



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2020 30 stp

Fakultet for realfag og teknologi

Hovedveileder: Kim H. Paus

Biveileder: Vegard Nilsen

Tretrinnsstrategien: Trinn 0 – Vurdering av overvannshåndtering i tidlig fase

Three Step Strategy: Step 0 – Assessment in Storm
Water Management in the Early Phase

Elise Lee Gjessing

Vann- og Miljøteknikk

Fakultet for realfag og teknologi

Agnes Aakre Hansen

Vann- og Miljøteknikk

Fakultet for realfag og teknologi

Forord

Denne masteroppgaven markerer avslutningen på det femårige masterstudiet vann- og miljøteknikk ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Oppgaven har et omfang på 30 studiepoeng og er skrevet ved fakultetet for realfag og teknologi.

Vi ønsker først og fremst å takke hverandre for det gode samarbeidet både gjennom prosessen med masteroppgaven og hele studieperioden. Gjennom et solid vennskap og samboerskap har vi virkelig satt pris på hverandres selskap. Våren 2020 ble det iverksatt omfattende tiltak mot COVID-19. Det påvirket store deler av hverdagen til oss alle og vi har gjennom denne absurde perioden vinklet arbeidet med masteroppgaven til å kunne gjennomføres på tryggest mulig måte. Samtidig har det vært motiverende å erfare at feltet vi studerer defineres som samfunnskritisk. Vi håper at denne oppgaven kan være til videre inspirasjon.

Videre vil vi takke vår hovedveileder Kim H. Paus som introduserte oss for problemstillinger knyttet til håndtering av overvann i tidlig fase, og har kommet med gode innspill gjennom hele prosessen. Vi har lært utrolig mye av deg. Takk til våre foreldre som har støttet oss og gitt oss troen på at vi kan bli hva vi vil. Takk til alle som har bidratt til korrekturlesning. Til slutt vil vi takke Studentsamfunnet i Ås og Collegium Alfa, og ikke minst takk til gode medstudenter gjennom fem år.

*«Kom studenter, dette er refrenget.
La Studenterånden leve lenge.
Kanskje verden er litt stri,
men når det gråner skal du si
at du har hatt en bra studentertid.»*

Ås, 13. mai 2020

Agnes Aakre Hansen

Elise Lee Gjessing

Sammendrag

Urbanisering og klimaendringer fører til økt press på aldrende avløpssystemer. Større overvannsmengder medfører økt risiko for skader på bygninger og infrastruktur. Tradisjonell håndtering av overvann endrer vannbalansen og vil kunne medføre mindre lavvannføring i bekker, senket grunnvannsnivå og setningsskader. Å legge til rette for vurdering og planlegging av systemer for overvannshåndtering i en tidlig fase av utbyggingen er viktig for å sikre at vi ikke gjentar gårsdagens feil når vi bygger nytt. To vesentlige formål er å etablere en mer naturlig vannbalanse ved bruk av infiltrasjonsløsninger og vegetasjon samt sørge for at risikoen for skader er akseptabel. Tendensen i mange byggeprosjekter er at håndteringen av overvann vurderes for sent til å ha innvirkning på den fysiske programmeringen av tomta.

Det er i urban planlegging et tydelig behov for å inkludere håndtering av overvann i tidlig fase. Analyse av 12 kommunale veiledere for overvann og 35 politisk vedtatte reguleringsplaner viser at krav og føringer som er satt i veiledere ikke ivaretas i bestemmelser når reguleringsplanen vedtas. Dette resulterer i lite tydelige føringer for overvann i videre planfaser.

I denne masteroppgaven er metoder for overvannshåndtering i tidlig fase analysert og vurdert. Nøkkelfaktorer for håndtering av overvann i tidlig fase er identifisert gjennom en litteraturstudie. Disse faktorene er brukt for å utvikle et poengsystem som baserer seg på målet om å opprettholde naturlig vannbalanse samt redusere risiko for skader. Målet med poengsystemet er å identifisere metodene med høyest poengsum, for å angi metoden som vil kunne lede til tilfredsstillende tidlig fase håndtering av overvann. Ti kriterier ble satt for å vurdere hver av metodene, bl.a. detaljeringsgrad, tidsbruk og tilgjengelig kompetanse. 14 metoder anvendt i Norge og 4 internasjonale metodikker for vurdering av naturlig vannbalanse og reduksjon av skaderisiko ble analysert. Resultatene viser først og fremst betydelige forskjeller i potensiale for optimal tidlig fase overvannshåndtering for de ulike metodene. Dette impliserer at det er svært avgjørende hvilken metode en velger å benytte seg av i tidlig fase. Resultatene viser også at det er potensiale for å benytte seg av flere metoder i kombinasjon i en tidlig fase. Elementer fra de ulike metodene ble videre satt sammen til en ny sammensatt metodikk for implementering av overvannshåndtering i tidlig fase.

Abstract

Urbanization and climate change are forcing a constraint on aging drainage systems. Larger amounts of storm water increase the risk of damage to buildings and infrastructure. In addition, the traditional management of storm water through gutters and pipes, provide an effective diversion of the normal precipitation. By managing storm water, the natural water balance will change, and therefore will inflict the amount of storm water that should have been directed to streams, by lowering the groundwater level and sediment damage. By assessing the storm water in an early phase, it's crucial to ensure a certain degree of normality of water balance. Two main purposes are establishing a more natural water balance one could implement, ex. infiltration solutions and increased vegetation, so one could minimal the risk till an acceptable level. Today, many construction projects don't properly dispose the necessary space for storm water management due to late consideration in the planning phase.

The urgency to include storm water management in the early phase for urban planning, is crucial. An analysis consisting of 12 municipals guidance documents for storm water, and 35 politically accepted zoning plans, show that the requirements and guidelines do not correspond with the zoning plans. Vague guidelines for storm water in the early phase, will also impact further phases in urban planning.

In this master's thesis, methods for storm water management in the early phase have been analyzed and evaluated. Key factors for storm water management in the early phase have been identified through a literature study. Those factors are used to develop a scoring system based on the goal of maintaining a natural water balance and reducing damage associated to storm water management. The goal of the scoring system was to identify methods with a high score, in order to identify the methods that could satisfy storm water management in the early phase. Ten criteria were assessed for each method, such as the level of detail, time management and available expertise. 14 methods used in Norway, and 4 international methodologies assessed the natural water balance and reduction of damage risk. The results show, first and foremost, a significant difference in the potential for optimal storm water management in the early phase through different methods. This implies that the cruciality is based on the election of type of method. The results show the potential related to methods in a combination in an early phase. Elements from the different methods were further assembled into a united methodology for the implementation of storm water management in the early phase.

Innholdsfortegnelse

FORORD	I
SAMMENDRAG	II
ABSTRACT	III
INNHOLDSFORTEGNELSE	IV
FIGURLISTE	VII
TABELLISTE	IX
1 INTRODUKSJON	1
1.1 PROBLEMSTILLING OG FORSKNINGSSPØRSMÅL	2
1.2 AVGRENSNING OG STRUKTUR I OPPGAVEN	3
2 BAKGRUNN	5
2.1 VANNETS KRETSLØP	5
2.2 OVERVANN	7
2.2.1 Utfordringer.....	7
2.2.1.1 Klima i endring	7
2.2.1.2 Tradisjonell overvannshåndtering	8
2.2.1.3 Konsekvenser av urbanisering.....	9
2.2.2 Løsninger	9
2.2.2.1 Overvann som ressurs.....	10
2.2.2.2 Tretrinnsstrategien	10
2.2.2.3 LOD-tiltak.....	12
2.2.3 Trinn 0.....	12
2.3 NORSK PRAKSIS	13
2.3.1 ROS analyse.....	15
2.3.2 Lover og regelverk.....	15
2.3.2.1 Nasjonalt regelverk.....	16
2.3.2.2 Lokalt regelverk	17
2.3.3 Kommunale retningslinjer	18
2.3.4 Reguleringsplaner	19
2.3.4.1 Detaljregulering	20

2.3.5	Veileder.....	21
2.4	INTERNASJONAL PRAKSIS.....	21
2.5	DATAGRUNNLAG	21
3	METODE	23
3.1	UTVALG AV KOMMUNALE DOKUMENTER MED FØRINGER KNYTTET TIL OVERVANN.....	25
3.2	INNDELING AV KATEGORIER OG INNHENTING AV METODER OG METODIKKER	26
3.2.1	Vannbalanse	27
3.2.2	Skadereduksjon.....	27
3.2.3	Innhenting av metoder og metodikker	28
3.3	METODE- OG METODIKKEVALUERING.....	28
3.3.1	Kriterier.....	30
3.3.1.1	Vurderingskriterier	30
3.3.1.2	Sammenstilling av vurderingskriterier og begrunnelse for valg av kriteria	36
4	RESULTATER OG DISKUSJON	38
4.1	VURDERING AV HVORDAN KOMMUNALE VEILEDERES KRAV IVARETAS I REGULERINGSBESTEMMELSER SOM DEL AV POLITISK VEDTATT REGULERINGSPLAN.....	38
4.1.1	Krav i veiledere	43
4.1.1.1	Utbredelse av krav i analyserte veiledere	45
4.1.2	Krav og tilleggskrav som ivaretas i reguleringsbestemmelser	46
4.1.2.1	Stavanger kommune	48
4.1.2.2	Oslo kommune	50
4.1.2.3	Ås kommune	52
4.1.2.4	Asker kommune	54
4.1.2.5	Bergen kommune	56
4.1.2.6	Lørenskog kommune	58
4.1.2.7	Trondheim kommune.....	60
4.1.2.8	Tønsberg kommune	62
4.1.2.9	Nesodden kommune	64
4.1.2.10	Tromsø kommune	66
4.1.2.11	Drammen kommune	68
4.1.2.12	Lillesand kommune	70

4.1.3	Funn av variasjon i antall krav og tilleggskrav ivaretatt i reguleringsbestemmelser lokalt og nasjonalt	72
4.1.3.1	Variasjon i krav på bakgrunn av befolkningstall	74
4.1.3.2	Variasjon i krav på bakgrunn av geografisk beliggenhet	75
4.1.3.3	Variasjon i krav på bakgrunn av kommuneøkonomi.....	77
4.1.3.4	Variasjon i krav på bakgrunn av politisk dominans.....	78
4.1.4	Evaluering av veiledere og reguleringsbestemmelser	80
4.2	METODER OG METODIKKER.....	83
4.2.1	Metode- og metodikkbeskrivelse	83
4.2.1.1	Evaluering av metoder som anvendes i Norge	84
4.2.1.2	Evaluering av metodikker som anvendes internasjonalt	105
4.2.2	Resultater/Metodeevaluering	110
4.2.2.1	Metoder som anvendes i Norge.....	110
4.2.2.2	Metodikker som anvendes internasjonalt.....	111
4.2.2.3	Forbedringspotensialer ved kriterier og evaluering	112
4.3	SAMMENSATT METODIKK	114
5	KONKLUSJON	119
5.1	Anbefalinger til videre arbeid.....	120
	REFERANSER	122
	VEDLEGG A: SAMMENLIGNING AV VEILEDERE OG REGULERINGSBESTEMMELSER... I	
	VEDLEGG B: VURDERING AV METODER ANVENDT I NORGE.....	VII
	VEDLEGG C: VURDERING AV METODIKKER SOM ANVENDES INTERNASJONALT	X
	VEDLEGG D: ANVENDBARHETEN INNEN NORSK PRAKSIS AV METODIKKER SOM ANVENDES INTERNASJONALT	XI

Figurliste

Figur 1: Vannets kretsløp (Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), 2019).....	6
Figur 2: Effekter av urbanisering og klimaendringer på avrenningen fra et område (Asker kommune, 2014).....	8
Figur 3: Tretrinnsstrategien (Paus, K.H., 2019).....	11
Figur 4: Om overvann nevnes i kommuneplandelen (Fremstad, 2020).	14
Figur 5: Overvannsstrategier som blir beskrevet i kommunedelplanen (Fremstad, 2020).	14
Figur 6: Nasjonale og kommunale regelverk.	16
Figur 7: Håndteringen av overvann i planhierarkiet.	19
Figur 8: Handlingsrom for god overvannshåndtering i utbyggingsprosjekt (Paus, K. H., 2019).	20
Figur 9: Metode for struktur av arbeid.	23
Figur 10: Flytskjema med fremstilling av delmetodene.....	25
Figur 11: Geografisk spenn av veiledere og reguleringsbestemmelser.....	26
Figur 12: Visuell fremstilling av forekomst av krav i veilederne for håndtering av overvann i tidlig fase.	46
Figur 13: Grafisk sammenstilling av «Snitt samsvar mellom krav i lokal veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser» og «Snitt krav hver enkelt lokal veileder besitter av de totalt 20 identifiserte kravene».....	73
Figur 14: Regioninndeling.	76
Figur 15: Politisk dominans fra 2011 til 2023 blant de seks kommunene med mest samsvar mellom krav i veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser.	79
Figur 16: Politisk dominans fra 2011 til 2023 blant de seks kommunene med minst samsvar mellom krav i veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser.	79
Figur 17: Reguleringsgrense med NGU-løsmassekart.	85
Figur 18: Reguleringsgrense med NEVINA kart.	87
Figur 19: Reguleringsgrense med Manuelle infiltrasjonsmålinger kart.....	89
Figur 20: Reguleringsgrense med SWMM kart.	91
Figur 21: Reguleringsgrense med MIKE SHE kart.....	92
Figur 22: Reguleringsgrense med NGU-GRANADA kart.	94
Figur 23: Reguleringsgrense med «Semi hydrologiske modeller» kart.	95
Figur 24: Reguleringsgrense med Terrengdata kart.	99
Figur 25: Reguleringsgrense med HEC-RAS kart.	100

Figur 26: Flytskjema av metodikk utarbeidet av Stokseth (Stokseth, 2019).....	102
Figur 27: Før og etter en flom ved Russian River (Graff, 2019).....	104
Figur 28: Metodikk for «Planlegging for flerkriterier for å finne og velge bærekraftige bydreneringssystemer (SuDS) i konsoliderte urbane områder» fra Bogotá, Colombia (Ariza et al., 2019).....	106
Figur 29: Metodikk for «Utvikling av egnethetskart for infiltrasjon og bærekraftige dreneringssystemer (SuDS)» (Dearden et al., 2013).....	108
Figur 30: Metodikk utarbeidet for å oppnå et prioriteringsverktøy for LOD-planlegging (Torres et al., 2018).....	109

Tabelliste

Tabell 1: Inndeling av masteroppgaven.	4
Tabell 2: Kategorisering av noen tekniske løsninger for overvannshåndtering (Ødegaard, 2014).	12
Tabell 3: Systematisert oversikt over sammenhengen mellom metoder og kategorier.....	22
Tabell 4: Oversikt over nasjonale og internasjonale metoder og metodikker.....	29
Tabell 5: Poengtabell for kriteria A.....	31
Tabell 6: Poengtabell for kriteria B.....	31
Tabell 7: Poengtabell for kriteria C.....	32
Tabell 8: Poengtabell for kriteria D.....	33
Tabell 9: Poengtabell for kriteria E.....	33
Tabell 10: Poengtabell for kriteria F.....	34
Tabell 11: Poengtabell for kriteria G.....	34
Tabell 12: Poengtabell for kriteria H.....	35
Tabell 13: Poengtabell for kriteria I.....	35
Tabell 14: Poengtabell for kriteria J.....	36
Tabell 15: Sammenstilling av vurderingskriterier og begrunnelse for valg av kriteria.....	37
Tabell 16: Snitt i samsvar mellom identifiserte krav i veiledere og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser tilhørende politisk vedtatte reguleringsplaner.	40
Tabell 17: Oversikt over krav i veiledere.....	44
Tabell 18: Forklaringstabell for Tabell 19-30.....	47
Tabell 19: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Stavanger kommune.....	49
Tabell 20: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Oslo kommune.....	51
Tabell 21: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Ås kommune.....	53
Tabell 22: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Asker kommune.....	55
Tabell 23: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Bergen kommune.....	57
Tabell 24: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Lørenskog kommune.....	59
Tabell 25: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Trondheim kommune.....	61
Tabell 26: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Tønsberg kommune.....	63
Tabell 27: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Nesodden kommune.....	65
Tabell 28: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Tromsø kommune.....	67
Tabell 29: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Drammen kommune.....	69
Tabell 30: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Lillesand kommune.....	71

Tabell 31: Befolkningstall i de 12 kommunene per. 01.01.2019 (Statistisk sentralbyrå, 2020).	75
Tabell 32: Gjennomsnittsinntekt, gjennomsnittsinntekt og gjennomsnittlig skatt i de 12 kommunene (Hotvedt, 2014).....	78
Tabell 33: Problemer og løsninger i veiledere.	83
Tabell 34: Evaluering av NGU-Løsmassekart.	85
Tabell 35: Evaluering av NEVINA.	87
Tabell 36: Evaluering av Manuelle infiltrasjonsmålinger.	89
Tabell 37: Evaluering av SWMM.	90
Tabell 38: Evaluering av MIKE SHE.....	92
Tabell 39: Evaluering av NGU-GRANADA.	93
Tabell 40: Evaluering av «Semi-hydrologiske modeller».....	95
Tabell 41: Evaluering av den avanserte formel med den rasjonale formel og vannbalanselikningen.	96
Tabell 42: Evaluering av KSS.	97
Tabell 43: Evaluering av Terrengdata.	98
Tabell 44: Evaluering av HEC-RAS.	100
Tabell 45: Evaluering av Fordrøyningsdimensjonering.	101
Tabell 46: Evaluering av «Digitalising optimisation of early phase urban stormwater planning».	103
Tabell 47: Evaluering av Rapporter og foto.....	104
Tabell 48: Evaluering av «Planlegging for flerkriterier for å finne og velge bærekraftige bydreneringssytemer (SuDS) i konsoliderte urbane områder».	107
Tabell 49: Evaluering av «Bærekraftig overvannshåndtering og grønn infrastruktur i Storbritannias byområder».	108
Tabell 50: Evaluering av «Utvikling av egnethetskart for infiltrasjon og bærekraftige dreneringssystemer (SuDS)».....	109
Tabell 51: Evaluering av «Et prioriteringsverktøy for SuDS-planlegging i store byer ved å koble en urban dreneringsmodell med blandet heltall lineær programmering».....	110
Tabell 52: Tabell over dokumentasjon som kreves ved håndtering av overvann ved innsendelse av rammesøknad eller igangsettelse.	116
Tabell 53:Forslag til metoder som kan brukes for å fylle ut den sammensatte metodikken. .	117

1 Introduksjon

Meteorologisk institutt konstaterer at konsekvensene i Norge som følge av global oppvarming omfatter bl.a. økt gjennomsnittstemperatur og mer ekstremnedbør. I tillegg øker Norges befolkning og det blir flere tette flater grunnet urbanisering (Klimatilpasning, 2016). Større og hyppigere urbane flomhendelser som følge av overvann er forventet, og dersom avrenningen ikke håndteres forsvarlig er risikoen større for at det oppstår store skader på infrastruktur, helse og miljø. Norges Offentlige Utredninger (NOU-utvalget) anslår at overvann utgjør skader for mellom 1,6 til 3,6 milliarder kroner hvert år i Norge (NOU 2015: 16, 2015). Sir Michael Pitt, tidligere adm.dir. ved planinspeksjon for Storbritannia, ble bedt av engelske myndigheter om å foreta en grundig gjennomgang av flomhendelsene i Storbritannia i 2007. Pitt påstår at ulike flomutfordringer som vil oppstå over de neste generasjoner, vil kreve en prosess som er tilpasningsdyktig mtp. økningen i intensitet og frekvens av flomhendelser. Ved å samarbeide med flere aktører om flomrisikostyring vil konsekvensene av urbane flommer og risikonivå reduseres. Dette vil gi bedre beskyttelse av den eksisterende infrastrukturen og gi bredere og bedre samfunnsengasjement (Pitt, 2007).

Håndteringen av overvann har ikke alltid hatt stort fokus som f.eks. avløp og drikkevann. I løpet av de siste årene, er det blitt svært viktig å implementere håndtering av overvann i infrastruktur- og byplanlegging. Den nasjonale interesseorganisasjonen Norsk Vann, skal bidra med rent vann samt en bærekraftig utvikling av vannbransjen ved å sikre gode rammebetingelser, kompetanseutvikling og samhandling (Norsk Vann, 2020). Norsk Vann anbefaler tretrinnsstrategien som en løsning på utfordringer knyttet til håndteringen av overvann. Tretrinnsstrategien er en strategi for håndtering av nedbørhendelser av ulik størrelse (Lindholm et al., 2008). Videre peker statlige planretningslinjer for klimatilpasning på naturbaserte overvannstiltak (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2018). For å forhindre unødvendig skade har samfunnet et stort behov for å kartlegge risikoen. Dette kan gjøres ved å identifisere hvor vannet vil gjøre skade, og deretter iverksette preventive tiltak.

Vurdering i tidlig fase, det vil si planleggingsfasen av en utbygging, innebærer å identifisere lokale utfordringer og de beste lokale løsninger knyttet til overvannshåndtering. Gjøres ikke dette i tidlig fase, vil ikke overvannet bli vurdert før i byggesaksbehandlingen (f.eks. søknad om rammetillatelse eller igangsettelse). Handlingsrommet for å avsette f.eks. areal til

infiltrasjon, fordrøyning og flomveier er ofte begrenset i byggesaksbehandlingen ettersom plassering av veier, bygg osv. allerede er satt. Det blir derfor mindre fleksibelt å implementere overvannsløsninger som er avhengig av areal.

Vurderingen av overvann i tidlig fase må gjøres på lokale og nasjonale nivåer. Det finnes ulike lokale veiledere for overvannshåndtering i tidlig fase for kommuner i Norge, men få tydelige nasjonale retningslinjer. Det eneste som finnes er rapporten fra Norsk Vann, A162 – Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering (Lindholm et al., 2008). Veilederen peker på at det er et stort behov for å opprettholde den naturlige vannbalansen samt kartlegge risiko, slik at det kan iverksettes tiltak for å forhindre unødvendig skade på miljøet og infrastrukturen.

Hensikten med denne oppgaven er å evaluere norsk planpraksis og ulike metoder og metodikker for vurdering av overvannshåndtering i Trinn 0 i tretrinnsstrategien, en modell for ulike typer overvannstiltak sammenstilt i forhold til nedbørvolum. Trinn 0 defineres som tidlig fase for overvannshåndtering. Et overordnet mål med metodene og metodikkene er at de skal være anvendelige, gjennomførbare og fleksible for en utbygger og ulike kommuner i Norge.

1.1 Problemstilling og forskningsspørsmål

Oppgavens problemstilling er følgende:

«Hvilke krav stilles til overvann i tidlig fase og hvilke metoder eksisterer for vurdering av overvann?»

Hovedfokuset i oppgaven vil være på vurderinger innenfor vannbalanse og skadereduksjon med vekt på at disse kategoriene er essensielle for utbedring og håndteringen av overvann i tidlig fase.

Oppgaven baserer seg på tre forskningsspørsmål som skal føre frem til nyttig kunnskap om overvann i tidlig fase. Følgende forskningsspørsmål skal bidra til å belyse problemstillingen:

1. Hva karakteriserer dagens krav knyttet til vurdering av overvannshåndtering i tidlig fase og hvordan ivaretas kravene som bestemmelser i reguleringsplan?

2. Hvordan kan kravene systematiseres etter kategorier som omhandler ulike mål for overvannshåndtering, og hvilke metoder og metodikker eksisterer for å utrede kategoriene i tidlig fase?
3. Hvordan kan det utarbeides en sammensatt metodikk for vurdering av overvann i tidlig fase basert på evaluering av metodene og metodikkene?

Metoder og metodikker som analyseres i denne masteroppgaven skal kunne anvendes med formål om å ivareta en naturlig vannbalanse og sørge for skadereduksjon ved håndtering av overvann i tidlig fase.

1.2 Avgrensning og struktur i oppgaven

For å vurdere overvannshåndtering i tidlig fase har masteroppgaven krevd et bredt data-grunnlag fra ulike fagfelt. På bakgrunn av dette har oppgaven relativt lav detaljeringsgrad og er holdt på et overordnet nivå f.eks. innenfor hver metode-gjennomgang.

Fokuset gjennom oppgaven har vært å belyse både utbyggers og kommunens perspektiv. Det er bare reguleringsplannivå/detaljreguleringsnivå som er vurdert. Vi har avgrenset reguleringsplaner og veiledere som er analysert til nyere veiledere og reguleringsplaner publisert etter 2010. Det er reguleringsbestemmelser som del av politisk vedtatt reguleringsplan som er analysert.

Forskjeller som fremkommer i veilederne har gjort at vi har måtte gjøre noen antakelser, og basert vår vurdering på skjønn.

Masteroppgaven er inndelt i fem hoveddeler. Disse delene presenteres i Tabell 1, og er bestående av innledning, bakgrunn, metode, resultater og diskusjon, og konklusjon. Referanser og vedlegg kommer i tillegg.

Tabell 1: Inndeling av masteroppgaven.

<i>Hoveddel</i>	<i>Kapittel</i>	<i>Kapittelbeskrivelse</i>
<i>Del 1 - Innledning</i>	1 Introduksjon	Presentasjon av oppgaven, problemstilling, forskningsspørsmål og avgrensninger.
	2.1 Vannet kretsløp	Utdypning av vannets kretsløp.
	2.2 Overvann	Overvannsutfordringer og -løsninger. Introduksjon av Trinn 0.
<i>Del 2 - Bakgrunn</i>	2.3 Norsk praksis	Beskrivelse av hvordan overvann håndteres i henhold til ulike nivåer av norsk lov og regelverk.
	2.4 Internasjonal praksis	Innblikk i internasjonal forskning.
	2.5 Datagrunnlag	Presentasjon og inndeling av metoder.
<i>Del 3 - Metode</i>	3.1 Utvalg av kommunale dokumenter med føringer knyttet til overvann	Presentasjon av kommunale dokumenter anvendt ifm. overvannshåndtering.
	3.2 Inndeling av kategorier og innhenting av metoder og metodikker	Presentasjon av kategoriene; vannbalanse og skadereduksjon, samt bakgrunn for innhenting av metoder og metodikker.
	3.3 Metode- og metodikkevaluering	Presentasjon og vurdering knyttet til ulike kriterier.
<i>Del 4 - Resultater og diskusjon</i>	4.1 Vurdering av hvordan kommunale veilederes krav ivaretas i reguleringsbestemmelsene som del av politisk vedtatt reguleringsplan	Presentasjon og diskusjon av veiledere og reguleringsplaner.
	4.2 Metoder og metodikker	Evaluering av metoder og metodikker for overvannshåndtering i tidlig fase.
	4.3 Sammensatt metodikk	Presentasjon av utarbeidet metodikk som skal kunne anvendes av evt. utbygger og kommune.
<i>Del 5 - Konklusjon</i>	5 Konklusjon	Sammenstilling av de mest sentrale funn samt anbefalinger for videre arbeid.

2 Bakgrunn

Urbane områder opplever stadig større mengder overvann. Fortettingen av flater og en økende regnintensitet vitner om et stort behov for lokal overvannshåndtering. Lokal overvannshåndtering som begrep dukker opp i norsk litteratur på 1970-tallet (Størseth, 1971), og innebar at håndtering av overvannet i urbane områder baserte seg på å lede overvannet direkte til lukkede ledningssystemer. De tradisjonelle løsningene som gikk ut på å lede overvannet direkte til lukkede ledningssystemer resulterte i økt overvannsavrenning, vannhastighet og fare for erosjon, senkning av grunnvannstanden, utslipp av overvannsforurensninger og reduksjon av det biologiske mangfoldet (Bergen kommune, 2005). Konsekvensene av ekstremvær i dag indikerer at lokal overvannshåndtering har begrenset utbredelse på tross av at konseptet har eksistert i over 50 år. Klimaendringene vil forårsake flere og kraftigere nedbørshendelser. Økt nedbør vil ofte ikke ha plass i det eksisterende ledningsnett, som videre fører til at det blir mer overvann som en ikke får ført til et utslippspunkt (Oslo Kommune, 2013b).

Ved å studere dagens håndtering av overvann i reguleringsplanfasen er målet å få en oversikt over norsk praksis, og å se internasjonalt etter nye relevante løsninger på overvannsproblematikken. Vi studerer også nærmere hvordan udefinerte fremgangsmåter og regler påvirker reguleringsplanprosessen og hvilke muligheter for forbedring og effektivisering som eksisterer her.

2.1 Vannets kretsløp

Det hydrologiske kretsløpet er sirkulasjonen av vann gjennom hav, atmosfæren og jordens overflate (Tollan, 2019). Drivkraften til kretsløpet baseres på solenergi, som iverksetter evapotranspirasjon. Evapotranspirasjon består av evaporasjonen av vann fra åpne vannflater og transpirasjon fra vegetasjon. Evapotranspirasjonen utgjør den samlede mengden vann som fordampes fra jordens overflate til atmosfæren. I atmosfæren kondenserer vannet, og faller tilbake til landområder og hav som nedbør. Denne prosessen er kontinuerlig og nødvendig for alt liv på jorden (Ødegaard, 2014).

Jordens overflate består av 75 prosent vann, og vannet magasineres i ulike former, steder og med varierende oppholdstid. Ved infiltrasjon, vil vannet sige gjennom jordoverflaten til

Det finnes flere versjoner av vannbalanselikningen. De ulike versjonene har forskjellig grad av størrelse og nøyaktighet. Fokuset i en versjon kan være at f.eks. lagring i snø og gropmagasinering er inkludert. Denne masteroppgaven fokuserer hovedsakelig på overflateavrenning og nedbør, og derfor er den ovenforliggende likningen aktuell.

