en del av casestudiet, benyttes single case study og historisk komparativ analyse for å forstå hvordan byenes tilnærminger til overvannshåndtering har utviklet seg i takt med deres utvikling til å bli kompakte byer. Denne analysen sammenligner historiske data for å identifisere endringer og kontinuitet i håndteringsstrategier over tid, og gir innsikt i hvordan tidligere erfaringer og beslutninger har formet dagens byer.

Videre i oppgaven blir det sett på hvilke overvannsstrategier hovedstedene har for å håndtere overvann i fremtiden. Dette vil bli gjort med kvalitativ dokumentanalyse, der relevante strategiske planer for overvannshåndtering undersøkes. Denne metoden gir en forståelse av hvordan ulike tilnærminger og løsninger er dokumentert og planlagt i forskjellige byer og avdekker forskjeller og likheter i overvannshåndtering på tvers av casestudiene.

Avslutningsvis anvendes en cross case analyse for å trekke sammenligninger og konklusjoner på tvers av de individuelle casene. Denne delen av analysen er kritisk for å synliggjøre overordnede mønstre og trender, samt for å identifisere beste praksiser og mulige løsninger som kan anvendes på tvers av lignende urbane områder.

3.2.1 Single case study

En single case study er en forskningsmetode som muliggjør en grundig og detaljert undersøkelse av ett enkelt tilfelle (Yin, 2018). Metoden er utformet for å utforske komplekse problemstillinger gjennom en dyptgående analyse av et enkelt tilfelle, noe som gir en rik og omfattende forståelse av casen (Yin, 2018). I denne masteroppgaven ble single case study brukt for å skaffe innsikt i utviklingen av de tre skandinaviske hovedstedene. Single case study fokuserer individuelt på hvordan hver by har utviklet seg til å bli en kompakt by, samt hvordan overvannshåndtering har blitt tilnærmet og implementert i byutviklingen. Ved å fokusere på ett tilfelle om gangen, ble det mulig å samle detaljert kunnskap, som i etterkant legger grunnlaget for en komparativ historisk analyse.

Datainnsamlingen ble utført med anerkjente historiebøker og nettsider, som går historisk gjennom endringer i urban struktur og overvannshåndtering. Disse kildene gir innsikt i hvordan byen har utviklet seg til å bli en kompakt by og hvordan overvannshåndteringen har fulgt denne byutviklingen. Hvilke kilder som har blitt brukt til hvilken by, og beskrivelsen av kildene, kan ses på neste side i tabell 1.

Tabell 1 Beskrivelse av kilder som er brukt i single case study og komparativ historisk analyse

By	Kilde brukt	Beskrivelse av kilde
Oslo	SNL (Store Norske Leksikon). (2024c). Oslo Historie. Tilgjengelig fra: https://snl.no/Oslo_-_historie	Artikkelen utforsker Oslo's historie fra starten som handelsplass på 1000-tallet til dagens moderne by. Den tar for seg byens utvikling gjennom århundrene, inkludert overgangen til et bispedømme på 1100-tallet, brannene i middelalderen og beslutningen om å flytte byen og endre navnet til Christiania etter brannen i 1624. Videre diskuteres den industrielle veksten på 1800-tallet og moderniseringen gjennom 1900- og 2000-tallet.
	Johansen, T. A. (2001). Under byens gater: Oslos vann- og avløpshistorie. Oslo kommune Vann- og avløpsetaten.	"Under byens gater: Oslos vann- og avløpshistorie" av Tor Are Johansen er en omfattende bok som dykker ned i Oslos vann- og avløpssystem fra middelalderen til vår tid.
	Thuesen, N. P. (2010). Historien om Oslo - år for år - fra de eldste tider til i dag. Historie & kultur	"Historien om Oslo - år for år - fra de eldste tider til i dag" av Nils Petter Thuesen er en detaljert tidslinje over Oslos historie, fra byens spede begynnelse til dens moderne status som Norges hovedstad. Boken, utgitt i 2010, presenterer en kronologisk oversikt over viktige hendelser, personer og trender som har formet Oslo gjennom århundrene.
Stockholm	Friman, H., & Södeström, G. (2008) Stockholm: en historia i kartor och bilder från stadens tidigaste tid till våra dagar. Stockholm: Wahlström & Widstrand.	Ved hjelp av kart, bilder og kunstverk forklarer forfatterne stockholms historie fra vikingatidens handelsplass til den moderne storbyen vi kjenner i dag.
	Wedin, R., & Björlund, K. (2002). Vatten i Stockholm, 750 år med vatten i en huvudstad.	Boken "Vatten i Stockholm, 750 år med vatten i en huvudstad" av Roger Wedin og Karin Björlund (2002) beskriver Stockholms vannhistorie gjennom de siste 750 årene.
København	Møller, A. (2022). København og historien. Bind 1-8(1. udg.). Gads Forlag.	Aksel Møllers "København og historien" er en åttbinds serie som dykker ned i den danske hovedstadens rike historie. Fra vikingtidens handelsplass til den pulserende storbyen vi kjenner i dag.
	Lindegaard, H. (2006). Ud af røret? Planer, processer og paradokser omkring det Københavnske kloaksystem 1840-2001.	Denne avhandlingen utforsker etableringen av vann- og kloaksystemer i København. Det tar for seg hvordan disse teknologiene ble en integrert del av byenes infrastruktur, og hvordan de ble diskutert og implementert i lys av samtidenes debatter om helse, orden og fremskritt.

3.2.2 Historisk komparativ analyse

I masteroppgaven anvender jeg den historisk komparative analysen slik den er beskrevet av James Mahoney og Dietrich Rueschemeyer (2003). Denne metoden innebærer en systematisk undersøkelse av historiske fenomener på tvers av forskjellige kontekster for å avdekke underliggende mekanismer og faktorer som påvirker sosiale prosesser og resultater. Viktige aspekter av denne tilnærmingen, inkluderer nøye utvalg av tilfeller og komparativ analyse for å belyse mønstre og årsakssammenhenger. Den historisk komparative analysen analyserer utviklingen av kompakte bystrukturer og den synkrone utviklingen av overvannshåndtering i Skandinavias hovedsteder. Metoden legger vekt på å systematisk gå gjennom kunnskapen som blir tilegnet i single case study og bruke den som grunnlag for å kartlegge de parallelle prosessene i urban kompakt byutvikling og hvordan overvannshåndteringen fulgte denne utviklingen.

3.2.3 Kvalitativ dokumentanalyse

Masteroppgaven benyttet en kvalitativ dokumentanalyse for å undersøke strategisk overvannshåndtering i kompakte byer i Skandinavia. Metoden involverte en detaljert gjennomgang av offentlig tilgjengelige dokumenter fra kommunale nettsider, valgt for deres relevans i å forstå hvilke problemstillinger, målsettinger og tiltak byene har satt for å håndtere fremtidige problemstillinger med overvann. Dokumentvalget var basert på tre forskjellige fokusområder som reflekterer viktige aspekter av deres tilnærming til overvannshåndteringen:

1. Problemstillinger: Dokumenter som detaljert beskriver de spesifikke problemstillingene byen står overfor i håndteringen av overvann.
2. Målsettinger: Dokumenter som skisserer målene kommunene setter for å mildne eller tilpasse seg disse utfordringene.
3. Tiltak: Beskrivelser av tiltak for å imøtekomme problemstillingene og oppnå de definerte målene.

For å identifisere følgende aspekter til hver by, ble en rekke dokumenter analysert fra hver av byene, og tre valgt. Formålet med hver av dokumentene var at de skal være overordnede planer som planlegger med et perspektiv som går en eller flere tiår inn i fremtiden. Følgende dokumenter ble valgt for hver by (Se tabell 2 på neste side)

Tabell 2 beskrivelse av valgte dokumenter til dokumentanalyse og cross case analyse

By	Dokument	Formål bak dokument
Oslo	Oslo kommune. (2013). Strategi for overvannshåndtering i Oslo 2013-2030.	Formålet med Oslos overvannsstrategi er sentrert rundt bærekraftig og effektiv håndtering av økende overvannsmengder som en følge av klimaendringer og urban tetthet. strategien tar sikte på å adressere og redusere risikoene forbundet med urbane oversvømmelser, samtidig som den fremmer grønnere og mer bærekraftige byutviklingspraksiser.
Stockholm	Stockholms stad. (2015). Dagvattenstrategi - Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering.	Formålet med Stockholms dagvattenstrategi er å forbedre og effektivisere håndteringen av overvann i byen, i takt med urban vekst og endrede klimatiske forhold. Strategien sikter mot å redusere risikoen for oversvømmelser, forbedre vannkvaliteten, og øke rekreasjonsverdiene i urbane områder.
København	København kommune. (2018). København kommunes spildevandsplan 2018.	Formålet med København Kommunes spildevandsplan 2018 er å håndtere og forbedre byens infrastruktur for å møte fremtidige utfordringer knyttet til urban utvikling og klimaendringer. Planen fokuserer på å sikre at spildevannshåndteringen er robust nok til å håndtere økte nedbørsmengder og forhindre oversvømmelser, samtidig som den beskytter byens vannmiljø og fremmer bærekraftig utvikling

3.2.4 Cross case analyse

Yin (2018) understreker nytten av cross case analyse for å identifisere mønstre, sammenligne funn og forme mer generaliserte konklusjoner fra flere, distinkte tilfeller. Denne metoden er spesielt gunstig for forskere som ønsker å forbedre den eksterne validiteten til sin studie, da den muliggjør utforskning av bredere trender (Yin, 2018).

I denne masteroppgaven brukes cross case analyse sammen med den komparative dokumentanalysen for å få frem likheter og ulikheter i hovedstedenes strategiske tilnærminger til overvannshåndtering. Denne analysen sammenligner de aktuelle strategiene for overvannshåndtering i Oslo, Stockholm og København. Denne delen av studien vil synliggjøre hvordan hver by adresserer lignende problemstillinger, og hvilke unike eller felles målsettinger og tiltak som finnes i hver av byene.

DEL 4 - Funn

I denne delen av masteroppgaven vil funn fra forskningsmetodene bli presentert. Single case study og den komparative historiske analysen i kapittel 4.1 vil ta for seg første del av hovedproblemstillingen og forskningsspørsmål 1: Hvordan har hovedstedene utviklet seg til å bli kompakte byer, og hvordan har overvannshåndteringen fulgt denne utviklingen? I delkapitlene 4.2 og 4.3 vil den kvalitative dokumentanalysen og cross case analysen ta for seg den andre delen av hovedproblemstillingen og forskningsspørsmål 2: Hvilke problemstillinger, målsettinger og tiltak har hovedstedene lagt i deres overvannsstrategi for å forholde seg til fremtidens klimaendringer?

4.1 Historisk bakgrunn for kompakt byutvikling og overvannshåndtering i hovedstedene

Denne delen av oppgaven besvarer forskningsspørsmål 1: Hvordan har hovedstedene utviklet seg til å bli kompakte byer, og hvordan har overvannshåndteringen fulgt denne utviklingen? For å svare på dette forskningsspørsmålet vil delkapittel 4.1 gå gjennom hver av byene ved bruk av en single case study. Deretter vil kunnskapen fra disse analysene samles og danne grunnlag for en historisk komparativ analyse av byene. I single case-studiene vil det systematisk gjennomgås hvordan hver av byene historisk har utviklet seg til å bli kompakte byer, og hvordan overvannshåndteringen har fulgt denne utviklingen. Det vil bli gått gjennom følgende tidsperioder for hver by: Middelalderen til 1800, Industriell vekst 1800 til 1950 og 1950 til nå. Dette vil gi innsikt i hvordan bystrukturene har blitt slik de er i dag, og hvordan deres overvannshåndtering har fulgt byenes utvikling.

4.1.1 Oslo

Oslo: Byutvikling fra middelalderen til 1800

Oslo begynte sin historie som en sentral handelspost rundt år 1000 e.Kr. og har utviklet seg betydelig over tid til å bli hovedstaden i Norge (SNL, 2024c). I middelalderen, under Kong Håkon V's regjeringstid på starten av 1300-tallet, opplevde byen en blomstringstid med påbegynnelsen av byggingen av Akershus festning (SNL, 2024c). Håkon V var også den første kongen som etablerte permanent residens i byen, en handling som var avgjørende for at Oslo senere ble ansett som Norges hovedstad (SNL, 2024c).

Mot slutten av 1200-tallet fikk hanseatiske handelsmenn fra Rostock etablert seg i Oslo og ble en dominerende kraft i byens økonomi (SNL, 2024c). Men byens vekst ble brutalt avbrutt av Svartedauden i 1349, som førte til en betydelig nedgang i befolkningen og reduserte kirkens inntekter fra landeiendommer; betydelig (SNL, 2024c). Rostock-handelsmennenes innflytelse fortsatte å vokse, og de dominerte utenlandshandelen frem til det 16. århundre.

Etter flere katastrofale branner gjennom århundrene, inkludert en stor bybrann i 1624, besluttet Kong Christian IV at det opprinnelige Oslo skulle forlates (SNL, 2024c). Han etablerte en ny byplan nær Akershus festning og døpte om byen til Christiania. Dette nye Christiania strakte seg fra det som nå er Dronningens gate ved sjøen, og vestover til Pipervika, med en byplan som inkluderte bredere og mer systematiske gatenettverk, samt bygninger laget av mer brannsikre materialer. Borgere flyttet motvillig sin virksomhet til de nye kvartalene, og utviklingen av byen gikk sakte de første hundre årene. På utsiden av byportene, i områdene Vaterland og Grønland mot det gamle Oslo, vokste uregulerte bosetninger opp, hovedsakelig bebodd av arbeidere fra trelasthandelen (SNL, 2024c).

Overvannshåndtering i Oslo under middelalderen til 1800

I middelalderen var Oslos tilnærminger til vannhåndtering preget av grunnleggende metoder som grøfter og åpne bekker, som ledet vann bort fra bosetninger og jordbruksland. Disse enkle systemene var tilstrekkelige i en tid da byens befolkning var lav, og urbaniseringen var minimal (Johansen, 2001). Med økt urbanisering på 1800-tallet steg behovet for mer effektive overvannshåndteringssystemer. Byens ekspansjon førte til problemer med oversvømmelser og dårlige sanitære

forhold, noe som krevde nye løsninger for å beskytte folkehelsen og infrastrukturen (Johansen, 2001).

Oslo byutvikling: Industriell vekst og urban ekspansjon (1800-1950)

Industrialiseringens inntog i Oslo på 1800-tallet, var katalysatoren for en betydelig urban ekspansjon og befolkningsvekst (Thuesen, 2010). Byens endring fra en mindre handels- og sjøfartsby til en industriell by, skapte en massiv tilstrømming av arbeidssøkende fra landsbygda, noe som nødvendiggjorde utviklingen av nye boligområder for å huse den voksende arbeiderklassen. Denne perioden karakteriseres av en markant utvidelse av Oslos geografiske grenser, hvor nye bydeler gradvis ble innpasset i byens kjerne (Thuesen, 2010).

Denne ekspansjonen fulgte en nøye planlagt utvikling av infrastruktur, der veier, jernbaner og ikke minst et omfattende kloakksystem ble etablert for å møte de økte kravene fra en stadig tettere bebyggelse. I denne prosessen ble Oslo formet til en kompakt by, hvor bolig, industri og offentlige tjenester ble samlet innenfor et begrenset område (Thuesen, 2010). Denne konsentrasjonen av urban aktivitet bidro til å definere byens fysiske og sosiale struktur, med tydelig definerte boligområder som oppsto rundt industrielle knutepunkter.

Et viktig aspekt ved denne urbaniseringen, var implementeringen av kloakksystemet, som var avgjørende for å håndtere de sanitære utfordringene som fulgte med en tettbefolket by (Thuesen, 2010). Kloakksystemets utvikling på slutten av 1800-tallet, markerte en milepæl i byens infrastruktur og la grunnlaget for videre urban utvikling og folkehelse.

Overvannshåndtering i Oslo under Industriell vekst og urban ekspansjon (1800-1950)

Introduksjonen av de første kloakksystemene på slutten av 1800-tallet, markerte en viktig milepæl i overvannshåndtering og sanitærforbedringer i Oslo (Johansen, 2001). Disse tidlige systemene, designet for å kanalisere både avløpsvann og overflatevann bort fra urbane områder, var imidlertid ikke tilstrekkelig utviklet for å effektivt håndtere store mengder regnvann. Dette førte til utfordringer under tunge regnfall, og systemene var ofte overbelastet, noe som resulterte i hyppige oversvømmelser og forurenset overflatevann som fløt inn i byens gater (Johansen, 2001). Som svar på

byutvidelse og industriell vekst, gjennomgikk infrastrukturen, inkludert kloakksystemene, betydelige utvidelser og forbedringer (Johansen, 2001). Til tross for disse endringene, forble kloakksystemene kombinerte løsninger hvor avløps- og overflatevann ble behandlet sammen, noe som fortsatte å utfordre overvannshåndteringen, spesielt under store nedbørshendelser.

Vannklosettets introduksjon i Kristiania (dagens Oslo) startet rundt 1860 (Oslo byleksikon, u.å.). Først i 1987, nesten et århundre etter de første kloakksystemene ble introdusert, ble det etablert et moderne renseanlegg som kunne rense det meste av avfallet, noe som endelig adresserte de langvarige problemene med forurensning og ineffektiv overvannshåndtering (Oslo byleksikon, u.å.). Ved århundredskiftet fra 1900-tallet til 2000-tallet hadde nesten alle boliger i Oslo sitt eget vannklosett (Oslo byleksikon, u.å.). Dette reflekterer en betydelig forbedring i byens infrastruktur for å møte de sanitære og folkehelsemessige behovene til en voksende befolkning, samt en mer bærekraftig håndtering av overvann og avløpsvann.

Oslo: Moderne byutvikling (1950 til nå)

Oslo har gjennom det 20. århundre og inn i det 21. århundre, vært gjenstand for moderne tilnærminger som har formet byens utvikling, fra en kompakt middelalderby til en dynamisk, moderne hovedstad. Denne teksten utforsker nøkkelelementene i Oslos moderne planleggingshistorie og hvordan disse har bidratt til byens nåværende karakter.

I begynnelsen av 1900-tallet var Oslo vitne til en vekst som nødvendiggjorde nye planleggingsstrategier. Inspirert av internasjonale bevegelser som hagebybevegelsen, begynte byplanleggere å innpasse grønne områder og boligområder designet for å fremme sunnere levekår (Thuesen, 2010). Disse tidlige planene la vekt på balansen mellom urban utvikling og bevaring av naturlandskap, en filosofi som fortsatt påvirker byplanlegging i Oslo i dag.

Etter andre verdenskrig, i takt med velferdsstatens utvikling, adopterte Oslo en mer ambisiøs tilnærming til byutvikling (Thuesen, 2010). Denne perioden så implementeringen av omfattende offentlige infrastrukturprosjekter, inkludert utbygging av offentlig transport og boligprogrammer rettet mot å løse bolig mangelen (Thuesen, 2010). Viktige personer i denne fasen, som arkitekten Erling Viksjø og byplanleggeren Christian Norberg-Schulz, bidro med sine visjoner til å forme byens offentlige rom og boligområder (Thuesen, 2010).

Inngangen til det 21. århundre markerte en ny æra i Oslos byutvikling, med fokus på bærekraft og miljøvennlige løsninger. For eksempel preges Oslo av fornyelse av havneområdene, som transformasjonen av Bjørvika, åpning av bekker som Hovinbekken, Groruddalssatsingen og et fokus på bevaring av natur og fortetting innenfor byens grenser (Oslo kommune, 2024b).