2.2 Overvann

Overvann er overflateavrenningen fra enten nedbør eller smeltevann (NOU 2015: 16, 2015). Overflateavrenning beskriver nedbøren som renner av på overflaten uten å infiltrere til grunnvannsspeilet (Norsk Vann, u.å.-c).

2.2.1 utfordringer

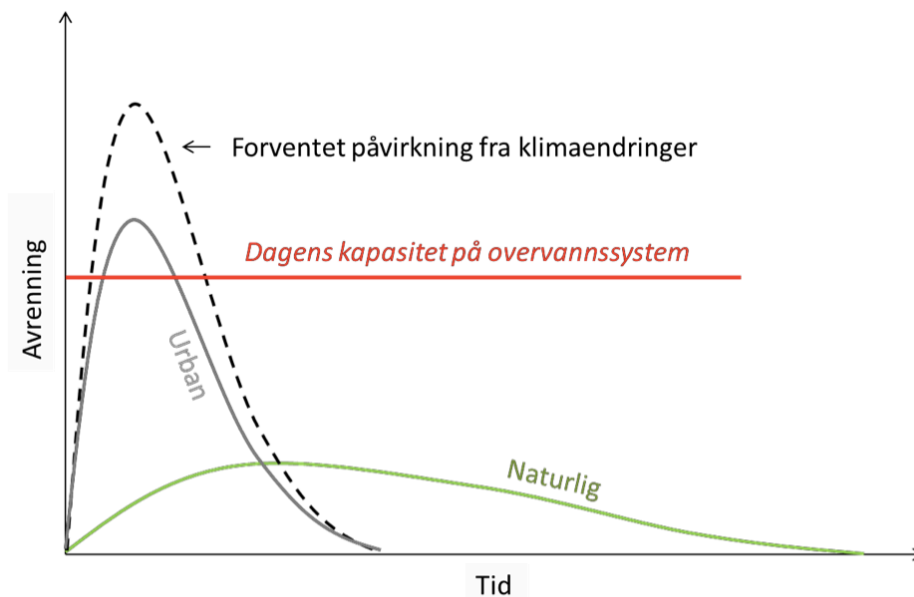
Estimert økning i ekstremnedbør som følge av et klima i endring i kombinasjon med en økt fortetningsgrad skaper utfordringer. Avløpssystemene er dimensjonert for å håndtere historisk klima og fortetningsgrad. Dersom tiltak ikke iverksettes forventes det økt avrenningsvolum og flomtopper. Dette fører videre til uønskede hendelser som oversvømmelser, flommer og skader som følge av den økte fortettingen, forventede klimaendringer og avløpssystemene som eldes (Paus, 2018).

2.2.1.1 Klima i endring

FNs klimapanelers femte hovedrapport publisert i 2013 påpeker at det er 66 prosent sannsynlig at den gjennomsnittlige globale temperaturen vil øke med 0,3 til 0,7 grader de neste 20 årene, og 2,6 til 4,8 grader innen 2100. Temperaturendringen er sett i forhold til gjennomsnittstemperaturen målt i perioden 1986 - 2005. I Norge, som ligger på høyere breddegrader, estimeres temperaturen å øke mer enn det globale gjennomsnittet. En konsekvens av økte temperaturer er ekstremnedbør i store deler av Norge og Nord-Europa (Miljødirektoratet, u.å.).

Urban avrenning defineres i denne studien som avrenning fra flater som er knyttet til utbygde områder. Naturlig avrenning defineres som avrenning generert fra naturlige flater i områder som ikke er utbygde. Figur 2 fremstiller hvordan avrenning over tid påvirker overvannssystemet for både urban og naturlig avrenning. Her fremstilles også hvordan dagens kapasitet på et overvannssystem vil overskrides ved forventet påvirkning av klimaendringer. Arealet over den

røde streken som representerer dagens kapasitet på overvannssystem, vil ikke håndteres og dermed medføre flom og oversvømmelse (Asker kommune, 2014).



Figur 2: Effekter av urbanisering og klimaendringer på avrenningen fra et område (Asker kommune, 2014).

2.2.1.2 Tradisjonell overvannshåndtering

Ved utbygging av områder følger en endring i overflate og derav infiltrasjonskapasitet. Vannet som faller på overflaten vil ta nye veier ut av et område med lav infiltrasjonskapasitet mot områder med høyere infiltrasjonskapasitet og lavpunkt i terrenget. Tradisjonell overvannshåndtering har lenge vært basert på å raskt lede avrenningen fra overflaten ned i lukkede avløpssystemer. utfordringer med den tradisjonelle overvannshåndteringen er at det krever stor kapasitet på ledningsnett, og kan ved regnhendelser større enn hva ledningsnett er dimensjonert for føre til at vannet oversvømmer kummer, går i overløpet og ender i vassdrag. Overvannet som går i ledningsnett og videre til renseanlegget fortynner avløpsvannet og vanskeliggjør prosessen med å rense avløpsvannet (NOU 2015: 16, 2015). Flere kommuner har krav til påslipp for å unngå dette.

2.2.1.3 Konsekvenser av urbanisering

Fra kapittel 2.2.1.2 fremkommer det at overvannshåndtering i urbane områder tradisjonelt sett har basert seg på å lede overvannet til lukkede ledningssystemer. Lokale overvannsløsninger som kunne bidratt til et godt urbant miljø, har ved den tradisjonelle overvannshåndteringen ført til økt mengde og intensitet av avrenning, erosjonsfare, senkning av grunnvannsstand og fjerning av vegetasjon.

«*The urban heat island effect*» er et begrep som ble utviklet da en observerte merkbart høyere temperaturer i byer enn i landsbyer. Fenomenet oppstår ved økt urbanisering og tette flater. Effekten fremkommer når en by opplever mye varmere temperaturer enn rurale områder i nærheten. Differansen i temperatur forekommer av hvor godt overflaten i hvert område absorberer og holder på varmen (NASA, 2020). Urbane områder har vanligvis flere og mørkere overflater som består av f.eks. asfalt, stål og murstein. Mørke objekter absorberer alle lysbølger fra solen og konverterer de til varme. Urbane byggematerialer er i tillegg som oftest ugjennomtrengelige. Varme og ugjennomtrengelighet av flater bidrar til en unaturlig og menneskeskapt vannbalanse.

Det ligger store kostnader knyttet til overvannsskader på landsbasis. Hvis man tar utgangspunkt i at korttidsnedbør øker med 30 prosent, ingen nye tiltak og progressiv økning i overløp, vil det gradvis være en dobling av gjennomsnittlige skadekostnader de neste 40 årene. Dermed vil nåverdien av skadekostnadene øke fra 45 til 100 milliarder NOK (NOU 2015: 16, 2015).

Flom, oversvømmelser og skader på infrastruktur er de hyppigste årsakene til at skadekostnadene er store. Dersom en ikke tar hensyn til klimaendringer og økt fortetting av flater, vil skadeomfanget øke.

2.2.2 Løsninger

For å beskrive løsninger er det tatt utgangspunkt i NOU 2015:16, «*Overvann i byer og tettsteder – som problem og ressurs*», som er utarbeidet etter den kongelige resolusjonen 11.04.2014. Regjeringen nedsatte et utvalg som skulle fremme forslag og rammebetingelser for å forebygge overvannsskader, og samtidig utnytte overvann som en ressurs. Utvalget tok hensyn til påvirkning av dagens klima og forventede klimaendringer (NOU 2015: 16, 2015). Rapporten gjennomgår den gjeldende rett knyttet til ansvaret for å håndtere overvann (Va-jus, u.å.).

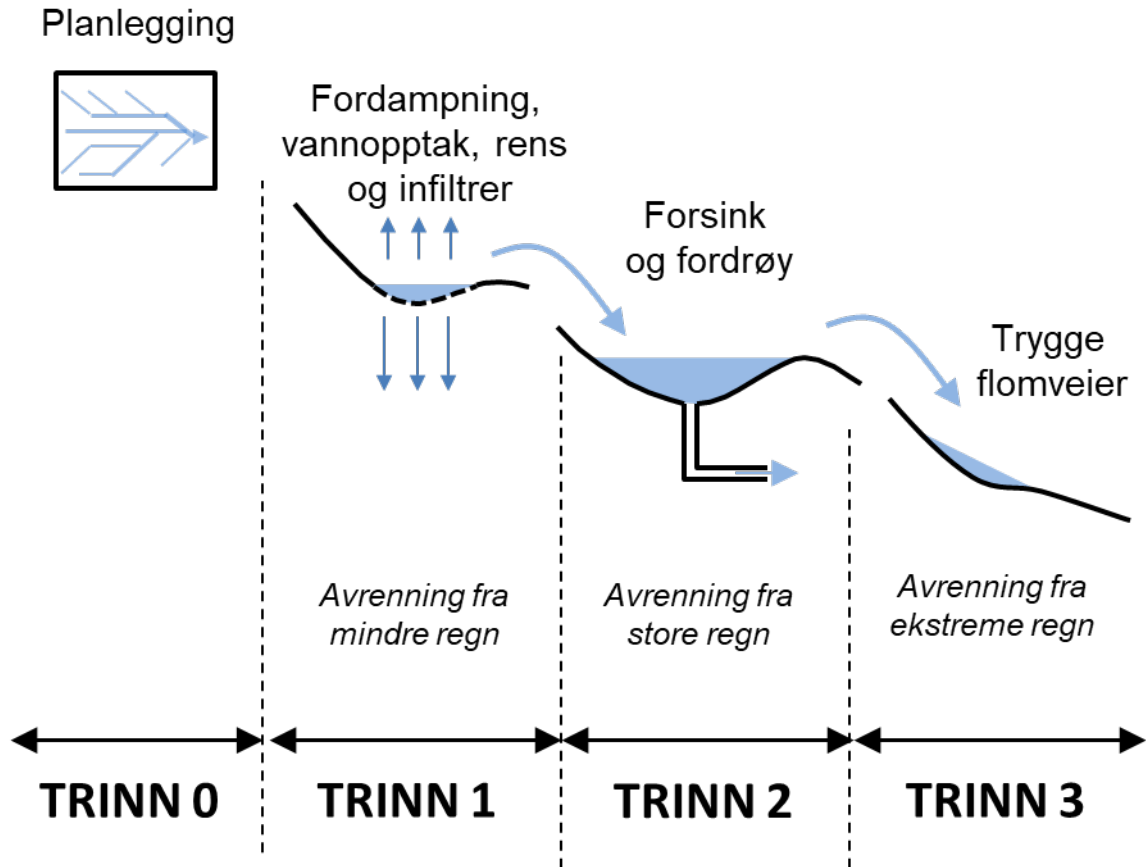
2.2.2.1 Overvann som ressurs

Overvann kan utnyttes som en verdi for samfunnet. Åpne overvannstiltak har positive effekter for håndtering av vann og skadeforebygging. Disse tiltakene styrker økosystemet som er knyttet til vegetasjon og naturmangfold. Grøntarealer knyttet til overvannshåndtering har fått navnet «*blågrønne løsninger*». Blågrønne løsninger oppleves som en berikelse for biologisk mangfold og rekreasjon i nærmiljøet. Områder blir mer attraktive med blågrønne løsninger, og tiltakene kan øke eiendomsverdi og verdiskaping i næringslivet (NOU 2015: 16, 2015).

Blågrønne løsninger bidrar til flere regulerende økosystemtjenester. Ved infiltrasjon kan det bidra til å redusere forurensing og samtidig opprettholde grunnvannsnivået. Dette kan være viktig for områder som har problemer med setningsskader på bygninger og infrastruktur. Gjenåpning av lukkede vassdrag kan øke naturmangfoldet og samtidig reversere tilstanden bekken opprinnelig hadde før den ble lukket. Åpne elver, bekker og grøntområder hjelper på regulering av lokal temperatur, luftfuktighet og støydemping. Vegetasjonen bidrar til å binde svevestøv og CO_2 . Det estetiske innslaget fra blågrønne løsninger vil løfte bybildet ved å skape en form for identitet og tilhørighet (NOU 2015: 16, 2015).

2.2.2.2 Tretrinnsstrategien

God overvannshåndtering skal ivareta infrastruktur, helse og miljø. Figur 3 fremstiller tretrinnsstrategien, som ble utviklet av Norsk Vann i 2008 med mål om å håndtere overvann lokalt. Hensikten med strategien er å sikre områder som er utsatt for ekstremnedbør, avlaste det eksisterende ledningsnett og beskytte resipienter. Den skal tilpasses lokale forhold og behov (Lindholm et al., 2008). Tretrinnsstrategien baserer seg hovedsakelig på tre trinn, men har i senere tid fått et tilleggstrinn som kalles «*Trinn 0*».



Figur 3: Tretrinnsstrategien (Paus, K.H., 2019).

Trinn 0 omhandler den vurdering av overvann i tidlig fase som er nødvendig å sikre at tiltakene som etableres imøtekommer intensjonene med tretrinnsstrategien. Planleggingen krever informasjon om lokale forhold og de forventede klimaendringene. Vurderingen må ta hensyn til hele nedbørsfeltet og kapasiteten til overvannssystemet i forhold til videre utbyggingsplaner. (NOU 2015: 16, 2015).

De resterende trinnene fokuserer på ulike tiltak innen LOD (Lokal overvannsdiskonering) ved forskjellige regnintensiteter (mm/tid). Trinn 1 håndterer avrenning ved mindre regnhendelser hvor det skal være mulig å infiltrere eller fange opp vannet. Dette utgjør regn som f.eks. er mindre enn 20 mm. Når vannmengdene overskrider infiltrasjonskapasiteten til et område, beveger en seg videre til Trinn 2. Her er fokuset å forsinke og fordrøye avrenningen mellom f.eks. 20 til 40 mm ved å f.eks. lede vannet til grøntarealer, dammer og grøfter. Ved ekstreme regnhendelser som er over f.eks. 40 mm, vurderes Trinn 3. Her er det fokus på å lede overvannet gjennom åpne og trygge flomveier (Lindholm et al., 2008).

2.2.2.3 LOD-tiltak

Sikkerhet, miljø og estetikk er målet med å sikre gode og velfungerende overvannsløsninger. Sikkerhetsmessig, er det fokus på å unngå lokale oversvømmelser for å redusere faren for erosjon og ras i bekkedaler. I tillegg er det viktig å ikke overbelaste ledningsnettets ettersom det kan føre til kjelleroversvømmelser og overløpsutslipp. Ivaretagelse av miljø kan gjøres ved å anlegge et miljøelement i lokalområdet, samt legge forholdene til rette for dyreliv. Overvannshåndtering innenfor et større areal involverer som oftest flere parter. Utfordringen er å ivareta en helhetlig planlegging, utforming og vedlikehold av anlegg på alle plan, ansvar- og myndighetsnivå. Arbeidet må samordnes og fordeles mellom de ulike partene som f.eks. kommune, entreprenør og utbygger (Ødegaard, 2014).

Lokal overvannsdistribusjon er synonymt med moderne tiltak for håndtering av overvann. De ulike trinnene i tretrinnsstrategien er fremstilt med eksempler i Tabell 2.

Tabell 2: Kategorisering av noen tekniske løsninger for overvannshåndtering (Ødegaard, 2014).

Tretrinnsstrategien	Kategori	Eksempel på teknisk utforming
Trinn 1	Lokal overvannshåndtering. Infiltrasjon og fordrøyning i nærheten av kilden	<ul style="list-style-type: none">• Infiltrasjon på gresskledde flater• Porøse dekker• Infiltrasjon i steinfyllinger• Tilfeldig ansamling av overvann på spesielle overflater for oversvømmelse• Små dammer• Våtmarker
Trinn 2	Fordrøyd bortledning	<ul style="list-style-type: none">• Forsenkninger• Kanaler• Bekker/grøfter
Trinn 3	Trygge flomveier	<ul style="list-style-type: none">• Større dammer• Våtmarksområder• Tjern/innsjøer

2.2.3 Trinn 0

Trinn 0 i tretrinnsstrategien for overvannshåndtering er essensiell for å planlegge de beste løsningene for et område i tidlig fase. Et godt kunnskapsgrunnlag etableres når nedbørfeltet til utbyggingsområdet analyseres grundig. Hovedfaktorene går ut på å ha kjennskap til

overvannsmengdene, mengden avrenning og lokasjonen til nedbørsfeltet (Ødegaard, 2014). Tiltakene skal tilpasses lokale forhold, behov og nedbøren som er forventet gjennom alle årstider.

Gode løsninger for overvannshåndtering vurderes som en helhet i tidlig fase. Det kreves et godt samarbeid mellom konsulenter som jobber med overvannshåndtering og arealplanlegging. Fordelen med et samarbeid, er at partene er involvert i beslutningstakingen. Ulike perspektiver rundt en utfordring vil føre til nye ideer for den beste løsningen.

Ved å ha et godt grunnlag for overvannshåndtering i tidlig fase, vil de resterende trinnene i tretrinnsstrategien være optimale. En plan for overvannshåndtering kan beskrive hva som skal gjøres, og hva som er forventet av de ulike aktørene. Planen skal skape oversikt, forutsigbarhet og trygghet for alle involverte i prosjektet. Ved å jobbe systematisk og målbevisst gjennom en plan, er sannsynligheten større for å utrette mer og samtidig kvalitetssikre tiltakene. Ambisiøse mål kan etableres samtidig som en kan forutse om utfallet er realistisk i forhold til ressurser, økonomi og tid. Det er en fordel å evaluere om metoder og mål har sammenheng, slik at en får effektivisert prosessen (Hårberg, 2018).

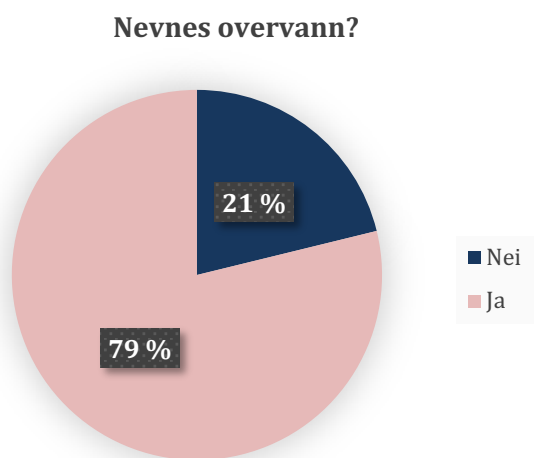
Evaluering av overvannshåndtering i tidlig fase for et område bør inngå i reguleringsplanen. Utvalget fra NOU-rapporten anbefaler at det lages en kommunedelplan med temaet overvann. Planen skal vise vassdrag (åpne og lukkede), avrenningslinjer, hensynssoner, gjenåpning av vassdrag og separering av avløpssystemet (NOU 2015: 16, 2015).

2.3 Norsk praksis

I Norge finnes det ingen felles og vedtatt plan for overvannshåndtering i tidlig fase. Kommuneplan er pålagt for alle kommuner jf. Plan- og Bygningsloven §11. Loven er kommunens overordnede styringsdokument og skal brukes som en oversiktsplan som er delt inn i en samfunnsdel og arealdel. Arealdelen skal ta opp det som er viktig for utviklingen av kommunesamfunnet og forvaltningen av arealressurser (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2009a). Planlegging av overvannshåndtering går under arealdelplanen. Det er ikke pålagt å ha en delplan for overvann, men det er mange kommuner som allerede har veiledere eller prinsipper for håndtering av overvann. En undersøkelse gjort av NOU-utvalget, viser at 60 prosent av kommunene har prinsipper for overvannshåndtering i

hovedplanen for vann og avløp - derav 49 prosent i reguleringsplanen og 33 prosent i kommuneplanens arealdel. 19 prosent av kommunene har ikke relevante prinsipper for overvannshåndtering i deres planer.

I en analyse utført av masterstudent Martine Fremstad ved NMBU våren 2020, er det undersøkt hvorvidt overvann nevnes i kommuneplanens arealdel og bestemmelser. Hun har undersøkt 85 forskjellige kommuner i Norge, og dataene er hentet 17. mars 2020 (Fremstad, 2020). Funnene er fremstilt i Figur 4 og Figur 5, og er oppsummert under:



Figur 4: Om overvann nevnes i kommuneplandelen (Fremstad, 2020).



Figur 5: Overvannsstrategier som blir beskrevet i kommunedelplanen (Fremstad, 2020).

Det er 67 kommuner (79 prosent) som har planer som nevner overvann i arealdelens bestemmelser (kommuneplandelen), og 18 kommuner (21 prosent) med planer som ikke nevner det. Tendensen er at jo mindre kommunene er, jo sjeldnere blir overvann nevnt. Kommuner som har over 20 000 innbyggere, blir definert som en «stor» kommune, og der har 33 av 37 store kommuner nevnt overvann i planene. «Små» kommuner er definert som mindre enn 5000 innbyggere, og der er det 3 av 11 kommuner som har overvann nevnt i kommuneplanens arealdel.

Av de 67 kommunene hvor overvann nevnes i arealdelens bestemmelse, beskriver 51 kommuner (76 prosent) overvannsstrategier. Et eksempel er at overvann skal håndteres lokalt. Det er tydelig at kommunene gjengir lovverket og benytter vage bestemmelser når det kommer til bestemmelser for overvann. Eksempelvis benyttes ord som «bør», «fortrinnsvis», «om mulig» og «i størst mulig grad» som vage bestemmelser.

Analysene utført av NOU-utvalget og Fremstad viser at en del kommuner ikke har tatt med overvannshåndtering og -strategier i deres respektive kommuneplaner. Det stilles få og vage krav ved tidlig fase, og dette kan føre til mistolkning av en eventuell utbygger (Fremstad, 2020).

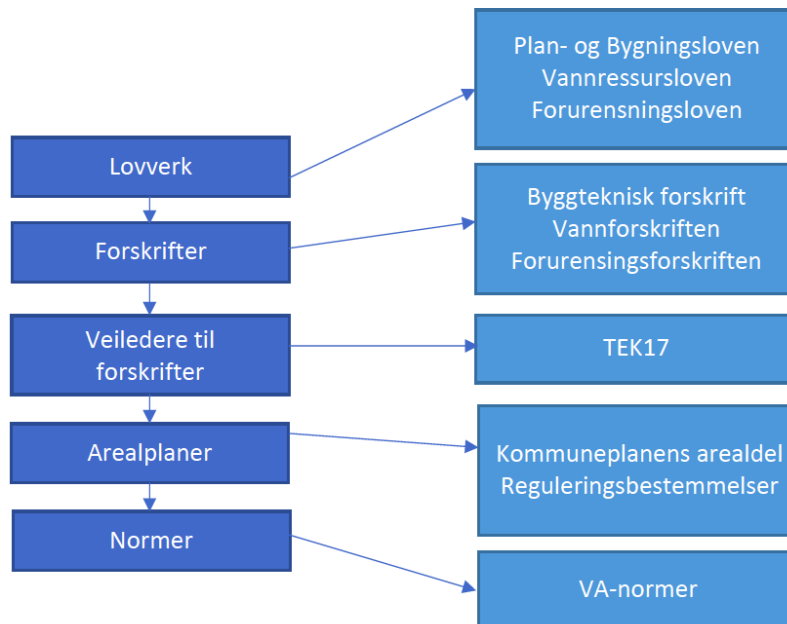
2.3.1 ROS analyse

Planmyndighetene plikter å påse at det for planområdet gjennomføres en risiko- og sårbarhetsanalyse. Alle eventuelle endringer som kan oppstå som følge av planlagt utbygging skal dokumenteres (Plan- og Bygningsloven, 2009). Det bør foreligge en vurdering av trygg avledning av flommer med opp til 100 års gjentaksintervall. Gjennom en slik vurdering kan en se om en er tjent med å anlegge åpne flomveier for vann som rørnettene ikke er dimensjonert for (Ødegaard, 2014). LOD-løsninger kan medføre en risiko; ved f.eks. gjenåpning av lukkede vassdrag må det gjøres en risikovurdering av potensielle uønskede hendelser som f.eks. drukning.

2.3.2 Lover og regelverk

Det regjerende og overordnede styringsdokumentet for overvannshåndtering i Norge, er EUs rammedirektiv for vann. I Norge gjennomføres praksisen ved «*Vannforskriften*». Forskriften viderefører kravene fra EU til norsk rett (Vannportalen, 2019).

For nasjonale og kommunale regelverk eksisterer et hierarki som fremstiller hvilke dokumenter som har størst og minst grad av myndighet. Lovene og regelverkene fremstilt i Figur 6, er noen av de mest sentrale dokumentene som har en tilknytning til overvannshåndtering i utbygging. Lovverk er den øverste myndighet, og setter krav og føringer for de nedenforliggende trinnene i hierarkiet. På hvert trinn i hierarkiet finnes det dokumenter som fremtvinger føringer innen vannbransjen. Det er samtidig viktig å bemerke at det ikke finnes egne regelverk for overvann. Derfor er reglene som er gjeldene, spredt mellom flere lover og forskrifter (NOU 2015: 16, 2015).



Figur 6: Nasjonale og kommunale regelverk.

2.3.2.1 Nasjonalt regelverk

Plan- og Bygningsloven bestemmer hovedsakelig hvordan arealer skal håndteres. Dette innebærer at arealplanlegging skal utføres på en effektiv og rasjonell måte. Jf. §28-6, «*Sikring av basseng, brønn og dam*», er hovedmålet at overvannsløsningene skal være sikret mot tilkomst (Plan- og Bygningsloven, 2009). Overvann skal mest sannsynlig implementeres i Plan- og Bygningsloven. Kommunal- og moderniseringsdepartementet utarbeider et forslag til høring med «*forslag til virkemidler for kommunene for å hindre skader og ulemper fra overvann. Forslagene innebærer opparbeidingsplikt for kommunale fellesanlegg og tiltak på eiendommene*». Saken er pågående, og har høringsfrist 02.06.2020 (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2020).

Vannressurslovens hovedmål, jf. §1 lyder «*Denne lov har til formål å sikre en samfunnsmessig forsvarlig bruk og forvaltning av vassdrag og grunnvann*» (Vannressursloven, 2001). Videre i §2, er det regler angående overflatevann i forhold til forvaltere, konsesjon og tilsyn med tiltak i vassdrag (Naturvernforbundet, u.å.).

Forurensningsloven skal beskytte miljøet mot forurensning samt redusere eksisterende forurensning slik at det sikres en forsvarlig miljøkvalitet. Jf. §6-1 beskrives forurensning som «*tilførsel av fast stoff, væske eller gass til luft, vann eller i grunnen*» (Forurensningsloven,

1983). Det er en plikt å hindre forurensing ved overflatevann, og vannet som trenger inn til grunnvannet.

Forskrifter er bindende reguleringer som har hjemmel i loven (Jusleksikon, 2017). Ved overvannshåndtering i tidlig fase, gjelder i hovedsak byggteknisk forskrift, vannforskriften og forurensningsforskriften.

Byggteknisk forskrift §7-2 handler om sikkerhet mot flom og stormflo (Byggteknisk forskrift (TEK17), 2017). TEK17 er veilederen til byggteknisk forskrift. Den forklarer forskriftens krav og bestemte ytelser som oppfyller kravene. Den nominelle årlige sannsynligheten for flom er definert ved ulike sikkerhetsklasser jf. §7-2. Sikkerhetsklasse F2 dekker bygg som er beregnet for personopphold, og det skal i denne klassen sikres mot en 200-års nedbørshendelse. I høringsutkastet til ny byggteknisk forskrift, foreslås det å sammenslå sikkerhetsklassene for overvann og vassdrag (Norsk Vann, 2017).

Vannforskriften er som nevnt den norske adapsjonen av EUs rammedirektiv for vann. Forurensningsforskriften nevner jf. §2-1 at formålet er å sikre områder mot forurenset grunn slik at det ikke medfører en helse- og miljørisiko i omgivelsene (Forurensningsforskriften, 2004). Overflatevann kan knyttes til §2-1 i forurensningsforskriften, gjennom forurensning som f.eks. veistøv og salting. Vann er en av de ustabile faktorene for sikring av områder (Vågsland, 2019) og uten en forsvarlig håndtering av overflatevann, vil skadene påskyndes.

2.3.2.2 Lokalt regelverk

Arealplaner er en del av en pålagt kommuneplan. Kommuneplanen skal vise sammenhengen mellom den fremtidige samfunnsutviklingen og arealbruket for en kommune (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, u.å.). De ovennevnte retningslinjene forklares videre i kapittel 2.3.3 og 2.3.4.

VA-normer utarbeides av kommuner og setter krav til VA-tekniske anlegg (Sætre, 2019). Formålet er å gjøre det enklere for alle aktører å være bevisst på kravene. En VA-norm vil også gi oppdatert informasjon og henvisninger til VA-relaterte retningslinjer (Norsk Vann, u.å.-b).

De overnevnte lovverkene, på nasjonalt og lokalt nivå, er som vist pålagt av myndighetene og legger grunnlaget for krav til overvann. Hensikten er å ivareta og opprettholde god

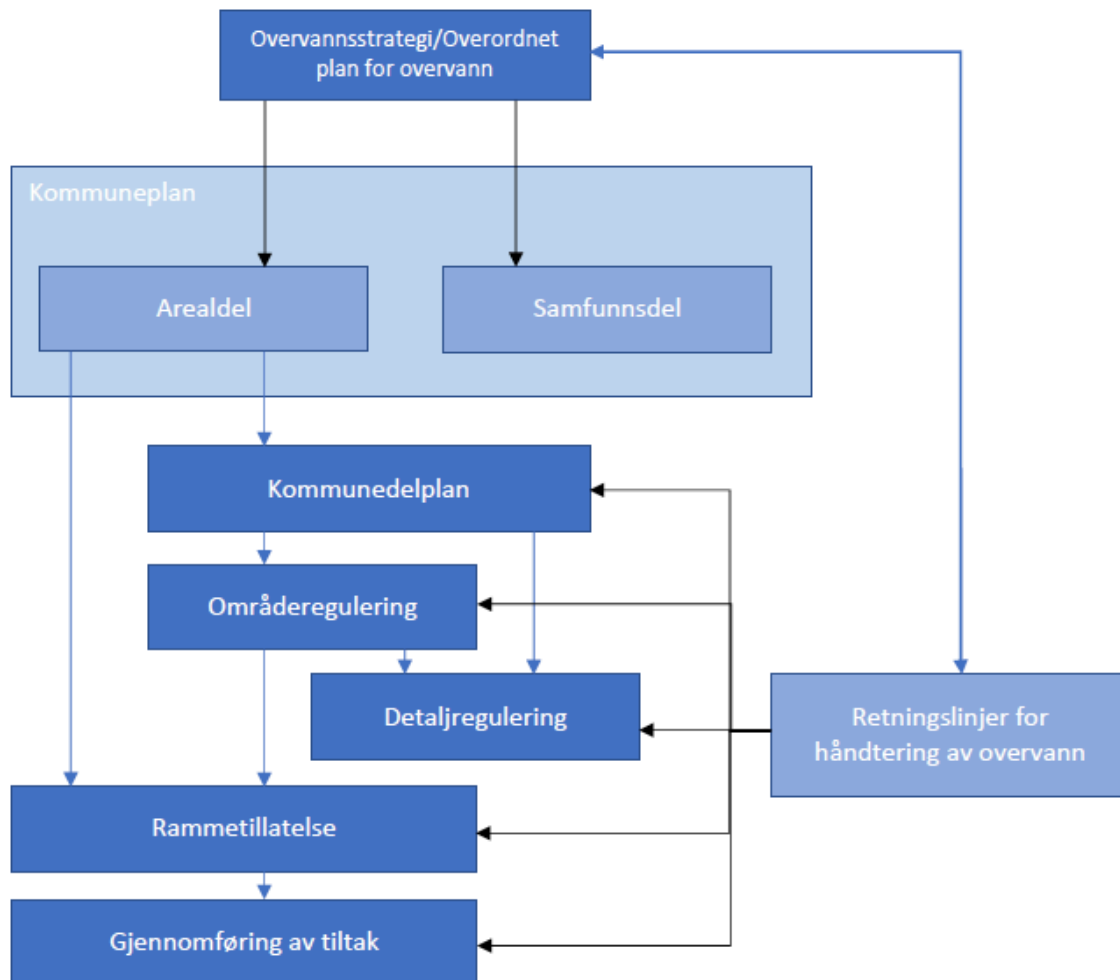
overvannshåndtering ved f.eks. utbygging eller oppgradering av eksisterende bygg. Dersom en ikke tar hensyn til lovverkene, kan det komme konsekvenser som f.eks. påtvunget stans i prosjektet.

2.3.3 Kommunale retningslinjer

En overvannsstrategi skal hovedsakelig sikre at klimaendringene samt miljøet ivaretas slik at kommunale, regionale og nasjonale mål ivaretas (Oslo Kommune, 2013b). Kommuneplanen er pålagt av myndighetene, og deles inn i en arealdel og en samfunnsdel. Arealdelen utforsker kommunens forvaltning av arealressurser (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2009a), mens samfunnsdelen skal ta stilling til langsiktige utfordringer, mål og strategier for en kommune (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2009b).

Overvannshåndtering i tidlig fase inngår i arealdelen for kommuneplanen. Arealdelen deles videre i ulike delplaner. Disse delplanene er ikke pålagt, men flere kommuner har som fremstilt i kapittel 2.3 delplaner med temaet overvann.

Hierarkiet for kommunale retningslinjer er vist i Figur 7. Øverst ligger overvannsstrategien som setter krav til de nedenforliggende trinnene. Hensikten med figuren er å fremstille hele prosessen som må gjennomgås for å få godkjent igangsettelse av et prosjekt. Prosessen er ment å sikre de beste løsningene for håndtering av overvann.



Figur 7: Håndteringen av overvann i planhierarkiet.

2.3.4 Reguleringsplaner

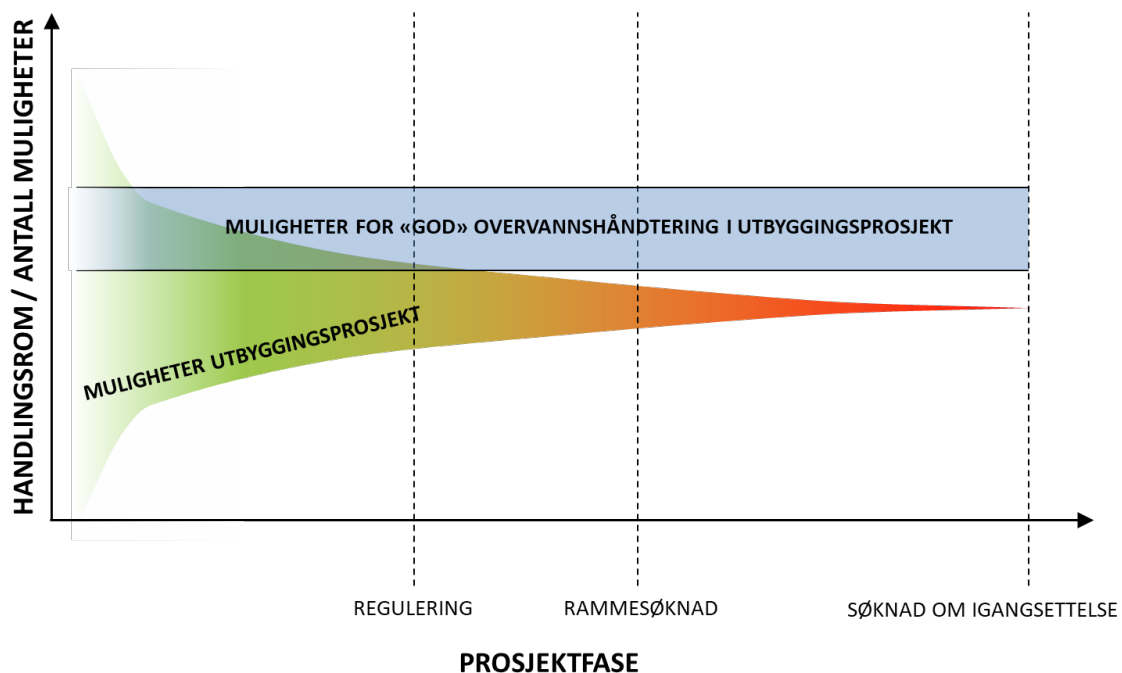
Reguleringsplaner er detaljerte plankart med bestemmelser og beskrivelser. Innholdet kan variere, avhengig av bakgrunnen og formålet til et område. Videre detaljering skal utarbeides når utbyggingstid nærmer seg (Miljøverndepartementet, 2011).

Reguleringsplaner har samme formål som kommuneplaner, men på et spesifikt geografisk område. Reguleringsplaner deles inn i område- og detaljregulering. Områderegulering skal gi nødvendige områdeavklaringer, mens detaljregulering skal være en plan for gjennomførelse av bygg- og anleggstiltak, flerbruk og vern (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, u.å.).

Det er den regionale planmyndighet, fylkeskommunen, som vedtar regionale planer (NOU 2015: 16, 2015). Mulighetene for god overvannshåndtering minsker jo lengre ut i planfasen en

er i et utbyggingsprosjekt. Om overvannstiltakene ikke er tatt hensyn til i tidlig fase, er sannsynligheten lav for at de vil kunne blir gjennomført på best mulig måte.

Figur 8 er en visuell representasjon av hvordan handlingsrommet til muligheter for god overvannshåndtering elimineres. Mulighetene for utbyggingsprosjektet smalner gjennom de forskjellige prosjektfasene; regulering, rammesøknad og søknad om igangsettelse. Handlingsrommet for muligheter under utbyggingsprosjekt smalner drastisk i reguleringsfasen. I prosjektfasen for regulering er det i tidlig fase store muligheter for god overvannshåndtering, der handlingsrommene overlapper. Kurven for muligheter for utbyggingsprosjekt smalner drastisk ettersom vi beveger oss mot prosjektfase rammesøknad. Altså begynner antall muligheter for god håndtering av overvann å minke i svært tidlig fase av prosjekteringen, og er derfor viktig å håndtere før muligheten forsvinner i de videre prosjektfaser.



Figur 8: Handlingsrom for god overvannshåndtering i utbyggingsprosjekt (Paus, K. H., 2019).

2.3.4.1 Detaljregulering

Detaljregulering er en detaljert reguleringsplan, altså en plan for bruk, vern og utforming av mindre områder, bygninger, anlegg og uterom. Denne type plan utarbeides for konkrete byggeprosjekter, og tekniske løsninger er i større grad fastsatt. Overordnet arealdisponering i kommuneplanens arealdel eller områdereguleringen følges opp og konkretiseres ved bruk av detaljregulering (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2009c). Gjennom

reguleringsbestemmelser og plankart åpner detaljregulering for muligheten til å stille bestemte krav til løsninger for overvannshåndtering (Asker kommune, 2014).

2.3.5 Veileder

I en artikkel for Tidsskriftet for Den Norske Legeforening er en veileder definert som et dokument som gir føringer innen et bredt område overordnet for et fagområde. Det kan også være en utdypning av en forskrift, bruksanvisning til hjelp i en søkeprosess eller lignende (Nylenna, 2018). Kommunen har veiledningsplikt som følge av forvaltningsloven § 11. Kommunen har derfor plikt til å veilede private søkere ved behov og kunne bistå med konkret veiledning ved forespørsel (NIBIO, u.å.).

2.4 Internasjonal praksis

Overvannshåndtering er et internasjonalt problem. Ulike land har ulike løsninger for overvannshåndtering i tidlig fase grunnet forskjell i f.eks. terreng, klima og befolkningstetthet. Ved å kartlegge status globalt, og se til den internasjonale forskningen, åpner det seg muligheter for å hente gode løsninger for håndtering av overvann på tvers av landegrenser.

Internasjonal forskning er i konstant endring, og globale utfordringer trenger en felles innsats. I forskningsmeldingen st.meld.nr.30 (2008-2009) «*Klima for forskning*», sees det som en nødvendighet å øke internasjonalt samarbeid slik at kvaliteten i norsk forskning bedres. Videre omtales samarbeid og konkurranse essensielle drivkrefter for gode løsninger i forskningssamfunnet (Forskningsrådet, 2010).

Ved å implementere et internasjonalt tilskudd i denne oppgaven, vil vurderingene styrkes når metodikker sammenlignes, og når det skal utarbeides en egen metodikk.

2.5 Datagrunnlag

Overvannshåndtering krever et bredt datagrunnlag fra flere aktører til forskjell fra øvrige VA-tjenester. Overvann renner på overflaten og flere faktorer i studieområdet må derfor inkluderes. Gjennom vårt arbeid med masteroppgaven kommer det frem at flere av metodene som kan brukes til videre vurdering av områder, har ulik grad av tilgjengelighet. Noen metoder er offentlige programmer og kart er tilgjengelig for alle via internett. Oversikt over hva som finnes av norske metoder i tilknytning til kategoriene er systematisert og fremkommer i Tabell 3.

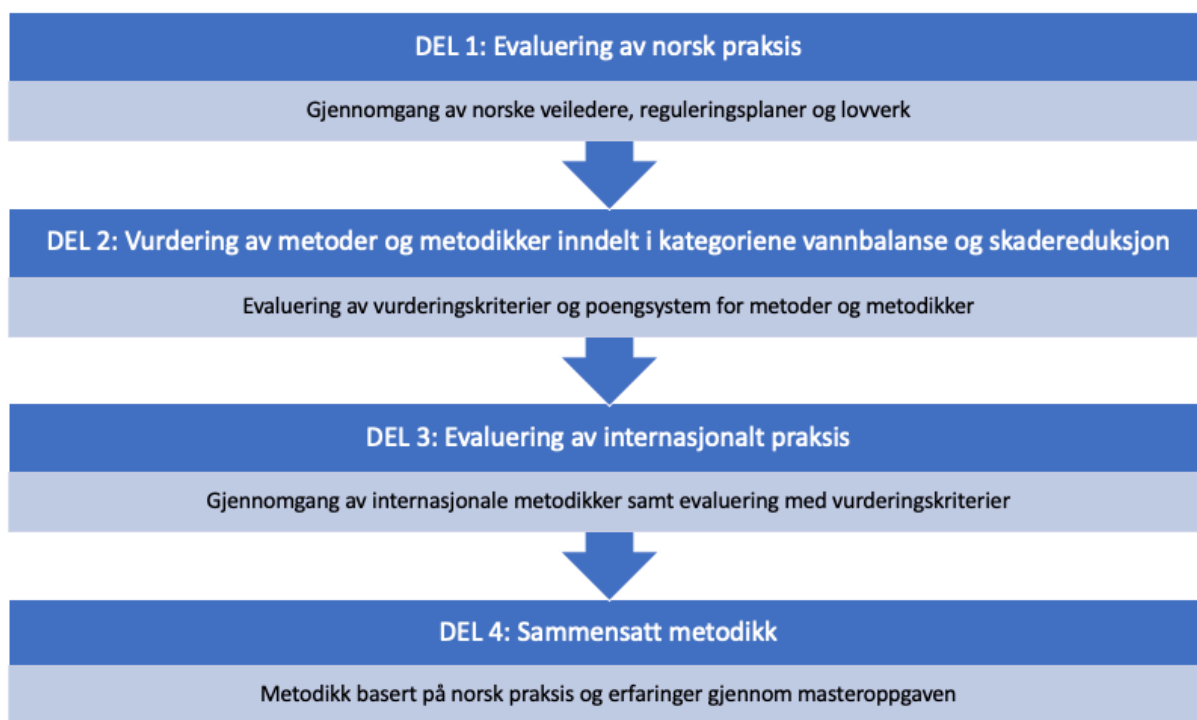
Tabell 3: Systematisert oversikt over sammenhengen mellom metoder og kategorier.

Datagrunnlag	Metode/ Verktøy	Kategori	
		Vannbalanse	Skadereduksjon
Løsmasser	NGU-Løsmassekart	Infiltrasjonsevne	
Vassdrag	NEVINA	Hydrologiske analyser	Hydrologiske analyser
Infiltrasjonsskapasitet	Manuelle infiltrasjonsmålinger	Infiltrasjon	Infiltrasjon
Grunnvannsmålinger	NGU-GRANADA	Grunnvannsressurser, vannkvalitet	Grunnvannsressurser, vannkvalitet
Høydedata og terrengmodeller for landområder	Terrengdata	Høydedata, terrengmodeller	Høydedata, terrengmodeller
Nedbør	Norsk Klimaservicesenter (KSS)	Hydrologiske data	Hydrologiske data
Modelleringsprogrammer	SWMM	Hydraulisk data, avrenning	Hydraulisk data, avrenning og flomsoner
	MIKE SHE	Småregn, infiltrasjon og intersepsjon	Avrenningen i et nedbørsfelt
	«Semi-hydrologiske modeller»		Konsentrasjonstid, avrenningslinjer
	HEC-RAS		Overflatemodeller, vannlinjeberegninger
	«Digitalising optimisation of early phase urban stormwater planning»	LOD-tiltak	
	Avansert formel med den rasjonale formel og vannbalanse-likningen		Avrenningsvolum
Grov beregning av fordrøyning	Fordrøyningsdimensjonering		Fordrøyningsvolum
Dokumentasjon om faktiske hendelser	Rapporter og foto		Oversvømmelse

3 Metode

Det foreliggende studiet tar i bruk komparativ metode som baserer seg på sammenligninger av likheter og ulikheter innenfor et definert analyseområde. Metodens anvendelse gir grunnlag for observasjoner av ulike typologier og modeller, og hensikten er å klargjøre likheter og ulikheter for tidlig fase (Boje, 2014). Arbeidet er utført gjennom en litteraturstudie. Dette innebærer en omfattende studie og tolkning av litteratur i et bestemt emne, som i dette tilfellet er praksisen innen håndtering av overvann i tidlig fase.

Grunnlaget for drøfting og vurdering baserer seg på skjønn og kunnskap opparbeidet gjennom en integrert mastergrad i vann- og miljøteknikk. Metoden vi har benyttet i denne masteroppgaven er inndelt i fire ulike deler illustrert i Figur 9.



Figur 9: Metode for struktur av arbeid.

I del 1 av metoden som omhandler evaluering av norsk praksis ble det tatt utgangspunkt i kommunale plandokumenter nasjonalt. Analyseområdet har et geografisk spenn over hele Norge, og analysen av de kommunale plandokumentene gir innsyn i hvordan kommuner av ulik størrelse håndterer overvann i tidlig fase. Plandokumentene er hovedsakelig lovverk knyttet til

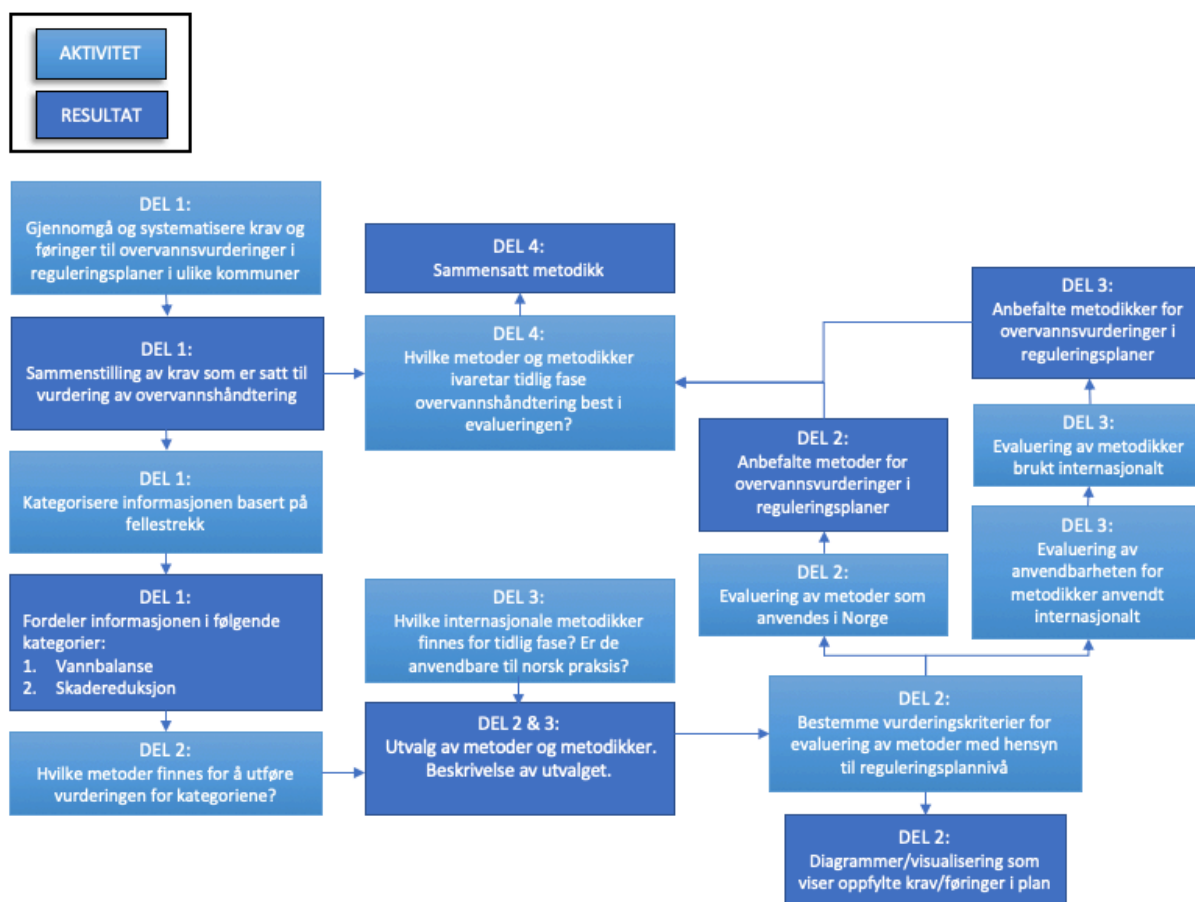
håndtering av overvann, veiledere for overvann og reguleringsplaner. Hovedfokuset i denne delmetoden er å identifisere krav til overvannshåndtering som stilles til kommune og utbygger i prosjektfasen for regulering. Store mengder data ble analysert for å skape en oversikt over hvordan norsk praksis innen håndtering av overvann i tidlig fase foregår. Krav som veileder stiller til reguleringsplan gir et tydelig overblikk over praksisen. Krav som fremkom ble derfor systematisert innenfor kategoriene vannbalanse og skadereduksjon. Kategoriene dannet videre grunnlaget for analyse av metoder og metodikker som er anvendbare for håndtering av overvann i tidlig fase.

Del 2 av metoden omhandler vurdering av metoder og metodikker inndelt i kategoriene vannbalanse og skadereduksjon fra del 1. Innhenting av metoder og metodikker er basert på litteratursøk fra internett og anbefalinger fra masterveileder. Vurderingskriterier er satt for vurdering av metodene med bakgrunn i hva som vil være gunstig for håndtering av overvann i tidlig fase. Det ble etablert et poengsystem der metodene og metodikkene som ble evaluert og fikk en samlet poengsum. Poengsummen skulle gi en indikasjon på hvor godt egnet metodene og metodikkene er for både kommune og utbygger.

I del 3 ble internasjonale metodikker valgt på bakgrunn av mulighet for anvendelse og sammenligning med nasjonale metoder for håndtering av overvann i tidlig fase. De evaluerte metodikkene er hentet fra Storbritannia og Colombia, og baserer seg på ulike fremgangsmåter for håndtering av overvann i tidlig fase.

I del 4 av metoden er det utarbeidet en sammensatt metodikk. Den sammensatte metodikken er basert på erfaringer fra nasjonal og internasjonal praksis. De gode løsningene for håndtering av overvann i tidlig fase er identifisert og implementert i den sammensatte metodikken. Etter analysene gjort i delmetodene ovenfor, er gode løsninger identifisert og brukt i den sammensatte metodikken.

Figur 10 er en utdypning av metoden. Den viser hvordan vi systematisk har arbeidet gjennom masteroppgaven, og hvordan de ulike delmetodene er flettet inn i hverandre.



Figur 10: Flytskjema med fremstilling av delmetodene.

3.1 Utvalg av kommunale dokumenter med føringer knyttet til overvann

For å belyse vårt perspektiv som er rettet mot kommune og utbygger, har vi tatt utgangspunkt i offentlige kommunale veiledere og politisk vedtatte reguleringsplaner. Vi har begrenset søket vårt til veiledere og reguleringsplaner som er publisert etter 2010 og frem til våren 2020. 12 kommuner med sin tilhørende veileder for overvann er analysert. Figur 11 fremstiller det geografiske spennet og kommunene vi har hentet veiledere fra. De politisk vedtatte reguleringsplanene som er analysert er hentet fra de 12 kommunene og publisert etter at kommunens respektive veileder er tredd i kraft. Totalt er det analysert 35 forskjellige reguleringsplaner, der vi kun har evaluert reguleringsbestemmelsene. Studiet baserer seg videre på å gjøre en overordnet vurdering om krav fra respektive veiledere ivaretas i de vedtatte reguleringsbestemmelsene.



Figur 11: Geografisk spenn av veiledere og reguleringsbestemmelser.

3.2 Inndeling av kategorier og innhenting av metoder og metodikker

For å besvare problemstillingen, er det tatt utgangspunkt i de tre forskningsspørsmålene fra kapittel 1.1. Analysen går inn på hva dagens kommunale- og fylkeskommunale veiledere krever dokumentert av utbygger i reguleringsplan innenfor overvann i tidlig fase, og hvordan vedtatte reguleringsbestemmelser i analyseområdet oppfyller kravene gjennom en bred innhenting av informasjon.

Innfallsvinkler knyttet til overvann er mange, og på grunn av oppgavens begrensede omfang er avgrensninger foretatt. Vi har valgt å se på veileders krav innenfor de definerte kategoriene; vannbalanse og skadereduksjon i detaljregulering. Vannbalanse baserer seg på Trinn 1 i

tretrinnsstrategien, mens skadereduksjon baserer seg på Trinn 2 og Trinn 3. Vannkvalitet er kun sett på i forbindelse med disse kategoriene.

Et stort utvalg nasjonal litteratur er benyttet, både litteratur knyttet til reguleringsgrunnlag men også litteratur som er relevant for metodene. Hovedfokuset ved bruk av litteratur i form av veiledere og publiserte artikler har vært å bruke ny og oppdatert informasjon da krav til overvann i reguleringsplan er et felt som stadig utvikles.

3.2.1 Vannbalanse

Vannbalanse er i hydrologien definert som en vannbalanselikning som beskriver strømmen av vann inn og ut av et system (A Level Geography, u.å.).

I denne masteroppgaven representerer Trinn 1 i tretrinnsstrategien kategorien vannbalanse.

Vannbalanse i denne sammenheng baserer seg på den naturlige vannbalansen som hovedsakelig omfatter overvann som er generert av årsnedbør. Prosessene som inngår i en naturlig vannbalanse er f.eks. infiltrasjon, fordampning og vannopptak i vegetasjon, altså de trege prosessene. Utfordringene i denne kategorien er senkning av grunnvannsnivå og påfølgende setninger, skader på bygg, uttørking av områder og tap av biologisk mangfold (Paus, 2018).

Forståelsen av vannbalansen for et område, er essensielt i tidlig prosjektfase. Ved å analysere ulike tiltak som er anvendbare for LOD som f.eks. infiltrasjon, fordrøyning, blågrønne løsninger, vil en kunne anslå avrenningsmønster og -kapasitet for et område.

3.2.2 Skadereduksjon

Det er kritisk å vurdere konsekvensene av å ikke utføre tiltak i forbindelse med overvann i et samfunnsmessig perspektiv. Ved tidlig fase er det som kjent større mulighet for å avsette arealer og iverksette tiltak til overvann. Om en går videre i prosjekteringsfasene i et utbyggingsprosjekt, uten å prosjektere for overvannshåndtering, vil arealer allerede være avsatt til f.eks. bygninger, veier og annen infrastruktur.

I denne oppgaven, representerer Trinn 2 og 3 i tretrinnsstrategien som nevnt kategorien skadereduksjon. Trinnene baseres på overvann som hovedsakelig er generert av ekstremnedbør. I disse trinnene er det essensielt å kartlegge hvor vannet vil renne. Den gjeldende praksisen ved Trinn 2 og 3, er at det dimensjoneres for gjentakintervall mellom 20 til 200 år.

Hovedutfordringene er overbelastede overvannssystemer og vassdrag i tillegg til skader knyttet til mangel på flomveier (Paus, 2018).

Det er sett som nødvendig å trekke inn vurderinger av skadereduksjon i denne oppgaven. Kategorien er aktuell ettersom ROS-analyser er pålagt enhver reguleringsplan av §4-3 i Plan- og Bygningsloven. ROS-analysen identifiserer først uønskede farer som kan oppstå i omgivelsen, og deretter vurderer farene med tanke på sannsynlighet og konsekvens (Statens Vegvesen, 2018).

Tiltak som kan gjøres innen fordrøyning er f.eks. å ikke overbelaste ledningsnett og dimensjonere for trygge flomveier. Ved god planlegging og vurdering av skadereduksjon forvoldt av overvann i tidlig fase, vil en kunne identifisere løsninger som hindrer unødvendige skader og kostnader.

3.2.3 Innhenting av metoder og metodikker

Innhenting av metoder er basert på kategoriene som er beskrevet i foregående kapitler. Gjennom studiet vårt, har vi anvendt ulike metoder og verktøy til å løse problemstillingen knyttet til både vannbalanse og skadereduksjon. Det er hovedsakelig anvendt metoder som vi er kjent med fra før, og metoder samt metodikker vi har blitt introdusert for gjennom litteratursøk. Ved innhenting av internasjonale metodikker, er søkeordet «*SuDS*», tatt i bruk. SuDS er forkortelse for «*Sustainable Urban Drainage System*», og representerer det norske begrepet LOD.

3.3 Metode- og metodikkevaluering

Masteroppgaven analyserer metoder og metodikker for håndtering av overvann i tidlig fase. Ifølge Store norske leksikon defineres en metode som en planmessig fremgangsmåte (Tranøy, 2019), mens en metodikk er en fremstilling av flere metoder innen et fagfelt (Tjeldvoll, 2009). Målet er å finne metoder og metodikker med ulike perspektiver og forskjellig grad av vanskelighet eller detaljnivå. Det er evaluert totalt 14 metoder og 4 metodikker.

Nasjonale metoder og internasjonale metodikker som analyseres i denne masteroppgaven er fremstilt i Tabell 4, og vil videre i masteroppgaven bli analysert i kapittel 4.2.1.

Tabell 4: Oversikt over nasjonale og internasjonale metoder og metodikker.