Overvannshåndtering i Oslo under moderne byutvikling (1950 til nå)

Oslo har gjennom det 20. århundret og inn i det 21. århundret, vært gjenstand for moderne tilnærminger som har formet byens utvikling, fra en kompakt middelalderby til en dynamisk, moderne hovedstad. Denne teksten utforsker nøkkelementene i Oslos moderne planleggingshistorie og hvordan disse har bidratt til byens nåværende karakter.

I begynnelsen av 1900-tallet var Oslo vitne til en vekst som nødvendiggjorde nye planleggingsstrategier. Inspirert av internasjonale bevegelser som hagebybevegelsen, begynte byplanleggere å innpasse grønne områder og boligområder designet for å fremme sunnere levekår (Thuesen, 2010). Disse tidlige planene la vekt på balansen mellom urban utvikling og bevaring av naturlandskap, en filosofi som fortsatt påvirker byplanlegging i Oslo i dag.

Etter andre verdenskrig, i takt med velferdsstatens utvikling, adopterte Oslo en mer ambisiøs tilnærming til byutvikling (Thuesen, 2010). Denne perioden så implementeringen av omfattende offentlige infrastrukturprosjekter, inkludert utbygging av offentlig transport og boligprogrammer rettet mot å løse boligmangelen (Thuesen, 2010). Viktige figurer i denne fasen, som arkitekten Erling Viksjø og byplanleggeren Christian Norberg-Schulz, bidro med sine visjoner til å forme byens offentlige rom og boligområder (Thuesen, 2010).

Inngangen til det 21. århundre markerte en ny æra i Oslos byutvikling, med fokus på bærekraft og miljøvennlige løsninger. For eksempel preges Oslo av fornyelse av havneområdene, som transformasjonen av Bjørvika, åpning av bekker som Hovinbekken, Groruddalssatsingen og et fokus på bevaring av natur og fortetting innenfor byens grenser (Oslo kommune, 2024b).

4.1.2 Stockholm

Stockholm ble etablert som en viktig handelsplass på 1200-tallet e.Kr. og har gjennomgått betydelige forandringer som har formet dens utvikling til å bli Sveriges hovedstad. Denne delen av oppgaven utforsker byens historiske utvikling fra middelalderen til nå, med særlig fokus på hvordan disse periodene har påvirket byens transformasjon til å bli et kompakt og dynamisk urbant sentrum, og hvordan overvannshåndteringen har fulgt denne utviklingen.

Stockholm: Byutvikling fra middelalderen til 1800

I middelalderen fungerte Stockholm som et sentralt knutepunkt for handel i regionen, takket være sin gunstige beliggenhet ved kysten av Østersjøen (Friman & Söderström, 2008). Byens tidlige vekst var knyttet til etableringen av handelsforbindelser og utviklingen av en urban befolkning. Stockholms utvikling i denne perioden, var preget av organisk vekst rundt viktige institusjoner som kirker, markedsplasser og kongelige residenser (Friman & Söderström, 2008).

På 1500-tallet, opplevde Stockholm flere viktige hendelser som påvirket dens utvikling mot å bli en mer kompakt by (Friman & Söderström, 2008). Gustav Vasas reformer og etableringen av den svenske staten førte til at Stockholm ble Sveriges politiske og administrative sentrum (Friman & Söderström, 2008). På midten av 1500-tallet ble Stockholms slott bygget, noe som ytterligere forsterket byens betydning som et politisk senter. Denne perioden representerte begynnelsen på en mer strukturert urban utvikling, med etableringen av byplaner som regulerte byggingen og infrastrukturen. Disse planene la grunnlaget for en mer kompakt bystruktur ved å fastsette grenser og retningslinjer for byggeprosjekter, som bidro til å begrense spredningen av byen (Friman & Söderström, 2008).

En annen viktig hendelse i Stockholms historie som bidro til dens transformasjon til en mer kompakt by, var bybrannen i 1625 (Friman & Söderström, 2008). Denne katastrofale brannen ødela store deler av byen og skapte behov for omfattende gjenoppbygging. Etter brannen ble byen gjenoppbygget med et mer systematisk gatenettverk og bygninger konstruert i mer brannsikre materialer (Friman & Söderström, 2008). Denne perioden markerte begynnelsen på overgangen fra en spredt og ustrukturert bystruktur til en mer konsentrert og regulert byplanlegging, som ytterligere fremmet Stockholms vei mot å bli en kompakt by.

Overvannshåndtering i Stockholm under middelalderen til 1800

I løpet av perioden fra middelalderen til 1800-tallet, sto Stockholm overfor utfordringer knyttet til overvannshåndtering som følge av sin voksende urbanisering og utvikling. På denne tiden var byens tilnærminger til overvannshåndtering preget av enkle, men funksjonelle løsninger som var tilpasset den tidens teknologi og kunnskap (Wedin & Björlund, 2002). I middelalderen var Stockholm avhengig av naturlige dreneringsveier og åpne kanaler langs gatene for å håndtere overvannet. Disse kanalene ble brukt til å lede overflatevann bort fra bebyggelsen og ned til nærliggende vannveier som innsjøer eller havet. Imidlertid var disse systemene ofte utilstrekkelige i perioder med kraftig nedbør eller flom, noe som førte til oversvømmelser og vannskader i byen.

Mot slutten av middelalderen begynte Stockholm å bruke enklere avløpssystemer basert på steinrør og dreneringsgrøfter for å forbedre overvannshåndteringen (Wedin & Björlund, 2002). Disse systemene bidro til å redusere problemene med oversvømmelser, men var fremdeles sårbare for tilstopping og mangel på kapasitet til å håndtere større nedbørshendelser.

På 1500-tallet, med etableringen av mer strukturert urban utvikling og byplanlegging, begynte Stockholm å innføre mer systematiske tilnærminger til overvannshåndtering (Wedin & Björlund, 2002). Byplanene som ble etablert på denne tiden, inkluderte reguleringer og retningslinjer for konstruksjonen av bygninger og infrastruktur, noe som også påvirket håndteringen av overvann (Wedin & Björlund, 2002). Bybrannen i 1625 førte til omfattende gjenoppbygging av byen, og denne perioden så innføringen av et mer systematisk gatenettverk og konstruksjon av bygninger i mer brannsikre materialer (Wedin & Björlund, 2002). Disse endringene bidro til å legge grunnlaget for en mer konsentrert og regulert byplanlegging, som speilte seg i overvannshåndteringen, som også ble mer regulert.

Stockholm: Byutvikling under industriell vekst og urban ekspansjon (1800-1950)

Industriell vekst og urban ekspansjon på 1800-1900-tallet hadde en betydelig innvirkning på Stockholms utvikling mot å bli en mer kompakt by (Stockholmkällan, 2023). På 1800-tallet gjennomgikk Stockholm en periode med industriell vekst og urbanisering som førte til en økning i befolkningen og behovet for utvidelse av bygrensene (Stockholmkällan, 2023). Utviklingen av

jernbanenettverket og ekspansjonen av industrielle virksomheter bidro til å forvandle Stockholm til et industrielt sentrum (Stockholmkällan, 2023).

Den økte urbaniseringen og industrialiseringen på 1800-tallet førte også til behovet for mer effektiv byplanlegging og infrastruktur. Utviklingen av moderne arkitektur og byplanlegging ble stadig viktigere for å imøtekomme behovene til den voksende befolkningen og industrien (Friman & Söderström, 2008). Dette resulterte i etableringen av nye bydeler og kvartaler, samt oppgradering av infrastrukturen som veier, broer og offentlige transportnettverk (Friman & Söderström, 2008).

I det 20. århundre fortsatte industrialiseringen og urbaniseringen i Stockholm, noe som førte til en ytterligere konsolidering av bystrukturen (Friman & Söderström, 2008). Moderniseringen av infrastrukturen, utviklingen av nye byområder og økt bebyggelse, førte til en økt tetthet og kompakthet i byen. Samtidig ble det lagt mer vekt på å bevare historiske bydeler og bygninger og gjennomført omfattende byfornyelsesprosjekter for å forbedre bymiljøet (Friman & Söderström, 2008). Denne perioden med industriell vekst og urban ekspansjon var avgjørende for Stockholms transformasjon til en mer kompakt by (Friman & Söderström, 2008). Utviklingen av infrastruktur, byplanlegging og arkitektur bidro til å forme Stockholms moderne bybilde og legge grunnlaget for dens rolle som en dynamisk, kompakt storby.

Overvannshåndtering i Stockholm under industriell vekst og urban ekspansjon (1800-1950)

Introduksjonen av de første kloakksystemene i Stockholm på slutten av 1800-tallet og begynnelsen av 1900-tallet, markerte en viktig utvikling i byens overvannshåndtering (Wedin & Björlund, 2002). Dette skjedde i en periode preget av rask urban ekspansjon og industriell vekst, som presset på den eksisterende infrastrukturen og skapte et påtrengende behov for effektive løsninger for å håndtere økende mengder avløpsvann og overflatevann.

I Stockholm, som i mange andre europeiske byer på den tiden, var den tidlige kloakkinfrastrukturen primært designet for å fjerne avløpsvann fra urbane områder, uten tilstrekkelig kapasitet til å håndtere store mengder overflatevann fra regn (Wedin & Björlund, 2002). Dette førte til hyppige oversvømmelser i byens gater og bidro til forurensning av både vassdrag og det nærliggende Mälaren, som er en viktig ferskvannskilde for regionen (Wedin & Björlund, 2002).

Som respons på disse utfordringene begynte Stockholm å utvikle og implementere et mer avansert system for overvannshåndtering fra slutten av 1800-tallet og inn i 1900-tallet (Wedin & Björlund, 2002). Dette inkluderte etableringen av kloakksystemer, hvor avløpsvann og overvann ble kanalisert gjennom to adskilte rørrnett. Slike systemer var avgjørende for å redusere risikoen for oversvømmelser i urbane områder og for å forhindre forurensning av byen og deres vannveier.

Stockholm: moderne byutvikling (1950 til nå)

I løpet av 1900-tallet og frem til i dag har ulike planleggingsideologier og moderne tilnærminger spilt en viktig rolle i formingen av Stockholms bystruktur mot en mer kompakt form (Friman & Söderström, 2008). På begynnelsen av 1900-tallet begynte Stockholms byplanleggere å fokusere på modernistiske ideer om funksjonalitet, effektivitet og sosial planlegging. Dette førte til utviklingen av nye bydeler med høy tetthet og funksjonelt design, som Rinkeby og Tensta på 1960- og 1970-tallet. Disse planleggingsideologiene hadde som mål å skape en mer kompakt og urban bystruktur, samtidig som det ble lagt vekt på tilgjengelighet til offentlig transport og fellesarealer (Friman & Söderström, 2008).

Mot slutten av 1900-tallet begynte imidlertid en ny tilnærming til byplanlegging å vinne frem i Stockholm og andre europeiske byer. Denne tilnærmingen, kjent som bærekraftig byutvikling, la vekt på å skape mer menneskevennlige og miljøvennlige byer gjennom tiltak som å fremme fotgjenger- og sykkeltransport, bevare grønne områder og redusere biltrafikkens innvirkning (Friman & Söderström, 2008).

Stockholm overvannshåndtering under moderne byutvikling (1950 til nå)

Gjennom det 20. århundret og inn i det 21. århundret har Stockholm stått overfor økende utfordringer knyttet til overvannshåndtering, drevet av både urban ekspansjon og klimaendringer (Wedin & Björlund, 2002). Byens tilnærming til disse utfordringene har utviklet seg betydelig over tid, fra en tidlig dominans av grå infrastruktur til en mer integrert og bærekraftig praksis som inkluderer grønn og blå infrastruktur (Wedin & Björlund, 2002).

I begynnelsen av 1900-tallet var Stockholms overvannshåndtering sterkt fokusert på utvikling av grå infrastruktur, som kloakksystemer og betongkanaler (Wedin & Björlund, 2002). Dette reflekterte en global trend der fokus lå på å fjerne vann fra urbane områder så raskt og effektivt som

mulig for å forhindre oversvømmelser og forbedre sanitære forhold. I Stockholm ble det bygget omfattende kloakksystemer for å håndtere byens voksende befolkning og industrielle aktivitet, med lite hensyn til naturlige vannsykluser eller økosystemtjenester (Wedin & Björlund, 2002).

Midt på 1900-tallet begynte Stockholm å oppleve de miljømessige og sosiale begrensningene ved en ensidig avhengighet av grå infrastruktur (Wedin & Björlund, 2002). Urbanisering og forsegling av overflater økte overvannsavrenningen og belastningen på eksisterende kloakksystemer, noe som førte til økte oversvømmelser og forurensningsutslipp i Mälaren og Østersjøen (Wedin & Björlund, 2002). Dette skapte en bevissthet rundt behovet for mer bærekraftige løsninger, selv om større endringer i overvannshåndteringspraksis var langsomme å materialisere.

Mot slutten av 1900-tallet og inn i 2000-tallet begynte Stockholm å adoptere en mer integrert tilnærming til overvannshåndtering (Stockholm stad, 2015). Dette skiftet ble påvirket av både en økende forståelse for bærekraftige byutviklingsprinsipper og av Sveriges tidlige engasjement i internasjonale miljøavtaler (Stockholm stad, 2015). Byplanleggere og ingeniører begynte å inkorporere elementer av grønn og blå infrastruktur, som regnbed, våtmarker og åpne vannveier, i urbane områder for å forbedre infiltrasjon, forsinke avrenning og rense overvann naturlig før det nådde lokale vannkilder (Stockholm stad, 2015). I løpet av de første tiårene av det 21. århundret har Stockholm intensivert sin innsats for å integrere klimatilpasningsstrategier i overvannshåndteringen (Stockholm stad, 2015). Dette har inkludert utviklingen av mer fleksible og adaptive systemer som kan tåle økte regnmengder og ekstreme værhendelser som følge av klimaendringer (Stockholm stad, 2015).

4.1.3 København

København: Byutvikling fra middelalderen til 1800

Københavns utvikling fra middelalderen til 1900-tallet, er preget av urbanisering, politisk strategi og økonomisk utvikling (Møller, 2022). Under Christian IVs regjeringstid på 1600-tallet opplevde byen en betydelig vekst gjennom anleggelsen av nye bydeler og arkitektoniske prosjekter, som Rosenborg slott og bydelen Christianshavn (Møller, 2022). Disse prosjektene var designet for å styrke Københavns forsvar og økonomisk fremgang, og markerte også en økning i internasjonal handel, spesielt med Norden og Baltikum.

På 1700-tallet ble byens status som en nøkkelby i regionen videre konsolidert, delvis på grunn av sin rolle i den voksende sjømakt i Europa (Møller, 2022). Byens infrastruktur og offentlige tjenester, inkludert etableringen av et moderne vannforsyningssystem og gatelys, ble forbedret for å imøtekomme den økende befolkningen og de hygieniske utfordringene som fulgte med urbanisering (Møller, 2022).

Bybrannen som rammet København i 1728 var en katalysator for ytterligere forandringer i byplanlegging og arkitektur (Møller, 2022). Denne hendelsen medførte en omfattende gjenoppbygging hvor byens ledelse implementerte nye reguleringer for å forebygge fremtidige katastrofer. Etter brannen ble det nedsatt flere kommisjoner, inkludert Reguleringskommisjonen, som foreslo bredere hovedgater og sidegater. Dette førte til motstand fra befolkningen som så dette som en inngripen i eiendomsretten, og over tid ble kravene justert (Møller, 2022).

På tross av motstanden førte brannen og de etterfølgende reguleringene til en langsiktig endring i bybildet, som for eksempel sammenslåingen av Store og Lille Skt. Clemens Stræde til den nye Frederiksberggade, det som i dag er kjent som Strøget. Gjenoppbyggingen tvang mange grunneiere til å avstå deler av sin eiendom for å muliggjøre de nye, bredere gatene (Møller, 2022). Dette førte til en omfordeling av byens eiendommer og en mer effektiv utnyttelse av tilgjengelig grunn, noe som resulterte i en mer konsolidert og kompakt bystruktur (Møller, 2022).

Dette bidro til å forme et mer strukturert bysentrum, som støttet både kommersiell aktivitet og beboernes daglige liv (Møller, 2022). Disse tiltakene, drevet frem av behovet for å forebygge fremtidige katastrofer og effektivisere byens struktur, resulterte i en mer kompakt og funksjonell urban form, hvor både bolig-, handels- og offentlige områder ble bedre integrert (Møller, 2022).

Overvannshåndtering i København under Middelalderen til 1800

København har historisk sett måttet utvikle tidlige løsninger for overvannshåndtering for å beskytte seg mot de hyppige og ofte ødeleggende oversvømmelsene (Lindegaard, 2006). I middelalderen var disse løsningene hovedsakelig basert på bruk av naturlige vannveier, supplert med menneskeskapte grøfter og åpne bekker for å lede overvannet bort fra bebodde områder (Lindegaard, 2006). Disse grunnleggende metodene var tilstrekkelige for en periode da København hadde en mindre befolkning og en enklere bystruktur. Med tiden ble det klart at de middelalderske overvannsløsningene ikke kunne holde tritt med byens vekst og de større vannmengdene fra kraftig nedbør eller snøsmelting (Lindegaard, 2006). Dette førte til regelmessige oversvømmelser, spesielt i byens lavtliggende områder (Lindegaard, 2006). Samtidig begynte den økte forurensningen, forårsaket av direkte utslipp av avfall og avløpsvann i vannveiene, å utgjøre alvorlige helseproblemer. Byens primitive systemer ble stadig mer utilstrekkelige, noe som krevde nye løsninger for å håndtere både vannmengdene og den økende forurensningsbyrden (Lindegaard, 2006).

Fra slutten av middelalderen og gjennom renessansen, tok København betydelige skritt for å forbedre sin infrastruktur for overvannshåndtering (Lindegaard, 2006). Dette inkluderte konstruksjonen av mer avanserte dreneringssystemer. Blant forbedringene var utviklingen av brosteinsbelagte gater med sidestilte avrenningskanaler. Disse kanalene var designet for effektivt å lede overvannet bort fra sentrale deler av byen og minimere vannstagnasjon i bebodde områder. Disse tiltakene markerte begynnelsen på en periode med stadige forbedringer og tilpasninger i byens tilnærming til overvannshåndtering (Lindegaard, 2006).

København: Industriell vekst og urban ekspansjon (1800-1950)

København har historisk sett måttet utvikle tidlige løsninger for overvannshåndtering for å beskytte seg mot de hyppige og ofte ødeleggende oversvømmelsene (Lindegaard, 2006). I middelalderen var disse løsningene hovedsakelig basert på bruk av naturlige vannveier, supplert med menneskeskapte grøfter og åpne bekker for å lede overvannet bort fra bebodde områder (Lindegaard, 2006). Disse grunnleggende metodene var tilstrekkelige for en periode da København hadde en mindre befolkning og en enklere bystruktur.

Med tiden ble det klart at de middelalderske overvannsløsningene ikke kunne holde tritt med byens vekst og de større vannmengdene fra kraftig nedbør eller snøsmelting (Lindegaard, 2006). Dette førte til regelmessige oversvømmelser, spesielt i byens lavtliggende områder (Lindegaard, 2006). Samtidig begynte den økte forurensningen, forårsaket av direkte utslipp av avfall og avløpsvann i vannveiene, å utgjøre alvorlige helseproblemer. Byens primitive systemer ble stadig mer utilstrekkelige, noe som krevde nye løsninger for å håndtere både vannmengdene og den økende forurensningsbyrden (Lindegaard, 2006).