Navn	Beskrivelse
<i>Nasjonale</i>	
NGU-Løsmassekart	Løsmassekart levert av Norges Geologiske Undersøkelse (NGU)
NEVINA	Nedbørfelt-Vannføring-INdeks-Analyse
Manuelle infiltrasjonsmålinger	Dobbelring infiltrrometer, Mariotte sylinder, Modified Philip Dunne (MPD) og Hazens formel
SWMM	Storm Water Management Model
MIKE SHE	Hydrologisk modellering av interaksjonen mellom grunnvann og overflatevann
NGU-GRANADA	Grunnvannskart levert av Norges Geologiske Undersøkelse (NGU)
«Semi-hydrologiske modeller»	Metode utarbeidet av Oskar Kielland. Program som går ut på å beregne overvannsmengder for mindre områder gjennom den rasjonale formel.
Avansert formel med den rasjonale formel og vannbalanselikningen	Avansert formel basert på en kombinasjon av den rasjonale formel og vannbalanselikningen
KSS	Norsk Klimaservicesenter (KSS)
Terrengdata	Høydedata og terrengmodeller for landområder
HEC-RAS	Hydraulisk modellering og vannkvalitetsmodellering i naturlige og kunstige elver/kanaler
Fordrøyningsdimensjonering	Grov beregning av fordroyning
«Digitalising optimisation of early phase urban stormwater planning»	Metode utarbeidet av Guro Stokseth. Den består av et scoringssystem og et Python-script som vurderer et områdes evne til å ha nok areal for regnbed og håndtering av en overvannsmengde.
Rapporter og foto	Rapporter og foto om faktiske hendelser
<i>Internasjonale</i>	
Planlegging for flerkriterier for å finne og velge bærekraftige bydreneringssystemer (SuDS) i konsoliderte urbane områder	Metodikk fra Bogatá, Colombia. Verktøy til å finne gode plasseringer for LOD-tiltak.
Bærekraftig overvannshåndtering og grønn infrastruktur i Storbritannias byområder	Metodikk fra Storbritannia. Metodikken utarbeidet en tilnærming som baseres på ulike nivåer (mikro- og mesonivåer) for grønne LOD-tiltak og -infrastruktur.
Utvikling av et egnethetskart for infiltrasjon av bærekraftige dreneringssystemer (SuDS)	Metodikk fra Storbritannia. Metodikken er geologibasert og består av et LOD-kart som baseres på informasjon fra undergrunnen og bakken.
Et prioriteringsverktøy for SUDS-planlegging i store byer ved å koble en urban dreneringsmodell med blandet heltall lineær programmering	Metodikk fra Bogatá, Colombia. Verktøy som kobler sammen en urban dreneringsmodell og en blandet lineær integrasjon for programmering.

3.3.1 Kriterier

På bakgrunn av Fremstad sine funn i kapittel 2.3 er det antatt forskjell i håndtering av overvann i tidlig fase basert på befolkningstall i kommunene. De større kommunene har potensial til å stille flere krav da det er attraktivt å bygge i kommunen samt at de har flere ressurser og erfaringer. En mulig effekt ved mindre kommuner som ligger i områder rundt større kommuner kan være at disse ikke nødvendigvis er like attraktive for utbygger, og det kan potensielt være et press for å stille færre krav i mindre kommuner. Vi ønsker at metodene skal fungere for mindre kommuner på lik linje som de større kommunene, og at metoden både tjener utbygger og kommune.

3.3.1.1 Vurderingskriterier

Vurderingskriteriene er utarbeidet med utgangspunkt i at de skal si noe om hva som kreves for å anvende hver enkelt metode. Kommune og utbygger har gjerne tilgang på ulike fagbakgrunner og ressurser, og dette skal komme tydelig frem i vurderingskriteriene. Vurderingskriteriene skal være relevante og representative, samtidig som de ikke skal være for komplekse eller overlape hverandre. Input-data defineres i denne forbindelse som inngangsdata som må ligge til grunn for å kjøre en analyse, mens output-data defineres som data som en får ut av en analyse.

Tildeling av poeng skjer ut ifra en poengskala fra 1 til 3. For å lettere gi objektive poeng, presiseres det hva poeng 1, 2 og 3 betyr for hvert enkelt vurderingskriterium. Under hvert kriterium forklares dette nærmere.

A: Tilgjengelighet på nødvendig grunnlagsdata

Tilgjengelighet på nødvendig grunnlagsdata går ut på hvor enkelt en kan oppdrive de dataene som kreves for å anvende metoden. Grunnlagsdata kan for eksempel være avrenningskoeffisient for et delfelt, kart over ledningsnett eller områdeavgrensning. Alle disse eksemplene kan brukes som input-data i en metode. Avrenningskoeffisient legges inn for forskjellige delfelt i f.eks. SWMM. Dersom det er lite tilgjengelig informasjon om hvilket dekke som er innenfor delfeltet kan det blir vanskelig å sette avrenningskoeffisient. Kart over ledningsnett er også en type grunnlagsdata som ofte ikke er tilgjengelig for alle av sikkerhetsmessige årsaker og må etterspørres hos kommunen. Områdeavgrensning er grunnlagsdata som en bør ha definert før en anvender en metode. Tabell 5 er vurderingen for poenguttelling gjort i forhold til kriteria A.

Tabell 5: Poengtabell for kriterium A.

Poeng	Vurderingskriteria	Eksempel
1	Lite tilgjengelig og/eller at det krever mye grunnlagsdata	Programvare som krever mange ukjente input-data for et resultat
2	Noe tilgjengelig, men ikke alt	Matematisk regnestykke som har gitte konstanter, men krever noen input-data
3	Alt tilgjengelig	-

B: Tilgjengelighet av nødvendige programvarer

Tilgjengeligheten av nødvendige programvarer er en viktig forutsetning for at gjeldende metode skal være anvendelig for kommune og utbygger. Det finnes et bredt utvalg av programvarer for overvannssimuleringer. I denne masteroppgaven ser vi i hovedsak på programvarer som er tilgjengelig via internettsøk, men også noen programvarer som er forbeholdt bedrifter eller har kostnader knyttet til seg. Tilgjengelige programvarer som er analysert som metoder er SWMM og HEC-RAS. MIKE SHE er en programvare som har kostnader tilknyttet og defineres derfor ikke som en lett tilgjengelig programvare. «Semi-hydrologiske modeller» er under utvikling av masterstudent Oskar Kielland ved NMBU våren 2020 og er enn så lenge et tillegg til programvaren ArcGIS og forbeholdt Asplan Viak AS. «Semi-hydrologiske modeller» regnes på bakgrunn av dette som lite tilgjengelig. Tabell 6 er vurderingen for poenguttelling gjort i forhold til kriterium B.

Tabell 6: Poengtabell for kriterium B.

Poeng	Vurderingskriteria	Eksempel
1	Ikke tilgjengelig for alle	Programvare utviklet for selskaper der kun ansatte har tilgang
2	Delvis tilgjengelig	Kartprogram som har tilgang til noen kartlag, men må kjøpe full tilgang for å benytte alle kartlag
3	Tilgjengelig for alle	Åpne data

C: Kompetanse

Kompetanse går ut på hvilken kompetanse bruker av metoden bør besitte for å anvende metoden. Dette er en viktig forutsetning å vurdere metodene, da det sier noe om hvem som vil ha grunnlag for å kunne anvende den respektive metoden. Erfaringsmessig er flere av programvarene kompetansekrevene. De krever gjerne flere og komplekse input-data for å levere ønsket output-data. Eksempler på dette er henholdsvis HEC-RAS, SWMM, MIKE SHE

og «Semi-hydrologiske modeller». Metoder som f.eks. Manuelle infiltrasjonsmålinger krever generell kunnskap/opplæring for å kunne anvende metoden korrekt. Det er nødvendigvis ikke en metode en trenger å besitte høy fagkunnskap for å anvende, da flere av disse manuelle metodene (Dobbelring infiltrometer, Mariotte sylinder, Modified Philip Dunne (MPD) og Hazens formel) baserer seg på en mindre kompleks installasjon, dosering og avlesning. Kompetansen som kreves for å anvende metoder som f.eks. NEVINA eller Terrengdata, regnes som lav. Her kreves svært lite input-data, ofte bare områdeavgrensning. Metoden vil da videre generere output-data ut fra det forhåndsdefinerte område. Noe av output-dataen kan være utfordrende å tolke dersom en ikke har erfaring innenfor respektivt fagfelt, men det kan være mulig å lese seg opp via søkemotorer og brukermanualer. Tabell 7 er vurderingen for poenguttelling gjort i forhold til kriteria C.

Tabell 7: Poengtabell for kriteria C.

Poeng	Vurderingskriteria	Eksempel
1	Krever høy fagkunnskap	Fagkunnskap fra universitetsnivå, eller flere års erfaring
2	Krever en viss opplæring/kunnskap	Generell kunnskap/opplæring
3	Krever ikke forkunnskaper	Kartløsninger som er tydelig for bruk og anvendelse

D: Tverrfaglighet

Tverrfaglighet går ut på hvor stor grad av tverrfaglig bakgrunnskunnskap brukeren må forvente å inneha for anvendelse av metoden. Metoder som krever tverrfaglighet, er metoder som krever eller gir f.eks. hydrologiske data i kombinasjon med geotekniske data. En vil da ha behov for tverrfaglighet for å generere og tolke data. Eksempel på en tverrfaglig metode er «Digitalising optimisation of early phase urban stormwater planning». Denne metoden krever fagkunnskap innen både hydrologi og geografiske informasjonssystemer (GIS). HEC-RAS, MIKE SHE og SWMM regnes som énfaglige metoder da vi erfarer at en fint kan analysere input- og output-data med hydrologiske bakgrunnskunnskaper. Metoder med tydelige instruksjer og lite krevende output-data er f.eks. KSS og NGU-GRANADA. Disse metodene har en tydelig instruks på nettsidene og krever ingen spesiell kunnskap innen noe fagfelt. Tabell 8 er vurderingen for poenguttelling gjort i forhold til kriteria D.

Tabell 8: Poengtabell for kriterium D.

Poeng	Vurderingskriteria	Eksempel
1	Krever tverrfaglighet	Krever fagkunnskap innen både geoteknikk og hydrologi
2	Énfaglig	Faglig kunnskap innen ett fagfelt
3	Krever ingen kunnskap innen noen fagfelt	Instruks tydelig, og lite krevende input-data

E: Tidsbruk

Tidsbruk baserer seg på hvor lang tid som forventes å nedlegge under anvendelse av hver enkelt metode. En har gjerne begrenset med tid i planprosessen da det er flere analyser som skal gjennomføres i et begrenset tidsrom. Programvarer som f.eks. SWMM, HEC-RAS, MIKE SHE og «Semi-hydrologiske modeller» regnes som programmer med potensielt lang anvendelsestid. Feltarbeid som f.eks. Manuelle infiltrasjonsmålinger krever også mer tid å gjennomføre kontra kartbestillinger som kanskje tar noen timer å få levert. Metoder som Terrengdata og KSS krever lite tid da all informasjon er tilgjengelig gjennom generering på respektive nettsider. Tabell 9 er vurderingen for poenguttelling gjort i forhold til kriterium E.

Tabell 9: Poengtabell for kriterium E.

Poeng	Vurderingskriteria	Eksempel
1	Krever over 24 timer å bruke	Programmer med lang kjøretid Omfattende feltarbeid
2	Krever mellom 60 min og 24 timer å bruke	Kartbestillinger med leveringstid
3	Krever under 60 min å bruke	All informasjon tilgjengelig

F: Kostnader

Kostnader er en viktig forutsetning for vurdering om gjeldende metode er anvendelig for både kommune og utbygger. Kommunene har, som tidligere nevnt, ofte mer ressurser enn en utbygger, og dette kan føre til at noen metoder prioriteres foran andre. Noen metoder er kostnadsfrie som f.eks. Terrengdata og NGU-løsmassekart, mens andre metoder som f.eks. MIKE SHE og grunnundersøkelser har kostnader knyttet til seg. Noen metoder er delvis kostnadsfrie, dette kan f.eks. være metoder der en etter en kostnadsfri prøveperiode må betale, eller metoder der en må betale for full tilgang til alle funksjonene ved respektiv metode. Tabell 10 er vurderingen for poenguttelling gjort i forhold til kriterium F.

Tabell 10: Poengtabell for kriteria F.

Poeng	Vurderingskriteria	Eksempel
1	Ikke kostnadsfri	Krav om abonnement
2	Delvis kostnadsfri	Kostnadsfri tilgang, men full tilgang har kostnader knyttet til seg
3	Kostnadsfri	-

G: Detaljeringsnivå

Detaljeringsgrad baserer seg på hvor høy oppløsning informasjonen som genereres fra metoden gir. Noen metoder har høy detaljeringsgrad som f.eks. «Semi-hydrologiske modeller» der en får ut relativt nøyaktige data. NGU-GRANADA er et eksempel på en metode som har lavere detaljeringsgrad, da den baserer seg på et par målepunkter i et gitt område. Denne metoden kan ha for lav detaljeringsgrad til at en kan si noe nøyaktig om grunnvannstanden i et punkt som kan ligge mellom flere målepunkter men variasjon i grunnvannstand. Middels detaljeringsgrad knyttes til metoder som f.eks. Manuelle infiltrasjonsmålinger, der menneskelige feil under avlesning, dosering og montering kan forekomme. Tabell 11 er vurderingen for poenguttelling gjort i forhold til kriteria G.

Tabell 11: Poengtabell for kriteria G.

Poeng	Vurderingskriteria	Eksempel
1	Lav detaljeringsgrad	Kart med 1:500 oppløsning
2	Middels detaljeringsgrad	Estimert resultat grunnet avrundning av formel/tall
3	Høy detaljeringsgrad	Programmer som genererer tilnærmet nøyaktig informasjon

H: Usikkerheter

Usikkerheter går ut på i hvor høy grad en kan stole på metodens resultater. Metoder som f.eks. KSS kan ha stor usikkerhet knyttet til seg da den estimerer fremtidens nedbør basert på foreliggende målinger. Middels usikkerhet finner en i metoder som f.eks. Manuelle infiltrasjonsmålinger, der det kan være menneskelige avvik i beregningene. SWMM, HEC-RAS, MIKE SHE og «Semi-hydrologiske modeller» vil ha lav usikkerhet knyttet til seg da programvaren krever nøyaktig input-data, for å generere output-data. Tabell 12 er vurderingen for poenguttelling gjort i forhold til kriteria H.

Tabell 12: Poengtabell for kriteria H.

Poeng	Vurderingskriteria	Eksempel
1	Høy usikkerhet	Usikkerhet i topografi grunnet stort område
2	Middels usikkerhet	Feltarbeid der det kan oppstå menneskelige feil i utførelse av metode
3	Lav usikkerhet	Programvarer som krever nøyaktig input-data

I: Tilgjengelig dokumentasjon (retningslinjer og veiledning)

Tilgjengelig dokumentasjon (retningslinjer og veiledning) er et kriterium om går ut på hvor enkelt det er å få hjelp til å anvende de respektive metodene. Eksempler på metoder som har høy tilgang på tilgjengelig dokumentasjon/retningslinjer og veiledning, er programvarer som har brukerveiledning og/eller kundestøtte. Eksempler på slike metoder er SWMM og MIKE SHE. HEC-RAS har brukermanual, men krever abonnement for å få tilgang til kundestøtte, og har derfor middels tilgang på tilgjengelig dokumentasjon (retningslinjer og veiledning). Metoder med høy tilgang på tilgjengelig dokumentasjon/retningslinjer og veiledning er f.eks. NGU-GRANADA, Terrengdata og KSS som har forklaring for anvendelse på de respektive nettsidene. Tabell 13 er vurderingen for poenguttelling gjort i forhold til kriterium I.

Tabell 13: Poengtabell for kriterium I.

Poeng	Vurderingskriteria	Eksempel
1	Lite tilgang	Formelverk med ingen/lite informasjon om anvendelse av metoden
2	Middels tilgang	Program som med litt kundestøtte
3	Høy tilgang	Program med brukerveiledning og kundestøtte

J: Vannkvalitet

Vannkvalitet er satt som et kriterium ettersom denne masteroppgaven ikke går inn på vannkvalitet som kategori, men fokuserer på kategoriene vannbalanse og skadereduksjon. SWMM og MIKE SHE er eksempel på metoder som genererer informasjon om vannkvalitet i output-data. «Semi-hydrologiske modeller» genererer ingen output-data innenfor vannkvalitet. Dette kriteriet gir kun mulighet for poenguttelling for poeng 1 og 3 da dette er et enten-eller-kriterium. Tabell 14 er vurderingen for poenguttelling gjort i forhold til kriterium J.

Tabell 14: Poengtabell for kriteria J.

Poeng	Vurderingskriteria	Eksempel
1	Metoden vurderer ikke vannkvalitet	Ingen informasjon om vannkvalitet fremkommer av metoden
-	-	-
3	Metoden vurderer vannkvalitet	Konsentrasjoner av stoffer i vannet

3.3.1.2 Sammenstilling av vurderingskriterier og begrunnelse for valg av kriteria

De ti vurderingskriteriene vi har valgt å basere evalueringen av metodene på er valgt på bakgrunn av hvilken informasjon de kan gi til bruker. Bruker kan ut ifra kriteriene velge den metoden som best svarer til brukerens ressurser. Med begrepet «ressurser» menes kostnader, tidsbruk, kompetanse, o.l. Vurderingskriteriene gjør metodene forutsigbare. Tabell 15 sammenstiller de ti kriteriene og begrunner valgene for hvert enkelt vurderingskriterium.

Tabell 15: Sammenstilling av vurderingskriterier og begrunnelse for valg av kriteria.

Vurderingskriteria		Begrunnelse for valg av vurderingskriteria
A	Tilgjengelighet på nødvendig grunnlagsdata	For å anvende en metode er tilgjengeligheten på nødvendig grunnlagsdata et viktig moment da dette sier noe om hvor mye data en må forvente seg å legge inn i metoden og hvor tilgjengelig denne dataen er.
B	Tilgjengelighet av nødvendige programvarer	Tilgjengeligheten av nødvendige programvarer sier noe om hva en kan forvente seg av tilgjengelighet for programvaren metoden anvender.
C	Kompetanse	Kriteriet som omhandler kompetanse går ut på hvilken kompetanse bruker av metoden må forvente seg å besitte. Det er et viktig kriterium for å si noe om hvem metoden er egnet for.
D	Tverrfaglighet	Tverrfaglighet er et kriterium som er valgt på bakgrunn av at det er nødvendig å vite om metoden omfatter flere kompetanser innen ulike fag før en velger å benytte seg av metoden.
E	Tidsbruk	Tidsbruk er et kriterium da en vil ha behov for å vite hvor lang tid anvendelse av metoden vil ta før en velger å gå for respektiv metode.
F	Kostnader	Kostnader er et kriterium som er valgt på bakgrunn av at det er nødvendig å vite hvilke kostnader som kommer med metoden før en kan vurdere å ta metoden i bruk.
G	Detaljeringsnivå	Detaljeringsgrad som kriteria baserer seg på å avklare forventning om hvilken kvalitet som vil foreligge på output-data fra metoden.
H	Usikkerheter	Usikkerheter er et kriterium som går ut på hvilken kvalitet en kan forvente seg ved anvendelse av metoden. Altså hvor høy eller lav grad av usikkerhet output-dataen har.
I	Tilgjengelig dokumentasjon (retningslinjer og veiledning)	For å vite om en metode egner seg for en bruker er det viktig å vite hva som er tilgjengelig av dokumentasjon, retningslinjer og veiledning for respektiv metode.
J	Vannkvalitet	Kriterium for om en metode sier noe om vannkvalitet er satt da det er hensiktsmessig å vite om data om vannkvalitet er mulig å utvinne fra respektiv metode. Dette kriteriet er tatt med på bakgrunn av at kategorien vannkvalitet ikke blir vurdert videre i oppgaven.

4 Resultater og diskusjon

Resultatene som fremstilles i denne masteroppgaven er basert på analyse av plandokumenter, metoder og metodikker for håndtering av overvann i tidlig fase. Med plandokumenter menes kommunenes veiledere for overvann og reguleringsbestemmelser som del av reguleringsplan. Det er kontinuerlig fokusert på å skille ut det mest relevante av litteratur for studiet. Funnene diskuteres i lys av problemstillingen og forskningsspørsmålene som er satt for masteroppgaven.

Resultat og diskusjonskapittelet er delt inn i tre hoveddeler;

4.1: Vurdering av hvorvidt kommunale veilederes krav ivaretas i reguleringsbestemmelser som del av politisk vedtatt reguleringsplan. Denne delen svarer på forskningsspørsmål nummer en. Her undersøkes det hva som karakteriserer dagens krav knyttet til vurdering av overvannshåndtering i tidlig fase, og hvordan kravene ivaretas i reguleringsplan som bestemmelser.

4.2: Metoder og metodikker er delen der forskningsspørsmål nummer to svares på gjennom å utforske hvordan kravene kan systematiseres etter kategorier som omhandler ulike mål for overvannshåndtering, og hvilke metoder og metodikker som eksisterer for å utrede kategoriene i tidlig fase.

4.3: Sammensatt metodikk går inn på forskningsspørsmål nummer tre og undersøker hvordan det kan utarbeides en metodikk for vurdering av overvann i tidlig fase basert på evaluering av metodene og metodikkene.

4.1 Vurdering av hvordan kommunale veilederes krav ivaretas i reguleringsbestemmelser som del av politisk vedtatt reguleringsplan

Masteroppgaven analyserer veiledere for overvannshåndtering i tidlig fase i 12 forskjellige kommuner. For hver veileder har vi analysert minst to tilhørende reguleringsbestemmelser som del av politisk vedtatt reguleringsplan. Reguleringsplanene er tilfeldig valgt innenfor det kriterium at de er politisk vedtatt etter at respektiv veileder er publisert. Dette er gjort for å registrere hvorvidt krav i veileder ivaretas i reguleringsbestemmelsene. Funnene fra analysen

vurderer samtlige reguleringsbestemmelser som mangelfulle ift. de kommunale veilederes krav til håndtering av overvann i tidlig fase. Resultatene i Tabell 16 indikerer at ingen av de politiske vedtatte reguleringsplanenes bestemmelser samstemmer 100 prosent med kravene fra deres respektive veileder. Dette resultatet er interessant da det bevitner at kommunen som planmyndighet og utsteder av veileder, politisk vedtar reguleringsplaner med reguleringsbestemmelser som ikke ivaretar kravene de selv har satt for håndtering av overvann i tidlig fase.

Landssnittet for hvor godt reguleringsbestemmelsene ivaretar kravene i veileder ligger på 30 prosent. Det kan likevel hende det foreligger en egen overvannsvurdering for én eller flere av reguleringsplanene som vi ikke har tilgang til. Vi har som nevnt kun analysert reguleringsbestemmelsene til 35 tilfeldige reguleringsplaner for de analyserte veilederne.

I kolonnen til høyre i Tabell 16 sammenstilles antall krav som respektiv veileder fremstiller av de totalt 20 kravene vi har samlet og sammenstilt gjennom analysen av veiledere. Denne sammenligningen er gjort da vi antar at jo flere krav som blir stilt – jo flere krav vil utbygger måtte følge. Jo flere krav utbygger ivaretar, desto mer tilstrekkelig håndtering av overvann vil oppnås, da vi tror det er rimelig å anta at alle krav er satt av en gjennomtenkt grunn. En samling av alle kravene gir derfor et inntrykk av hva kommunene i Norge påkrever utbyggere.

Se Vedlegg A for utdypende forklaring av Tabell 16.

Tabell 16: Snitt i samsvar mellom identifiserte krav i veiledere og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser tilhørende politisk vedtatte reguleringsplaner.

Kommunale veiledere	Politisk vedtatt reguleringsplan	Snitt samsvar i veileder og reguleringsplan	Snitt for hver kommune	Antall krav i veileder ift. totalt antall krav identifisert
		«Hvor mange av de lokale krav ivaretas som bestemmelser i reguleringsplan?»		«Hvor god kommunen er til å sette krav til overvann?»
Stavanger: Rammeplan for Vann- og Avløp	Støperigata 18, Storhaug	8 av 10 80%	65%	10 av 20 50 %
	Hillevågsveien 59-63	5 av 10 50%		
Oslo: Overvannshåndtering: En veileder til utbygger	Småhus, ytre Oslo	1 av 7 14%	54%	7 av 20 35%
	Munch-museum	5 av 7 71%		
	TRONDHEIMSVEIEN 139 OG SINSENVEIEN	4 av 7 57%		
	Nasjonalmuseet på Vestbanen	4 av 7 57%		
	Fjellgata 30, Dælenenga	4 av 7 57%		
	Johan Throne Holst plass 1 (Freia)	3 av 7 43%		
	Johan Throne Holsts plass 1/Dælenenga	5 av 7 71%		
	Ullevål stadio og Bergerbanen	4 av 7 57%		
	Nytt regjeringskvartal	4 av 7 57%		

Ås: Norm for overvannshåndtering	Kjærnesveien 18 med flere	2 av 10 20%	22%	10 av 20 50 %
	Nordby barnehage	2 av 10 20%		
	Del av Skogveien	3 av 10 30%		
	Haug gård	0 av 10 0%		
	Sjøskogenveien 2	3 av 10 30%		
	Nordbyveien 70,72 og 74	3 av 10 30%		
Asker: Veileder for lokal overvannshåndtering i Asker kommune	Semsveien 126	1 av 5 20%	40%	5 av 20 25 %
	Vollen sentrum - NORDRE DEL SLEMMESTADVEIEN	3 av 5 60%		
Bergen: Krav til overvannshåndtering VA rammeplan	ÅRSTAD. GNR 162 BNR 470 MFL., KRONSTAD OPPVEKSTTUN	1 av 11 9%	14%	11 av 20 55 %
	ÅRSTAD. GNR 162 BNR 1224 MFL., BRANN STADION	2 av 11 18%		
Lørenskog: Retningslinjer for overvannshåndtering	RASTA, REVEFARMEN, ØSTLIEN	0 av 14 0%	0%	14 av 20 70 %
	LØKEN - SØRLI	0 av 14 0%		
Trondheim: VA-norm: Krav til innhold i overordnet VA-plan, vedlegg 13	Granåsen idrettsanlegg, gnr/bnr 185/6, 20 og 27 og 187/2 og 73 m.fl., detaljregulering, r20170032	3 av 12 25%	17%	12 av 20 60 %
	Byåsveien 162, detaljregulering, r20140038	1 av 12 8%		

Tønsberg: VEILEDER FOR OVERVANNS- HÅNDBTERING	Træleborgveien 15. Plan ID 0704 20130086	4 av 15 27%	20%	15 av 20 75 %
	HUSVIKVEIEN 25 PLAN ID 0704 20160138	2 av 15 13%		
Nesodden: Veiledning for reguleringsplanforslag	Ellingstadåsen	10 av 13 77%	62%	13 av 20 65 %
	Tangentoppen	6 av 13 46%		
Tromsø: Veileder overvann	REGULERINGSBESTE MMELSER TIL REGULERINGSPLAN FOR OTIUM BO- OG VELFERDSSENTER - PLAN NR. 1800	1 av 10 10%	15%	10 av 20 50%
	BESTEMMELSER TIL REGULERINGSPLAN FOR TROMSDALEN IDRETTSPARK (REVIDERT) - PLAN NR. 1832	2 av 10 20%		
Drammen: VEILEDER FOR OVERVANNSHÅNDT ERING I DRAMMEN	Detaljregulering av Rosenkrantzgata 376	4 av 7 57%	57%	7 av 20 35%
	Detaljregulering for Gjetergata 16	4 av 7 57%		
Lillesand: Overvannsveileder for Lillesand kommune	DETALJREGULERIN G FOR HØVÅG SENTRUMSOMRÅDE	0 av 5 0%	10%	5 av 20 25%
	DETALJERT REGULERINGSPLAN FOR DEL AV BRØNNINGSMYR - LILLESAND KOMMUNE	1 av 5 20%		

4.1.1 Krav i veiledere

I analyse av krav i veiledere fremkommer det stor variasjon i krav som stilles i de ulike kommunene. Hvilke fokusområder innenfor vurdering overvann i tidlig fase de forskjellige kommunene har fremstilles i Tabell 17. De 20 kravene i Tabell 17 er alle kravene vi har funnet i analyse av de 12 veilederne. Denne sammenstillingen kan være hensiktsmessig å anvende for å sjekke at en ikke har glemt noe av en evt. konsulent eller kommune under utarbeidelse av veileder.

Grønnfargede ruter betyr at respektiv kommune har følgende krav i sin overvannsveileder.

Fra Tabell 16 fremkommer det blant annet at Tønsberg kommune med 15 krav besitter veilederen med flest krav til håndtering av overvann i tidlig fase. I tillegg, fremkommer det som nevnt at ingen av reguleringsbestemmelsene samsvarer 100 prosent med kravene som stilles i respektiv kommunes veileder. Det er mulig det blir vanskelig å etterfølge krav, dersom det stilles veldig mange krav. Samtidig observerer vi at Lillesand kommune, som er den kommunen som stiller minst krav i sin veileder i denne analysen, heller ikke har 100 prosent samsvar mellom reguleringsbestemmelsene og krav som stilles i veilederen. Fra Tabell 17 fremkommer det at spennet på krav i overvannsveilederne for de 12 kommunene strekker seg fra 5 til 15 krav.

Tabell 17: Oversikt over krav i veiledere.

Kommune Krav	Stavanger	Oslo	Ås	Asker	Bergen	Lørenskog	Trondheim	Tønsberg	Nesodden	Tromsø	Drammen	Lillesand
	Tretrinnsstrategi											
Infiltrasjon												
Rensing av overvann												
Krav til å stille konsentrasjonskrav												
Fordrøyning												
Flomveier												
Øvrige krav												
Vurdere gjenåpning av lukket vassdrag												
Konsekvenser i område - tiltak oppstrøms												
Konsekvenser i område - tiltak nedstrøms												
Dokumentasjon av ledningsnett												
Flomutsatte områder												
Arealer for overvannshåndtering												
Plan for overvann												
Avrenningsmønstre												
Beregninger og dimensjonering												
Klimafaktor												
Utløp/resipient - definert utslippsområde												
Vurdering av resipient mht. Vannkvalitet												
Begrunnelse for valg av løsning/tiltak												
Blågrønn faktor												
VA norm												
Sum krav												
Av totalt 20 krav	10	7	10	5	11	14	12	15	13	10	7	5

4.1.1.1 Utbredelse av krav i analyserte veiledere

De 20 kravene til håndtering av overvann i tidlig fase, fra de analyserte veilederne, er fremstilt i ordskyen i Figur 12. Størrelsen på ordene i ordskyen varierer avhengig av hvor ofte de fremkommer i de 12 kommunale veilederne. Begrepet «*Flomveier*» er anvendt i alle veilederne, og derav det største ordet i ordskyen. «*Krav til å stille konsentrasjonskrav*» ble registrert i kun to av veilederne og er derav et av de minste ordene i ordskyen.

Ordskyen er en visuell fremstilling av kravene i Tabell 17. Hvorfor noen av kravene fremkommer oftere, er vanskelig å si. Det er mulig at rommet for tolkning er stort, og f.eks. «*Plan for overvann*» kan være en samlebetegnelse for flere krav – uten at det nødvendigvis er spesifisert i veilederen.

En mulig grunn til at det stilles krav til flomveier i alle de 12 veilederne, kan være at flom er et stort og synlig problem. Flomhendelser som skaper problemer genererer også overskrifter i media. Vi observerer altså at krav som har store synlige konsekvenser som f.eks. kravene til «*Fordrøyning*», «*Infiltrasjon*» og «*Plan for overvann*» oftere stilles i veilederne. «*Klimafaktor*» er et krav som sjeldent stilles krav til og det kan være pga. klimafaktor er lite synlig og det blir sjeldent generert overskrifter av det. Lite synlige krav som f.eks. «*Krav til begrunnelse for valg av løsning/tiltak*», «*Krav til å stille konsentrasjonskrav*» og «*Utløp/resipient - definert utslippsområde*» er også sjeldnere stilt i veilederne.

Det er mulig at synligere krav fremstår som viktigere enn lite synlige krav. Samtidig kan forsakelse av lite synlige krav i lengde føre til store synlige problemer, og er derfor over et langsiktig perspektiv like essensielle. Dersom en f.eks. forsaker kravet til «*Konsekvenser i område - tiltak nedstrøms*» vil en etterhvert kunne oppleve store ansamlinger av overvann som kan skape store skader i områdene nedstrøms prosjektområdet. Det samme gjelder kravet som omhandler «*Vurdere gjenåpning av lukket vassdrag*». Forsakes dette kravet over lengre tid vil områdene etterhvert kunne bli f.eks. lite appellerende og det biologiske mangfoldet kan svekkes.



Figur 12: Visuell fremstilling av forekomst av krav i veilederne for håndtering av overvann i tidlig fase.

4.1.2 Krav og tilleggskrav som ivaretas i reguleringsbestemmelser

De 20 kravene som er hentet fra veilederne dukker opp med forskjellig hyppighet i de respektive veilederne, som fremstilt i ordskyen i det foreliggende delkapittelet. Vi observerer også at noen reguleringsplaner ivaretar flere krav i reguleringsbestemmelsene enn hva respektiv veileder krever. Tilleggskrav defineres som et krav som ikke er stilt i veileder men som likevel er ivaretatt i reguleringsbestemmelsen. Det fremkommer også to typer krav; prosess- og funksjonskrav. Prosesskrav er krav som gjerne er vage og vanskelig å følge opp. Funksjonskrav er mer detaljerte og har ingen rom for feiltolkning (Miljødirektoratet, 2016).

Tabell 16 henvises hyppig til i de følgende kapitlene da den setter resultatene som baserer seg på antall krav i veiledere og krav som er ivaretatt i reguleringsbestemmelser i perspektiv til hverandre.

For Oslo og Ås kommune ble det analysert henholdsvis ni og seks reguleringsbestemmelser, mens for de andre kommunene er det analysert to reguleringsbestemmelser per veileder. Kravene som stilles i de respektive kommuners veileder er uthevet og skråstilt i Tabell 19 til Tabell 30. Tabell 18 forklarer fargekoder anvendt i Tabell 19 til Tabell 30.

Tabell 18: Forklaringstabell for Tabell 19-30.

Fargekode	Betydning
Grønn rute	Kravet er ivaretatt i reguleringsbestemmelser
Rød rute	Kravet er ikke ivaretatt i reguleringsbestemmelser
Gul rute	Tilleggskrav

4.1.2.1 Stavanger kommune

Stavanger kommune har fra Tabell 16 henholdsvis 80 prosent samsvar mellom krav i veileder (Stavanger kommune, 2015) og krav i reguleringsbestemmelsene til «*Støperigata 18, Storhaug*» (Stavanger kommune, 2019a) og 50 prosent samsvar mellom krav i veileder og krav i reguleringsbestemmelsene til «*Hillevågsveien 59-63*» (Stavanger kommune, 2019b). Totalt har Stavanger kommune et snitt på 65 prosent samsvar mellom krav i veileder og reguleringsbestemmelser. Dette snittet indikerer at Stavanger kommune har reguleringsbestemmelser som samstemmer mest med krav i veileder av de 12 kommunene i denne analysen. I Tabell 19 fremstilles kravene fra Stavangers veileder og vi observerer at det er flere tilleggskrav som ivaretas i reguleringsbestemmelsene for både «*Støperigata 18, Storhaug*» og «*Hillevågsveien 59-63*». Ut ifra Tabell 19 eksisterer det fem tilleggskrav i reguleringsbestemmelsene for de to reguleringsplanene som er politisk vedtatt av Stavanger kommune.

Av de totalt 20 kravene som er funnet i analysen av de 12 veilederne, stiller Stavanger kommunes veileder 10 av disse kravene til overvannshåndtering i tidlig fase. Stavanger kommune er med dette rangert som nummer seks sammen med Tromsø og Ås kommune i Figur 13. Dette resultatet sier noe om hvor kapabel kommunen er til å sette krav til håndtering av overvann i tidlig fase, forutsatt at sannsynligheten for tilstrekkelig overvannshåndtering etter nasjonale retningslinjer øker med antall krav.

Stavanger kommunes veileder har eksempel på det vi oppfatter som gode forpliktende krav. Under avsnittet «*Detaljregulering av felt*» fremkommer det at det vil være behov for en VA-rammeplan. Videre har veilederen vedlegg som viser eksempler på VA-rammeplaner. I vedlegg 1 i veilederen fremkommer blant annet følgende krav;

«7 Flom og flomveier

Analyse/vurdering av om tiltaket kan være flomutsatt.

Kartlegging av flomveier i området og ut til resipient. Vises vedlagt i flomveikart.

Beskrivelse av hvordan de planlagte flomveiene skal opparbeides. Hvordan sikre at vannet faktisk går der det er vist i kartet.»

og

«**Vedlegg**

Følgende vedlegg skal som et minimum inngå i rammeplanen:

1 Kart over hovedsystem for vann og avløp

2 Flomveier»

Disse kravene oppfattes som tydelige, det skapes lite rom for tolkning, de er forpliktende og fremkommer som funksjonskrav. Det skal gjøres en vurdering av flomveier og dette skal avsettes i plan og vise veien ut til resipient. Samtidig står ikke noe om for hvilken regnhendelse man skal vurdere.

Tabell 19: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Stavanger kommune.

Krav	Reguleringsbestemmelse	Støperigata 18, Storhaug	Hillevågsveien 59-63
Tretrinnsstrategi			
Infiltrasjon			
Rensing av overvann			
Krav til å stille konsentrasjonskrav			
Fordrøyning			
Flomveier			
Øvrige krav			
Vurdere gjenåpning av lukket vassdrag			
Konsekvenser i område - tiltak oppstrøms			
Konsekvenser i område - tiltak nedstrøms			
Dokumentasjon av ledningsnett			
Flomutsatte områder			
Arealer for overvannshåndtering			
Plan for overvann			
Avrenningsmønstre			
Beregninger og dimensjonering			
Klimafaktor			
Utløp/resipient - definert utslippsområde			
Vurdering av resipient mht. Vannkvalitet			
Begrunnelse for valg av løsning/tiltak			
Blågrønn faktor			
VA norm			

4.1.2.2 Oslo kommune

Oslo kommune har fra Tabell 16 stor prosentvis variasjon i samsvar mellom krav som stilles i veileder (Oslo kommune, 2017b) og ivaretagelsen av krav i de ni reguleringsbestemmelsene som er analysert. Snittet varierer fra 14 prosent samsvar mellom krav i veilederen og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelsene for «*Småhus, ytre Oslo*» (Oslo kommune, 2015) til 71 prosent samsvar mellom veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser for «*Munch-museum*» (Oslo kommune, 2014a) og «*Johan Throne Holsts plass 1/Dælenenga*» (Oslo kommune, 2017a). Reguleringsbestemmelsene til «*TRONDHEIMSVEIEN 139 OG SINSENVEIEN*» (Oslo kommune, 2006), «*Nasjonalmuseet på Vestbanen*» (Oslo kommune, 2013a), «*Fjellgata 30, Dælenenga*» (Oslo kommune, 2014b), «*Ullevål stadio og Bergerbanen*» (Oslo kommune, 2005) og «*Nytt regjeringskvartal*» (Oslo kommune, 2017c) har alle 57 prosent samsvar mellom veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser. Reguleringsbestemmelsene til «*Johan Throne Holst plass 1 (Freia)*» (Oslo kommune, 2009) har 43 prosent samsvar. Totalt har Oslo kommune et snitt på 54 prosent samsvar mellom krav i veileder og krav som ivaretas i reguleringsbestemmelsene, noe som er over landssnittet. I Figur 13 som fremstiller samsvaret mellom krav som stilles i veileder og krav som ivaretas i reguleringsbestemmelser for de 12 kommunene, ligger Oslo kommune rangert som nummer 4. Totalt har de 9 reguleringsbestemmelsene som er politisk vedtatt av Oslo kommune 15 tilleggskrav, dette fremkommer i Tabell 20.

Av de totalt 20 kravene som er funnet i analysen av de 12 veilederne, stiller Oslo kommunes veileder 7 av disse kravene til overvannshåndtering i tidlig fase. I Figur 13 er Oslo kommune rangert som nummer åtte sammen med Drammen kommune, og er med dette en av de minst kapable kommunene til å sette krav til håndtering av overvann i tidlig fase.

I Oslo kommunes veileder under «*2.1 Regulering*» fremkommer følgende krav;

«Det må planlegges for overvannshåndteringen i det regulerte området, både det fremtidige området og i anleggsfasen».

Dette er et tydelig krav i seg selv da dette er noe som «*må*» gjøres, altså fremmer en strikt ordlyd. Eksempelet fremkommer som et funksjonskrav da det er vanskelig å feiltolke. Samtidig

sier det ikke noe om hvordan videre detaljer i planen skal gjennomføres. Det er ingen instruks, noe som kan åpne for tolkning.

Tabell 20: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Oslo kommune.

Reguleringsbestemmelse	Krav								
	Småhus, ytre Oslo	Munch-museum	TRONDHEIMSVVEIEN 139 OG SINSENVVEIEN	Nasjonalmuseet på Vestbanen	Fjellgata 30, Dælenenga	Johan Throne Holst plass 1 (Freia)	Johan Throne Holsts plass 1/Dælenenga	Ullevål stadion og Bergerbanen	Nytt regjeringskvartal
Tretrinnsstrategi									
<i>Infiltrasjon</i>	Red	Green	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Green
<i>Rensing av overvann</i>	Red	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Krav til å stille konsentrasjonskrav		Yellow							Yellow
<i>Fordrøyning</i>	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
<i>Flomveier</i>	Red	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Øvrige krav									
<i>Vurdere gjenåpning av lukket vassdrag</i>	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Konsekvenser i område – tiltak oppstrøms							Yellow		
Konsekvenser i område – tiltak nedstrøms							Yellow		
Dokumentasjon av ledningsnett									Yellow
Flomutsatte områder							Yellow		
<i>Arealer for overvannshåndtering</i>	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Green
<i>Plan for overvann</i>	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red
Avrenningsmønstre							Yellow		
Beregninger og dimensjonering		Yellow							
Klimafaktor									
Utløp/resipient – definert utslippsområde	Yellow	Yellow							Yellow
Vurdering av resipient mht. Vannkvalitet		Yellow							
Begrunnelse for valg av løsning/tiltak		Yellow					Yellow		
Blågrønn faktor									
VA norm		Yellow							

4.1.2.3 Ås kommune

Ås kommune har fra Tabell 16 totalt 22 prosent samsvar mellom krav som stilles i veileder (Ås kommune, 2015) og krav som ivaretas i reguleringsbestemmelsene til de 6 reguleringsplanene som er vedtatt av kommunen. Reguleringsbestemmelsen for «Haug gård» (Ås kommune, 2018b) har ingen samsvar og er den reguleringsbestemmelsen som samsvarer minst med Ås kommunes veileder. Reguleringsbestemmelsen som samsvarer mest, med 30 prosent, er de tre reguleringsbestemmelsene til; «Del av Skogveien» (Ås kommune, 2018a), «Sjøskogenveien 2» (Ås kommune, 2017) og «Nordbyveien 70,72 og 74» (Ås kommune, 2016). «Kjærnesveien 18 med flere» (Ås kommune, 2018c) og «Nordby barnehage» (Ås kommune, 2018d) har 20 prosent samsvar mellom krav som stilles i veileder og krav som ivaretas i reguleringsbestemmelsene. Ås kommune ligger med dette midt på det nasjonale snittet for samsvar mellom krav i veileder og krav som ivaretas i reguleringsbestemmelse. Tabell 21 viser at de seks reguleringsbestemmelsene fra de politisk vedtatte reguleringsplanene i Ås kommune har totalt ni tilleggskrav.

Av de totalt 20 kravene som er funnet i analysen av de 12 veilederne, stiller Ås kommunes veileder 10 av disse kravene til overvannshåndtering i tidlig fase. I Figur 13 er Ås kommune rangert som nummer seks sammen med sammen med Tromsø og Stavanger kommune.

I Ås kommunes veileder under «b. Detaljreguleringsplan» fremkommer følgende krav; «En visuell oversikt i samsvar med BGF». Ås kommunes veileder er den eneste veilederen som setter krav til blågrønn faktor (BGF). Dette kravet oppfattes som tydelig, med det skapes rom for tolkning da det ikke er etablert hva den visuelle oversikten skal inneholde. Dette kravet kan tolkes som både et funksjonskrav og prosesskrav.

Tabell 21: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Ås kommune.

Regulerings- bestemmelse	Kjærnesveien 18 med flere	Nordby barnehage	Del av Skogveien	Haug gård	Sjøskogenveien 2	Nordbyveien 70,72 og 74
Tretrinnsstrategi						
<i>Infiltrasjon</i>						
<i>Rensing av overvann</i>						
<i>Krav til å stille konsentrasjonskrav</i>						
<i>Fordrøyning</i>						
<i>Flomveier</i>						
Øvrige krav						
Vurdere gjenåpning av lukket vassdrag						
Konsekvenser i område – tiltak oppstrøms						
Konsekvenser i område – tiltak nedstrøms						
Dokumentasjon av ledningsnett						
Flomutsatte områder						
Arealer for overvannshåndtering						
Plan for overvann						
<i>Avrenningsmønstre</i>						
<i>Beregninger og dimensjonering</i>						
Klimafaktor						
Utløp/resipient – definert utslippsområde						
Vurdering av resipient mht. Vannkvalitet						
<i>Begrunnelse for valg av løsning/tiltak</i>						
<i>Blågrønn faktor</i>						
<i>VA norm</i>						

4.1.2.4 Asker kommune

Asker kommune har totalt 40 prosent samsvar mellom krav som stilles i veileder (Asker kommune, 2014) og krav som ivaretas i reguleringsbestemmelsene til de politisk vedtatte reguleringsplanene, og ligger med dette over landssnittet. I Figur 13 ligger Asker kommune rangert som nummer fem. Reguleringsbestemmelsen med minst samsvar med krav som er stilt i veileder, er «*Semsveien 126*» (Asker kommune, 2019b) med 20 prosent samsvar. «*Vollen sentrum – NORDRE DEL SLEMMESTADVEIEN*» (Asker kommune, 2019a) har et samsvar på 60 prosent. Fra Tabell 22 fremkommer det at det kun er «*Vollen sentrum – NORDRE DEL SLEMMESTADVEIEN*» som har et tilleggskrav i Asker kommune.

Av de totalt 20 kravene som er funnet i analysen av de 12 veilederne, stiller Asker kommunes veileder 5 av disse kravene til overvannshåndtering i tidlig fase. I Figur 13 er Asker kommune rangert som nummer åtte sammen med Lillesand kommune og er med dette en av de minst kapable kommunene til å sette krav til håndtering av overvann i tidlig fase.

I veilederen til Asker kommune under «5.2.3.2 *Detaljregulering*» fremkommer følgende; «*I forbindelse med planer på reguleringsnivå bør det utarbeides illustrasjonsplan som viser hovedtrekk mht. terrenginngrep (nytt og gammelt terreng), opparbeidelse av bygeområder, infrastrukturprosjekt i grunnen, overvannsløsninger og vannveier.*». Dette kravet har en god intensjon der en illustrasjonsplan vil virke arealbefestende. Samtidig er ordbruken lite forpliktende da illustrasjonsplanen bare «*bør*» utarbeides. Det er også lite detaljer på hvordan illustrasjonsplan skal utarbeides ut ifra krav. Kravet tolkes på bakgrunn av dette som et prosesskrav.

Tabell 22: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Asker kommune.

Krav	Regulerings- bestemmelse	Semsveien 126	Vollen sentrum – Nordre del Slemmestadveien
Tretrinnsstrategi			
<i>Infiltrasjon</i>			
Rensing av overvann			
Krav til å stille konsentrasjonskrav			
Fordrøyning			
<i>Flomveier</i>			
Øvrige krav			
Vurdere gjenåpning av lukket vassdrag			
Konsekvenser i område – tiltak oppstrøms			
Konsekvenser i område – tiltak nedstrøms			
<i>Dokumentasjon av ledningsnett</i>			
Flomutsatte områder			
<i>Arealer for overvannshåndtering</i>			
<i>Plan for overvann</i>			
Avrenningsmønstre			
Beregninger og dimensjonering			
Klimafaktor			
Utløp/resipient – definert utslippsområde			
Vurdering av resipient mht. Vannkvalitet			
Begrunnelse for valg av løsning/tiltak			
Blågrønn faktor			
VA norm			

4.1.2.5 Bergen kommune

Bergen kommune har 14 prosent samsvar mellom krav som stilles i veileder (Bergen kommune, 2010) og krav som ivaretas i reguleringsbestemmelsene til de politisk vedtatte reguleringsplanene, og ligger derfor under landssnittet. Reguleringsbestemmelsene til «*Årstad g.nr. 162 b.nr. 470 mlf., Kronstad Oppvekstun*» (Bergen kommune, 2020) har 9 prosent samsvar, mens reguleringsbestemmelsene til «*Årstad. G.nr. 162 b.nr. 1224 mfl, Brann Stadion*» (Bergen kommune, 2017) har 18 prosent samsvar mellom krav i veileder og krav som ivaretas. I Figur 13, ligger Bergen kommune rangert som nummer ti. Fra Tabell 23 fremkommer det at Bergen kommunes to reguleringsbestemmelser ikke har noen tilleggskrav.

Av de totalt 20 kravene som er funnet i analysen av de 12 veilederne, stiller Bergen kommunes veileder 11 av disse kravene til overvannshåndtering i tidlig fase. I Figur 13 er Bergen kommune rangert som nummer fem og er med dette en av de mest kapable kommunene til å sette krav til håndtering av overvann i tidlig fase.

I Bergen kommunes veileder fremkommer det at; «*Følgende skal dokumenteres:*», der et av underpunktene krever følgende; «*Nedbørfeltet, eksisterende avrenningsmønster og planlagte endringer, lokalisering av areal for overvannstiltak, flomsoner og flomveier, og beskrivelse av konsekvenser for nedenforliggende områder. Økte overvannsmengder fra oppstrøms område pga. fortetting/utbygging skal vurderes og tas hensyn til. Kapasitet til flomvei skal angis.*». Disse kravene er forpliktende da de har en tydelig arealbefestning knyttet til seg. Det er altså ikke mulig å feiltolke for f.eks. en utbygger og er på bakgrunn av dette, et funksjonskrav.

Tabell 23: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Bergen kommune.

Krav	Regulerings- bestemmelse	Årstad g.nr. 162 b.nr. 470 mlf., Kronstad Oppveksttun	Årstad. G.nr. 162 b.nr. 1224 mfl, Brann Stadion
Tretrinnsstrategi			
Infiltrasjon			
<i>Rensing av overvann</i>			
Krav til å stille konsentrasjonskrav			
<i>Fordrøyning</i>			
<i>Flomveier</i>			
Øvrige krav			
<i>Vurdere gjenåpning av lukket vassdrag</i>			
<i>Konsekvenser i område – tiltak oppstrøms</i>			
Konsekvenser i område – tiltak nedstrøms			
<i>Dokumentasjon av ledningsnett</i>			
Flomutsatte områder			
<i>Arealer for overvannshåndtering</i>			
<i>Plan for overvann</i>			
<i>Avrenningsmønstre</i>			
Beregninger og dimensjonering			
<i>Klimafaktor</i>			
Utløp/resipient – definert utslippsområde			
<i>Vurdering av resipient mht. Vannkvalitet</i>			
Begrunnelse for valg av løsning/tiltak			
Blågrønn faktor			
VA norm			

4.1.2.6 Lørenskog kommune

Lørenskog kommune har ingen samsvar mellom krav som stilles i veileder (Lørenskog kommune, 2017) og krav som ivaretas i reguleringsbestemmelsene til de politisk vedtatte reguleringsplanene; «*Rasta, Revefarmen, Østlien*» (Lørenskog kommune, 2015a) og «*Løken – Sørli*» (Lørenskog kommune, 2015b). Dette gjør at Lørenskog kommer ut som den kommunen med minst samsvar av alle de 12 kommunene vi har analysert, og havner på bunn rangert som nummer 12 i Figur 13. Det er i Tabell 24 heller ingen tilleggskrav for reguleringsbestemmelsene.

Av de totalt 20 kravene som er funnet i analysen av de 12 veilederne, stiller Lørenskog kommunes veileder 14 av disse kravene til overvannshåndtering i tidlig fase. I Figur 13 for «*Snitt krav hver enkelt lokal veileder besitter av totalt 20 identifiserte kravene*» er Lørenskog kommune rangert som nummer to og er med dette en av de mest kapable kommunene til å sette krav til håndtering av overvann i tidlig fase.

I Lørenskog kommunes veileder fremkommer det under «*Vedlegg 7; Sjekkliste:*» følgende; «*Følgende forhold forventes redegjort for i forbindelse med planarbeidet, i den utstrekning det er relevant for planarbeidet og nødvendig for kommunes behandling av saken.*». Noen av kravene fra denne veilederen som skiller seg ut er blant annet krav om klimafaktor der den spesifiseres slik;

«*3. Beregninger av overvannsmengder ved dimensjonerende regn i henhold til tabell 3, kapittel 9 (Kf=1,5)*

«*4. Beregninger av overvannsmengder ved ekstremregn, det vil si 200-års regn (Kf=1,5)*». Det er forpliktende at det er fastsatt tall for klimafaktor for forskjellige regntyper. Dette skaper lite rom for tolkning og er derfor et funksjonskrav.

Tabell 24: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Lørenskog kommune.

Krav	Regulerings- bestemmelse	Rasta, Revefarmen, Østlien	Løken – Sørli
Tretrinnsstrategi			
	<i>Infiltrasjon</i>		
	<i>Rensing av overvann</i>		
	Krav til å stille konsentrasjonskrav		
	<i>Fordroyning</i>		
	<i>Flomveier</i>		
Øvrige krav			
	Vurdere gjenåpning av lukket vassdrag		
	Konsekvenser i område – tiltak oppstrøms		
	<i>Konsekvenser i område – tiltak nedstrøms</i>		
	<i>Dokumentasjon av ledningsnett</i>		
	<i>Flomutsatte områder</i>		
	<i>Arealer for overvannshåndtering</i>		
	<i>Plan for overvann</i>		
	<i>Avrenningsmønstre</i>		
	<i>Beregninger og dimensjonering</i>		
	<i>Klimafaktor</i>		
	<i>Utløp/resipient – definert utslippsområde</i>		
	<i>Vurdering av resipient mht. Vannkvalitet</i>		
	Begrunnelse for valg av løsning/tiltak		
	Blågrønn faktor		
	VA norm		

4.1.2.7 Trondheim kommune

Trondheim kommune har 17 prosent samsvar mellom krav i veileder (Trondheim kommune, 2012) og krav som ivaretas i reguleringsbestemmelsene, og havner under landsnittet. I Figur 13 er Trondheim kommune rangert som nummer åtte. Reguleringsbestemmelsene for «*Byåsveien 162, detaljregulering, r20140038*» (Trondheim kommune, 2019a) har minst samsvar med åtte prosent. Reguleringsbestemmelsene for «*Granåsen idrettsanlegg, gnr/bnr 185/6, 20 og 27 og 187/2 og 73 m.fl., detaljregulering, r20170032*» (Trondheim kommune, 2019b) har mest samsvar med 25 prosent. Det er ut ifra Tabell 25 et tilleggskrav for reguleringsbestemmelsene til «*Byåsveien 162, detaljregulering, r20140038*».

Av de totalt 20 kravene som er funnet i analysen av de 12 veilederne, stiller Trondheim kommunes veileder 12 av disse kravene til overvannshåndtering i tidlig fase. I Figur 13 ligger Trondheim kommune rangert som nummer fire og er med dette en av de mest kapable kommunene til å sette krav til håndtering av overvann i tidlig fase.

I Trondheim kommunes veileder under «*Overvann*» fremkommer følgende «*Følgende tema som skal inngå i utredning knyttet til overvann (...)*». Kravene som er listet opp under er i kraft av ordbruken «*skal*» forpliktende. To av kravene lyder følgende;

«- Avdekke om planen krever lukking av bekkeløp. Dette godkjennes i utgangspunktet ikke, og det må i så fall vise til tungtveiende grunner for dette.

- Avdekke om planen gir muligheter for reetablering eller åpning av bekkeløp og vurdere om dette er hensiktsmessig.».

Disse kravene skiller seg positivt ut i analysen av alle veilederne da det spesifiseres at lukking av bekkeløp i utgangspunktet ikke godkjennes. Dette kravet tydeliggjør at Trondheim kommunes veileder er godt gjennomtenkt og faser ut løsninger innenfor tradisjonell overvannshåndtering som lukkede bekkeløp. Da følgende tema «*skal inngå i utredning knyttet til overvann*» fremkommer dette som et funksjonskrav da det skaper lite rom for tolkning.

Tabell 25: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Trondheim kommune.

Krav	Reguleringsbestemmelse	Granåsen idrettsanlegg, gnr/bnr 185/6, 20 og 27 og 187/2 og 73 m.fl., detaljregulering, r20170032	Byåsveien 162, detaljregulering, r20140038
Tretrinnsstrategi			
	<i>Infiltrasjon</i>		
	Rensing av overvann		
	Krav til å stille konsentrasjonskrav		
	<i>Fordroyning</i>		
	<i>Flomveier</i>		
Øvrige krav			
	<i>Vurdere gjenåpning av lukket vassdrag</i>		
	Konsekvenser i område – tiltak oppstrøms		
	<i>Konsekvenser i område – tiltak nedstrøms</i>		
	<i>Dokumentasjon av ledningsnett</i>		
	<i>Flomutsatte områder</i>		
	Arealer for overvannshåndtering		
	<i>Plan for overvann</i>		
	Avrenningsmønstre		
	<i>Beregninger og dimensjonering</i>		
	Klimafaktor		
	<i>Utløp/resipient – definert utslippsområde</i>		
	<i>Vurdering av resipient mht. Vannkvalitet</i>		
	<i>Begrunnelse for valg av løsning/tiltak</i>		
	Blågrønn faktor		
	VA norm		

4.1.2.8 Tønsberg kommune

Tønsberg kommune har 20 prosent samsvar mellom krav i veileder (COWI, 2019) og krav som ivaretas i reguleringsbestemmelsene, og havner under landsnittet. I Figur 13 er Tønsberg kommune rangert som nummer syv. Reguleringsbestemmelsene til «*HUSVIKVEIEN 25 PLAN ID 0704 20160138*» (Tønsberg kommune, 2018) har minst samsvar med 13 prosent. Reguleringsbestemmelsene for «*Træleborgveien 15. Plan ID 0704 20130086*» (Tønsberg kommune, 2015) har mest samsvar med 27 prosent. Det fremkommer ingen tilleggskrav i Tabell 26 for de to reguleringsbestemmelsene i Tønsberg kommune.

Av de totalt 20 kravene som er funnet i analysen av de 12 veilederne, stiller Tønsberg kommunes veileder 15 av disse kravene til overvannshåndtering i tidlig fase. I Figur 13 er Tønsberg kommune rangert som nummer en, og er med dette den mest kapable kommunen til å sette krav til håndtering av overvann i tidlig fase.

I Tønsberg kommunes veileder under «*1.1 Dokumentasjonskrav ved innsendelse av rammesøknad eller igangsettingstillatelse*» fremkommer en «*tabell over dokumentasjon for håndtering av overvann ved innsendelse av rammesøknad eller igangsettingstillatelse*». Denne tabellen fremstilles på en strukturert og oversiktlig måte som tydeliggjør kravene. Gjennomgående ordbruk åpner for diskusjon som f.eks. «*Er det behov for å rense overvannet*» der utbygger må reflektere på hva som er nødvendig for området. Samtidig er det ikke spesifisert krav til rensing som f.eks. spesifikke konsentrasjonskrav. På bakgrunn av dette kan kravet altså oppfattes som lite forpliktende og derav fremstå som prosesskrav.