Fra slutten av middelalderen og gjennom renessansen tok København betydelige skritt for å forbedre sin infrastruktur for overvannshåndtering (Lindegaard, 2006). Dette inkluderte konstruksjonen av mer avanserte dreneringssystemer. Blant forbedringene var utviklingen av brosteinsbelagte gater med sidestilte avrenningskanaler. Disse kanalene var designet for effektivt å lede overvannet bort fra sentrale deler av byen og minimere vannstagnasjon i bebodde områder. Disse tiltakene markerte begynnelsen på en periode med stadige forbedringer og tilpasninger i byens tilnærming til overvannshåndtering (Lindegaard, 2006).

Overvannshåndtering i Københav under Industriell vekst og urban ekspansjon (1800-1950)

I løpet av 1800-tallet og begynnelsen av 1900-tallet gjennomgikk København en periode med betydelig industriell vekst og urban ekspansjon. Denne utviklingen medførte økte utfordringer med overvannshåndtering, noe byen måtte adressere for å beskytte sin voksende befolkning og utvide infrastrukturen (Lindegaard, 2006). Som mange europeiske byer på denne tiden måtte København tilpasse seg nye realiteter ved å utvikle systemer for å håndtere økte mengder overflatevann effektivt (Lindegaard, 2006).

Den viktigste forbedringen i Københavns overvannshåndtering i denne perioden var utviklingen og implementeringen av kloakksystemer (Lindegaard, 2006). Disse systemene var designet for å transportere overvann og kloakk, bidra til å redusere risikoen for oversvømmelser, og forhindre kontaminering av drikkevann – en vanlig kilde til sykdomsutbrudd i tidligere tider (Lindegaard, 2006).

Teknologiske nyvinninger og reguleringsarbeid spilte en nøkkelrolle i utviklingen av disse systemene (Lindegaard, 2006). For eksempel tillot introduksjonen av pumpestasjoner effektiv transport av avløpsvann over lengre distanser til behandlingsanlegg, noe som vesentlig reduserte forurensningsnivåene i byens vannveier og forbedret de sanitære forholdene (Lindegaard, 2006). Samtidig gjennomførte København omfattende reguleringer for mer effektiv overvannshåndtering, inkludert utvidelsen av byens veisystem med innføringen av fortauskanter og dreneringsrenner, som bidro til å lede overflatevann bort fra bebygde områder og ned i kloakksystemet (Lindegaard, 2006).

Et viktig aspekt ved Københavns tilnærming til overvannshåndtering i denne perioden, var også utfasingen av åpne bekker og grøfter, som tidligere hadde vært hovedmetoden for å lede vann bort fra boligområder (Lindegaard, 2006). Erstatningen av disse med underjordiske rørledninger forbedret byens evne til å håndtere større vannmengder mer effektivt og reduserte helsefarer forbundet med stillestående vann (Lindegaard, 2006).

Perioden med industriell vekst og urban ekspansjon representerte en kritisk fase i utviklingen av overvannshåndtering i København (Lindegaard, 2006). Ved å integrere teknologiske innovasjoner med omfattende infrastrukturforbedringer, overkom byen mange av utfordringene som fulgte med økt urbanisering (Lindegaard, 2006). Disse tiltakene la grunnlaget for de moderne overvannshåndteringssystemene og bidro til å forme København til en mer bærekraftig og levedyktig by (Lindegaard, 2006).

København: Moderne byutvikling (1950 til nå)

Gjennom det tjuende århundret og inn i det tjuetførste har København gjennomgått betydelige forandringer som har ledet til dens status som en kompakt og integrert by (Møller, 2022). Denne utviklingen kan forstås gjennom en rekke planleggingsideologier og tilnærminger som har vært i spill over tid, hver med sine bidrag til byens nåværende form.

I etterkrigstiden adopterte København funksjonalismens prinsipper, som prioriterte effektiv bruk av rom og en klar separasjon av byens funksjoner (Møller, 2022). Selv om dette bidro til enkelte områder med utvidet utvikling, ble det også lagt vekt på å bevare grønne områder og sikre tilgjengelighet. Utviklingen av boligområder som Brønshøj og Vanløse med omfattende grønne områder og fokus på fellesskapsfølelse, banet vei for en bystruktur som balanserte utbygging med livskvalitet (Møller, 2022).

Fra 1970-tallet og utover begynte en bevegelse mot bevaring av Københavns historiske bykjerne, samtidig som det ble introdusert nye utviklinger (Møller, 2022). Denne perioden markerte en bevissthet om verdien av den eksisterende bystrukturen og nødvendigheten av å integrere ny utvikling på en måte som respekterte og bevarte byens karakter. Gjennom politikker som fremmet rehabilitering fremfor riving, ble kompaktheten i byen styrket ved at nye prosjekter ble nøye tilpasset i den eksisterende urbane veven (Møller, 2022).

I de senere år har fokus skiftet mot bærekraftig utvikling, med mål om å gjøre København karbonnøytral innen 2025. Dette har inkludert tiltak som fremmer kompakt byutvikling, for eksempel ved å styrke sykkelinfrastrukturen og forbedre offentlig transport, som begge bidrar til å redusere avhengigheten av bilbruk og fremme en mer kompakt og tilgjengelig bystruktur (Møller, 2022). Ved å integrere grønne områder og fremme en blanding av bolig, handel og fritidsaktiviteter innen gangavstand, har København utviklet seg til en by som verdsetter kompakthet og multifunksjonalitet (Møller, 2022).

Disse strategiene og ideologiene har samlet bidratt til Københavns utvikling som en kompakt by, hvor bevaring av historisk arkitektur, integrering av ny utvikling og et sterkt fokus på bærekraft og tilgjengelighet står sentralt. Gjennom en balansert tilnærming til byutvikling har København

klart å tilpasse seg moderne behov samtidig som byen beholder sin unike karakter og menneskelige skala (Møller, 2022).

København overvannshåndtering under moderne byutvikling (1950 til nå)

Overvannshåndteringen har gjennomgått betydelige endringer fra det 20. århundre og frem til i dag, med utfordringer knyttet til urbanisering, klimaendringer og behovet for bærekraftige løsninger (Møller, 2022; København kommune, 2018). Fra å fokusere på tekniske og ingeniørbaserte løsninger for å håndtere overflatevann, har det skjedd en ideologisk endring mot integrerte og bærekraftige strategier.

I begynnelsen av det 20. århundre var hovedfokus på å utvikle en infrastruktur som kunne fjerne overvann raskt fra urbane områder (Lindegaard, 2006). Dette endret seg gradvis da man anerkjente begrensningene og de negative konsekvensene disse systemene hadde på miljøet og samfunnet. I løpet av 1970-tallet begynte en bevegelse mot å inkludere miljøhensyn i planleggingen, med et skifte mot å bruke grønn infrastruktur som overvannshåndtering av nedbør, som både kunne redusere overflateavrenning og fremme naturlig infiltrering av vann i jorden (Møller, 2022; København kommune, 2018).

Innføringen av byøkologiske prosjekter i Københavns kommune, slik som Københavns Spildevandsplan (2018), illustrerer denne overgangen. Planen legger vekt på bærekraft og oppfordrer til lokale prosjekter med byøkologi, og inkluderer tiltak som økologiske avløpsanlegg og renseanlegg for regnvann, med mål om å gjøre København til en bærekraftig storby. Dette markerte en betydelig endring fra de tidligere mer sentraliserte og teknisk orienterte løsningene til en mer desentralisert og økologisk tilnærming, som setter søkelys på å håndtere vann på en måte som er mer i harmoni med naturen og støtter bærekraftig urban utvikling.

Disse endringene i overvannshåndtering reflekterer en bredere forståelse av de komplekse samspillene mellom urban utvikling, miljøhensyn og samfunnsmessige behov. Ved å innpasse tekniske løsninger med økologiske og bærekraftige tilnærminger, viser København veien mot en mer fleksibel, robust og fremtidssikker overvannshåndtering som kan tilpasse seg skiftende miljømessige og klimatiske forhold (København kommune, 2018).

4.2 Historisk komparativ analyse mellom Oslo, Stockholm og København

Denne delen av masteroppgaven bruker en komparativ historisk analyse for å undersøke overvannshåndtering i tre skandinaviske hovedsteder: København, Stockholm og Oslo. Målet er å utforske og sammenligne hvordan disse byene har respondert på og utviklet seg gjennom ulike historiske perioder. De tre periodene som vil bli analysert, er:

1. Overvannshåndtering i Skandinavia under middelalderen til 1800.
2. Overvannshåndtering under industriell vekst og urban ekspansjon i Skandinavias hovedsteder (1800-1950).
3. Overvannshåndtering i Skandinavias hovedsteder: Moderne tilnærminger (1950 til nå).

Formålet med denne komparative historiske analysen er å belyse hvordan historiske hendelser og beslutninger har formet dagens kompakte bylandskap og hvordan overvannshåndteringen har fulgt denne utviklingen.

Overvannshåndtering i Skandinavias hovedsteder under middelalderen til 1800

Historien til København, Stockholm og Oslo har både likheter og ulikheter i tilnærminger til håndtering av overvann. I middelalderen benyttet København, Oslo og Stockholm seg av naturlige vannveier, samt menneskeskapte grøfter og åpne bekker som grunnleggende tiltak for å håndtere overvann (Johansen, 2001; Wedin & Björlund, 2002; Lindegaard, 2006). Disse løsningene var tilstrekkelige for deres tids relativt små bysamfunn, men etter hvert som byene vokste, økte behovet for mer omfattende og teknisk avanserte systemer.

København tok initiativet til å konstruere brosteinsbelagte gater med sidestilte avrenningskanaler allerede under renessansen (Lindegaard, 2006). Disse kanalene var designet for å lede overvannet bort fra byens sentrale og mest befolkede deler. Stockholm, derimot, implementerte steinrør og dreneringsgrøfter mot slutten av middelalderen, en praksis som ble videreutviklet i sammenheng med byplanleggingen på 1500-tallet (Wedin & Björlund, 2002). Dette var en del av en større byplanleggingsstrategi som også omfattet reguleringer og retningslinjer for konstruksjon av bygninger og infrastruktur (Wedin & Björlund, 2002). Dette reflekterte en integrert tilnærming til overvannshåndtering, der fysisk planlegging og infrastrukturutvikling gikk hånd i hånd.

Oslo, på den andre siden, hadde en mer primitiv tilnærming til overvannshåndtering på grunn av mindre planlegging og penger i middelalderen (Johansen, 2001). Det var først på 1800-tallet, som respons på urban ekspansjon og forverrede sanitære forhold, at det ble et mer påtrengende behov for effektive systemer (Johansen, 2001). Det kan ses at København og Stockholm tidligere tok i bruk integrerte tilnærminger til byplanlegging og overvannshåndtering, mens Oslo hadde en mer fragmentert tilnærming som utviklet seg tregere over tid.

Overvannshåndtering under industriell vekst og urban ekspansjon i Skandinavias hovedsteder (1800-1950)

En komparativ historisk analyse av utviklingen av overvannshåndteringssystemene i Oslo, Stockholm og København avdekker hvordan disse byene tilpasset seg de sanitære behovene og utfordringene med overvannshåndtering som følge av urban ekspansjon og industriell vekst gjennom 1800-tallet og tidlig 1900-tall (Johansen, 2001; Wedin & Björlund, 2002; Lindegaard, 2006). Denne perioden preget byenes overvannshåndteringsinfrastruktur og folkehelse betydelig. Dette intensiverte utfordringene med å håndtere både spillvann og overvann (Johansen, 2001; Wedin & Björlund, 2002; Lindegaard, 2006).

I Oslo, København og Stockholm ble det opprinnelig utviklet kombinerte kloakksystemer som håndterte både kloakk og regnvann i samme rørsystem. Dette førte ofte til oversvømmelser og forurensning under store nedbørshendelser. I løpet av slutten av 1800-tallet og inn i 1900-tallet så alle tre byene behovet for teknologiske innovasjoner og infrastrukturforbedringer (Johansen, 2001; Wedin & Björlund, 2002; Lindegaard, 2006). Dette inkluderte separasjon av kloakksystemene og innføring av moderne renseanlegg.

Stockholm og København begynte tidligere enn Oslo å utvikle separate systemer for avløpsvann og overflatevann, noe som bidro til å redusere risikoen for forurensning under oversvømmelser. Stockholm og København tok i bruk mer avanserte kloakksystemer allerede mot slutten av 1800-tallet (Wedin & Björlund, 2002; Lindegaard, 2006). Disse forbedringene inkluderte også proaktive tiltak for å erstatte åpne bekker og grøfter med underjordiske rørledninger, noe som forbedret både

sanitære forhold og håndtering av overflatevann. Oslo, derimot, opprettholdt de kombinerte systemene lenge etter og stod overfor vedvarende utfordringer med forurensning og håndtering av overvann (Johansen, 2001). Først i 1987, nesten et århundre etter de første kloakksystemene ble introdusert, ble det etablert et moderne renseanlegg som kunne rense det meste av avfallet

Overvannshåndtering i Skandinavias hovedsteder: Moderne tilnærminger (1950 til nå)

Overvannshåndtering i Oslo, Stockholm og København har utviklet seg gjennom det 20. og 21. århundre fra tradisjonelle infrastrukturer til å omfavne mer bærekraftige og miljøvennlige løsninger (Johansen, 2001; Wedin & Björlund, 2002; Lindegaard, 2006). Denne transformasjonen reflekterer et felles skifte i forståelsen av overvann, ikke bare som en utfordring, men også som en ressurs som kan bidra til urbane miljøer hvis det håndteres riktig (Stockholm stad, 2015; Oslo Kommune, 2013; København kommune, 2018).

I begynnelsen av 1900-tallet fokuserte alle tre byene primært på grå infrastruktur, som kloakksystemer og dreneringskanaler, for å håndtere overflatevann og forhindre oversvømmelser i byområdene (Johansen, 2001; Wedin & Björlund, 2002; Lindegaard, 2006). Denne tilnærmingen var i tråd med datidens tekniske syn på vannhåndtering, som primært så på ingeniørløsninger for å fjerne vann fra urbane områder så effektivt som mulig. Etter hvert som tiden gikk og byene utviklet seg, vokste også miljøbevisstheten, og det oppstod en erkjennelse av de negative konsekvensene av et ensidig fokus på grå infrastruktur, særlig relatert til økt overvannsavrenning og miljøforurensning. Dette førte til en ideologisk endring i overvannshåndteringen, med en økende vekt på integrerte og økologisk orienterte strategier (Johansen, 2001; Wedin & Björlund, 2002; Lindegaard, 2006).

Oslo, Stockholm og København begynte å inkorporere grønn og blå infrastruktur i urbane områder. Dette inkluderte tiltak som regnbed, våtmarker og åpne vannveier for å forbedre infiltrasjon, forsinke avrenning og rense overvann naturlig før det nådde lokale vannkilder (Stockholm stad, 2015; Oslo Kommune, 2013; København kommune, 2018). Disse tiltakene har ikke bare bidratt til å redusere miljøpåvirkningen av byutvikling, men også forbedret den urbane biodiversiteten og skapt rekreasjonsområder som øker livskvaliteten for byens innbyggere.

I løpet av det 21. århundret har Oslo, Stockholm og København intensivert sine innsatser for klimatilpasning gjennom naturlige og adaptive systemer for overvannshåndtering (Stockholm stad, 2015; Oslo Kommune, 2013; København kommune, 2018). Sammenligningen viser at hver by deler en felles forståelse for behovet for å integrere bærekraftige og fleksible løsninger i overvannshåndtering. Denne evolusjonen fra grå til grønn infrastruktur, reflekterer en overordnet trend i urban planlegging der økologisk bærekraft og tilpasning til klimaendringer står sentralt i utviklingen av moderne byer (Rentachintala et al., 2022).

Dette felles skiftet, i Skandinavia, mot en mer integrert og miljøvennlig tilnærming, har ifølge Rentachintala et al. (2022) vært avgjørende for å møte utfordringene knyttet til urbanisering og klimaendringer på en måte som forbedrer både miljømessig og sosial bærekraft i byene. I motsetning til de tidligere tidsperiodene, har Oslo nå kommet til samme nivå som Stockholm og København. Byene har en mer enstemmig tilnærming til overvannshåndtering, som reflekterer felles forskning og forståelse av dagens problemstillinger. Likevel er ikke strategiene deres for å håndtere overvann helt like. For å utforske dette vil del 4.3 og 4.4 i denne masteroppgaven gå dypere inn i byenes nåværende strategier for å møte dagens og fremtidens overvann.

4.3 Kvalitativ dokumentanalyse av Oslo, Stockholm og København sine overordnede planer om overvannshåndtering

Denne delen av masteroppgaven undersøker hvordan de tre byenes nåværende strategier står opp mot hverandre. For å gjøre dette vil byenes overordnede plandokumenter som omhandler overvann bli gjennomgått. Deretter vil det bli utført en cross case-analyse som sammenligner hvilke forskjeller og likheter som finnes mellom byene. Tre hovedtemaer vil bli undersøkt for hver by: **problemstillinger, målsettinger og tiltak**. For å systematisere den kvalitative dokumentanalysen og cross case-analysen har det blitt utviklet et kodesystem (se tabell 3). Kodesystemet er utformet for å gjøre dokumentanalysen og sammenligningen i cross case-analysen så oversiktlig som mulig.

Tabell 3 Forklaring av kodesystemet i den kvalitative dokumentanalyse og cross case analyse

Bykode	Betydning	Eksempel	Beskrivelse
O	Oslo	OP2	Oslo sin problemstilling nr 2
K	København	KT8	København sitt tiltak nr 8
S	Stockholm	SM3	Stockholm sin målsetting nr 3
P	Problemstilling	OP2	Henviser til en problemstilling
M	Målsetting	SM3	Henviser til en målsetting
T	Tiltak	KT8	Henviser til et tiltak
[Nummer]	Nummerert plass	SM3	Den spesifikke nummererte instansen

OSLO: Problemstillinger, målsettinger og tiltak

Den overordnede planen Oslo har for overvann er "Strategi for overvannshåndtering i Oslo 2013-2030". Denne vil brukes som et grunnlag for å identifisere hvilke problemstillinger de fokuserer på, målsettinger de har satt for å løse problemene og tiltak for å oppnå disse målsettingene.

Oslo: Problemstillinger

I strategien sin for håndtering av overvann har Oslo identifisert følgende problemstillinger (Se tabell 3). Dette utgjør kjernen av hva de ser på som sine viktigste utfordringer, og er det målene og tiltakene er til for å løse.

Tabell 4 Oslo sin overvannsstrategi sine problemstillinger

OP1	Økte nedbørsmengder og kraftigere regnskyll: "Vi forventer at klimaendringene vil føre til mer regn og kraftigere regnskyll. Endringen har allerede begynt og vi vil sannsynligvis se enda mer av slike hendelser i fremtiden. Oslo er en tettbygd by med mye tette flater, som i kombinasjon med klimaendringene vil gi mer overvann i byen. Mer overvann kan gjøre store skader på bygninger og infrastruktur og kunne utgjøre fare for liv og helse." (Oslo Kommune, 2013, s. 2)
OP2	Urban fortetting og tette flater: Oslo er en tettbygd by med mange tette flater som ikke tillater vann å infiltrere naturlig. Dette forverres av urban fortetting, som øker andelen tette flater og reduserer arealet tilgjengelig for naturlig infiltrasjon og fordrøyning av overvann (Oslo Kommune, 2013, s. 2). "fortettingen av byen øker utfordringene med å ta hånd om overvannet" (Oslo Kommune, 2013, s. 2)
OP3	Oversvømmelser og infrastrukturenskader: "Mer overvann kan gjøre store skader på bygninger og infrastruktur og kunne utgjøre fare for liv og helse." (Oslo Kommune, 2013, s. 2)
OP4	Gamle avløpsrør: "I tidligere tider bygget vi avløpsrør som var ment å ta hånd om både kloakk og regnvann. Etter datidens målestokk ble disse rørene bygget store, men nå når det regner stadig mer og kraftigere er de ikke lenger store nok til å takle vannmengdene. Resultatet blir at kloakk blandet med regn, smeltevann og lignende slippes ut i, og forurenser elvene, bekkene og fjorden når rørene blir fulle." (Oslo Kommune, 2013, s. 2)
OP5	Forurensing på grunn av overvannshåndteringproblemer (Oslo Kommune, 2013, s. 2)

Oslo: Målsettinger

Gjennomgangen av strategidokumentet for overvannshåndtering i Oslo 2013–2030 avdekker målsettinger som strategien setter. I tabell 4 vises målsettinger som har blitt identifisert:

Tabell 5 Oslo sin overvannsstrategi sine målsettinger

OM1	Å møte klimautfordringene og minimere skader og ulemper (Oslo Kommune, 2013, s. 5).
OM2	Å ivareta miljøet og sikre god økologisk og kjemisk tilstand i vannforekomstene (Oslo Kommune, 2013, s. 5).
OM3	Å begrense forurensning fra overvann (Oslo Kommune, 2013, s. 5).
OM4	Å åpne flest mulig bekker (Oslo Kommune, 2013, s. 5).
OM5	Å bruke overvann som en ressurs i bylandskapet (Oslo Kommune, 2013, s. 5).
OM6	Å integrere overvannshåndtering som en naturlig del av tidlig planlegging i nye og eksisterende bebyggelser (Oslo Kommune, 2013, s. 9).
OM7	Å tørre og teste nye løsninger, og ta lærdom av disse for å sikre bedre løsninger i fremtiden (Oslo Kommune, 2013, s. 7).

Oslo: Tiltak

Strategien for overvannshåndtering i Oslo 2013–2030 legger fram en rekke mål og tiltak for å møte klimautfordringer, ivareta miljøet og bruke overvann som en ressurs. Det vil nå bli gått systematisk gjennom hvert av målene, og de tilhørende tiltakene som er foreslått for å oppnå disse målene, vil bli identifisert (se tabell 5-9). Deretter vil tiltakene bli videre forklart i teksten under tabellene.

Tabell 6 Tiltak til målsetting 1: Å møte klimautfordringene og minimere skader og ulemper

OT1	Kunnskap om vannets vei gjennom byen: Dette inkluderer kartlegging av flomveier og potensielle overvannsområder for å forstå og håndtere vannets bevegelse i urbane områder (Oslo Kommune, 2013, s. 5).
OT2	Identifiserte og tilrettelagte flomveier og fordrøyningsområder: Tiltaket omfatter planlegging og etablering av flomveier og områder som kan holde på overvannet for å redusere risikoen for oversvømmelser (Oslo Kommune, 2013, s. 5).
OT3	God beredskap: Strategien understreker viktigheten av beredskapsplaner for å håndtere ekstreme nedbørshendelser effektivt (Oslo Kommune, 2013, s. 7).
OT4	Infiltrering og fordrøyning av overvann: Dette inkluderer tiltak for å infiltrere overvann i bakken eller forsinke overflateavrenningen for å redusere belastningen på avløpssystemene (Oslo Kommune, 2013, s. 7).
OT5	“Oppgradere overvannshåndteringen på kommunens egne eiendommer” (Oslo Kommune, 2013, s. 11).
OT6	“Tilrettelegge, og bygge om områder og strekninger til flomveier og fordrøyningsområder” (Oslo Kommune, 2013, s. 11).

Oslo kommune har planlagt en rekke tiltak for å oppnå målet (OM1). Disse tiltakene er utformet for å styrke byens infrastruktur og forbedre overvannshåndteringen, spesielt under ekstremt regnvær. For det første bidrar tiltaket (OT1) til en bedre forståelse av hvordan overvann naturlig beveger seg gjennom Oslo. Ved å kartlegge flomveier er det mulig for kommunen å planlegge mer målrettet og etablere effektive løsninger for overvannshåndtering. Videre sikrer (OT2) utvikling av dedikerte flomveier og områder som kan absorbere eller midlertidig lagre overvann, noe som er essensielt for å redusere trykket på avløpssystemene og forhindre oversvømmelser. En annen viktig del av kommunens strategi, er god beredskap (OT3), som omfatter utvikling og vedlikehold av beredskapsplaner for ekstreme værhendelser. Dette garanterer at kommunen kan håndtere slike hendelser raskt og effektivt, noe som er avgjørende for å beskytte både infrastruktur og innbyggere.

Tiltak som (OT4) er også kritiske. Disse tiltakene, som omfatter infiltrering av overvann i bakken eller forsinkelse av overflateavrenningen, hjelper til med å minske belastningen på avløpssystemene og bidrar til en mer bærekraftig og langvarig løsning på overvannsproblemer. For å sikre at kommunens egne eiendommer ikke bidrar til overvannsproblematikken, er tiltak (OT5) satt i verk. Dette sikrer at offentlige bygninger og anlegg har tilstrekkelige systemer for å håndtere og kontrollere overvann. Til slutt styrker (OT6) byens evne til å håndtere intense regnværperioder ved å transformere eksisterende områder til infrastruktur som aktivt kan håndtere store vannmengder. Samlet sett utgjør disse tiltakene Oslo kommunes strategi for å møte klimautfordringene og minimere skader og ulemper

Tabell 7 Tiltak til målsetting 2: Ivareta miljøet og sikre god økologisk og kjemisk tilstand i vannforekomstene

OT7	Begrense forurensning fra overvann: Dette kan innebære tiltak for å rense overvannet før det når vannforekomstene, for eksempel gjennom renseanlegg eller naturlige filtreringssystemer (Oslo Kommune, 2013, s. 5).
OT8	Åpne flest mulig bekkelukkinger: Gjenåpning av bekker som har blitt lukket, for å gjenopprette naturlige vannveier og forbedre den økologiske tilstanden i området (Oslo Kommune, 2013, s. 7).

For å oppnå målet om å ivareta miljøet og sikre god økologisk og kjemisk tilstand i vannforekomstene (OM2), har Oslo kommune iverksatt tiltak som fokuserer på å håndtere og forbedre vannkvaliteten. Blant disse tiltakene er innsatsen for å begrense forurensning fra overvann sentral (OT7). Dette innebærer bruk av renseanlegg eller naturlige filtreringssystemer, som våtmarker, for å rense overvannet før det når vannforekomstene. Ved å fjerne skadelige forurensninger fra overvannet beskyttes vannkvaliteten, og vannforekomstene sikres en god økologisk og kjemisk tilstand. I tillegg arbeider kommunen med å åpne så mange bekkelukkinger som mulig (OT8). Gjenåpning av bekker som tidligere har vært lukket bidrar til å gjenopprette naturlige vannveier, noe som er avgjørende for å forbedre den økologiske tilstanden i disse områdene. Gjenåpnede bekker tilbyr bedre habitat for vannlevende organismer og forbedrer den naturlige vannsirkulasjonen, som er

essensiell for å opprettholde biologisk mangfold og økologisk helse. Samlet sett bidrar disse initiativene til å styrke vannmiljøets robusthet og evne til å motstå og tilpasse seg miljømessige endringer.

Tabell 8 Tiltak til målsetting 3: Bruke overvann som en ressurs i bylandskapet

OT9	“Overvann skal infiltreres, fordrøyes, og brukes lokalt der det er praktisk mulig, og at vi bruker åpne, naturlige og flerfunksjonelle fordrøyningsystemer” (Oslo Kommune, 2013, s. 7)
OT10	“Bruk av åpne, naturlige, og flerfunksjonelle fordrøyningsystemer: Eksempler kan være regnbed, våtmarker, og åpne vannkanaler som både håndterer overvann og tilfører estetiske og rekreasjonsverdier til byen.” (Oslo Kommune, 2013, s. 9)
OT11	“Gjøre åpen og flerfunksjonell overvannshåndtering til en del av kommunens egne spesifikasjoner.” (Oslo Kommune, 2013, s. 9)

Oslo kommune har satt seg målet om å bruke overvann som en ressurs i bylandskapet (OM3). For å oppnå dette har de implementert en rekke tiltak som fokuserer på innovativ og bærekraftig overvannshåndtering. Tiltak (OT9) sikter mot å infiltrere, fordrøye og bruke overvann lokalt der det er praktisk mulig. Ved å integrere åpne, naturlige og flerfunksjonelle fordrøyningsystemer, omfavner kommunen overvannet ikke bare som en utfordring, men som en verdifull ressurs. En av nøkkelkomponentene i strategien er å bruke åpne, naturlige og flerfunksjonelle fordrøyningsystemer (OT10). Dette inkluderer tiltak som regnbed, våtmarker og åpne vannkanaler, som alle bidrar til håndtering av overvann samtidig som de tilfører estetiske og rekreasjonsverdier til byen. Disse systemene er ikke bare effektive for å kontrollere vannmengdene, men de forbedrer også bylandskapet og øker livskvaliteten for byens innbyggere. Videre har kommunen integrert åpen og flerfunksjonell overvannshåndtering i sine egne spesifikasjoner (OT11). Dette betyr at alle nye kommunale prosjekter må inkludere løsninger for håndtering av overvann som er både estetisk tiltalende og funksjonelle. Gjennom disse tiltakene arbeider Oslo kommune for å transformere hvordan overvann oppfattes og håndteres, fra å være en mulig trussel til å bli en viktig ressurs. Dette ikke bare reduserer risikoen for oversvømmelse og forurensning, men det bidrar også til å skape grønnere og mer levende bymiljøer som kan nytes av alle innbyggere.

Tabell 9 Tiltak til målsetting 4: Å integrere overvannshåndtering som en naturlig del av tidlig planlegging i nye og eksisterende bebyggelser

OT12	Når vi bygger nytt, må vi: "Ta inn overvann i tidlig planfase og sette oss i stand til å opptre tydelig og forutsigbart." (Oslo Kommune, 2013, s. 9)
OT13	I Eksisterende bebyggelse må vi: "Undersøke hva utfordringene er i de forskjellige områdene." (Oslo Kommune, 2013, s. 9)
OT14	I eksisterende bebyggelse må vi: "Vurdere hvilke løsninger som er egnet i de forskjellige områdene og hvordan vi kan etablere dem. Eksempler kan være tilpasning av flomveier og fordrøyningsarealer, gjenåpning av lukkede elver og bekker, lokal håndtering av overvann fra tak med mer." (Oslo Kommune, 2013, s. 9)
OT15	I eksisterende bebyggelse må vi: "Planlegge, prioritere og gjennomføre forbedringstiltakene." (Oslo Kommune, 2013, s. 9)
OT16	I eksisterende bebyggelse må vi: "Undersøke hva utfordringene er i de forskjellige områdene." (Oslo Kommune, 2013, s. 9)

Oslo kommune har som mål å integrere overvannshåndtering som en naturlig del av tidlig planlegging i både nye og eksisterende bebyggelser (OM4). Dette innebærer en grundig tilnærming til hvordan overvann håndteres fra planleggingsfasen av, og sikrer bærekraftige løsninger som forebygger fremtidige problemer. For nye bebyggelser er det kritisk at overvann tas inn i betraktning allerede i tidlig planfase (OT12). Dette innebærer at når nye prosjekter planlegges, skal overvannshåndtering være en integrert del av planene, slik at man kan opptre tydelig og forutsigbart. Ved å inkludere overvannshåndtering tidlig sikres det at infrastrukturen er tilpasset å håndtere forventede vannmengder, noe som reduserer risikoen for skader og forbedrer funksjonaliteten til det urbane miljøet. For eksisterende bebyggelse er strategien flerfoldig. Først må utfordringene i de forskjellige områdene undersøkes (OT16). Dette omfatter å kartlegge hvor overvannsproblemer mest sannsynlig vil oppstå og identifisere de spesifikke behovene for hver lokasjon (OT13). Deretter må kommunen vurdere hvilke løsninger som er best egnet for disse områdene (OT14). Dette kan inkludere tilpasninger som å etablere flomveier og fordrøyningsarealer, gjenåpne tidligere lukkede elver og bekker, og lokal håndtering av overvann fra tak. Til slutt må kommunen planlegge, prioritere og gjennomføre de nødvendige forbedringstiltakene (OT15). Dette inkluderer en systematisk tilnærming til oppgradering av infrastrukturen for å sikre effektiv overvannshåndtering. Hver for-

bedring skal være godt gjennomtenkt for å maksimere effekten og sikre langvarige løsninger. Samlet sett bidrar denne strategien til at overvannshåndtering blir en integrert og naturlig del av urban utvikling i Oslo, både i nye prosjekter og i oppgraderingen av eksisterende bystrukturer. Dette er avgjørende for å skape bærekraftige urbane miljøer som kan håndtere utfordringene som følger med klimaendringer og økende nedbørsmengder.

Tabell 10 Tiltak til målsetting 5: Å tørre og teste nye løsninger, og ta lærdom av disse for å sikre bedre løsninger i fremtiden.

OT17	Teste nye løsninger: Oppfordring til å prøve ut nye overvannsløsninger og lære av disse for å forbedre fremtidige tiltak (Oslo Kommune, 2013, s. 7).
OT18	“Eventuelle tilskuddsordninger som stimulerer til åpne og flerfunksjonelle overvannsløsninger” (Oslo Kommune, 2013, s. 9). slike tilskudd skal være med på å intensivere de som vil prøve på noe nytt.
OT19	“Vurdere, og innføre metoder som stimulerer til mer bruk av åpne og flerfunksjonelle overvannsløsninger” (Oslo Kommune, 2013, s. 9).
OT20	Løsningen på overvannsutfordringene krever samarbeid på tvers av ulike sektorer og interesser i byen. Dette inkluderer både offentlige og private aktører, samt innbyggere. Oslo kommune skriver i strategien sin “Å løse utfordringene krever samarbeid på tvers av sektorer og interesser” (Oslo Kommune, 2013, s. 2).

Oslo kommune har satt seg målet om å tørre og teste nye løsninger for overvannshåndtering, og ta lærdom av disse for å sikre bedre løsninger i fremtiden (OT17). Dette målet reflekterer en innovativ og proaktiv tilnærming til urbane vannutfordringer og innebærer en rekke tiltak designet for å fremme utvikling og implementering av nye metoder. Et av hovedtiltakene i denne strategien er å oppfordre til testing av nye overvannsløsninger. Dette innebærer at både offentlige og private aktører blir oppmuntret til å eksperimentere med innovative metoder for å håndtere overvann (OT18). Gjennom å prøve ut forskjellige teknikker og løsninger kan kommunen samle verdifull innsikt og erfaring som kan anvendes for å forbedre fremtidige tiltak og infrastruktur. For å stimulere til slik innovasjon vurderer kommunen også implementeringen av tilskuddsordninger som kan støtte prosjekter som fokuserer på åpne og flerfunksjonelle overvannsløsninger (OT19). Disse tilskuddene er ment å gi økonomiske incentiver til de som ønsker å utforske nye ideer og teknologier, noe som bidrar til en bredere adopsjon av bærekraftige praksiser. I tillegg ser kommunen på metoder for å stimulere til mer bruk av disse innovative løsningene. Dette kan inkludere regulative endringer,

kampanjer for å øke bevisstheten, eller samarbeid med akademiske institusjoner for forskning og utvikling. Overvannshåndterings utfordringer krever også samarbeid på tvers av forskjellige sektorer og interesser i byen (OT20). Samarbeid mellom offentlige myndigheter, private bedrifter og lokalsamfunn er essensielt for å skape koordinerte og effektive løsninger. Ved å arbeide sammen kan ulike aktører kombinere sin ekspertise og ressurser for å takle komplekse utfordringer på en helhetlig måte. Gjennom disse tiltakene viser Oslo kommune et klart engasjement for å være ledende innen innovative overvannshåndteringspraksiser. Ved å tørre å teste nye løsninger og ta lærdom av disse, styrker kommunen sin evne til å tilpasse seg fremtidige miljøutfordringer og sikre en bærekraftig og robust byutvikling.

STOCKHOLM: Problemstillinger, målsettinger og tiltak

Den overordnede planen Stockholm har om overvann er "Stockholm dagvattenplan" (Stockholm stad, 2015). Denne vil brukes som et grunnlag for å se hvilke problemstillinger de har, hvilke målsettinger de har satt for å løse problemstillingene, og hvilke tiltak de har innført for å løse disse problemstillingene.

Stockholm: Problemstillinger

I strategien sin for håndtering av overvann har Stockholm identifisert følgende problemstillinger (se tabell 10). Dette utgjør kjernen av hva Stockholm ser på som sine viktigste utfordringer, og er det målene og tiltakene er til for å løse.

Tabell 11 Stockholm sin overvannsstrategi sine problemstillinger

SP1	Rask urbanisering og nedbygging av gjennomtrengelige overflater: Stockholm opplever en betydelig befolkningsvekst, som fører til økt urbanisering og fortetting. Dette resulterer i mer overflater som reduserer infiltrasjonskapasiteten og øker mengden av overvann (Stockholm stad, 2015, s. 6).
SP2	Klimaendringer: Forventningene om et varmere og våtere klima, med mer intensiv nedbør og hyppigere ekstremværhendelser, øker risikoen for oversvømmelser og setter eksisterende overvannssystemer under press (Stockholm stad, 2015, s. 3).
SP3	Kapasitetsutfordringer i eksisterende overvannssystemene: Byens eksisterende infrastruktur for overvannshåndtering er ikke alltid tilstrekkelig dimensjonert for å håndtere økte vannmengder som følge av urban utvikling og klimaendringer (Stockholm stad, 2015, s. 15).
SP4	Behov for klimatilpasning: Det er et økende behov for å integrere klimatilpasningstiltak i overvannshåndtering for å sikre at byens infrastruktur kan håndtere fremtidige klimascenarier og redusere risikoen for skade på eiendom og infrastruktur (Stockholm stad, 2015, s. 12).
SP5	Begrensede åpne områder for overvannshåndtering: I en tettbygd by som Stockholm er det ofte begrenset med tilgjengelig åpen plass som kan anvendes for dagvannsinfiltrasjon, fordrøyning, og annen bærekraftig håndtering av overflatevann (Stockholm stad, 2015).
SP6	Problemer med forurensing grunnet rask avrenning av overvann (Stockholm stad, 2015, s. 6).
SP7	Problem med miljøfarlige utslipp: De største miljøproblemene for Stockholms vannområder er overgjødning og miljøfarlige stoffer. En stor andel av forurensningsbelastningen på byens vannområder kommer fra innholdet av det overvann tar med seg av dette (Stockholm stad, 2015, s. 14).
SP8	Problemer med skader grunnet større mengder overvann: Ved ekstreme nedbørshendelser er ikke lokale løsninger nok. For håndtering av ekstreme overvann i nedbørssituasjoner krever at byen er designet for å tåle oversvømminger (Stockholm stad, 2015, s. 15).