Tabell 26: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Tønsberg kommune.

Krav	Regulerings- bestemmelse	Træleborgveien 15. Plan ID 0704 20130086	Husvikveien 25 Plan ID 0704 20160138
Tretrinnsstrategi			
<i>Infiltrasjon</i>			
<i>Rensing av overvann</i>			
Krav til å stille konsentrasjonskrav			
<i>Fordroyning</i>			
<i>Flomveier</i>			
Øvrige krav			
<i>Vurdere gjenåpning av lukket vassdrag</i>			
<i>Konsekvenser i område – tiltak oppstrøms</i>			
<i>Konsekvenser i område – tiltak nedstrøms</i>			
<i>Dokumentasjon av ledningsnett</i>			
<i>Flomutsatte områder</i>			
<i>Arealer for overvannshåndtering</i>			
<i>Plan for overvann</i>			
<i>Avrenningsmønstre</i>			
<i>Beregninger og dimensjonering</i>			
Klimafaktor			
<i>Utløp/resipient – definert utslippsområde</i>			
Vurdering av resipient mht. Vannkvalitet			
<i>Begrunnelse for valg av løsning/tiltak</i>			
Blågrønn faktor			
VA norm			

4.1.2.9 Nesodden kommune

Nesodden kommune har 62 prosent samsvar mellom krav i veileder (Nesodden kommune, 2011) og krav som ivaretas i reguleringsbestemmelsene, og havner over landsnittet. I Figur 13 er Nesodden kommune rangert som nummer to ut ifra «*Snitt samsvar mellom krav i lokal veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser*». Reguleringsbestemmelsene til «*Ellingstadåsen*» (Nesodden kommune, 2018) har mest samsvar med 77 prosent. Reguleringsbestemmelsene for «*Tangentoppen*» (Nesodden kommune, 2020) har minst samsvar med 46 prosent, men er likevel godt over landssnittet for samsvar mellom reguleringsbestemmelser og krav i veileder. Det fremkommer fra Tabell 27 totalt fem tilleggskrav i de to reguleringsbestemmelsene i Nesodden kommune.

Av de totalt 20 kravene som er funnet i analysen av de 12 veilederne, stiller Nesodden kommunes veileder 13 av disse kravene til overvannshåndtering i tidlig fase. I Figur 13 er Nesodden kommune rangert som nummer tre og er med dette en av de mest kapable kommunene til å sette krav til håndtering av overvann i tidlig fase.

I Nesodden kommunes veileder under «*3.7 Overvannshåndtering*» fremkommer følgende; «*Flomområder og fordrøyningsmagasiner/dammer skal vises i plan, evt på temakart. Det skal redegjøres for resipient av vann og fare for forurensing. Dimensjoneres for 10 års flom.*». Det spesifiseres at flomområder og fordrøyningsmagasiner/dammer skal vises i plan, noe som er arealbefestende. I kraft av dette, «*skal*» det altså avsettes områder til overvannshåndtering og dette skaper lite rom for feiltolkning. På bakgrunn av det fremstår eksempelet som et funksjonskrav. Spesifikke konsentrasjonskrav fremkommer ikke i kravet om redegjørelse for resipient av vann og fare for forurensing, dette er lite forpliktende og skaper rom for tolkning. Det gjør derimot ikke kravet om å dimensjonere for 10-års flom, som fremstår som både spesifikt og forpliktende.

Tabell 27: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Nesodden kommune.

Krav	Regulerings- bestemmelse	Ellingstadåsen	Tangentoppen
Tretrinnsstrategi			
Infiltrasjon			
<i>Rensing av overvann</i>			
<i>Krav til å stille konsentrasjonskrav</i>			
<i>Fordroyning</i>			
<i>Flomveier</i>			
Øvrige krav			
Vurdere gjenåpning av lukket vassdrag			
Konsekvenser i område – tiltak oppstrøms			
Konsekvenser i område – tiltak nedstrøms			
<i>Dokumentasjon av ledningsnett</i>			
<i>Flomutsatte områder</i>			
<i>Arealer for overvannshåndtering</i>			
<i>Plan for overvann</i>			
Avrenningsmønstre			
<i>Beregninger og dimensjonering</i>			
Klimafaktor			
<i>Utløp/resipient – definert utslippsområde</i>			
<i>Vurdering av resipient mht. Vannkvalitet</i>			
<i>Begrunnelse for valg av løsning/tiltak</i>			
Blågrønn faktor			
VA norm			

4.1.2.10 Tromsø kommune

Tromsø kommune har 15 prosent samsvar mellom krav i veileder (Tromsø kommune, u.å.) og krav som ivaretas i reguleringsbestemmelsene, og havner under landsnittet. I Figur 13 er Tromsø kommune rangert som nummer ni. Reguleringsbestemmelsene til «REGULERINGSBESTEMMELSER TIL REGULERINGSPLAN FOR OTIUM BO- OG VELFERDSSENTER – PLAN NR. 1800» (Tromsø kommune, 2016) har minst samsvar med ti prosent. Reguleringsbestemmelsene for «BESTEMMELSER TIL REGULERINGSPLAN FOR TROMSDALEN IDRETTSPARK (REVIDERT) – PLAN NR. 1832» (Tromsø kommune, 2015) har mest samsvar med 20 prosent. Det fremkommer ingen tilleggskrav i Tabell 28 for de to reguleringsbestemmelsene som tilhører reguleringsplanene som er politisk vedtatt av Tromsø kommune.

Av de totalt 20 kravene som er funnet i analysen av de 12 veilederne, stiller Tromsø kommunes veileder 10 av disse kravene til overvannshåndtering i tidlig fase. I Figur 13 for «Snitt krav hver enkelt lokal veileder besitter av totalt 20 identifiserte kravene» er Tromsø kommune rangert som nummer seks sammen med Stavanger og Ås kommune, og er med dette en av de minst kapable kommunene til å sette krav til håndtering av overvann i tidlig fase.

I Tromsø kommunes veileder fremkommer det at en skal vurdere følgende; «*Bruk av konstruert flomveg (ikke bekkesystem) uten tilknytning til kommunalt fellessystem eller separat overvannssystem*». Her det tydelig at flomveier skal dimensjoneres for samtidig som det skal unngås å bruke bekker som flomveier. Formålet er å lede overvannet bort fra ledningsnett, altså unngå kommunalt fellessystem eller separat overvannssystem. I likhet med Trondheim kommunes veileder går også Tromsø kommune bort fra den tradisjonelle håndteringen av overvann. Eksempelet fremstår som et funksjonskrav.

Tabell 28: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Tromsø kommune.

Krav	Reguleringsbestemmelse	Reguleringsbestemmelser til reguleringsplan for Otium Bo- og velferdssenter – plan nr. 1800	Bestemmelser til reguleringsplan for Tromsdalen Idrettspark (Revidert) – Plan nr. 1832
Tretrinnsstrategi			
	Infiltrasjon		
	Rensing av overvann		
	Krav til å stille konsentrasjonskrav		
	Fordroyning		
	Flomveier		
Øvrige krav			
	Vurdere gjenåpning av lukket vassdrag		
	Konsekvenser i område – tiltak oppstrøms		
	Konsekvenser i område – tiltak nedstrøms		
	Dokumentasjon av ledningsnett		
	Flomutsatte områder		
	Arealer for overvannshåndtering		
	Plan for overvann		
	Avrenningsmønstre		
	Beregninger og dimensjonering		
	Klimafaktor		
	Utløp/resipient – definert utslippsområde		
	Vurdering av resipient mht. Vannkvalitet		
	Begrunnelse for valg av løsning/tiltak		
	Blågrønn faktor		
	VA norm		

4.1.2.11 Drammen kommune

Drammen kommune har 57 prosent samsvar mellom krav i veileder (Drammen kommune, 2015) og krav som ivaretas i reguleringsbestemmelsene, og havner over landsnittet. I Figur 13 er Drammen kommune rangert som nummer tre. Reguleringsbestemmelsene til «*Detaljregulering av Rosenkrantzgata 376*» (Drammen kommune, 2019) og «*Detaljregulering for Gjetergata 16*» (Drammen kommune, 2018) har begge 57 prosent samsvar mellom krav i veileder og krav som ivaretas i reguleringsbestemmelsene. Begge reguleringsbestemmelsene ligger over landssnittet. Det fremkommer i Tabell 29 totalt tre tilleggskrav i de to reguleringsbestemmelsene i Drammen kommune.

Av de totalt 20 kravene som er funnet i analysen av de 12 veilederne, stiller Drammen kommunes veileder 7 av disse kravene til overvannshåndtering i tidlig fase. I Figur 13 for «*Snitt krav hver enkelt lokal veileder besitter av totalt 20 identifiserte kravene*» er Drammen kommune rangert som nummer syv sammen med Oslo kommune og er med dette en av de minst kapable kommunene til å sette krav til håndtering av overvann i tidlig fase.

I Drammen kommunes veileder under «*Anbefalinger*» fremkommer følgende; «*For å sikre en trygg og effektiv fremføring av store vannmengder på tvers av de store samferdsels- barrierene og ut mot elva, kan det være en løsning å se på eventuelle bekkeåpninger.*». Dette fremstår ikke som et forpliktende krav som følge av ordlyden «*kan det være en løsning*». Ordlyden er gjennomgående i veilederen og kravene er veldig vage og fremstår som prosesskrav. Det fremkommer ingen arealbefestende krav da veilederen fremstår som mer overordnet og ser på løsninger.

Tabell 29: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Drammen kommune.

Krav	Regulerings- bestemmelse	Detaljregulering av Rosekrantzgata 376	Detaljregulering for Gjetergata 16
Tretrinnsstrategi			
<i>Infiltrasjon</i>			
Rensing av overvann			
Krav til å stille konsentrasjonskrav			
<i>Fordroyning</i>			
<i>Flomveier</i>			
Øvrige krav			
<i>Vurdere gjenåpning av lukket vassdrag</i>			
Konsekvenser i område – tiltak oppstrøms			
Konsekvenser i område – tiltak nedstrøms			
Dokumentasjon av ledningsnett			
<i>Flomutsatte områder</i>			
<i>Arealer for overvannshåndtering</i>			
<i>Plan for overvann</i>			
Avrenningsmønstre			
Beregninger og dimensjonering			
Klimafaktor			
Utløp/resipient – definert utslippsområde			
Vurdering av resipient mht. Vannkvalitet			
Begrunnelse for valg av løsning/tiltak			
Blågrønn faktor			
VA norm			

4.1.2.12 Lillesand kommune

Lillesand kommune har ti prosent samsvar mellom krav i veileder (Lillesand kommune, u.å.) og krav som ivaretas i reguleringsbestemmelsene, og havner under landsnittet. I Figur 13 er Lillesand kommune rangert som nummer 11 for «*Snitt samsvar mellom krav i lokal veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser*». Reguleringsbestemmelsene til «*DETALJREGULERING FOR HØVÅG SENTRUMSOMRÅDE*» (Lillesand kommune, 2016) har ingen samsvar. Reguleringsbestemmelsene for «*DETALJERT REGULERINGSPLAN FOR DEL AV BRØNNINGSMYR – LILLESAND KOMMUNE*» (Lillesand kommune, 2019) har samsvar med 20 prosent. Det fremkommer i Tabell 30 ingen tilleggskrav i de to reguleringsbestemmelsene som er politisk vedtatt av Lillesand kommune.

Av de totalt 20 kravene som er funnet i analysen av de 12 veilederne, stiller Lillesand kommunes veileder 5 av disse kravene til overvannshåndtering i tidlig fase. I Figur 13 for «*Snitt krav hver enkelt lokal veileder besitter av totalt 20 identifiserte kravene*» er Lillesand kommune rangert som nummer åtte sammen med Asker kommune og er med dette en av de minst kapable kommunene til å sette krav til håndtering av overvann i tidlig fase.

I Lillesand kommunes veileder under «*Reguleringsplan/ områdeplan/ kommunedelplan*» fremkommer følgende; «*Plankartet skal om nødvendig vise områder som er avsatt for lokal overvannshåndtering og alternative flomveier (hensynssone)*». Ordlyden i dette kravet oppfattes er vag, i kraft av «*om nødvendig*». Dette kan skape rom for tolkning og fremstår derfor som et prosesskrav. Samtidig er kravet om at plankart skal vedlegges arealbefestende.

Tabell 30: Krav og tilleggskrav i reguleringsbestemmelser for Lillesand kommune.

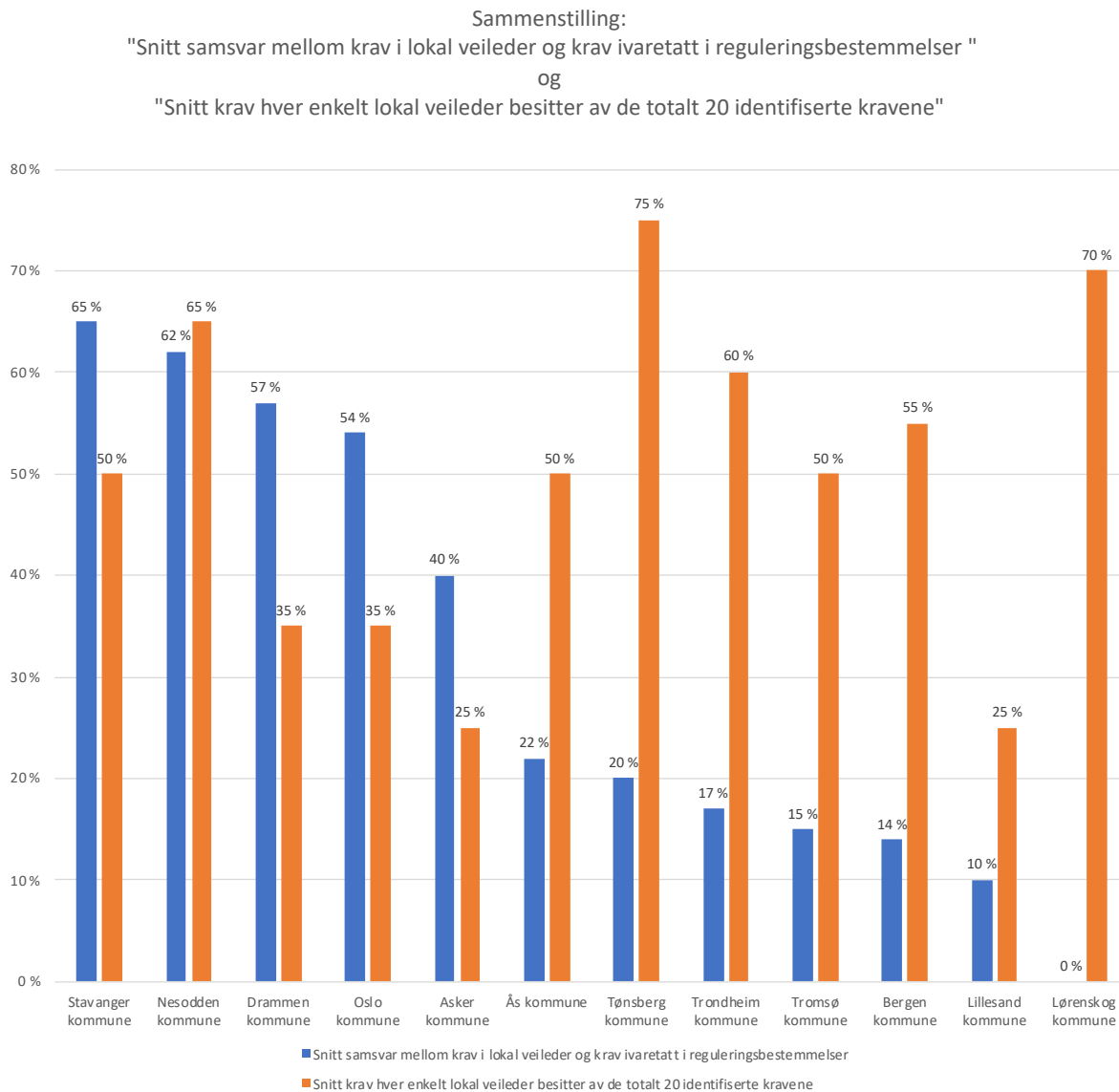
Regulerings- bestemmelse	Detaljregulering for Høvåg sentrumsområde	Detaljert reguleringsplan for del av Brønningsmyr- Lillesand kommune
Krav		
Tretrinnsstrategi		
Infiltrasjon		
Rensing av overvann		
Krav til å stille konsentrasjonskrav		
Fordrøyning		
Flomveier		
Øvrige krav		
Vurdere gjenåpning av lukket vassdrag		
Konsekvenser i område – tiltak oppstrøms		
Konsekvenser i område – tiltak nedstrøms		
Dokumentasjon av ledningsnett		
Flomutsatte områder		
Arealer for overvannshåndtering		
Plan for overvann		
Avrenningsmønstre		
Beregninger og dimensjonering		
Klimafaktor		
Utløp/resipient – definert utslippsområde		
Vurdering av resipient mht. Vannkvalitet		
Begrunnelse for valg av løsning/tiltak		
Blågrønn faktor		
VA norm		

4.1.3 Funn av variasjon i antall krav og tilleggskrav ivaretatt i reguleringsbestemmelser lokalt og nasjonalt

I Figur 13 fremstilles *"Snitt av samsvar mellom lokal veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser"* og *"Snitt krav hver enkelt lokal veileder besitter av de totalt 20 identifiserte kravene"*. Vi observerer stor variasjon i hvor høy samsvarsprosent de ulike kommunene har i *«Snitt samsvar mellom krav i lokal veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser»*. Hvor godt krav i veiledere ivaretas i respektive reguleringsbestemmelser lokalt sier likevel ikke noe om hvor god kommunen veilederen er på nasjonalt nivå. Det vil f.eks. være mulig å få en høy samsvarsprosent dersom veilederen kun stiller fire krav, og respektiv reguleringsbestemmelse ivaretar tre til fire krav. Samtidig kan en reguleringsbestemmelse som har en veileder som stiller f.eks. 14 krav også svare på 3 til 4 krav få lavere samsvarsprosent, på tross av at den ivaretar like mange krav knyttet til overvannshåndtering i tidlig fase.

Ut ifra sammenstillingen i Figur 13 observerer vi at kommuner som har høy samsvarprosent mellom krav som stilles i lokal veileder og krav som ivaretas i reguleringsbestemmelsene gjerne har mindre krav i veileder. Samtidig observerer vi at kommunene som har lav samsvarsprosent mellom krav som stilles i lokal veileder og krav som ivaretas i reguleringsbestemmelsene besitter veiledere med flere krav. Grovt sett rangeres altså de kommunene som har høyt på samsvar mellom krav i lokal veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser lavest når det kommer til hvor gode de er til å stille krav nasjonalt. Dette er som nevnt forutsatt at sannsynligheten for tilstrekkelig overvannshåndtering etter nasjonale retningslinjer øker med antall krav. Et tydelig eksempel på dette er Lørenskog kommune som ikke har samsvar mellom krav i veileder og krav som ivaretas i reguleringsbestemmelsene. I figuren observerer vi at Lørenskog kommune er en av de kommunene som stiller flest krav i sin lokale veileder. Et annet eksempel på dette er Tønsberg kommune som også har lite samsvar mellom krav i lokal veileder og ivaretagelse av krav i reguleringsbestemmelser, samtidig som det i figuren fremkommer at Tønsberg har mest krav alle de tolv analyserte veilederne. En mulig grunn til at denne tendensen observeres i flere kommuner kan være at kommuner som har veldig mange krav gjør det vanskelig for en eventuell utbygger å ivareta alle disse. Samtidig observerer vi at det finnes unntak. I figuren skiller Nesodden seg ut som en kommune som både har høy samsvarsprosent for *«Snitt samsvar mellom krav i lokal veileder og krav ivaretatt i*

reguleringsbestemmelser» og «Snitt krav hver enkelt lokal veileder besitter av de totalt 20 identifiserte kravene».



Figur 13: Grafisk sammenstilling av «Snitt samsvar mellom krav i lokal veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser» og «Snitt krav hver enkelt lokal veileder besitter av de totalt 20 identifiserte kravene».

I underliggende kapitler undersøkes det om størrelse på bakgrunn av befolkningstall, geografisk variasjon, kommuneøkonomi og politisk dominans har tydelige effekter på hvordan overvann håndteres i tidlig fase i de respektive kommunene.

4.1.3.1 Variasjon i krav på bakgrunn av befolkningstall

I kapittel 3.3.1 antar vi at det vil være en forskjell i håndtering av overvann i tidlig fase basert på befolkningstall i kommunene, på bakgrunn av Fremstad sine funn i kapittel 2.3. Dette på grunn av at vi antar at kommuner med flere innbyggere er mer urbaniserte og dermed har måttet bukt med overvannsproblematikken i større grad. En kan derfor forvente at disse kommunene skal ligge blant de seks kommunene som har høyes samsvarsprosent for både *"Snitt av samsvar mellom lokal veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser"* og *"Snitt krav hver enkelt lokal veileder besitter av de totalt 20 identifiserte kravene"*. Det er tatt utgangspunkt i befolkning per 01.01.2019 da det 01.01.2020 ble gjennomført kommunesammenslåing og for tidsrommet vi studerer (2010-2020) vil dette stemme best.

Ved sammenligning av Figur 13 og Tabell 31 observerer vi at tre av kommunene; Oslo, Stavanger og Drammen er rangert blant de topp seks kommunene som rangeres høyest for *"Snitt av samsvar mellom lokal veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser"*. Disse kommunene er også blant de seks kommunene med størst befolkningstall. Samtidig er de tre kommunene Nesodden, Asker og Ås også rangert blant de topp seks kommunene som også rangeres høyest for snitt samsvar mellom krav i lokal veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser, men de er ikke rangert blant topp seks i Figur 13. Det er derfor like sannsynlig og usannsynlig at befolkningstall kan ha innvirkning på variasjon i krav ut ifra snitt samsvar mellom krav i lokal veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser.

Ved observerer også at kommunene som er blant de seks med høyest befolkningstall ikke er rangert på topp for snitt krav hver enkelt lokal veileder besitter av de totalt 20 identifiserte kravene. Kommunene med størst befolkningstall er altså ikke mer kapable til å sette krav til håndtering av overvann i tidlig fase, forutsatt at sannsynligheten for tilstrekkelig overvannshåndtering etter nasjonale retningslinjer øker med antall krav.

Vi kan altså ikke konkludere med at det stemmer at store kommuner, på bakgrunn av befolkningstall, verken ivaretar krav i reguleringsbestemmelser bedre eller er mer kapable til å stille krav i veileder. Noe en kunne forventet ut ifra Fremstad sin analyse der det fremkommer en tendens der jo mindre kommunene er, basert på befolkningstall, jo sjeldnere blir overvann nevnt i kommuneplanens arealdel og bestemmelser. Fremstad definerer i sin oppgave «store»

kommuner som kommuner som har over 20 000 innbyggere, og «små» kommuner har mindre enn 5 000 innbyggere.

I vår analyse har ingen av kommunene mindre enn 5 000 innbyggere og kan derfor ikke defineres som «små» kommuner etter Fremstads definisjon. 10 av de 12 kommunene vi analyserer har mer enn 20 000 innbyggere og defineres etter Fremstad som «stor» kommuner. Vi regner i denne analysen kommuner med over 65 000 innbyggere som «store» kommuner.

Tabell 31: Befolkningstall i de 12 kommunene per. 01.01.2019 (Statistisk sentralbyrå, 2020).

Rangering	Kommune	Befolkningstall per 01.01.2019
1	Oslo kommune	681 071
2	Bergen kommune	281 190
3	Trondheim kommune	196 159
4	Stavanger kommune	134 037
5	Tromsø kommune	76 649
6	Drammen kommune	68 933
7	Asker kommune	61 523
8	Tønsberg kommune	45 976
9	Lørenskog kommune	40 106
10	Ås kommune	20 335
11	Nesodden kommune	19 488
12	Lillesand kommune	10 990

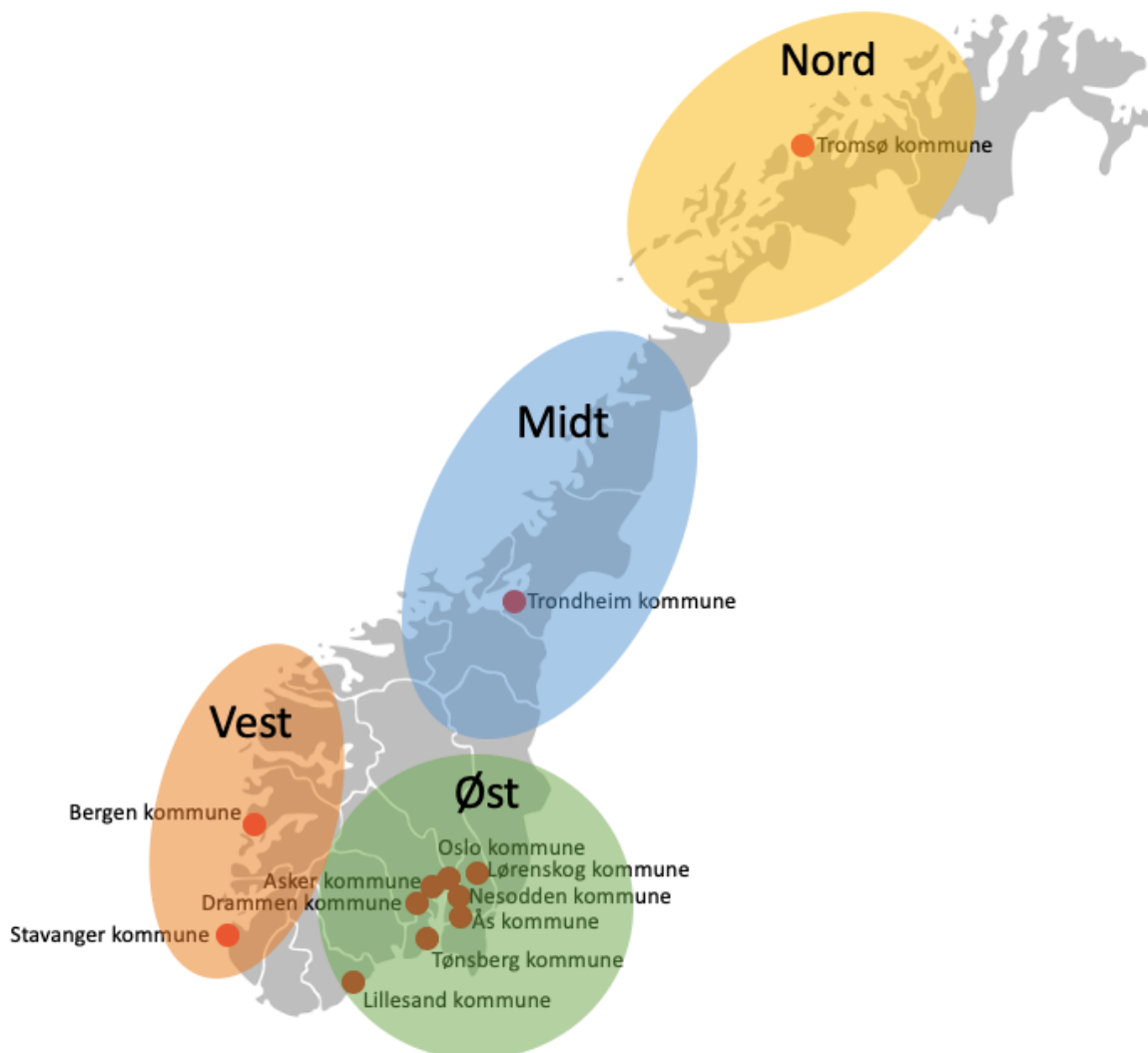
4.1.3.2 Variasjon i krav på bakgrunn av geografisk beliggenhet

I dette underkapittelet undersøkes det om geografisk beliggenhet har noe å si for hvor høy samsvarsprosent kommunene har for både "Snitt av samsvar mellom lokal veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser" og "Snitt krav hver enkelt lokal veileder besitter av de totalt 20 identifiserte kravene". Geografisk beliggenhet er delt inn i regioner som vist i Figur 14.

Ut ifra Figur 13 kommer det frem at fem av seks kommuner som har høyest samsvarsprosent for "Snitt av samsvar mellom lokal veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser" er sentrert i region Øst. Dette er et interessant funn da det kan indikere at region Øst er tydelig bedre på håndtering av overvann i tidlig fase kontra regionene Vest, Midt og Nord. Det finnes

likevel et unntak, da Stavanger kommune som er lokalisert i region Vest høyest prosent av samsvar mellom krav i veileder og krav som ivaretas i reguleringsbestemmelsene av alle de 12 kommunene i Figur 13.

Ut ifra søylene "Snitt krav hver enkelt lokal veileder besitter av de totalt 20 identifiserte kravene" i Figur 13 er det ingen tydelig tendens til at geografisk beliggenhet har noe å si for hvor mange krav hver enkelt kommune stiller. Tønsberg, Lørenskog, Ås og Nesodden ligger i region Øst og er fire av kommunene som er blant de åtte kommunene som har høyest snitt krav. De andre kommunene som ikke ligger i region Øst men også er blant de åtte med høyest snitt er; Tromsø, Bergen, Trondheim, og Stavanger. Det er analysert flere kommuner i region Øst, og dette kan også ha en innvirkning på resultatet.



Figur 14: Regioninndeling.