Stockholm: Målsettinger

Målene som er satt i "Stockholms strategi för hållbar dagvattenhantering" er til for å løse de problemstillingene som har blitt identifisert (se tabell 10). I tabell 11 er en oversikt over målene i strategien:

Tabell 12 Stockholm sin overvannsstrategi sine målsettinger

SM1	Forbedre vannkvalitet i byens vann: Overvannshåndtering skal bidra til en forbedring av byens overflate- og grunnvannskvalitet slik at god vannstatus eller tilsvarende vannkvalitet kan oppnås i alle byens vannområder (Stockholm stad, 2015, s. 13).
SM2	Robust og klimatilpasset overvannshåndtering: Overvannshåndteringen må tilpasses endrede klimaforhold, med mer intens nedbør og økt vannstand i innsjøer, kystvann og bekker. Dette innebærer å utvikle overvannssystemer som er robuste og kan håndtere økte overvannsmengder og forhindre skader forårsaket av høyere vannstand (Stockholm stad, 2015, s. 15).
SM3	Ressurs- og verdiskaping for byen: Overvann skal sees på som en ressurs og brukes til å skape attraktive og funksjonelle elementer i bydemiljøet. Dette inkluderer integrering av åpne regnvannsløsninger i parker og grøntområder, samt bruk av regnvann til vanning av landsbytrær og planter (Stockholm stad, 2015, s. 17).
SM4	Miljømessig og kostnadseffektiv gjennomføring: For å nå målet om bærekraftig overvannshåndtering må problemstillingen vurderes i alle faser av byutviklingsprosessen, parallelt med systematisk planlegging av tiltak. Dette krever samordning og en gjennomtenkt ansvarsfordeling mellom byens administrasjoner og virksomheter (Stockholm stad, 2015, s. 18).

Stockholm: Tiltak

Med utgangspunkt i å løse utfordringer og oppnå målene som har blitt satt, har Stockholm utviklet tiltak. I denne delen vil de fire målene i tabell 11 bli gått gjennom og bli tillagt de tiltakene som hører til å løse det spesifikke målet. Det vil nå gås systematisk gjennom hvert av målene og identifisere de tilhørende tiltakene som er foreslått for å oppnå disse målene (se tabell 12-15). Deretter vil tiltakene bli videre forklart i teksten under tabellene.

Tabell 13 Tiltak til målsetting 1: Forbedret vannkvalitet i byens vann

ST1	Forebygge forurensning ved kilden, både for å håndtere vannmengder lokalt, men også for å filtrere skadelige forurensning (Stockholm stad, 2015, s. 14).
ST2	I første omgang må det gjøres tiltak ved kildene slik at overvannet ikke blir forurenset (Stockholm stad, 2015, s. 14).
ST3	Overvann renses i anlegg som samler vann fra flere kilder (Stockholm stad, 2015, s. 14).
ST4	Det kan kreves spesielle tiltak for overvann fra overflater med høye konsentrasjoner av forurensninger (Stockholm stad, 2015, s. 14).
ST5	Hvis det er en spesiell risiko for ulykker med utslipp av stoffer som er skadelige for miljøet, bør verneinnretninger installeres (Stockholm stad, 2015, s. 14).
ST6	Overvannstiltak i eksisterende miljø skal gjennomføres fortløpende og basert på en prioritering av byens vannområder (Stockholm stad, 2015, s. 14).

Stockholm by har etablert målet om å forbedre vannkvaliteten i byens vann, en oppgave som krever en rekke tiltak for å håndtere og forebygge forurensning. Tiltakene tar sikte på å adressere både overvannsmengder og forurensning ved kilden (ST1) og omfatter en omfattende strategi for å sikre vannets kvalitet. Et sentralt tiltak er å forebygge forurensning ved kilden (ST2), noe som innebærer å håndtere overvann lokalt samtidig som det filtreres for å fjerne skadelige forurensninger. Dette bidrar til å redusere mengden forurensende stoffer som når vannforekomstene. Ved å ta tak i problemene der de oppstår, reduseres behovet for omfattende og kostbare rensiltak senere i prosessen. Videre fokuserer tiltakene på at overvannet ikke skal bli forurenset fra starten av. Dette oppnås gjennom initiativer som å rense overvann i spesialiserte anlegg som samler vann fra flere kilder (ST3). Disse anleggene er designet for å effektivt fjerne forurensninger fra overvann før det slippes ut i lokale vassdrag eller lagringssystemer. Det anerkjennes også at noen områder har overflater med spesielt høye konsentrasjoner av forurensninger. For disse områdene kan det kreves spesielle

tiltak for å behandle overvannet, som for eksempel avanserte filtreringssystemer eller spesifikke renseteknikker som er tilpasset de aktuelle forurensningene (ST4). I tillegg til de tekniske løsningene understreker Stockholm by viktigheten av å installere verneinnretninger i områder der det er en spesiell risiko for miljøskadelige utslipp (ST5). Dette kan omfatte barrierer eller oppsamlingsanlegg som raskt kan håndtere eventuelle lekkasjer eller utslipp for å forhindre at skadelige stoffer når vannforekomstene. Stuttvis er det viktig med kontinuerlig gjennomføring av overvannstiltak i eksisterende miljø, basert på en prioritering av byens vannområder (ST6). Dette sikrer at de mest sårbare eller kritiske områdene mottar nødvendige oppgraderinger og forbedringer for å opprettholde og forbedre vannkvaliteten. Gjennom disse tiltakene arbeider Stockholm by målrettet mot å forbedre vannkvaliteten i urbane områder, sikre sunnere økosystemer og beskytte vannressursene for nåværende og fremtidige generasjoner.

Tabell 14 Tiltak til målsetting 2: Robust og klimatilpasset overvannshåndtering

ST7	Maksimer andelen gjennomtrengelige flater og etterstrebe infiltrasjon: Dette kan minske mengden dagvann som må avledes og utjevne flomtopper (Stockholm stad, 2015, s. 16).
ST8	Forsink og håndter dagvann lokalt: På kvartalsmark og offentlig mark så langt det er mulig før det ledes videre fra stedet. Dette bidrar til å skape robusthet og sikkerhetsmargin i byens dagvannssystem (Stockholm stad, 2015, s. 16).
ST9	Utsette og disponere overvann lokalt på nabolagsjord og offentlig grunn så langt det er mulig før det går videre til kollektiv avledning fra stedet (Stockholm stad, 2015, s. 16).
ST10	Ved bygging av nye overvannsanlegg, og om mulig ved tiltak innenfor eksisterende anlegg, skal disse dimensjoneres og heves slik at de tilpasses forventede klimaendringer og fremtidige planlagte utvidelser (Stockholm stad, 2015, s. 16).
ST11	Ved nybygg, og så langt det er mulig ved tiltak i eksisterende miljø, skal sekundære avløpsveier identifiseres. Det skal gis plass til overvann ved å heve bygninger og infrastruktur (Stockholm stad, 2015, s. 16).

Stockholm by har satt seg målet om å utvikle en robust og klimatilpasset overvannshåndtering. Dette målet er sentralt for å takle utfordringene knyttet til klimaendringer og for å sikre en bærekraftig urban utvikling. For å nå dette målet har byen innført en rekke tiltak som sammen skal forbedre kapasiteten til å håndtere overvann på en sikker og effektiv måte.

Et av de viktigste tiltakene er å maksimere andelen gjennomtrengelige flater og etterstrebe infiltrasjon av overvann (ST7). Dette bidrar til å minske mengden dagvann som må håndteres gjennom

avledningssystemer og hjelper til med å utjevne flomtopper ved å tillate vannet å sive naturlig ned i grunnen. Gjennomtrengelige flater som grus, spesielle belegg og grønne tak er effektive metoder for å fremme infiltrasjon og redusere overflateavrenning. Stockholm har også fokus på å forsinke og håndtere dagvann lokalt på kvartalsmark og offentlig mark så langt det er mulig før det ledes videre (ST8). Ved å planlegge lokale fordrøyningstiltak som regnbed og forsinkelsesbassenger skapes det en sikkerhetsmargin som bidrar til robusthet i dagvannssystemet. I tillegg legger byen vekt på å utsette og disponere overvann lokalt på nabolagsjord og offentlig grunn (ST9). Ved å behandle og lagre overvann lokalt før det går videre til kollektive avledningssystemer reduseres belastningen på de større systemene og risikoen for oversvømmelser minimeres. Ved bygging av nye overvannsanlegg, og om mulig ved tiltak innenfor eksisterende anlegg, er det også viktig at disse dimensjoneres og heves i henhold til forventede klimaendringer og fremtidige planlagte utvidelser (ST10). Dette sikrer at infrastrukturen vil være tilstrekkelig og funksjonell også under endrede klimaforhold. For både nybygg og eksisterende miljøer er det også essensielt å identifisere sekundære avløpsveier og gi plass til overvann ved å heve bygninger og infrastruktur der det er mulig (ST11). Dette tiltaket forbereder byen på mer ekstreme værhendelser og reduserer mulige skader fra overvann. Disse tiltakene reflekterer Stockholm bys ambisjoner om å tilpasse seg klimaendringer gjennom innovativ og fremtidsrettet overvannshåndtering og bidrar til å skape et mer motstandsdyktig urbant miljø for sine innbyggere.

Tabell 15 Tiltak til mål 3: Ressurs- og verdiskapende for byen

ST12	Benytt dagvann som en ressurs: Integrasjon av åpne overvannsløsninger i parker og grøntområder, samt bruk av dagvann for vanning av trær og planter, for å skape attraktive og funksjonelle elementer i bymiljøet (Stockholm stad, 2015, s. 17).
ST13	Anvende enkle og kostnadseffektive løsninger for overvannshåndtering på eiendomsgrunn i blokker og boligfelt, samt på offentlig grunn (Stockholm stad, 2015, s. 17).
ST14	Bruk overvann til vanning av gatetrær og beplantning (Stockholm stad, 2015, s. 17).
ST15	Integrere åpne overvannsløsninger i parker og grøntområder (Stockholm stad, 2015, s. 17).
ST16	Bruk av overvann til å skape attraktive funksjoner i bymiljøet (Stockholm stad, 2015, s. 17).

Stockholm by har som mål å integrere overvannshåndtering i tidlig planlegging for både eksisterende og nye bebyggelser. Dette målet er avgjørende for å sikre bærekraftige løsninger som kan håndtere fremtidige overvannsutfordringer effektivt. For å oppnå dette har byen implementert en rekke tiltak som tar sikte på å inkludere overvannshåndtering i alle stadier av byutvikling. For nye bebyggelser er det viktig å innarbeide overvannshåndtering allerede i tidlig planfase (ST15). Dette innebærer at overvannshåndtering må være en integrert del av planene for nye prosjekter, slik at infrastrukturen er designet for å håndtere forventede vannmengder fra starten av. Dette bidrar til å redusere risikoen for skader og sikrer at nye bygg og områder er bedre rustet til å håndtere overvann på en bærekraftig måte. For eksisterende bebyggelse innebærer strategien en grundig vurdering av de nåværende utfordringene og behovene for forbedring (ST16). Dette omfatter kartlegging og analyse av eksisterende overvannsproblemer for å identifisere de mest sårbare områdene. Deretter må det utvikles spesifikke løsninger for disse områdene (ST17), som kan inkludere tiltak som oppgradering av eksisterende dreneringssystemer, etablering av nye flomveier, eller implementering av grønne tak og andre grønne infrastrukturelementer. En annen viktig komponent er å integrere overvannshåndtering i alle kommunale prosjekter og planprosesser (ST18). Dette sikrer at alle nye initiativer, fra infrastrukturprosjekter til renovering av offentlige bygg, inkluderer overvannshåndtering som en nøkkelkomponent. Ved å gjøre dette blir overvannshåndtering en naturlig del av byens utvikling og ikke bare en ettertanke. I tillegg fremmer Stockholm samarbeid på tvers av ulike sektorer og interessenter for å sikre en helhetlig tilnærming til overvannshåndtering (ST19). Dette inkluderer samarbeid med private utviklere, lokale myndigheter og samfunnsorga-

nisasjoner for å utvikle og implementere løsninger som er tilpasset lokale behov og forhold. Gjennom disse tiltakene viser Stockholm by en klar forpliktelse til å integrere overvannshåndtering i all urban utvikling, både for nye og eksisterende bebyggelser. Dette bidrar til å skape en mer robust og bærekraftig by som er bedre forberedt på å møte de utfordringene som følger med klimaendringer og økende nedbørsmengder.

Tabell 16 Tiltak til mål 4. Miljømessig og kostnadseffektiv gjennomføring

ST17	Integrer overvannshåndtering i alle stadier av byutviklingsprosessen: Dette krever samarbeid og en gjennomtenkt fordeling av ansvar mellom byens administrasjoner og selskaper (Stockholm stad, 2015, s. 19).
ST18	Kostnadseffektive løsninger: Velge løsninger som er mest kostnadseffektive, med hensyn til investering, drift og vedlikehold, uten å ofre den tiltenkte funksjonen (Stockholm stad, 2015, s. 19).
ST19	For å lette byens koordinering må ansvarsfordelingen i hver prosess være tydelig og fremme samarbeid (Stockholm stad, 2015, s. 19).
ST20	Overvannsspørsmålet må inkluderes fra de tidlige stadiene av byplanprosessen til plantillatelse og gjennomføring (Stockholm stad, 2015, s. 19).
ST21	Overvannsløsninger skal oppfylle sin tiltenkte funksjon og være effektive i et drifts- og vedlikeholdsperspektiv (Stockholm stad, 2015, s. 19).
ST22	Overvannsstrategiens mål og prinsipper skal gjenspeiles i de krav byen stiller til ulike aktører (Stockholm stad, 2015, s. 19).
ST23	Systematisk utbedringsarbeid på eksisterende offentlige steder og ved generelt VA-anlegg skal redusere forurensningsbelastningen på byens vannområder og oppnå en sikker avledning av overvannsstrømmer (Stockholm stad, 2015, s. 19).

Stockholm by har etablert målet om å sikre en miljømessig og kostnadseffektiv gjennomføring av overvannshåndtering. For å oppnå dette fokuserer byen på en integrert tilnærming til overvannshåndtering i alle stadier av byutviklingsprosessen, fra planlegging til gjennomføring. Tiltakene er utformet for å balansere kostnadseffektivitet med funksjonalitet og sikre en helhetlig og bærekraftig tilnærming til håndtering av overvann.

Et av de viktigste tiltakene er å integrere overvannshåndtering i alle stadier av byutviklingsprosessen (ST17). Dette krever tett samarbeid mellom byens administrasjoner og selskaper. En gjennomtenkt fordeling av ansvar er nødvendig for å sikre at alle parter bidrar effektivt og koordinert i planlegging og gjennomføring av overvannstiltak. Byen legger også stor vekt på å velge kostnads- effektive løsninger som balanserer investering, drift og vedlikeholdskostnader, uten å ofre den tiltenkte funksjonen til hver løsning (ST18). Dette omfatter valg av teknologier og metoder som gir best verdi over tid, samtidig som de oppfyller nødvendige miljøstandarder. For å lette byens koordinering og sikre klare prosesser, må ansvarsfordelingen være tydelig definert i hver fase av prosjektet for å fremme samarbeid og effektiv gjennomføring (ST19). Dette sikrer at alle involverte parter har en klar forståelse av sine roller og ansvar i forhold til overvannshåndtering. Overvannsspørsmålet må inkluderes fra de tidlige stadiene av byplanprosessen og følges opp gjennom alle faser, inkludert plantillatelse og den faktiske byggefasen (ST20). Dette sikrer at overvannshåndtering blir en naturlig og integrert del av alle nye utviklingsprosjekter. Videre skal overvannsløsningene designes for å oppfylle sin tiltenkte funksjon og være effektive både i et drifts- og vedlikeholdsperspektiv (ST21). Dette omfatter design som reduserer behovet for omfattende vedlikehold, samtidig som de leverer pålitelig ytelse over tid. Byens krav til ulike aktører skal reflektere overvannsstrategiens mål og prinsipper, noe som sikrer at alle involverte parter bidrar til felles mål om bærekraftig utvikling (ST22). Systematisk utbedringsarbeid på eksisterende offentlige steder og generelt VA-anlegg er også nødvendig for å redusere forurensningsbelastningen på byens vannområder og sikre en sikker avledning av overvannsstrømmer (ST23). Dette bidrar til å forbedre vannkvaliteten og redusere risikoen for oversvømmelser. Disse tiltakene sammen bidrar til å oppnå Stockholms mål om en miljømessig og kostnadseffektiv overvannshåndtering, som sikrer at byutviklingen ikke bare møter dagens behov, men også fremtidige utfordringer knyttet til klimaendringer og byvekst.

4.2.3 KØBENHAVN: Problemstillinger, målsettinger og tiltak

Den overordnede planen København har på temaet overvann er “Spildevandsplan 2018”. Denne vil brukes som et grunnlag for å se hvilke problemstillinger de fokuserer på, målsettinger de har satt for å løse problemene og tiltak for å oppnå disse planene

København: Problemstillinger

København har identifisert følgende problemstillinger med sin overvannshåndtering (tabell 12). Dette utgjør kjernen av utfordringene de har nå eller kommer til å møte.

Tabell 17 København sin overvannsstrategi sine problemstillinger

KP1	Kapasitetsmangler i vann- og avløpsystemene og renseanleggene: (København kommune, 2018, s. 5).
KP2	Byutvikling fører til økt avløpsvannsmengde: Nye boligområder betyr større mengder avløpsvann som må håndteres i det samlede spildevandssystemet, krever utvidelse av kloakknettverket (København kommune, 2018, s. 19).
KP3	Skybrudd og klimaendringer: Økt risiko for nedbør og skybrudd som følge av klimaendringer krever tiltak for håndtering av overflatevann og beskyttelse mot oversvømmelser (København kommune, 2018, s. 5).
KP4	Kloakkoverløp til vannmiljøet: Utfordringer med å redusere antallet og mengden av overvann som tar med seg kloakk til vannkilder (København kommune, 2018, s. 5).
KP5	Frakoble overvann fra felleskloakken: “Samlet sett skal regnvann kobles fra felleskloakken tilsvarende ca. halvparten av Københavns befestet område. Hvor mye regnvann må imidlertid kobles fra i de ulike områdene av byendiverse” (København kommune, 2018, s. 23).
KP6	Forurensing av miljøfarlige stoffer: knyttet til begrensning av miljøpåvirkning fra bypass, begrensning av utslipp av miljøfarlige stoffer, og fremtidige krav om ytterligere kvælstoffjerning (København kommune, 2018, s. 18).
KP7	Problemer med skader når det regner større mengder: København har undergått større flommer, som har hatt enorme kostnader, på grunn av skader på privat og offentlig eiendom. Dette skaper et behov for bedre klimatilpassing, da det forventes mer regn i fremtiden (København kommune, 2018).

København: Målsettinger

For å møte problemstillingene som byen har identifisert har København utviklet følgende mål (se tabell 17). Målene har som formål å lage spesifikke fokusområder, som forsøker å løse problemstillingene

Tabell 18 København sin overvannsstrategi sine målsettinger

KM1	Å forbedre vannmiljø og bedre badevannskvalitet: " ifølge statens vannområdeplaner er målsettingen for Københavns vassdrag, innsjøer og kystvann at de skal oppfylle krav til god økologisk tilstand og godt økologisk potensial samt god kjemisk tilstand senest i 2021" (København kommune, 2018, s. 10)
KM2	Å skybrudssikre: Skybrudssikring omhandler utvikling og implementering av infrastrukturtiltak designet for å beskytte København mot de økende truslene fra ekstreme regnhendelser. Ved å avlede regnvann bort fra det kombinerte kloakksystemet til spesielt designet skybrudssystem, reduseres risikoen for oversvømmelse og vannskader på byens infrastruktur, eiendommer og offentlige rom. Dette målet understreker viktigheten av å håndtere klimaendringer på en proaktiv måte for å sikre byens resiliens (København kommune, 2018, s. 25).
KM3	Å oppfylle fastsatte servicenivåer for kloakken og for skybrudssystemet: "Det er ikke mulig å etablere et avløpssystem som aldri blir overbelastet. Derfor fastsetter Københavns kommune servicenivåer for hvor ofte kommunen aksepterer at overbelastningen skjer. I København handler dette konkret om hvor ofte kommunen aksepterer at spillvann fra kloakken kommer opp på overflaten, og hvor høyt regnvannet kan stå i byens gater under skybrudd" (København kommune, 2018, s. 17).
KM4	Å forbedre renseanlegg som renser overvann sin kapasitet og miljøpåvirkning: Utvidelse av renseanleggenes kapasitet sikter mot å håndtere økende volumer av overvann som følge av byutvikling og befolkningsvekst (København kommune, 2018, s. 18).

København: Tiltak

Med utgangspunkt i å løse problemstillingene og oppnå målene som har blitt satt, har København utviklet tiltak (se tabell 18-21). Det vil nå gås systematisk gjennom hvert av målene og identifisere de tilhørende tiltakene som er foreslått for å oppnå disse målene (se tabell 18-21). Deretter vil tiltakene bli videre forklart i teksten under tabellene.

Tabell 19 Tiltak til mål 1: Å forbedre vannmiljø og badekvalitet

KT1	Optimering av renseanlegg: Investering i oppgradering og effektivisering av renseanlegg for å fjerne mer forurensende stoffer fra overvann (København kommune, 2018, s. 83).
KT2	Forsinke overvann: så det ikke når vannkilder eller hav, med bærekraftige løsninger. Slike tiltak er for eksempel: Skybrudsveier, forsinkelsesveier, forsinkelsesplasser og grønne veier (København kommune, 2018, s. 27).
KT3	Utbedring av kloakksystemet: Investering i oppgradering og utvidelse av kloakksystemet for å hindre overløp av kloakk i havnen under kraftig regn (København kommune, 2018, s. 5).
KT4	Implementering av naturbaserte løsninger: Etablering av grønne områder og andre naturbaserte løsninger for å håndtere overvann og redusere belastningen på den grå infrastrukturen (København kommune, 2018, s. 27).

København kommune har som mål å forbedre vannmiljøet og badekvaliteten i og rundt byen. For å nå dette målet har kommunen planlagt flere tiltak rettet mot å redusere forurensning og forbedre håndteringen av overvann. Et av de viktigste tiltakene er optimeringen av renseanlegg (KT1). Kommunen investerer i oppgradering og effektivisering av disse anleggene for å fjerne mer forurensende stoffer fra overvann før det når naturlige vannkilder eller havet. Dette vil direkte bidra til renere vannmiljøer og høyere badekvalitet. For å håndtere overvannsmengdene på en bærekraftig måte, planlegger København også tiltak for å forsinke overvann slik at det ikke når vannkilder eller havet umiddelbart (KT2). Dette inkluderer etablering av skybrudsveier, forsinkelsesveier, forsinkelsesplasser og grønne veier. Disse tiltakene er designet for å midlertidig holde på overvannet og frigjøre det gradvis, noe som reduserer risikoen for oversvømmelser og forurensning. I tillegg har kommunen fokus på å utbedre kloakksystemet ved å investere i oppgraderinger og utvidelser som kan hindre overløp av kloakk i havnen, spesielt under kraftig regn (KT3). Dette tiltaket er avgjørende for å beskytte vannkvaliteten og hindre at forurensende stoffer når badestrender og

andre rekreasjonsområder. Implementering av naturbaserte løsninger er også en sentral del av Københavns strategi. Ved å etablere grønne områder og andre naturbaserte løsninger, håndteres regnvann effektivt samtidig som belastningen på den tradisjonelle, grå infrastrukturen reduseres (KT4). Disse tiltakene bidrar ikke bare til å forbedre vannkvaliteten, men de øker også byens estetiske og rekreative verdi.

Samlet sett jobber København kommune aktivt og målrettet mot å forbedre både vannmiljøet og badekvaliteten gjennom en kombinasjon av teknologisk innovasjon og naturintegreerte tiltak. Disse innsatsene vil sørge for en mer bærekraftig og behagelig by for både innbyggere og besøkende.

Tabell 20 Tiltak til mål 2: Å skybrudssikre

KT5	Økt kapasitet i kloakksystem og avløpsrør: Investering i utvidelse og oppgradering av kloakksystemet for å håndtere økt vannmengde under skybrudd. (København kommune, 2018, s. 5).
KT6	Etablering av nye pumpestasjoner: Bygging av nye pumpestasjoner for å pumpe vann raskt og effektivt bort fra lavtliggende områder (København kommune, 2018, s. 45).
KT7	Forbedring av grå infrastruktur: Oppgradering med nye rør og ventiler for å forhindre lekkasjer og overløp (København kommune, 2018). Tunnelløsninger brukes i de områdene i byen hvor det ikke er mulig å jobbe alene med overflateløsninger.
KT8	Drenering av skybruddvann skal så langt det mulig skje på overflaten (København kommune, 2018, s. 25).
KT9	Københavns skybrudssikring bør ideelt sett bestå av (overflate)løsninger som gjør byen mer grønt og blått (København kommune, 2018, s. 25).
KT10	Skybruddsløsningene skal både beskytte byen mot skybrudd og avlaste kloakken i det daglige regn (København kommune, 2018, s. 25)
KT11	Forsinke overvann: Dette gjøres så det ikke når vannkilder eller hav. Slike tiltak er for eksempel: Skybrudsveier, forsinkelsesveier, forsinkelsesplasser og grønne veier (København kommune, 2018, s. 27)
KT12	Etablering av skybrudssikringsprosjekter i sparker, veier og plasser: bruke åpne områder som har multifunksjonelle aspekter ved seg (København kommune, 2018, s. 25)

København kommune har satt seg målet om å skybruddsikre byen, et initiativ som er kritisk gitt de økende utfordringene knyttet til klimaendringer og hyppigere skybrudd. For å oppnå dette målet har kommunen implementert en rekke tiltak som er designet for å forbedre byens evne til å håndtere store vannmengder under ekstreme værforhold.

Et av de primære tiltakene er å øke kapasiteten i kloakksystemet og avløpsrørene (KT5). Dette innebærer en investering i utvidelse og oppgradering av det eksisterende systemet for å bedre kunne håndtere økt vannmengde under skybrudd. Forsterkingen av infrastrukturen er avgjørende for å forebygge oversvømmelser og minimere skader på eiendom og offentlig infrastruktur. For å effektivt fjerne vann fra lavtliggende områder, bygger kommunen nye pumpestasjoner (KT6). Disse pumpestasjonene er designet for å pumpe vann raskt og effektivt bort, spesielt fra områder som er utsatte for oversvømmelser under skybrudd. Videre er det fokus på forbedring av den grå infrastrukturen, hvor nye rør og ventiler installeres for å forhindre lekkasjer og overløp (KT7). I tillegg benyttes tunnelløsninger i områder av byen hvor det ikke er mulig å bygge effektive overflateløsninger alene. København legger stor vekt på å håndtere skybruddsvann på overflaten så langt det er mulig (KT8). Dette inkluderer etablering av skybrudsveier, forsinkelsesveier, forsinkelsesplasser og grønne veier (KT11). Disse tiltakene bidrar ikke bare til å forsinke overvannet, men også til å gjøre byen mer grønn og blå, skape rekreasjonsområder og øke den urbane livskvaliteten. Kommunen har også initiert skybruddsikringsprosjekter i parker, på veier og plasser (KT9). Disse prosjektene benytter åpne områder til å ha multifunksjonelle aspekter, som inkluderer rekreasjon og estetikk samtidig som de håndterer overvann (KT12). Samlet bidrar disse tiltakene til å beskytte København mot effektene av skybrudd, samtidig som de daglig avlaster kloakksystemet og reduserer risikoen for vannskader (KT10). Ved å integrere disse strategiene, arbeider København proaktivt for å møte fremtidige klimautfordringer og sikre en mer motstandsdyktig urban infrastruktur.

Tabell 21 Tiltak til mål 3: Å utvikle gode serviceniveauer for kloakken og for skybrudssystemet

KT13	Fastsettelse av akseptable overløpsfrekvenser: Københavns kommune bestemmer hvor ofte det er akseptabelt at spillvann fra kloakken kommer opp på overflaten, og hvor høyt regnvannet kan stå i byens gater under skybrudd (København kommune, 2018, s. 17).
------	---

København kommune har satt seg målet om å utvikle gode servicenivåer for kloakksystemet og skybrudssystemet, et tiltak som er sentralt for å håndtere urbane vannutfordringer effektivt og sikre at byens infrastruktur kan møte kravene til moderne vannhåndtering. For å nå dette målet har kommunen innført spesifikke tiltak for å håndtere både dagligdags og ekstrem nedbør. En nøkkelstrategi er fastsettelsen av akseptable overløpsfrekvenser (KT13). Dette tiltaket innebærer at Københavns kommune bestemmer hvor ofte det er akseptabelt at spillvann fra kloakken kommer opp på overflaten, og hvor høyt regnvannet kan stå i byens gater under skybrudd. Ved å definere disse grensene, sikrer kommunen at både innbyggere og bedrifter har klare forventninger til hvordan byens vannhåndteringssystemer vil fungere under ulike værforhold. Denne tilnærmingen er avgjørende for å kunne planlegge, konstruere og vedlikeholde et kloakk- og skybrudssystem som ikke bare håndterer vannmengdene effektivt, men også opprettholder en høy grad av offentlig sikkerhet og velvære under både normale og ekstreme værforhold. Ved å sette standarder for hvor mye vann infrastrukturen skal kunne håndtere, og hvor ofte visse grenser kan overgås, kan kommunen sikre at systemene er robuste nok til å takle fremtidige klimaendringer og økende nedbørintensitet. Slike målsettinger støtter også København i dens innsats for å være en foregangsby innen bærekraftig urban utvikling, og sikrer at servicenivåene for kloakken og skybrudssystemet er tilstrekkelige for å møte innbyggernes og næringslivets behov.

Tabell 22 Tiltak til mål 4: Å forbedre renseanleggs kapasitet og miljøpåvirkning

KT14	Utvidelse av eksisterende renseanlegg: Investering i utvidelse av kapasiteten til eksisterende renseanlegg for å håndtere økt mengde kloakkvann (København kommune, 2018, s. 5).
------	--

København kommune har som mål å forbedre renseanleggenes kapasitet og redusere deres miljøpåvirkning, noe som er kritisk for å sikre bærekraftig vannbehandling og beskyttelse av miljøet. Dette målet adresserer både behovet for å håndtere økende volumer av kloakkvann effektivt og å minimere miljøbelastningen fra renseprosesser.

For å oppnå dette målet har kommunen fokusert på utvidelse av eksisterende renseanlegg (KT14). Dette tiltaket involverer investeringer i å øke kapasiteten til de eksisterende renseanleggene for å effektivt kunne behandle større mengder kloakkvann. Utvidelsen av renseanlegg er ikke bare viktig for å holde tritt med byens voksende befolkning og dens økende vannforbruk, men også for å forbedre behandlingsprosessene slik at de blir mer effektive og mindre skadelige for miljøet. Ved å utvide renseanleggenes kapasitet sikrer København at de er godt rustet til å håndtere både dagens og fremtidens utfordringer. Dette inkluderer å ha tilstrekkelig infrastruktur for å møte strengere miljøstandarder og forventninger til vannkvalitet, samtidig som man reduserer risikoen for overbelastning av systemet som kan føre til uønskede utslipp. Investering i utvidelse av renseanleggene vil ikke bare forbedre deres evne til å behandle og rense kloakkvann, men også bidra til en mer bærekraftig utvikling av byen. Ved å styrke denne delen av infrastrukturen understøtter København sin forpliktelse til miljøvern og bærekraft, og sikrer at renseanleggene kan yte maksimalt med minimal negativ påvirkning på omgivelsene.

4.3 Cross case analyse

I teksten over har de overordnede planene til hver av byene, blitt analysert systematisk innenfor tre fokusområder: problemstilling, målsetting og tiltak. I denne delen av oppgaven vil det forsøkes å sette funnene fra analysen komparativt opp mot hverandre. Samme kodesystem vil bli brukt som i den kvalitative dokumentanalysen. Først vil det bli gått gjennom problemstillinger, deretter målsettinger og til slutt tiltak. I hvert av disse avsnittene vil det bli sett på forskjeller og likheter, og diskuteres hvilke implikasjoner disse forskjellene og likhetene har. Cross case-analysen setter problemstillingene, målsettingene og tiltakene i hvert dokument innenfor en ramme som enklere kan ses opp mot hverandre, og tillater å sammenligne byenes tilnærminger på en oversiktlig og metodisk måte. Strukturen til cross case-analysen er at tabellene vises først. Deretter blir de analysert og forklart i teksten under tabellen.

Tabell 23 Cross case analyse av problemstillinger

Problemstillinger	Oslo	København	Stockholm
Utvidelse/urbanisering/fortetting/flere harde overflater	OP2	KP2	SP1
Klimaendringer	OP1	KP3	SP2
Forurensing på grunn av overvann	OP5	KP4	SP6
En gammel avløpsinfrastruktur som må fornyes	OP4	KP1	SP3
Behov for klimatilpasset byutvikling	OP1	KP7	SP4
Fokus på skybrudshendelser	OP3	KP3	SP8
Potensielle skader på infrastruktur	OP3	KP7	SP8
Problemer med miljøfarlig utslipp		KP6	SP7

Et viktig funn i tabell 23 er at byene står overfor svært lignende problemstillinger. En av de mest påtrengende utfordringene er utvidelse og urbanisering, som fører til økt fortetting og flere harde overflater. Dette forhindrer naturlig infiltrasjon av regnvann, øker overflateavrenning og legger ekstra press på den eksisterende overvannshåndteringsinfrastrukturen. Disse endringene forsterkes

ytterligere av klimaendringer, som forventes å øke hyppigheten og intensiteten av nedbørshendelser, særlig i form av skybrudd, som kan forårsake omfattende skader på urban infrastruktur. En annen felles utfordring er forurensning fra overvann. Når overvannet renner over forurensede overflater, kan det føre til forurensning av naturlige vannforekomster. Dette problemet kompliseres ytterligere av et gammelt ledningsnett som ofte er underdimensjonert for å håndtere dagens vannmengder, noe som krever betydelige investeringer i infrastrukturopgraderinger. Videre må byene forholde seg til behovet for klimatilpasset byutvikling. Med et økende fokus på skybruddshendelser, er det nødvendig med strategier som ikke bare håndterer disse ekstreme værhendelsene, men også integrerer bærekraftige løsninger som kan håndtere overvann på en måte som beskytter både mennesker og miljø.

Tabell 24 Cross case analyse av målsettinger

Målsettinger	Oslo	København	Stockholm
Mål om å forbedre vannkvalitet	OM2, OM3	KM1	SM1
Mål om å se på overvann skal ses på som en ressurs	OM5		SM3
Mål om å finne kostnadseffektive løsninger			SM4
Mål om å skybrudssikre byen mot større mengder regn		KM2	SM2
Mål om å minimere skader og ulemper når flommer pågår	OM1		SM2
Mål om å forske på innovative løsninger	OM7		
Mål om å forbedre badevannskvalitet i strategien		KM1	
Mål om å oppgradere renseanlegg		KM4	
Mål om å ivareta miljø og sikre vann god økologisk tilstand i vannforekomstene	OM2 , OM3	KM1	SM1
Mål om å åpne bekker, elver og lignende	OM4		
Mål om å integrere overvannshåndtering tidlig i planlegging	OM6		

I tabell 23 om målsettingene for overvannshåndtering i Oslo, Stockholm og København, observeres det at til tross for at disse byene står overfor lignende problemstillinger, har de utviklet ulike målsettinger som reflekterer deres individuelle prioriteringer og lokale forhold. Alle tre byene deler et felles mål om å ivareta miljøet og sikre god økologisk tilstand i vannforekomstene, noe som

er essensielt for å opprettholde bærekraften i urbane områder. Dette felles målet reflekterer en samlet erkjennelse av behovet for å beskytte vannressurser mot forurensning.

Spesielt i Oslo og Stockholm ser man på overvann ikke bare som en utfordring, men også som en ressurs. Dette perspektivet har ført til utvikling av strategier for å utnytte overvann på kreative måter, noe som skiller disse byene fra mer tradisjonelle tilnærminger. Stockholm har også et spesifikt fokus på kostnadseffektivitet, noe som reflekterer en strategi for å finne løsninger som gir maksimal funksjonalitet for lavest mulig kostnad.

København og Stockholm har begge satt mål om å skybruddsikre sine byer mot store regnmengder, noe som viser en erkjennelse av behovet for robust infrastruktur for å håndtere ekstreme værhen- delser. Interessant er det også at selv om noen mål ikke eksplisitt dekkes av alle byene, kan lig- nende tiltak likevel dekke området. Dette viser at selv om strategiske mål kan variere, kan praktiske tiltak fortsatt ha overlappende egenskaper som adresserer de samme grunnleggende utfordringene.

Overgangen fra å identifisere felles problemstillinger til å formulere målsettinger bringer også med seg en grad av differensiering. I utgangspunktet kan byene virke som de deler mange av de samme problemene, som urbanisering, økt nedbør og infrastrukturelle begrensninger. Men når strategiene brytes ned i konkrete mål, blir det klart at hver by tilpasser sine løsninger for å reflektere spesifikke lokale forhold og prioriteringer. Denne differensieringen gir et innblikk i hver bys unike tilnær- minger og understreker viktigheten av tilpasning i styringen av urbane miljøutfordringer. Samlet sett viser denne analysen hvordan Oslo, Stockholm og København, selv med lignende utfordringer, har utviklet distinkte målsettinger som er nøye tilpasset deres egne urbane realiteter.

Tabell 25 Cross case analyse av tiltak

Sammenligning av tiltak	Oslo	København	Stockholm
Infiltrering av overvann i bakken med gjennomtrengelige dekker	OT4, OT9	KT4, KT8	ST7
Bruk av naturbaserte løsninger som overvannshåndtering	OT10	KT4, KT9	ST8, ST12
Forbedre den kloakk og avløpsrør		KT3, KT5	
Skybrudssikre mot større nedbørshendelser		KT5, KT6, KT7, KT8, KT9	
Forbedre og etablere pumpestasjoner		KT6	
Forbedre grå infrastruktur		KT5, KT6, KT7	
Håndtere vann lokalt/åpent	OT4, OT9	KT8	ST8
Forsinke vannavrenning	OT4	KT2, KT11	ST9, ST8
Bruke overvann som en ressurs	OT9, OT10	KT9, KT12	ST12, ST14
Godt Inkludere overvann i planprosesser	OT12		ST17, ST20
Jobbe sammen på tvers av sektorer	OT20		ST19
Ta inn vann tidlig i planprosessen	OT12		ST20
Multifunksjonelle løsninger	OT10, OT11	KT10, KT12	ST15 og ST16
Kreve planlegging av overvannshåndtering i nye prosjekter	OT12		ST17
Finne kostnadseffektive løsninger			ST13, ST18, ST21
Forebygge forurensing ved kilden før det når vannforekomsten	OT7		ST1, ST2
Rense overvann i anlegg	OT7	KT14, KT1	ST3
Det skal kreves spesielle tiltak på områder med høy konsentrasjon av forurensing			ST4
verneinnretninger installeres der det er høy sjanse for forurensing			ST5
Bruke kommunale og offentlige områder til å utbedre overvannshåndtering	OT5		ST23

Forbedre og/eller utvikle overvannshåndtering i eksisterende bebyggelse og miljøer	OT13, OT14, OT15, OT16		ST6, ST11, ST15
Klimatilpasse nye overvannsanlegg for en økning i overvann.			ST10
Fastsette klare servicenivåer		KT13	
Det skal gis plass til overvann ved å heve bygninger og infrastruktur.			ST11
Bruk overvann til vanning av gatetrær og beplantning			KT14, KT12
Integrer åpne overvannsløsninger i parker og grøntområder	OT10, OT11		ST15
Koordinering og ansvarsfordelingen			ST19, ST17
Være effektive i et drifts- og vedlikeholdsperspektiv			ST21
Overvannsstrategiens mål skal gjenspeiles i de krav byen stiller til utbyggere			ST22
Forbedre kunnskapsgrunnlaget og kartlegge flomveier	OT1, OT2		
Bygge flomveier eller fordrøyningsområder	OT6	KT11	
Etablere bemanning og beredskap under ekstreme nedbørshendelser	OT3		
Åpne bekker	OT8		
Teste, gi tilskudd og lære av nye løsninger	OT17, OT18, OT19		
Modernisere, effektivisere og utvikle renseanlegg		KT1, KT14	

I møte med økende klimaendringer og urbanisering har Oslo, Stockholm og København satt i verk ulike tiltak for å håndtere utfordringene knyttet til overvannshåndtering. Selv om disse byene står overfor like urbane og klimatiske problemstillinger, har de utviklet ulike tiltak for å møte disse utfordringene. I denne tabellen utforskes og sammenlignes de tiltakene som er planlagt av hver by, og identifiserer felles tiltak som er adoptert av en, to eller alle byene. Gjennom å utforske disse tiltakene gis det innsikt i hvordan byer tilpasser seg endringer i miljøet og arbeider mot bærekraftig urban utvikling.