4.1.3.3 Variasjon i krav på bakgrunn av kommuneøkonomi

Kommunene har ulike ressurser basert på kommuneøkonomien, som igjen baserer seg på gjennomsnittsinntekt, -formue og -skatt. I Tabell 32 er kommunene listet opp etter gjennomsnittsinntekt. Tallene er hentet fra 2013 og kan derfor ha endret seg fra eldste analyserte veileder som ble publisert i 2010 til nyeste veileder som ble publisert i 2019. Vi antar at tallene for kommuneøkonomien vi tar utgangspunkt i fortsatt er gjeldende.

Sammenligning av Figur 13 og Tabell 32 indikerer en tydelig sammenheng mellom gjennomsnittsinntekt og *"Snitt av samsvar mellom lokal veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser"*. Fire av seks kommuner som er rangert blant de topp seks i Tabell 32 er også blant de topp seks kommunene som har høyest snitt av samsvar mellom lokal veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser. Dette gjelder kommunene; Oslo, Stavanger, Nesodden og Asker. Det finnes likevel unntak som f.eks. Bergen kommune som er den femte rikeste kommunen og likevel har lav samsvarsprosent for snitt av samsvar mellom lokal veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser.

Ut ifra søylene *"Snitt krav hver enkelt lokal veileder besitter av de totalt 20 identifiserte kravene"* for i Figur 13 er det tendenser til at kommuneøkonomi har noe å si for hvor mange krav hver enkelt kommune stiller.

Kommunene med best kommuneøkonomi er muligens mer kapable til å sette krav til håndtering av overvann i tidlig fase, forutsatt at sannsynligheten for tilstrekkelig overvannshåndtering etter nasjonale retningslinjer øker med antall krav. Lørenskog, Nesodden, Bergen og Stavanger er kommuner blant de åtte kommunene som har høyest samsvarsprosent samtidig som de er blant de topp seks kommunene med best kommuneøkonomi. Det finnes likevel unntak; Ås, Trondheim, Tønsberg og Tromsø er blant de åtte kommunene som har høyest samsvarsprosent men likevel ligger blant de seks kommunene som har dårligst kommuneøkonomi. Et annet unntak er Asker og Oslo som har god kommuneøkonomi men likevel er blant de minst kapable kommunene til å sette krav til håndtering av overvann i tidlig fase.

Tabell 32: Gjennomsnittsinntekt, gjennomsnittiformue og gjennomsnittlig skatt i de 12 kommunene (Hotvedt, 2014).

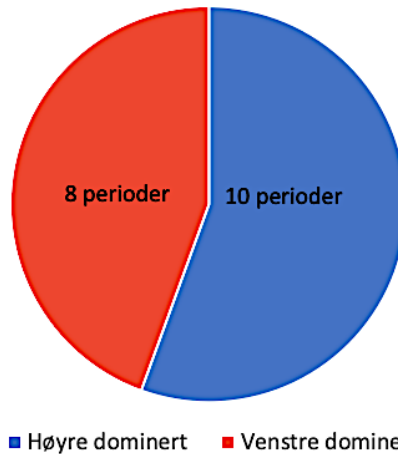
Rangering	Kommune	Snitt inntekt	Snitt formue	Snitt skatt
1	Asker kommune	395285	1164276	150474
2	Stavanger kommune	378042	702569	139321
3	Lørenskog kommune	316065	527936	111229
4	Nesodden kommune	314138	509847	110951
5	Bergen kommune	310836	608906	109390
6	Oslo kommune	305627	745901	111469
7	Trondheim kommune	285665	457557	98784
8	Drammen kommune	285152	455095	97318
9	Tønsberg kommune	281795	464878	95636
10	Ås kommune	279984	417037	96996
11	Tromsø kommune	277017	399872	95402
12	Lillesand kommune	255234	469357	86030

4.1.3.4 Variasjon i krav på bakgrunn av politisk dominans

Reguleringsplanen må bli politisk vedtatt av kommunestyret for at utbygger skal kunne gå videre i planprosessen. Kommunen kan påpeke dersom krav i veileder ikke ivaretas i reguleringsplan i forbindelse med dette vedtaket. Vi erfarer gjennom vår analyse av reguleringsbestemmelser og veiledere at krav fra veileder ikke ivaretas godt nok i reguleringsbestemmelsene. Vi har derfor undersøkt hvorvidt trender i partidominans i de respektive kommunene kan ha noe å si for håndtering av overvann i tidlig fase.

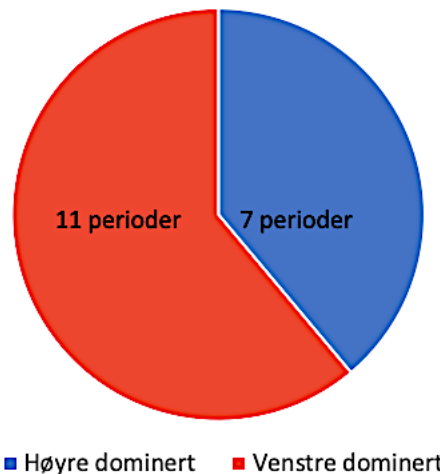
I Norge er partiene delt inn etter en høyre-venstre-akse. Venstre er definert som den sosialistiske delen og består i hovedsak av Arbeiderpartiet, SV og Rødt. Høyre er definert som den ikke-sosialistiske delen og består i hovedsak av FRP, Høyre og Venstre (Fasting, 2018). Reguleringsplanene og veilederne vi har analysert strekker seg fra 2010 til våren 2020. Vi har derfor undersøkt hvilke partier som har dominert for hver enkelt kommune gjennom kommunevalgene 2011, 2015 og 2019. Data fra kommunevalgene er hentet fra valgresultat.no og fremstilles i Figur 15 og Figur 16 (Valgresultat, 2019).

Blant de seks med mest samsvar



Figur 15: Politisk dominans fra 2011 til 2023 blant de seks kommunene med mest samsvar mellom krav i veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser.

Blant de seks med minst samsvar



Figur 16: Politisk dominans fra 2011 til 2023 blant de seks kommunene med minst samsvar mellom krav i veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser.

Resultatene fra sammenligningene i Figur 15 og Figur 16 viser at det har vært forskjell i hvem som har dominert politisk og hvordan krav er blitt ivaretatt i reguleringsbestemmelser. Kommunene som er blant de seks som har høyest snitt samsvar mellom krav i veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser har vært høyre dominert i flere perioder enn kommunene som er blant de seks med minst samsvar mellom krav i veileder og krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser. Det er likevel vanskelig å si om dette har en direkte sammenheng, og oppfattes som et resultat uten forklaring.

4.1.4 Evaluering av veiledere og reguleringsbestemmelser

I analysen av veiledere, kommer det tydelig frem at det er svært mange veiledere som er vage i måten å formulere kravene på. Dette påpeker også Fremstad i sine funn gjengitt i kapittel 2.3. Det er en utfordring å vite hvilke krav som gjelder for tidlig fase planlegging. Utfordringen skaper rom for å ta seg friheter, tolkning og vurderinger basert på skjønn. Veilederne har ulikt oppsett og vi erfarer at gjennom hele masteroppgaven at det er utfordrende å forstå hvilke krav de forskjellige veilederne stiller i tidlig fase. Vagheten kan også være grunnen til at kommuner politisk vedtar reguleringsplaner som ikke ivaretar krav fra veileder.

I Tabell 16 kommer det som nevnt tydelig frem at det er lite samsvar mellom veileder og politisk vedtatte reguleringsplaner i de forskjellige kommunene. Det er svært uheldig at veilederne ikke oppleves som veiledende. Vi erfarer gjennom analysen at samtlige veiledere har liten virkning, noe vi opplever som problematisk. På en side kan nok en utbygger som har arbeidet mye med en bestemt kommune forstå seg på veilederen og kravene den stiller. På en annen side kan det være utfordrende å forstå veilederens krav for en utbygger som ikke besitter erfaring.

Veiviser i kommunal miljøforvaltning, befester at «*Kommunen bør sette funksjonskrav til overvannshåndtering, ikke prosesskrav*» (Miljødirektoratet, 2016). Når kommunen skal gjennomføre tilsyn eller godkjenne plan kan prosesskrav være vanskelige å etterstrebe. Prosesskrav kan f.eks. være følgende krav; «*Plankartet skal om nødvendig vise områder som er avsatt for lokal overvannshåndtering og alternative flomveier (hensynssone).*» (Lillesand kommune, u.å.). Funksjonskrav er krav som gjør det vanskelig å feiltolke. Eksempel på funksjonskrav er hentet fra Bergen kommunes veileder; «*Klimafaktor skal tas med i beregningen for situasjon etter utbygging. Det skal dokumenteres hvor stort fordrøyningsvolum det er behov for å ivareta krav til utslippsmengde.*» (Bergen kommune, 2005). Funnene vi har kommet over i vår analyse av de 12 veiledere er at det jevnt over stilles flere prosesskrav enn funksjonskrav. Samtidig har vi konsekvent trukket fram de gode eksemplene for hver kommunes veileder, og disse fremgår hovedsakelig som funksjonskrav.

I overvannsveilederen for Lillesand kommune kommer det frem at «*Hensikten med denne overvannsveileder for Lillesand kommune, er å legge føringer for planleggerens og utbyggerens arbeid, slik at målene for overvannshåndtering i Lillesand kommune oppnås.*». I kapittel 1.7 Saksbehandling, som er den delen av veilederen vi evaluerer for tidlig fase, stilles

kravene til håndtering av overvann i tidlig fase. Her kommer det frem prosesskrav som f.eks.; *«Overvannshåndteringstiltak bør baseres på prioriteringer og bestemmelser som er fastsatt i overordnede planer som kommuneplan og reguleringsplan.»* (Lillesand kommune, u.å.). Denne måten å formulere kravene på oppleves som vage. Formuleringer som *«skal om nødvendig»* og *«bør»* skaper rom for egen tolkning hos både utbygger og kommune. Det sier ikke noe om f.eks. når eller hva som er *«nødvendig»*, ettersom det blir opp til hver enkelt å forstå. Dersom en i tillegg ser at det tidligere ikke har vært *«nødvendig»* før, kan en undre seg om hvorfor det er aktuelt nå. I.o.m at klimaendringene skjer langsomt kan det det være vanskelig å se det behovet i nuet.

I Asker kommunes veileder for lokal overvannshåndtering, kommer det i forordet frem at *«Denne veilederen har til hensikt å imøtese denne utviklingen ved å gi noen føringer og anbefalinger for hvordan man klokt kan utnytte arealer og samtidig tilpasse seg et klima i endring.»* og *«Veilederen er ment som et verktøy for arealplanleggere, byggesaksbehandlere og andre avdelinger i kommune som blir berørt av temaet.»*. I kapittel 5.2.3.2, Detaljregulering, i Asker sin veileder, står følgende *«I forbindelse med planer på reguleringsnivå bør det utarbeides illustrasjonsplan som viser hovedtrekk mht. terrenginngrep (nytt og gammelt terreng), opparbeidelse av byggeområder, infrastrukturlegg i grunnen, overvannsløsninger og vannveier.»* og *«I reguleringsbestemmelsene kan det stilles krav om at det i forbindelse med etterfølgende byggesak skal utarbeides detaljert utomhusplan for godkjenning, og at denne også skal redegjøre for detaljer om håndtering av overvann.»* (Asker kommune, 2014). Her fremkommer formuleringer som *«bør»* og *«kan det stilles krav om»*. Om dette kan tolkes som tydelige krav, blir opp til hver enkelt.

I veilederen *«Retningslinjer for overvannshåndtering for kommunene Lørenskog, Rælingen og Skedsmo»* fremkommer det under formål i veilederen at *«Formålet med «Retningslinjer for overvannshåndtering» er tredelt:*

- *Bistå med kunnskapsoppbygging*
- *Veilede og stille krav der kommunen har myndighet*
- *Vise forslag til løsninger*

Retningslinjene er rettet mot alle som planlegger, prosjekterer eller oppfører bygg.» I kapittel 4.1 Reguleringsplaner, kan en lese følgende *«Planmyndigheten vil kunne stille krav om redegjørelse for overvannshåndtering i henhold til vedlegg 7 ved innsendelse av planforslag, også kalt overordnet overvannsplan.»*. Det er altså en mulighet for at planmyndighet *«vil kunne*

stille krav», men det er altså ikke gitt. Videre forstås det at «*Det må dokumenteres at sikkerheten på eiendommen og nedstrøms er ivaretatt og at planen ikke fører til negative konsekvenser for annen eiendom.*» (Lørenskog kommune, 2017) som oppfattes som et tydelig krav med formuleringen «*må*». Det interessante med veilederen til Lørenskog kommune er at den stiller flest krav til håndtering av overvann tidlig fase, men ingen av de tilhørende reguleringsplanene vi har vurdert, har ivaretatt kravene.

Funnene vi observerer gjennom undersøkelsene i kapittel 4.1.3.1 t.o.m. kapittel 4.1.3.4 tyder på at befolkningstall, geografisk beliggenhet, kommuneøkonomi og politisk dominans virker å ha lite å si for hvor godt reguleringsbestemmelser ivaretar krav fra veileder og hvor mange krav hver enkelt lokal veileder besitter av de totalt 20 identifiserte kravene. Flere av resultatene bærer preg av lite kausalitet, altså at det er lite sammenheng. Samtidig observerer vi fra Figur 13 at det virker å være en sammenheng mellom hvor mange krav veilederen stiller og hvor godt kravene blir ivaretatt i respektive reguleringsbestemmelse.

Grunnet mange vage krav i veilederne er det som nevnt innledningsvis brukt skjønn fra vår side og vi har etter beste evne prøvd å tolke kravene. Vi er klar over at kommunene nødvendigvis ikke er enige i vår vurdering av veilederne. Da vi anser at hver enkelt kommune er kjent med, og har erfaring med sin respektive veileder.

Erfaringene vi har gjort oss gjennom arbeidet mener vi belyser nødvendigheten av denne oppgaven. De spesifikke problemene og løsninger er fremstilt i Tabell 33. Uklare veiledere har gjort det vanskelig å tolke hva som er faktiske krav i veilederne. De uklarhetene som fremkommer av vage veiledere, gir en evt. utbygger mulighet til å utnytte uklarhetene både økonomisk og tidsmessig. Hvilken kompetanse og fagkunnskap utbygger har, oppleves som avgjørende for hvordan veilederen tolkes og hvordan overvannet ender opp med å bli håndtert i tidlig fase. Det er overraskende at ingen av de politisk vedtatte reguleringsplanene ivaretar alle kravene som er satt i deres respektive veileder. Det er også uklart hvorfor reguleringsplaner som ikke ivaretar kravene blir politisk vedtatt, men det er mulig det har en sammenheng med at veilederne generelt er uklare. Forvirring kan forekomme hos både utbygger og kommune, og det kan føre til en større buffer for aksept av dårlig håndtering av overvann i tidlig fase fra både kommunens og utbyggers side.

Nøkkelen til suksess er å ha konkrete krav og dermed løsninger for å utføre tilfredsstillende tidlig fase planlegging for håndtering av overvann. Ved å ha en klar og strikt ordlyd i veilederen, vil det ikke være rom for feiltolkning. En annen løsning, er at veilederen anvender formuleringer som f.eks. «Anbefalinger», men er et dokument med konkrete kommunale krav.

Tabell 33: Problemer og løsninger i veiledere.

Spesifikke problemer	Løsning
Uklare veiledere	Klar og strikt ordlyd i veilederen
Utbyggere som utnytter uklarheter	Veileder er ikke en «veileder», men kommunale krav, uten muligheter for feiltolkning
Kommunene vet ikke/gir fritak fra kravene de selv har satt ved å vedta reguleringsplaner	

4.2 Metoder og metodikker

Resultater og diskusjon rundt metodene og metodikkene fremkommer her. Det er totalt analysert 14 metoder som anvendes i Norge, og 4 metodikker som anvendes internasjonalt.

4.2.1 Metode- og metodikkbeskrivelse

Ulike metoder og verktøy som anvendes for håndtering av overvann i tidlig fase, har blitt vurdert i denne oppgaven. Grunnlaget baseres på løsninger som fokuserer på vannbalanse og/eller skadereduksjon. Oppgaven analyserer metoder og verktøy som anvendes i Norge i dag, samt erfaringer fra internasjonal praksis.

Grunnet spenn i bakgrunnskunnskap og tidsbegrensning er metodene overordnet vurdert. Vurderingene baserer seg på hvilken informasjon som finnes om den respektive metoden i form av manualer, instruksjer og litteratur. Oppgaven er definert som en litteraturstudie og ikke en analyserende studie. Derfor har fokuset vært et bredt blikk over hva som eksisterer av metoder istedenfor fordypning innenfor ett par metoder. Vi er objektive i vår analyse av data ettersom vi verken representerer kommune eller utbygger, og denne masteroppgaven er fri forskning. Vi antar at en utbygger vil tolke reglene slik at prosjektet blir mest lønnsomt uavhengig av hva som er best for overvannshåndtering og andre krav. Det er tolkningsrommet i veilederen og kommunes manglende evne til å forstå og følge opp eget lovverk, som er problemet.

I Norge og internasjonalt finnes det et utvalg av metoder og metodikker for håndtering av overvann i tidlig fase. Disse metodene og metodikkene kan anvendes for å uthente data som

kommunenes veiledere setter krav til for håndtering av overvann i tidlig fase. Metodene og metodikkene kan anvendes både av kommune og utbygger i reguleringsplanfasen.

4.2.1.1 Evaluering av metoder som anvendes i Norge

I dette kapitlet evalueres metodene som anvendes for håndtering av overvann i tidlig fase i Norge. De vedlagte prosjektområdene til de fleste metodene, er kun en visuell representasjon av hvordan metoden ville fremstått i en evt. programvare. Det er tatt utgangspunkt i samme område med lik reguleringsgrense. Se vedlegg B for poengresultat.

De evaluerte metodene er verktøy samt kilder til grunnlagsdata for å vurdere overvannstiltak ved en evt. utbygging. Metodene har ulike perspektiver og kriterier for innspill ved overvannsløsninger. Vi har sett det som hensiktsmessig å analysere de ulike metodene for å vurdere en sammensatt metodikk i kapittel 4.3.

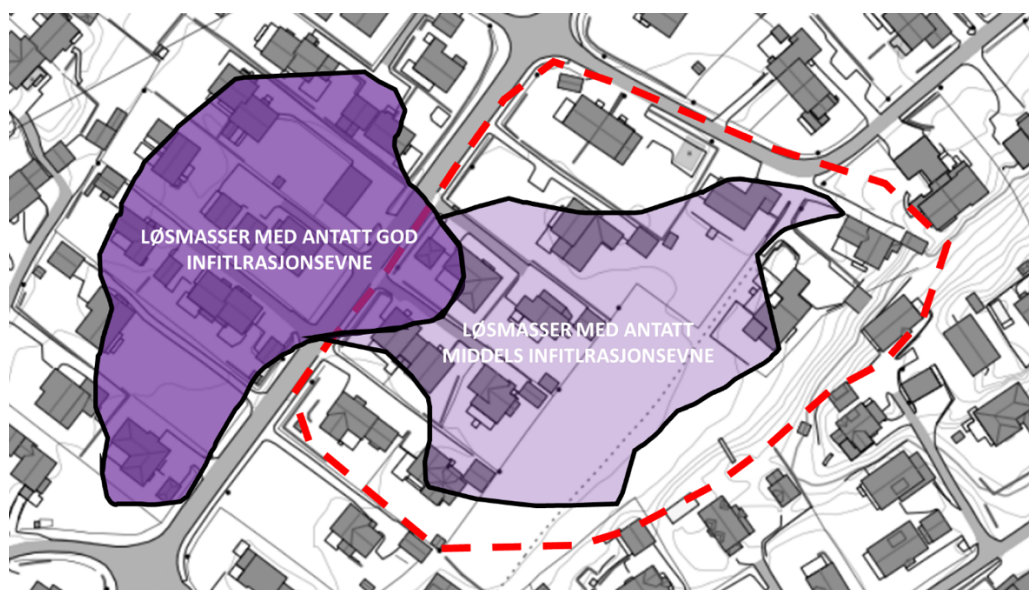
NGU-Løsmassekart

Norges Geografiske Undersøkelse (NGU) har en løsmasse-database i form av et kvartærgeologisk kart. Det er mulig å anslå infiltrasjonsevnen til et område utledet fra løsmassene. Denne metoden inngår i vannbalanse-kategorien siden den omhandler infiltrasjon. Infiltrasjon er en treg prosess som opprettholder den naturlige vannbalansen ved å håndtere avrenningen fra årsnedbør. Kartet er tilgjengelig for alle og er enkelt å bruke ettersom den eneste inngangsparameteren er at en definerer område. Svakheten er at det er en usikkerhet og lav oppløsning på kartet (Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), u.å.). Tabell 34 fremstiller evalueringen av metoden; NGU-Løsmassekart.

Tabell 34: Evaluering av NGU-Løsmassekart.

Kriteria		Begrunnelse for valg av kriteria
A	Tilgjengelighet på nødvendig grunnlagsdata	Svært god da kartverktøyet har innebygd data. 3 poeng
B	Utvalg/tilgjengelighet av nødvendige programvarer	Svært god da metoden kun krever internett-leser. 3 poeng
C	Nødvendig kompetanse	Krever lite kompetanse. Enkel å bruke. 3 poeng
D	Nødvendig tverrfaglighet	Krever ingen fagfelt. 3 poeng
E	Tidsbruk	Tar lite tid. 3 poeng
F	Kostnader	Kostnadsfri. 3 poeng
G	Detaljeringsnivå	Lav oppløsning i kartverktøyet. 1 poeng
H	Usikkerheter	Stor usikkerhet i kart pga. lite detaljering og støy i kart ved vannområder. 1 poeng
I	Tilgjengelig dokumentasjon/Retningslinjer og veiledning	Litt kundestøtte, men ingen brukerveileder. 1 poeng
J	Sier metoden noe om vannkvalitet	Nei. 1 poeng
	SUM av 30 poeng	22 poeng

Figur 17 demonstrerer hvordan løsmassekartet fra NGU kan fremvises for en reguleringsgrense. De ulike fargede delfeltene representerer ulike løsmasser i området rundt og i reguleringsgrensen.



Figur 17: Reguleringsgrense med NGU-løsmassekart.

NEVINA

Nedbørfelt-Vannføring-INdeks-Analyse (NEVINA) er et GIS-verktøy som genererer nedbørfelt for et selvvalgt punkt i et vassdrag. NEVINA kan gjennomføre hydrologiske analyser for et nedbørfelt samt estimere den alminnelige lavvannføringen og lavvannindekser for et reguleringsområde.

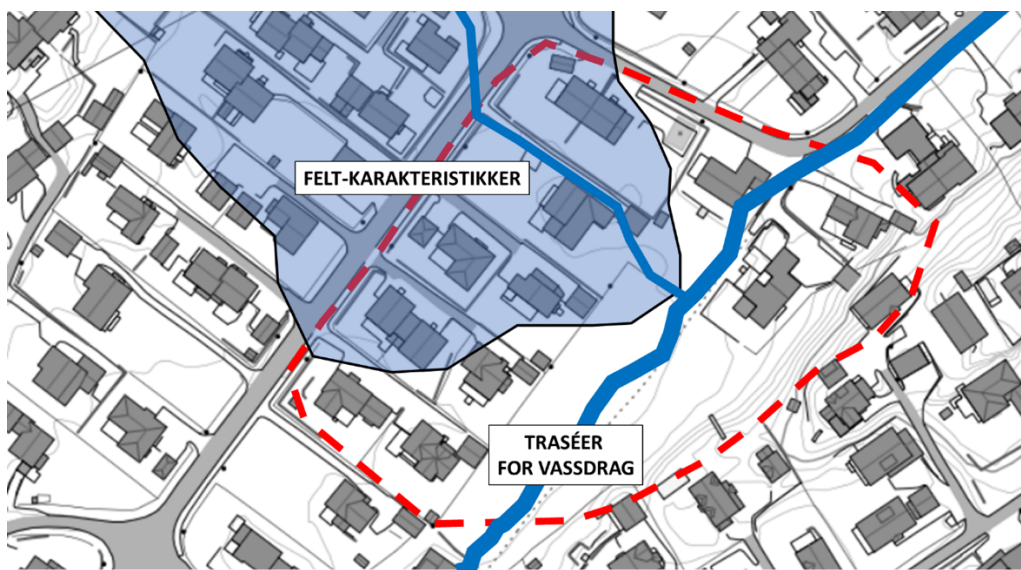
NEVINA inngår i både skadereduksjon- og vannbalansekategori. Ved skadereduksjon er det mulig å bruke NEVINA for å avklare avrenningslinjene i et nedbørfelt. En har dermed muligheten til å evt. planlegge/forutse den naturlige avrenningen i sårbare områder som boligfelt, for så å lede den til områder som har kapasitet til å håndtere mer overvann. Innenfor vannbalanse, er NEVINA en metode som gir lavvannsføringer og lavvannsindekser fra årsnedbør. Det gir en god indikasjon på hvor mye nedbør som kan forventes i et spesifikt område.

NEVINA er en enkel metode som kan anvendes av personell uten spesiell kompetanse. NEVINA legger også grunnlaget for videre arbeid innenfor hydrologiske analyser ved å definere nedbørfeltgrenser og lavvannføring. I noen områder gir NEVINA bedre resultater enn andre – altså en usikkerhet. Både feltparameterne og lavvannsindeksene inneholder en usikkerhet og må ikke oppfattes som eksakte verdier. For tidlig planlegging av et tiltak, må det suppleres med hydrologisk faglig vurdering (NEVINA, 2015). Tabell 35 fremstiller evalueringen av metoden; NEVINA.

Tabell 35: Evaluering av NEVINA.

Kriteria		Begrunnelse for valg av kriteria
A	Tilgjengelighet på nødvendig grunnlagsdata	Svært god da GIS-verktøyet har innebygd data. 3 poeng
B	Utvalg/tilgjengelighet av nødvendige programvarer	Svært god da metoden kun krever internett-leser. 3 poeng
C	Nødvendig kompetanse	Krever litt kompetanse. Eks. Forståelse av lavvannføring. 2 poeng
D	Nødvendig tverrfaglighet	Krever ingen fagfelt. 3 poeng
E	Tidsbruk	Tar lite tid. 3 poeng
F	Kostnader	Kostnadsfri. 3 poeng
G	Detaljeringsnivå	Lav oppløsning i GIS-verktøyet. 1 poeng
H	Usikkerheter	Stor usikkerhet i både kartoppløsning og verdier. 1 poeng
I	Tilgjengelig dokumentasjon/Retningslinjer og veiledning	Brukerveiledning og kundestøtte tilgjengelig. 3 poeng
J	Sier metoden noe om vannkvalitet	Nei. 1 poeng
SUM av 30 poeng		22 poeng

Figur 18 demonstrerer hvordan nedbørfelt i NEVINA kan fremvises for en reguleringsgrense. Det lyseblå feltet representerer nedbørfeltet. De mørkeblå linjene i figuren simulerer avrenningslinjene/traséer for vassdrag.



Figur 18: Reguleringsgrense med NEVINA kart.

Manuelle infiltrasjonsmålinger

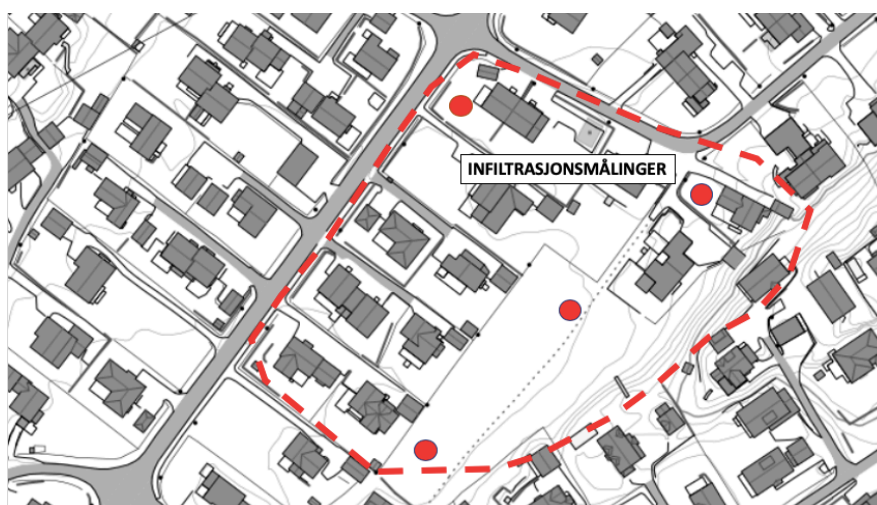
Manuelle infiltrasjonsmålinger går innenfor kategoriene vannbalansen og skadereduksjon. For vannbalanse, er infiltrasjonsmålinger viktig for å få en indikasjon på områder som har nok kapasitet til å håndtere de mindre regnhendelser i Trinn 1. Ved skadereduksjon kan en få en antydning til potensielle områder for skred- og rasfare ved ekstremnedbør.

Det er forskjellige metoder for å vurdere infiltrasjonsevnen til et område. For overflatemålinger/grunne løsmasser kan Dobbelring infiltrometer, Mariotte sylinder og Modified Philip Dunne (MPD) brukes. Ved grunnmålinger/dypere løsmasser kan det utføres geotekniske prøver gjennom Hazens formel. Fordelen med Manuelle infiltrasjonsmålinger, er at en får nøyaktige resultater om metodene anvendes korrekt. Ulempen er at man er nødt til å ha geoteknisk eller hydrologisk kunnskap for å utføre målinger (Nilsen, 2019a). Målingene kan forringe detaljeringsgraden på output-data som følge av menneskelige feil under avlesning, dosering og montering. Infiltrasjonsmålinger er i tillegg punktmålinger, altså gir verdi for et spesifikt punkt. Et lite område som er innenfor en reguleringsgrense, kan ha stor variasjon i infiltrasjonsevnen. Det er derfor viktig å ha flere målinger, slik at resultatene blir realistiske. Tabell 36 fremstiller evalueringen av metoden; Manuelle infiltrasjonsmålinger.