København er alene om å planlegge betydelige oppgraderinger av kloakk- og avløpssystemer for å kunne håndtere større vannvolum. Dette inkluderer spesialiserte løsninger for å sikre mot skybrudd og ekstreme nedbørshendelser, samt oppgradering av pumpestasjoner og avanserte renseteknikker. Tydelige servicenivåer er etablert for vannbehandling, noe som bidrar til bedre håndtering og rensing av store vannmengder.

Stockholm er unikt ved at byen alene har planlagt tiltak for overvannshåndtering som fokuserer på økonomisk effektive løsninger, med spesiell vekt på kostnadseffektivitet. De skiller seg også ut ved å ha mer omfattende tiltak for forebygging av forurensning, særlig i høyrisikoområder. I tillegg er samarbeid og ansvarsfordeling i håndteringen av overvann nøkkelfaktorer i Stockholm. Byen bruker også overvann til vanning av grøntområder, en praksis som ikke er like utbredt andre steder.

Oslo skiller seg ut ved å være den eneste som har spesifikke infrastrukturelle tiltak om å åpne bekker og gjenopprette naturlige vannveier. Videre er Oslo alene om å vektlegge implementering av innovative løsninger for overvannshåndtering. De har også etablert spesifikke beredskapstiltak for å håndtere ekstreme nedbørshendelser, noe som ikke er like utbredt i andre byer.

Alle tre byene har planlagt felles tiltak som gjennomtrengelige dekker, naturbaserte løsninger, rensing av overvann før utslipp eller gjenbruk, og forsinkelse av vannavrenning. Disse tiltakene viser hvordan byene tilpasser seg lokale forhold og miljøutfordringer gjennom en kombinasjon av tekniske og naturbaserte løsninger, samt administrative strategier.

Tabell 23 i crosscaseanalysen gir et innblikk i hvordan hovedstedene tilpasser seg og håndterer utfordringer knyttet til overvannshåndtering. Ved å sammenligne og utforske de ulike tiltakene som er planlagt i disse byene, får man et bilde av hvilke tiltak de vektlegger i møte med fremtidens klimaendringer og urbanisering. Det kan ses at fra problemstillingene til målsettinger og tiltak har byene gått fra å være identiske til å ha et bredt og ulikt spekter av målsettinger og tiltak. Denne analysen kan være med til å understreke viktigheten av kunnskapsdeling og samarbeid mellom byene. Gjennom å lære av hverandres tilnærminger til å løse byenes felles problemer kan Oslo, Stockholm og København styrke sine egne tilnærminger til håndtering av overvann, og dermed bidra til bærekraftig urban utvikling

DEL 5 – Diskusjon

Denne oppgaven har sett på følgende problemstillinger og forskningsspørsmål:

Hovedproblemstilling: Hvordan har Skandinavias kompakte hovedsteder sin overvannshåndtering utviklet seg gjennom historien og hvordan differensieres byenes strategi for fremtidens overvannshåndtering seg?

Forskingsspørsmål 1: Hvordan har hver av hovedstedene utviklet seg til å bli kompakte byer, og hvordan har overvannshåndteringen fulgt denne utviklingen?

Forskingsspørsmål 2: Hvilken overvannsstrategi har hver av hovedstedene lagt for å forholde seg til fremtidens klimaendringer?

I denne delen av oppgaven vil hovedfunnene fra del 4 diskuteres. Først vil første del av hovedproblemstillingen og forskningsspørsmål 1 diskuteres i 5.1. Deretter vil det i 5.2 diskuteres hovedfunn fra andre del av hovedproblemstillingen og forskningsspørsmål 2. I 5.3 vil alternative metoder som kunne blitt brukt og utfordringer som har oppstått i løpet av forskningsforløpet diskuteres. Til slutt i 5.4 vil forslag til videre forskning diskuteres.

5.1 Fra historisk ulikhet til moderne likhet - et grunnlag for samarbeid

I tidligere perioder var det markante forskjeller i evne til å utarbeide overvannshåndteringsinfrastruktur mellom København, Stockholm og Oslo. Spesielt Oslo hadde mindre kapasitet til å fokusere på overvannshåndtering, hovedsakelig på grunn av dårligere økonomiske og teknologiske forutsetninger (Johansen, 2001; Wedin & Björlund, 2002; Lindegaard, 2006). Dette har endret seg i nyere tid. Nå har alle tre byene tilegnet seg en bedre og mer robust økonomisk situasjon, som gir dem bedre evner til å håndtere overvann. Tidligere hadde byene ulik økonomisk, sosial og politisk status, men nå har de mer eller mindre jevnet ut utviklingen, og står derfor overfor de samme problemstillingene med overvannshåndtering (Stockholm stad, 2015; Oslo Kommune, 2013; København kommune, 2018).

I middelalderen og frem til 1800-tallet var byene mindre, og overvannshåndteringen var for det meste basert på enkle, naturlige løsninger (Johansen, 2001; Wedin & Björlund, 2002; Lindegaard, 2006). København tok i bruk brosteinsbelagte gater med sidestilte avrenningskanaler tidlig under renessansen, noe som viser en mer proaktiv tilnærming til urban infrastruktur (Lindegaard, 2006). Disse kanalene var avanserte for sin tid og reflekterte et tidlig fokus på å kontrollere vannstrømmer i byen, skreddersydd for å håndtere både daglig bruk og periodisk oversvømmelse.

I motsetning hadde Stockholm en noe forskjellig tilnærming. Stockholm integrerte steinrør og dreneringsgrøfter som en del av sin byplanlegging allerede på 1500-tallet (Wedin & Björlund, 2002). Dette var en del av en større strategi for urban utvikling som inkluderte detaljerte reguleringer for bygging og infrastruktur. Denne integrerte og forhåndsplanlagte tilnærmingen hjalp Stockholm å håndtere overvann på en mer systematisk måte (Wedin & Björlund, 2002).

Oslo, på den annen side, hadde en mer reaktiv tilnærming til overvannshåndtering i denne perioden (Johansen, 2001). Byen startet med mindre omfattende systemer og viste mindre planlegging og forebygging. Det var først i takt med urban ekspansjon og forverrede sanitære forhold på 1800-tallet at Oslo begynte å implementere mer omfattende overvannssystemer (Johansen, 2001).

I dagens kontekst har situasjonen endret seg betydelig. Gjennom økonomisk og teknologisk fremgang har København, Stockholm og Oslo utviklet mer like strategier, basert på felles forståelse av bærekraftige kompakte byer og fremtidige klimaendringer (IPCC, 2021). En cross-case-analyse av disse byene i moderne tid avslører at de nå, i motsetning til tidligere, står overfor lignende problemstillinger, inkludert klimaendringer, urban tetthet og miljøforvaltning. Kombinasjonen av den historiske komparative analysen og cross-case-analysen viser hvordan hovedstedene historisk sett var avhengige av enkle og grå infrastrukturer, og hvordan dette har endret seg. De har i nyere tid utvidet sitt fokus til å integrere praksis som omfatter både grå, grønn og blå infrastruktur for å håndtere overvann på en best mulig og mest bærekraftig måte.

Disse likhetene i dagens problemstillinger skaper et sterkt argument for samarbeid mellom de skandinaviske hovedstedene, noe som ingen av landene fremhever som en av målsettingene eller tiltakene i deres strategier for fremtiden. Ved å dele erfaringer og løsninger kan byene sammen utvikle mer effektive og bærekraftige metoder for overvannshåndtering. En historisk analyse bringer denne utviklingen i perspektiv og understreker deres nåværende slående likhet. Et samarbeid kan hjelpe med å imøtekomme felles problemstillinger på en måte som fremmer både miljømessig bærekraft og urban livskvalitet.

Denne tilnærmingen vil være ulik tidligere tidsperioder, da hver by utviklet sine egne løsninger for overvannshåndtering. I stedet kan de nå legge sammen midler og samarbeide om å finne beste praksis for å løse sine lignende problemstillinger. Spesielt innen temaene der de har likt fokus på spesifikke tiltak, har de mye å lære fra hverandre. Dette inkluderer multifunksjonelle løsninger, bruk av overvann som en ressurs, forsinkelse av vannavrenning, lokal håndtering av vann gjennom åpne systemer, bruk av naturbaserte løsninger, og infiltrasjon av overvann i bakken med gjennomtrengelige dekker.

Slike tiltak, som planlegges i hver by ifølge strategiene, gjør det mulig å lære mye fra hverandre i prosessen med å implementere disse tiltakene. Det kan antas at de vil oppleve både suksesser og utfordringer i implementeringen av disse tiltakene. Disse suksessene og utfordringene kan være nyttige for alle å lære av, slik at de kan unngå vanlige feil og dra nytte av vellykkede tilnærminger. Dette vil bidra til at suksessfulle forsøk i én by kan gagne alle.

5.2 Skandinavias hovedsteder sin tilnærming til overvannshåndtering i fremtiden

Gjennom en integrert tilnærming der litteraturgjennomgangen kombineres med funn fra kvalitative dokumentanalyser og cross case-analyse, oppnås en grundigere forståelse av strategiene Skandinavias hovedsteder benytter for å håndtere utfordringene knyttet til overvannshåndtering. Litteraturgjennomgangen gir et grunnlag for hvilken informasjon som finnes innen temaet, mens den kvalitative dokumentanalysen og cross case-analysen gir spesifikke eksempler på hvordan forskningen innen dette temaet materialiseres i byenes overordnede planer. Denne samlede kunnskapen skal i dette avsnittet diskuteres.

Litteraturgjennomgangen peker på nødvendigheten av å tilpasse overvannshåndteringsstrategier til den økende frekvensen og intensiteten av nedbør som følge av klimaendringer. Den understreker viktigheten av å innpasse grønne og blågrønne infrastrukturelle løsninger, som grønne tak, regnhager og gjennomtrengelige overflater, som kan håndtere overvann samtidig som de forbedrer urban biodiversitet og estetikk (Rentachintala et al., 2022). Denne tilnærmingen reflekterer en overgang fra tradisjonelle grå løsninger, som fokuserer på å lede vann bort gjennom rør og dreneringer (Burns et al., 2012), til mer bærekraftige praksiser.

Den kvalitative dokumentanalysen bekrefter at strategiene til hovedstedene jobber i samme retning som litteraturgjennomgangen foreslår. Byene har, som etablert i den historisk komparative analysen, revidert sine historiske strategier, som tidligere fokuserte på grå og mindre bærekraftige infrastrukturer, til å omfavne grønne, integrerte og bærekraftige tilnærminger. Dette markerer en erkjennelse av at tidligere metoder ikke fullt ut vil være nok for å møte fremtidens utfordringer knyttet til klimaendringer.

I kapittel 2.6, "Fra grå til bærekraftige systemer", kom litteraturen frem til følgende: Skiftet fra tradisjonell grå til grønn overvannshåndtering bringer med seg både utfordringer og fordeler. Selv om innledende kostnader og oppfattet risiko knyttet til grønn infrastruktur kan virke som hindringer, argumenterer de langvarige fordelene, som økt motstandsdyktighet, bærekraft og økosystemtjenester, sterkt for en slik endring (Rentachintala et al., 2022). Dette skiftet speiler også en

bredere forståelse for nødvendigheten av at urbane miljøer i større grad reflekterer naturlige prosesser (Rentachintala et al., 2022). Ved å ta i bruk grønn infrastruktur og bærekraftige metoder, kan byer potensielt redusere de negative effektene av overvannsavrenning, forbedre livskvaliteten i urbane områder og ta skritt mot større miljømessig bærekraft.

Resultatene fra cross case-analysen av den komparative dokumentanalysen viser at problemstillingene byene står overfor speiler **problemstillingene** litteraturen løfter frem. Hovedstedene anerkjenner mange av de samme tilnæringsfokusene som litteraturen nevner, for eksempel at de vil håndtere vann åpent og lokalt, bruke overvann som en ressurs, bruke naturbaserte løsninger og mye mer. Dette viser at byenes strategier er i tråd med den nåværende forståelsen og forskningen på bærekraftig overvannshåndtering, og at de tar til seg de anbefalte metodene for å oppnå mer bærekraftige og motstandsdyktige bymiljøer. Denne innsikten understreker også viktigheten av å implementere helhetlige og integrerte løsninger som ikke bare fokuserer på tekniske aspekter, men også på å fremme økosystemtjenester og øke livskvaliteten for innbyggerne. Ved å anerkjenne og adressere de komplekse samspillende faktorene som påvirker overvannshåndtering, kan byene bedre forberede seg på de utfordringene som følger med klimaendringer og urbanisering.

Når man kommer til den delen av cross case-analysen som går inn i **målsettinger**, begynner ulikhetene å gjøre seg mer fremtredende. Det vil si at hver by ikke ser på de felles problemstillingene i samme lys. Når det gjelder overvannshåndtering, viser Stockholm, København og Oslo både felles mål og egne mål, til tross for at de står overfor nesten identiske problemstillinger. Disse tilnærmingene speiler hver bys unike prioriteringer. Til tross for disse store forskjellene har de tre byene felles overordnede målsettinger om å forbedre vannkvaliteten og mål om å ivareta miljøet og sikre god økologisk tilstand i vannforekomstene.

Tiltakene for overvannshåndtering som anvendes i Stockholm, København og Oslo reflekterer tydelig de individuelle prioriteringene og fokusområdene til hver by. Dette mangfoldet av strategier viser at til tross for likhetene i problemstillinger, finnes det utallige måter å løse og tilnærme seg disse på, og at tilpasning til hvert unikt bymiljø kan være nødvendig. En kvalitativ komparativ dokumentanalyse og cross case-analyse avslører et bredt spekter av tiltak som er markant forskjellige fra hverandre. Denne forskjellen gir også muligheter for gjensidig læring idet byene navigerer

gjennom lignende problemstillinger med ulike mål og tiltak. Ved å utveksle erfaringer om hvilke metoder som fungerer eller ikke, kan byene utvikle nye og mer effektive strategier for å møte felles problemer. Dette samarbeidet kan mulig lede til bedre og mer kostnadseffektive løsninger for overvannshåndtering, som utveksles mellom byene eller med andre byer med lignende utfordringer. Denne oppgaven kan potensielt også være til inspirasjon for andre byer, ved å tilby en oversikt over hvilke problemstillinger som finnes, hvilke målsettinger man kan bruke for å møte disse problemstillingene, og hvilke tiltak som brukes for å oppnå disse.

5.2.1 Er Skandinavias hovedsteder forberedt på klimautviklingen

Skandinavias hovedsteder har tatt betydelige skritt for å forberede seg på klimaendringene. Oslo, Stockholm og København har utviklet omfattende strategier for å bruke både tradisjonell og ny, bærekraftig infrastruktur for å håndtere fremtidige klimautfordringer (Stockholm stad, 2015; Oslo Kommune, 2013; København kommune, 2018). Selv om Oslo, Stockholm og København har gjort betydelige fremskritt i å utvikle robuste overvannshåndteringsstrategier, er det flere områder hvor disse byene fortsatt står overfor betydelige utfordringer. Disse utfordringene indikerer at selv om det er gjort fremskritt, er det fortsatt en viss usikkerhet om hvorvidt byene fullt ut er forberedt på fremtiden.

Kapasitetsproblemer: Alle tre hovedstedene rapporterer om utfordringer knyttet til kapasiteten i deres overvannssystemer (Stockholm stad, 2015; Oslo kommune, 2013; København kommune, 2018). Byene identifiserte kapasitetsutfordringer som en kritisk barriere, spesielt under ekstreme værforhold som skybrudd. Dette er et resultat av eksisterende grå infrastruktur, som opprinnelig ikke var designet for å håndtere den økende hyppigheten og intensiteten av nedbør som klimaendringene vil medføre. I den komparative dokumentanalysen og crosscase analysen kommer det frem som følgende: København peker på en direkte mangel på kapasitet som gjør at systemene blir raskt overvældet under intense regnfall. I Oslo og Stockholm er problemet med dette også tydelig, hvor den eksisterende infrastrukturen er ute av stand til å håndtere dagens, og enda mindre fremtidens, overvann.

Finansielle begrensninger: Utvidelse og modernisering av overvannssystemer krever mulig betydelige investeringer. Til tross for erkjennelsen av behovet, står enhver by overfor budsjettbe-

grensninger som kan hemme deres evne til å implementere nødvendige oppgraderinger og innovasjoner. Den økonomiske belastningen av å oppgradere infrastruktur er en vedvarende utfordring, særlig i lys av andre konkurrerende offentlige finansieringsbehov.

Klimatiske usikkerheter: En ytterligere kompliserende faktor er usikkerheten rundt fremtidige klimascenarier. Selv om klimamodeller gir en indikasjon på fremtidige tendenser, er det fortsatt en betydelig grad av usikkerhet knyttet til nøyaktigheten av disse forventningene (IPCC, 2021). Dette gjør det vanskelig for byplanleggere og politikere å fastslå nøyaktig hvilke tiltak som vil være mest effektive under foranderlige og ofte uforutsigbare værforhold.

Disse utfordringene understreker at selv om det er gjort fremskritt i forberedelsene til fremtidige klimaendringer, er det fortsatt et stykke igjen før Oslo, Stockholm og København kan anses som fullt forberedt. Det kan tenkes at det kreves en kontinuerlig vurdering og revisjon av strategier og løsninger, samt en økt satsing på innovasjon og samarbeid, både lokalt og internasjonalt. Denne erkjennelsen av felles problemstillinger og behovet for å adressere dem gjennom både tradisjonelle og innovative metoder peker på en fremtid der byene ikke bare må håndtere overvann, men en der overvannshåndtering blir en integrert del av byens utvikling. Ut fra deres formulerte problemstillinger kan man se at de ikke er tilstrekkelig forberedt ennå. Det kan samtidig ses at de har planer om å møte disse problemstillingene i fremtiden og alle har mål og tiltak for å oppnå dette. Likevel, som det nevnes i litteraturgjennomgangen, finnes det en betydelig utfordring mot å oppnå full forberedelse mot fremtidens klima. Denne utfordringen er byenes evne til å implementere disse tiltakene på en tilstrekkelig måte. Som kapittel 2.9 sier, er det flere utfordringer med implementering som kan være vanskelige å komme over. Hvorvidt Skandinavias hovedsteder klarer å komme over disse implementasjonsutfordringene er vanskelig å si nå, men dette kommer til å være essensielt for å oppnå ønskede mål.