Tabell 36: Evaluering av Manuelle infiltrasjonsmålinger.

Kriteria		Begrunnelse for valg av kriteria
A	Tilgjengelighet på nødvendig grunnlagsdata	Litt tilgjengelig ettersom metoden krever spesifikke verktøy for utførelse. 2 poeng
B	Utvalg/tilgjengelighet av nødvendige programvarer	Krever utstyr. Mulighet for lån og kjøp av utstyr. 2 poeng
C	Nødvendig kompetanse	Krever en viss opplæring/kunnskap for infiltrasjonsutstyret. 2 poeng
D	Nødvendig tverrfaglighet	Énfaglig – Geologi. 2 poeng
E	Tidsbruk	Krever over ett døgn med planlegging og gjennomføring. 1 poeng
F	Kostnader	Krever utstyr. Kostnadsfri om mulighet for lån/har det fra før, men koster om en skal ha nytt utstyr. 2 poeng
G	Detaljeringsnivå	God detaljering, men menneskelig feil kan forekomme. 2 poeng
H	Usikkerheter	Middels usikkerhet. Krever kunnskap om riktig lokasjon og menneskelige feil kan forekomme. 2 poeng
I	Tilgjengelig dokumentasjon/Retningslinjer og veiledning	Brukerveiledning og kundestøtte tilgjengelig. 2 poeng
J	Sier metoden noe om vannkvalitet	Nei. 1 poeng
SUM av 30 poeng		18 poeng

Figur 19 demonstrerer hvordan infiltrasjonsmålinger kan fremvises for en reguleringsgrense. De røde prikkene representerer lokasjonen for hvor en infiltrasjonsmåling er gjennomført.



Figur 19: Reguleringsgrense med Manuelle infiltrasjonsmålinger kart.

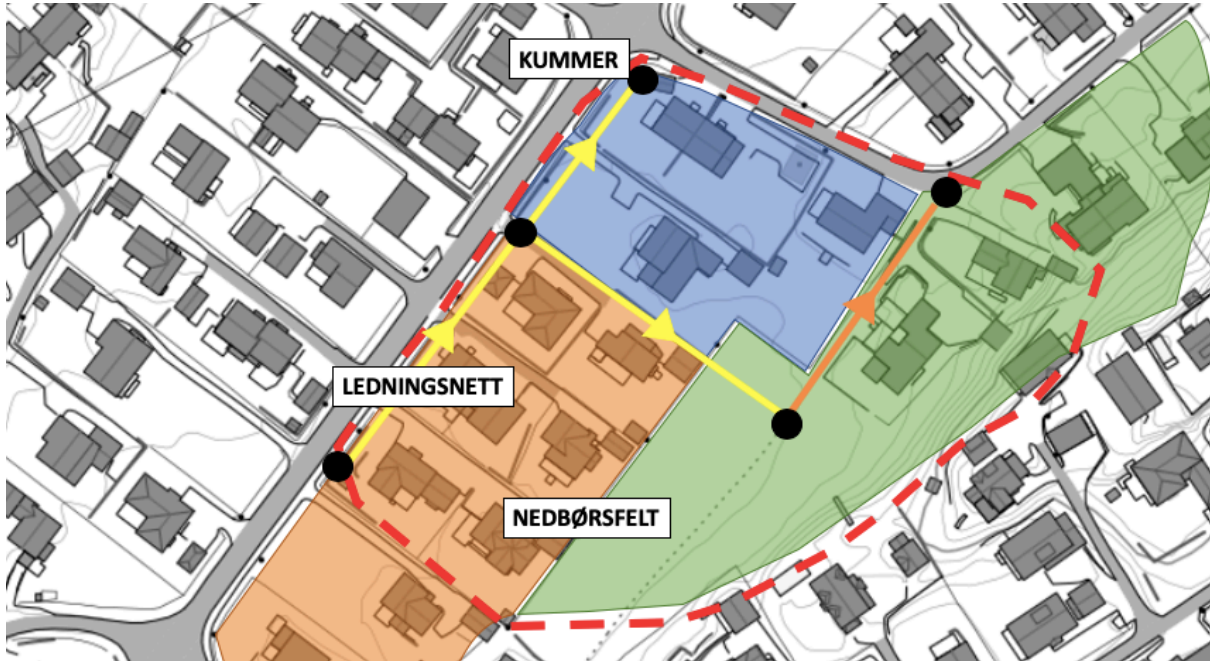
SWMM

Storm Water Management Model (SWMM) er en hydraulisk modell for avrenning fra delfelt. SWMM kan brukes som en metode for å beregne vannbalanse og skadereduksjon. SWMM har mulighet til å simulere infiltrasjon, evapotranspirasjon, grunnvannsstrømninger og overflateavrenninger for å oppnå en naturlig vannbalanse. I forhold til skadereduksjon er det mulig å simulere avrenning fra ekstremnedbør og flomveier. Programmet krever god trening og et godt kunnskapsgrunnlag, men man kan samtidig få mye informasjon knyttet til hydraulikk ut av modellen. Det er deriblant usikkerhet knyttet til delfeltene, og liten oppløsning (Rossman, 2015). Tabell 37 fremstiller evalueringen av metoden; SWMM.

Tabell 37: Evaluering av SWMM.

Kriteria		Begrunnelse for valg av kriteria
A	Tilgjengelighet på nødvendig grunnlagsdata	Krever mange input-verdier og grunnlagsdata. 1 poeng
B	Utvalg/tilgjengelighet av nødvendige programvarer	Tilgjengelig for alle på nett. 3 poeng
C	Nødvendig kompetanse	Krever god opplæring og kompetanse innenfor programvaren. 1 poeng
D	Nødvendig tverrfaglighet	Énfaglig – Hydrologi 2 poeng
E	Tidsbruk	Krever mye tid for å sette opp en hydraulisk modell. 1 poeng
F	Kostnader	Kostnadsfri programvare. 3 poeng
G	Detaljeringsnivå	Høy detaljeringsgrad. 3 poeng
H	Usikkerheter	Middels usikkerhet knyttet til delfeltene og middels oppløsning. 3 poeng
I	Tilgjengelig dokumentasjon/Retningslinjer og veiledning	Brukerveiledning og litt kundestøtte. 2 poeng
J	Sier metoden noe om vannkvalitet	Ja. 3 poeng
	SUM av 30 poeng	22 poeng

Figur 20 demonstrerer en hydraulisk modell laget i SWMM innenfor en reguleringsgrense. De ulike delfeltene representerer nedbørsfelt, linjene er ledningsnett med retning for vannstrømningen og de svarte prikkene er kummer.



Figur 20: Reguleringsgrense med SWMM kart.

MIKE SHE

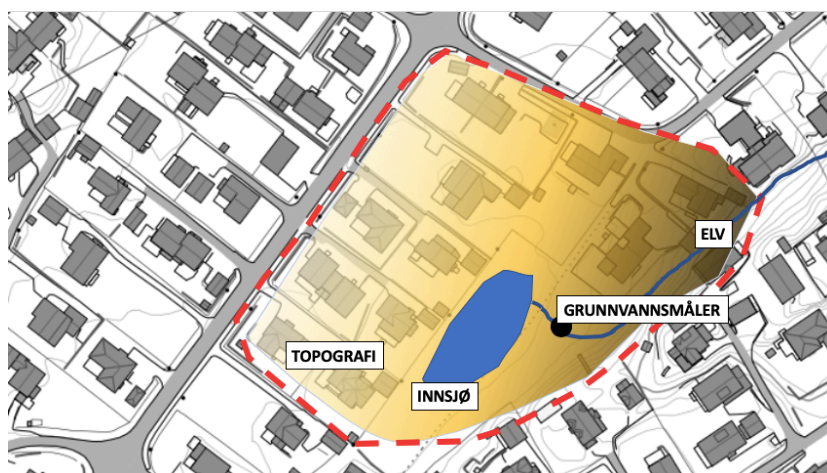
Program som simulerer interaksjonen mellom grunnvann og overflatevann. MIKE SHE er et godt utviklet og detaljert program som gir et avansert og fleksibelt grunnlag for hydrologisk modellering. Det er et dyrt og avansert program som trenger høy kompetanse. Det er i tillegg praktiske- (generingstid) og maskinavgrensninger.

MIKE SHE er et rendyrket program for vannbalanse. Det er f.eks. mulig å modellere småregn, infiltrasjon og intersepsjon. I forhold til skadereduksjon er det mulig å modellere avrenningen i et nedbørsfelt slik at oversvømmelse kan unngås (MIKE, 2017). Tabell 38 fremstiller evalueringen av metoden; MIKE SHE.

Tabell 38: Evaluering av MIKE SHE.

Kriteria		Begrunnelse for valg av kriteria
A	Tilgjengelighet på nødvendig grunnlagsdata	Krever mange inputverdier og grunnlagsdata. 1 poeng
B	Utvalg/tilgjengelighet av nødvendige programvarer	Kun tilgjengelig ved kjøp av abonnement. 1 poeng
C	Nødvendig kompetanse	Krever god opplæring og kompetanse innenfor programvaren. 1 poeng
D	Nødvendig tverrfaglighet	Énfaglig - Hydrologi 2 poeng
E	Tidsbruk	Krever mye tid for å simulere interaksjonen i programvaren. 1 poeng
F	Kostnader	Krever abonnement. 1 poeng
G	Detaljeringsnivå	Høy detaljeringsgrad. 3 poeng
H	Usikkerheter	Lav usikkerhet. 3 poeng
I	Tilgjengelig dokumentasjon/Retningslinjer og veiledning	Brukerveiledning og litt kundestøtte. 2 poeng
J	Sier metoden noe om vannkvalitet	Ja. 3 poeng
SUM av 30 poeng		18 poeng

Figur 21 simulerer interaksjonen mellom grunnvann og overflatevann i MIKE SHE innenfor reguleringsgrensen. Det graderte feltet er en representasjon av topografien. Jo mørkere farger, desto brattere er det i terrenget. De blå innslagene er overflatevann, og det svarte punktet er en grunnvannsmåler.



Figur 21: Reguleringsgrense med MIKE SHE kart.

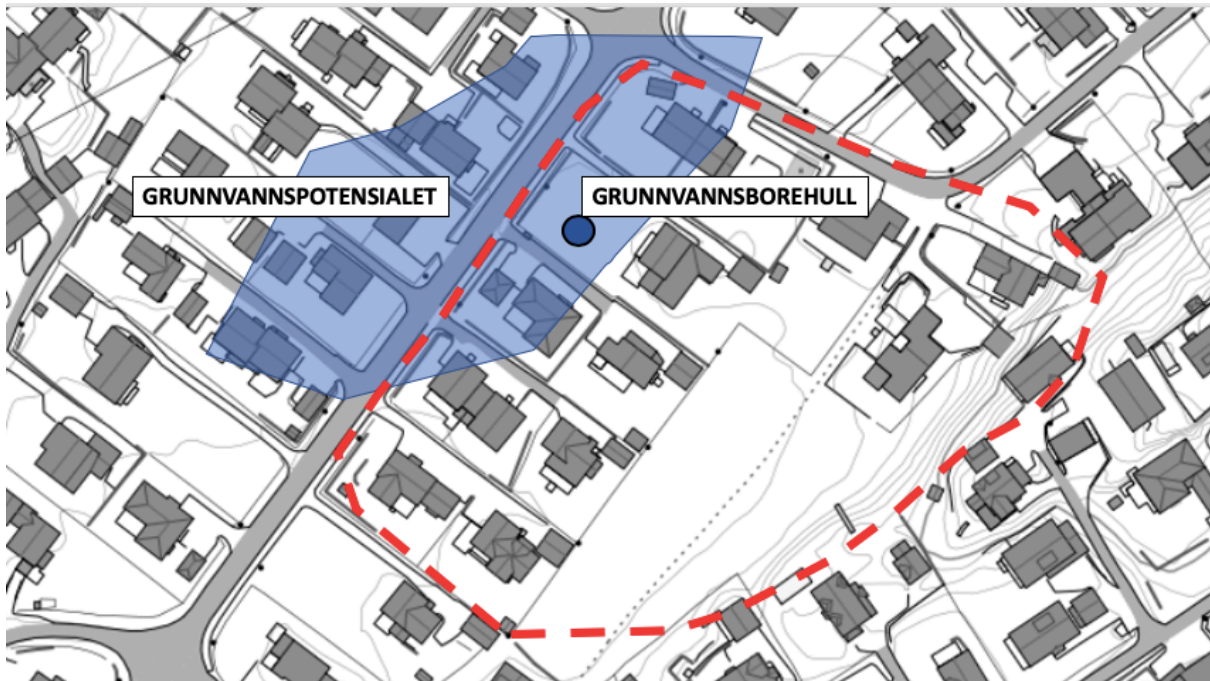
NGU-GRANADA

NGU-GRANADA er en norsk grunnvannsdatabase utarbeidet av Norges Geologiske Undersøkelse (NGU). Databasen gir god oversikt og informasjon om brønner, grunnvannsressurser og vannkvalitet. NGU-GRANADA kan brukes i sammenheng med både vannbalanse og skadereduksjon. For vannbalanse, er det mulig å bruke informasjonen om egenskaper i undergrunnen som bergartstype, løsmassetype og grunnvannvannstand for å evaluere infiltrasjonskapasitet i grunn og stabilitet i grunnvannstand. For skadereduksjon kan en også se på grunnvannstanden. Om det er mye senkning av grunnvannstanden for et område, kan en f.eks. anta større erosjonsfare. Noen av svakhetene er at det kan være lav dekning av målepunkt og avvik i plassering i borehull (GRANADA, u.å.). Tabell 39 fremstiller evalueringen av metoden; NGU-GRANADA.

Tabell 39: Evaluering av NGU-GRANADA.

Kriteria		Begrunnelse for valg av kriteria
A	Tilgjengelighet på nødvendig grunnlagsdata	Krever litt ekstra grunnlagsdata – som spesifikk lokasjon. 2 poeng
B	Utvalg/tilgjengelighet av nødvendige programvarer	Tilgjengelig for alle på nett. 3 poeng
C	Nødvendig kompetanse	Krever ikke forkunnskaper. 3 poeng
D	Nødvendig tverrfaglighet	Trenger ingen fagfelt. 3 poeng
E	Tidsbruk	Krever under en time å bruke. 3 poeng
F	Kostnader	Kostnadsfri. 3 poeng
G	Detaljeringsnivå	Lav detaljeringsgrad. 1 poeng
H	Usikkerheter	Høy usikkerhet. Kan ha dårlig dekning av målepunkt og avvik i borehullplassering. 1 poeng
I	Tilgjengelig dokumentasjon/Retningslinjer og veiledning	Brukerveiledning og litt kundestøtte. 2 poeng
J	Sier metoden noe om vannkvalitet	Ja. 3 poeng
	SUM av 30 poeng	25 poeng

Figur 22 fremstiller grunnvannspotensialet og grunnvannsborehull i NGU-GRANADA. Det blå feltet representerer området som har grunnvannspotensial, og den blå prikken er et grunnvannsborehull.



Figur 22: Reguleringsgrense med NGU-GRANADA kart.

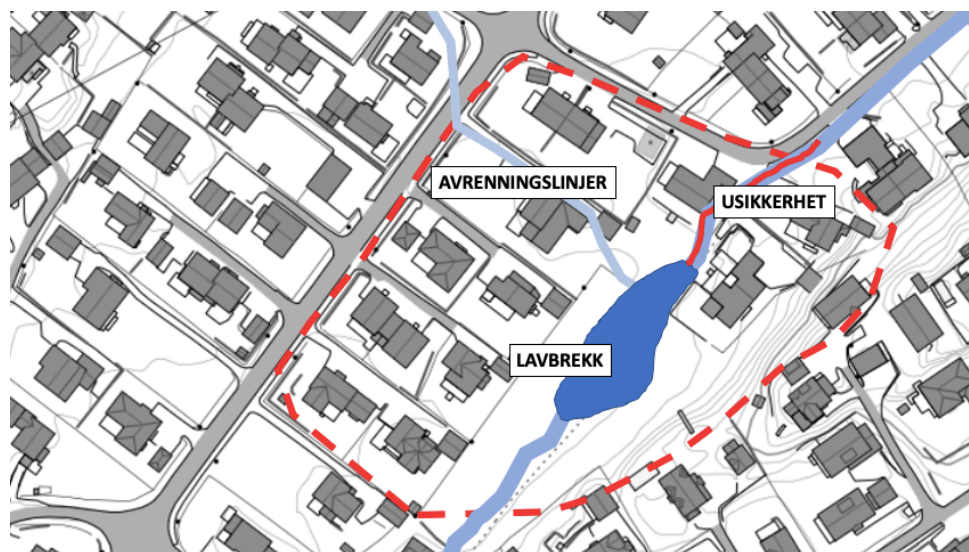
«Semi-hydrologiske modeller»

«Semi-hydrologiske modeller» er utarbeidet av Oskar Kielland, masterstudent ved NMBU våren 2020. Informasjon om metoden er hentet 02.04.2020 da modellen fortsatt var under utvikling. Den hadde som mål å beregne overvannsmengder for mindre områder gjennom den rasjonale formel. Beregningene kan brukes i kategorien skadereduksjon fordi modellen forutsetter en beregning av den rasjonale formel med regn for større gjentakintervall enn 20 år. Svakheten er at det er praktiske utfordringer (generingstid) for større områder (> 1 km²) og kan være usikkerhet knyttet til beregningene (Kielland, 2020). Tabell 40 fremstiller evalueringen av metoden; «Semi-hydrologiske modeller».

Tabell 40: Evaluering av «Semi-hydrologiske modeller».

Kriteria		Begrunnelse for valg av kriteria
A	Tilgjengelighet på nødvendig grunnlagsdata	Krever flere parametere for modellen. 1 poeng
B	Utvalg/tilgjengelighet av nødvendige programvarer	Ikke tilgjengelig for alle. 1 poeng
C	Nødvendig kompetanse	Krever høy fagkunnskap og opplæring. 1 poeng
D	Nødvendig tverrfaglighet	Énfaglig – Hydrologi 2 poeng
E	Tidsbruk	Krever tid til å sette opp, og har lang genereringstid. 3 poeng
F	Kostnader	Ikke kostnadsfri. 1 poeng
G	Detaljeringsnivå	Høyt detaljeringsnivå. 3 poeng
H	Usikkerheter	Middels usikkerhet. Kan ha avvik i beregningene. 2 poeng
I	Tilgjengelig dokumentasjon/Retningslinjer og veiledning	Ingen brukerveiledning eller kundestøtte. 1 poeng
J	Sier metoden noe om vannkvalitet	Nei. 1 poeng
	SUM av 30 poeng	14 poeng

Figur 23 fremstiller avrenningslinjer og overflatevann i «Semi-hydrologiske modeller» i en reguleringsgrense. De turkise linjene er avrenningslinjer/vannføringer. Jo tykkere linje, jo høyere vannføring. Den røde streken i avrenningslinjen representerer en usikkerhet knyttet til beregningene. Overflatevannet som kan forekomme, er vist som en blå figur.



Figur 23: Reguleringsgrense med «Semi hydrologiske modeller» kart.

Avansert formel med den rasjonale formel og vannbalanselikningen

Den avanserte formelen er en kombinasjon av den rasjonale formel og vannbalanselikningen. Formelen beregner en enkel metode til å estimere avrenningsvolumet til et nedbørsfelt. For at utregningene skal bli mest mulig eksakte, behøves det god data og forarbeid for å utføre beregningen. Det er derimot en usikkerhet knyttet til arealdefinisjonen. Ved skadereduksjon kan bruke det estimerte avrenningsvolumet til å vurdere andre veier avrenningen kan renne (Paus, 2020). Tabell 41 fremstiller evalueringen av metoden; Avansert formel med den rasjonale formel og vannbalanselikningen.

Tabell 41: Evaluering av den avanserte formel med den rasjonale formel og vannbalanselikningen.

Kriteria		Begrunnelse for valg av kriteria
A	Tilgjengelighet på nødvendig grunnlagsdata	Krever flere parametere for modellen. 1 poeng
B	Utvalg/tilgjengelighet av nødvendige programvarer	Tilgjengelig for alle ved søk på internett. 3 poeng
C	Nødvendig kompetanse	Krever en litt opplæring eller kompetanse innen beregning. 2 poeng
D	Nødvendig tverrfaglighet	Énfaglig – Hydrologi. 2 poeng
E	Tidsbruk	Krever litt tid til å utføre beregningen. 2 poeng
F	Kostnader	Kostnadsfri. 3 poeng
G	Detaljeringsnivå	Lavt detaljeringsnivå. 1 poeng
H	Usikkerheter	Høy usikkerhet ved avvik i beregningen. 2 poeng
I	Tilgjengelig dokumentasjon/Retningslinjer og veiledning	Litt beregningshjelp ved formelen. 2 poeng
J	Sier metoden noe om vannkvalitet	Nei. 1 poeng
	SUM av 30 poeng	17 poeng

KSS

Norsk Klimaservicesenter (KSS) samler kontinuerlig og formidler klima- og hydrologiske data slik at det er tilgjengelig for klimatilpasning. Dataen kan brukes til forskning om effekten av klimaendringer på natur og samfunn. KSS er lett tilgjengelig for allmennheten, og enkel å anvende. KSS er utviklet i samarbeid med metrologisk institutt, NVE, NORCE og Bjerknes Centeret, og har et solid vitenskapelig grunnlag. Det foreligger en usikkerhet fordi metoden er under utvikling. Det er spesielt basert på IVF-prediksjonene, og dette må tas i betraktning når dataen tas i bruk (Norsk Klimaservicesenter, u.å.).

Metoden viser som sagt IVF-prediksjoner, og funnene kan brukes til både vannbalanse og skadereduksjon. IVF-prediksjonene viser gjentaksintervall mellom 2 til 200 år. Altså handlingsrommet til begge kategoriene; årsnedbør og ekstremnedbør. Tabell 42 fremstiller evalueringen av metoden; KSS.

Tabell 42: Evaluering av KSS.

Kriteria		Begrunnelse for valg av kriteria
A	Tilgjengelighet på nødvendig grunnlagsdata	Alt tilgjengelig. 3 poeng
B	Utvalg/tilgjengelighet av nødvendige programvarer	Tilgjengelig for alle ved søk på Internett. 3 poeng
C	Nødvendig kompetanse	Krever en litt opplæring eller kompetanse fagfeltet. 2 poeng
D	Nødvendig tverrfaglighet	Énfaglig - Hydrologi. 2 poeng
E	Tidsbruk	Krever lite tid for å anvende metoden. 3 poeng
F	Kostnader	Kostnadsfri. 3 poeng
G	Detaljeringsnivå	Middels detaljeringsnivå. 2 poeng
H	Usikkerheter	Usikkerhet basert på IVF-prediksjonene. Nettsiden er under utvikling. 1 poeng
I	Tilgjengelig dokumentasjon/Retningslinjer og veiledning	Litt kundestøtte og hjelp på siden. 2 poeng
J	Sier metoden noe om vannkvalitet	Nei. 1 poeng
SUM av 30 poeng		22 poeng

Terrengdata

Terrengdata, fra hoydedata.no, er utviklet av Kartverket, som gir detaljerte høydedata og terrengmodeller for landområder. Dataen oppdateres fortløpende med fly- og helikopterpåmonterte laserskannere. Metoden kan anvendes for både vannbalanse og skadereduksjon. Ved vannbalanse, er det mulig å analysere variasjon i terreng og vurdere infiltrasjonskapasiteten til en viss grad. For skadereduksjon vil høydekurvene gi en indikasjon på avrenningens utslippspunkt ved f.eks. ekstremnedbør.

Det er i tillegg en kostnadsfri tjeneste, og en har mulighet til å velge ulike kartlag. Svakheten er at nettsiden er stadig under utvikling, og det kan forekomme kartstøy i vannområder og i overgangen mellom vann og land. Oppløsning kan variere for ulike prosjekter (områder), og derfor må en usikkerhet anerkjennes (Kartverket, u.å.). Tabell 43 fremstiller evalueringen av metoden; Terrengdata.

Tabell 43: Evaluering av Terrengdata.

Kriteria		Begrunnelse for valg av kriteria
A	Tilgjengelighet på nødvendig grunnlagsdata	Middels tilgjengelig. 2 poeng
B	Utvalg/tilgjengelighet av nødvendige programvarer	Tilgjengelig for alle ved søk på internett. 3 poeng
C	Nødvendig kompetanse	Krever ingen forkunnskaper. 3 poeng
D	Nødvendig tverrfaglighet	Krever ingen fagfelt. 3 poeng
E	Tidsbruk	Krever lite tid for å anvende metoden. 3 poeng
F	Kostnader	Kostnadsfri, men koster å ha tilgang på «Forvaltningsløsninger». 2 poeng
G	Detaljeringsnivå	Lavt detaljeringsnivå. 1 poeng
H	Usikkerheter	Usikkerhet pga. kartstøy i vannområder mellom vann og land. 2 poeng
I	Tilgjengelig dokumentasjon/Retningslinjer og veiledning	Brukerveiledning og kundestøtte. 3 poeng
J	Sier metoden noe om vannkvalitet	Nei. 1 poeng
	SUM av 30 poeng	23 poeng

Figur 24 simulerer høydekurver innenfor reguleringsgrensen. De røde heltrukne linjene er høydekurver for området.



Figur 24: Reguleringsgrense med Terrengdata kart.

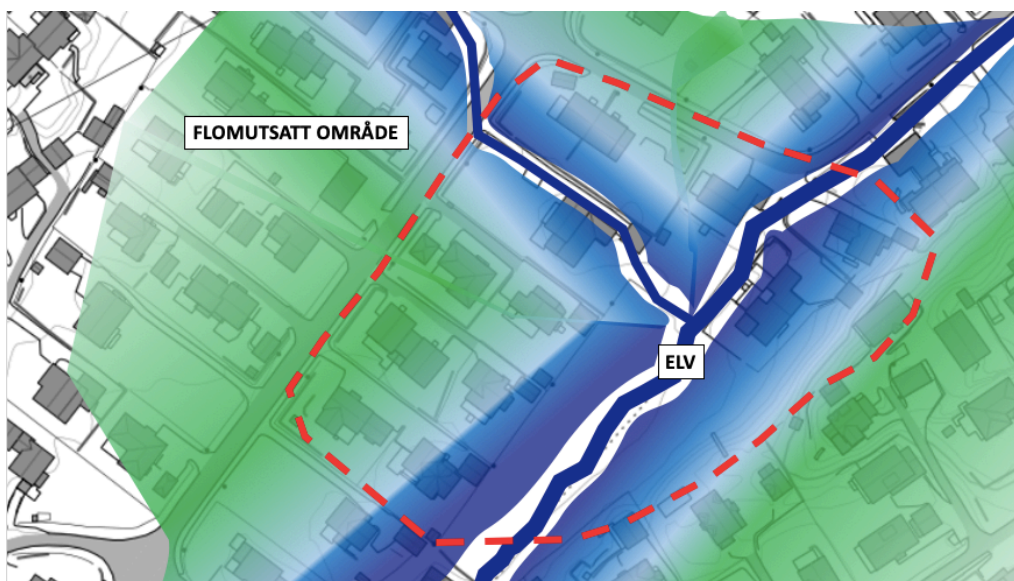
HEC-RAS

HEC-RAS er et program utviklet av «US Army Corps of Engineers». Det er en programvare for hydraulisk modellering og vannkvalitetsmodellering i naturlige og kunstige elver/kanaler. Modelleringsmulighetene er store, og i forhold til skadereduksjon, er overflatemodeller for vannlinjer relevant. Det er mulig å beregne ganske nøyaktige resultater for 1D og 2D stasjonære, og ikke stasjonære vannlinjeberegninger. Ulempen er at det er en omfattende programvare som krever mye veiledning og opplæring for anvendelse. Programmet krever en mengde input-data for å generere vannlinjeberegningene (Nilsen, 2019b). Tabell 44 fremstiller evalueringen av metoden; HEC-RAS.

Tabell 44: Evaluering av HEC-RAS.

Kriteria		Begrunnelse for valg av kriteria
A	Tilgjengelighet på nødvendig grunnlagsdata	Krever mye grunnlagsdata. 1 poeng
B	Utvalg/tilgjengelighet av nødvendige programvarer	Har en kostnadsfri versjon, men full tilgang krever abonnement 2 poeng
C	Nødvendig kompetanse	Krever god kompetanse og opplæring. 1 poeng
D	Nødvendig tverrfaglighet	Énfaglig – Hydrologi. 2 poeng
E	Tidsbruk	Krever mye tid å bruke programvaren. 1 poeng
F	Kostnader	Kostnadsfri, men full tilgang koster. 2 poeng
G	Detaljeringsnivå	Godt detaljeringsnivå. 3 poeng
H	Usikkerheter	Lav usikkerhet 3 poeng
I	Tilgjengelig dokumentasjon/Retningslinjer og veiledning	Brukerveiledning, men kundestøtte krever abonnement. 2 poeng
J	Sier metoden noe om vannkvalitet	Ja. 3 poeng
	SUM av 30 poeng	20 poeng

Figur 25 simulerer kunstige elver og kanaler i et HEC-RAS kart innenfor en reguleringsgrense. De grønne områdene representerer områder som er mindre utsatt for flom. Jo mørkere blå områdene er, desto mer flomutsatt er de. De blå linjene representerer elver eller avrenningslinjer.



Figur 25: Reguleringsgrense med HEC-RAS kart.

Fordrøyningsdimensjonering