5.2.2 Fra strategier til implementasjon – overordnede planer sin største fiende

Strategier for overvannshåndtering legger det planmessige grunnlaget for å håndtere utfordringene knyttet til overvann (Stockholm stad, 2015; Oslo kommune, 2013; København kommune, 2018). Disse planene omfatter tilnærminger som grønne tak, gjennomtrengelig belegg og forbedret vanninfrastruktur. Hensikten deres er å sikre bærekraftig urban utvikling og forbedre byenes evne til å håndtere økt nedbør på en miljøvennlig måte. Mens fremtidens overvannshåndteringsstrategier ser ut til å ha veldefinerte problemstillinger, målsettinger og tiltak som er tilpasset fremtidige behov, viser litteraturen at den virkelige utfordringen finnes i implementeringsfasen etter at de overordnede planene er utarbeidet (Wethal, 2018).

For at fremtidens overvannshåndtering skal lykkes, er det avgjørende at strategiene ikke bare er godt utformet, men at det også legges stor vekt på effektiv implementering. Dette inkluderer forbedring av samarbeidet mellom alle involverte parter, økt teknisk kapasitet i byggebransjen, og en sterkere satsing på samfunnsdeltakelse (Charlesworth, 2010; Rentachintala et al., 2022; Wethal, 2018). Uten god implementering vil selv de mest lovende overordnede planene for fremtidens overvannshåndtering risikere å forbli verdiløse.

5.3 utfordringer og begrensninger

5.3.1 utfordringer med datainnsamling

I tillegg var historiske dokumenter og bøker som kunne ha beriket den komparative historiske analysen tidkrevende å få tak i. Dette førte til at utvalget av historiske kilder var begrenset til to bøker per by: en om byens utvikling og en om dens overvannshåndtering.

Videre er det relevant å merke seg at selv om studien fokuserer på overordnede strategier, finnes det mange andre planer og dokumenter i hver by som detaljert adresserer overvannshåndtering, inkludert økonomiske overveielser, veiledninger til utbyggere og detaljerte utbyggingsplaner. Disse dokumentene går ofte dypt inn i spesifikke aspekter som kunne ha tilbudt ytterligere innsikt, men siden oppgaven opererer på et overordnet nivå, ble disse ikke inkludert. Dette kan ha påvirket sammenligningen i den grad at noen temaer eller løsninger som ikke ble behandlet i de valgte dokumentene, kan ha blitt adressert i andre dokumenter. Det betyr at mens den ene byen kanskje ikke ser ut til å fokusere på et bestemt område innen valgt dokument, kan det likevel være dekket i andre dokumenter. At kunnskap om spesifikke temaer kan ha blitt tildelt et annet dokument i kommunen kan ha ført til at visse aspekter av byenes tilnærminger ikke ble fullstendig representert eller sammenlignet på tvers av byene.

5.3.2 Tolking av planleggingsdokumenter

Jeg er halvt norsk og halvt dansk. Disse språkene har derfor ikke skapt noen problemer. Derimot er det vanskeligere for meg å forstå og oversette svensk riktig. Å navigere seg gjennom det svenske språket har vært en utfordring. Til tross for at det har blitt lagt ned en stor innsats i nøyaktig oversettelse av brukte kilder, kan språkets nyanser og spesifikke terminologi ha gått tapt i min oversettelse og forståelse.

5.3.3 Valg av dokumenter

Den kvalitative dokumentanalysen og cross case-analysen baserte seg på et sentralt dokument fra hver by. Valget av disse dokumentene ble gjort med spesifikt fokus på hvilket dokument som adresserte fremtidens overordnede overvannshåndtering i hver by. I Oslo og Stockholm var valgene lette. De hadde spesifikke dokumenter om dette. På den andre siden var det vanskeligere å

velge et dokument fra København. Det finnes dessverre ikke spesifikke plandokumenter om København som direkte adresserer overvannshåndtering i sin helhet. Overvannshåndteringen deres er spredt utover flere individuelle masterplaner for hvert av Københavns områder. Det nærmeste man kommer en overvannshåndteringsstrategi er Københavns spildevandsplan (2018). Selv om det fokuseres mye på spillvannshåndtering, inneholder planen også dypgående informasjon om hvordan de skal håndtere overvann. Denne planen ble derfor valgt som det mest relevante dokumentet for sammenligning med de andre byenes overordnede planer for overvannshåndtering.

5.3.4 Generaliserbarhet

Når man vurderer generaliserbarheten av resultatene fra denne studien, er det essensielt å anerkjenne de særlige egenskapene hos byene, Oslo, Stockholm og København. Disse byene deler mange likheter, som klimatiske forhold, økonomiske strukturer og sosiale systemer, noe som gjør dem ideelle for en komparativ case studie. Disse felles egenskapene tilrettelegger for identifisering av lignende utfordringer og strategier, og gir en solid plattform for å trekke paralleller mellom byenes overvannshåndtering. Imidlertid representerer slike likheter også en begrensning i forhold til hvor bredt funnene kan anvendes. Det kan mulig være viktig å vurdere økonomiske og politiske forskjeller. Skandinaviske byer nyter ofte godt av stabile politiske forhold og sterke økonomier, som støtter omfattende investeringer i infrastruktur og offentlige tjenester. Byer i land med mindre økonomisk kapasitet eller politisk ustabilitet kan finne det utfordrende å bruke de samme omfattende strategiene. Videre kan sosiale og kulturelle forskjeller også påvirke offentlighetens engasjement og støtte til ulike miljøtiltak, noe som er avgjørende for vellykket implementering av overvannshåndteringsstrategier. Derfor, mens denne studien gir verdifulle innsikter som kan inspirere andre byer, må enhver overføring av disse tilnærmingene skje med en grundig vurdering og tilpasning til de lokale forholdene. Dette krever ikke bare tekniske tilpasninger, men også en forståelse for og integrering av lokale sosioøkonomiske og politiske realiteter. Det anbefales at byer som ønsker å adoptere lignende strategier, først gjennomfører pilotprosjekter eller tilfellestudier for å teste tilpasningene i en lokal kontekst før de implementerer dem på bredere basis. Dette vil ikke bare forbedre sannsynligheten for suksess, men også øke muligheten for lokal aksept og støtte.

5.4 Videre forskning

For å forske videre på overvannshåndtering i de skandinaviske hovedstedene, Oslo, Stockholm og København, er det flere interessante temaer og problemstillinger jeg har identifisert i løpet av arbeidet med denne oppgaven.

Med tanke på alternative metoder for videre forskning, kunne et blandet forskningsdesign vært anvendelig. Dette kunne inkludere dybdeintervjuer med personer som er direkte engasjert i utviklingen og implementeringen av overvannshåndteringsstrategier, noe som kunne bidratt med ny original innsikt. Disse individene kunne ha tilbudt verdifulle innsikter i avvikene mellom overordnede planer og deres praktiske utførelse, og dermed gitt en dypere forståelse av planlegging versus praksis.

Det er også et behov for mer detaljerte analyser av alle tilgjengelige dokumenter relatert til overvannshåndtering i disse byene. Fremtidige studier bør ikke bare fokusere på hovedstrategidokumenter, men også fordype seg i underordnede planleggingsdokumenter, interne rapporter og annen grå litteratur som kan gi innsikt i de nyanserte aspektene av planlegging. Dette ville innebære en systematisk gjennomgang av dokumenter for å avdekke mindre åpenbare elementer av strategiene som kanskje ikke fanges opp i deres overordnede strategidokumenter.

Å utvide dybden av historisk litteraturgjennomgang kan gi en rikere og mer detaljert oversikt over utviklingen av overvannshåndteringsstrategier i Oslo, Stockholm og København. Dette kan involvere tilgang til arkivmateriale, historiske byplaner og eldre policydokumenter, som kan gi innsikt i hvordan tidligere utfordringer ble adressert og hvordan historiske praksiser har formet dagens overvannshåndteringsstrategier.

En fokusert sammenlignende analyse mellom de overordnede rammene som er skissert i strategidokumenter og den praktiske implementeringen på bakken er essensiell. Denne forskningen bør utforske avvik mellom planlagte resultater og faktiske resultater, og gi en kritisk evaluering av hvilke faktorer som bidrar til suksess i overgangen fra plan til virkelighet. Slike studier kan hjelpe til med å formulere mer realistiske og oppnåelige fremtidige planer.

DEL 6 – Konklusjon

Oppgavens hovedmål var å undersøke utviklingen av overvannshåndtering i Skandinavias hovedsteder gjennom historien, samt å sammenligne de nåværende planene for fremtidig overvannshåndtering. For å oppnå dette, fokuserte oppgaven på to hovedområder. Det første området var historisk, hvor utviklingen av overvannshåndtering i de kompakte skandinaviske hovedstedene fra middelalderen til i dag ble analysert og sammenlignet. Det andre området var fremtidsrettet, hvor byenes overordnede planer for overvannshåndtering inn i fremtiden ble analysert og sammenlignet.

Hovedfunnene fra **forskningsspørsmål 1** viser at Oslo historisk sett har hatt en betydelig annerledes tilnærming til overvannshåndtering sammenlignet med Stockholm og København, på grunn av ulike økonomiske og teknologiske forutsetninger. Tidligere hadde Oslo mindre kapasitet til å utvikle omfattende overvannssystemer, sammenlignet med København og Stockholm, som tidlig implementerte mer avanserte og integrerte løsninger. Over tid har økonomisk vekst og teknologiske fremskritt i Norge og Oslo bidratt til at disse hovedstedene nå har likere økonomisk og politisk kapasitet til å håndtere overvann. Deres tilnærming til overvannshåndtering i moderne tid er i høy grad basert på lignende forskning, med stort hensyn til klima, miljø og bærekraftig byutvikling, og IPCC sine klimaforventninger. Hovedfunnet fra første spørsmål gir det **første argumentet** for samarbeid mellom byene. Likestillingen mellom byene gjør at de opererer med likt utgangspunkt, som gjør at de i stedet for å jobbe individuelt, kan legge sin innsats sammen med lignende politiske forutsetninger og utgangspunkt.

Hovedfunnene fra **forskningsspørsmål 2** er at til tross for at byene nå står overfor nærmest identiske problemstillinger, som økt nedbør, forurensing på grunn av oversvømmelser, og urban tetthet, har de formulert svært ulike målsettinger og tiltak for å adressere disse problemstillingene. Dette funnet står bak det **andre argumentet** for at hovedstedene burde samarbeide om å finne de beste praksisene for å håndtere fremtidens overvann. Med like problemstillinger og forskjellige mål og tiltak, vil deres samlede innsikt ha et bredt spekter av utprøvde tilnærminger. Sammen gir deres like utgangspunkt, identiske problemstillinger og ulike tilnærminger til overvannshåndtering, en unik mulighet til å lære fra hverandre.

Denne forskningen bidrar til et nytt perspektiv innen byplanlegging, da det tidligere ikke har blitt forsket inngående på sammenligning av overvannshåndtering på tvers av kompakte byer i Norden. Oppgaven kartlegger både historiske og moderne praksiser innen temaet overvannshåndtering. Den tilbyr et rammeverk som kan utvides til komparative analyser over flere byer og bredere analyser med flere dokumenter. Dette rammeverket kan også inspirere planleggere og beslutningstakere fra andre byer, som arbeider med utvikling av fremtidige strategier for overvannshåndtering. Det kan potensielt hjelpe dem med å få oversikt over hvilke målsettinger og tiltak som er brukt av Skandinavias hovedsteder for å løse lignende problemstillinger deres byer selv står overfor.

Kildeliste

- Anderson, J., & Hoff, J. (2001). *Democracy and citizenship in Scandinavia*. Springer.
- Benedict, Mark & McMahon, Edward & Fund, The & Bergen, Lydia. (2006). Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities. Bibliovault OAI Repository, the University of Chicago Press. 22.
- Bibri, S. E., Krogstie, J., & Kärrholm, M. (2020). Compact city planning and development: Emerging practices and strategies for achieving the goals of sustainability. *Developments in the built environment*, 4, 100021.
- Burns, M. J., Fletcher, T. D., Walsh, C. J., Ladson, A. R., & Hatt, B. E. (2012). Hydrologic shortcomings of conventional urban stormwater management and opportunities for reform. *Landscape and urban planning*, 105(3), 230-240.
- Charlesworth, S. M. (2010). A review of the adaptation and mitigation of global climate change using sustainable drainage in cities. *Journal of Water and Climate Change*, 1(3), 165-180.
- Cook, David. (2019). Systematic and Nonsystematic Reviews: Choosing an Approach. 10.1007/978-3-030-26837-4_8.
- DMI (Danmarks meteorologiske institutt). (2024). Temaer om klima. Hentet fra: <https://www.dmi.dk/klima>
- DeBell, Kevin. (2004). U.S. EPA's Report to Congress on the Impacts and Control of Combined Sewer Overflows and Sanitary Sewer Overflows. Proceedings of the Water Environment Federation. 2004. 783-789. 10.2175/193864704784147421.
- Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., & Viklander, M. (2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more—The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban water journal*, 12(7), 525-542.
- Friman, H., & Södeström, G. (2008) Stockholm: en historia i kartor och bilder från stadens tidigaste tid till våra dagar. Stockholm: Wahlström & Widstrand.
- IPCC. (2021). IPCC Sixth Assessment Report (AR6) - Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Hentet fra <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/> (lest 21.02.24)

- Jacobson, C. R. (2011). Identification and quantification of the hydrological impacts of imperviousness in urban catchments: A review. *Journal of environmental management*, 92(6), 1438-1448.
- Johansen, T. A. (2001). Under byens gater: Oslos vann- og avløpshistorie. Oslo kommune Vann- og avløpsetaten.
- København kommune. (2018). København kommunes spildevandsplan 2018. Tilgjengelig fra: https://planer.kk.dk/media/1692/spildevandsplan_2018.pdf (lest 12.03.24)
- Lindgaard, H. (2006). Ud af røret? Planer, processer og paradokser omkring det Københavnske kloaksystem 1840-2001. Ph.D. afhandling. Institut for Produktion og Ledelse, Danmarks Tekniske Universitet.
- Lund, N. S. V., Borup, M., Madsen, H., Mark, O., Arnbjerg-Nielsen, K., & Mikkelsen, P. S. (2019). Integrated stormwater inflow control for sewers and green structures in urban landscapes. *Nature Sustainability*, 2(11), 1003-1010.
- Mahoney, J., & Rueschemeyer, D. (Eds.). (2003). *Comparative historical analysis in the social sciences*. Cambridge University Press.
- Meteorologisk Institutt. (2021). "It will become wetter." Hentet fra <https://www.met.no/en/weather-and-climate/It-will-become-wetter> (lest 02.02.24)
- Miljødirektoratet. (u.å.a). Grønn infrastruktur i arealplanlegging. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/overvakingarealplanlegging/arealplanlegging/miljohensyn-i-arealplanlegging/naturmangfold/gronninfrastruktur/> (lest 05.13.24).
- Miljødirektoratet. (u.å.b). Overvann. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/vann-hav-og-kyst/overvann/> (lest 13.05.24)
- Møller, A. (2022). København og historien. Bind 1-8(1. udg.). Gads Forlag.
- Nicholas institute. (u.å.). Stormwater management – gray infrastructure. Tilgjengelig fra: <https://nicholasinstitute.duke.edu/eslm/stormwater-management-gray-infrastructure#:~:text=Grey%20infrastructure%20for%20stormwater%20management,amount%20of%20pollutants%20entering%20waterways.> (lest 13.05.24)
- Oslo kommune. (2013). Strategi for overvannshåndtering i Oslo 2013-2030. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/1334879-1426836380/Tjenes->

- ter%20og%20tilbud/Vann%20og%20avl%C3%B8p/Skjema%20og%20veiledere/Overvann/Strategi%20for%20overvannsh%C3%A5ndtering.pdf (lest 06.04.24)
- Oslo kommune. (2023). Retningslinjer og veiledning for overvannshåndtering i Oslo kommune. Hentet fra: oslo.kommune.no
- Oslo kommune. (2024a). Overvannshåndtering. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/vann-og-avlop/arbeider-pa-vann-og-avlopsnettet/overvannshandtering/> (lest 17.03.24)
- Oslo kommune. (2024b) *Satsingsområder og prosjekter*. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/satsingsomrader-og-prosjekter/#gref> (lest 06.02. 24)
- Oslo byleksikon. (ukjent år). *Vannklosetter*. Tilgjengelig fra: <https://oslobyleksikon.no/side/Vannklosetter> (lest 29.04.24)
- Rentachintala, L. R. N. P., Reddy, M. G. M., & Mohapatra, P. K. (2022). Urban stormwater management for sustainable and resilient measures and practices: a review. *Water Science & Technology*, 85(4), 1120–1140.
- Saglie, I.-L., Hofstad, H., & Hanssen, G. S. (Red.) (2015). *Kompakt byutvikling: Muligheter og utfordringer*. Universitetsforlaget.
- SCB (Statistiska Centralbyrån). (2024). Tilgjengelig fra: <https://www.scb.se/> (lest 02.03.24)
- Shibuo, Y., & Furumai, H. (2021). Advances in Urban Stormwater Management in Japan: A Review. *Journal of Disaster Research*, 16(3), 310-320.
- SNL(Store Norske Leksikon). (2024a). *København*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/K%C3%B8benhavn> (lest 09.02.24)
- SNL(Store Norske Leksikon). (2024b). *Stockholm*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/K%C3%B8benhavn> (lest 09.02.24)
- SNL (Store Norske Leksikon). (2024c). Oslo Historie. Tilgjengelig fra: https://snl.no/Oslo_-_historie
- SNL (Store Norske Leksikon). (2023). Styrregn. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/styrregn> (lest 03.05.23)
- SMHI. (2024). Klimatologi och klimatscenarier. Hentet fra <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/framtidens-klimat>

- SSB (Statistisk sentralbyrå). (2024) Oslo kommune Befolkning. Tilgjengelig fra:
<https://www.ssb.no/kommunefakta/oslo> (lest 25.04.24)
- Stockholms stad. (2015). Dagvattenstrategi - Stockholms väg till en hållbar dagvattenhant-
ring. Tilgjengelig fra: https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/stockholms-dagvattenstrategi_webb2015-03-092.pdf (lest 13.03.24)
- Stockholmskällan. (2023, December 1). Industrialisering. Stockholms stad. <https://stockholmskallan.stockholm.se/teman/industrialisering/> (lest 05.04.24)
- Thuesen, N. P. (2010). Historien om Oslo - år for år - fra de eldste tider til i dag. Historie & kultur
- Wedin, R., & Björlund, K. (2002). Vatten i Stockholm, 750 år med vatten i en huvudstad.
- Wethal, J. B. (2018). Overvannshåndtering: Fra strategi til implementering. Hvordan håndte-
res overvann i Oslo i byggesaksbehandlingen?. Masteroppgave, NMBU - Universi-
tetet for miljø- og biovitenskap. Tilgjengelig fra: https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/bitstream/handle/11250/2583153/Wethal_Overvannsha%CC%8Andtering-FraPlanleggingTilImplementering.pdf?sequence=1 (lest 04.04.24)
- Yin, R. K. (2018). Case study research and applications: Design and methods (6th ed.). Sage Publications.



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway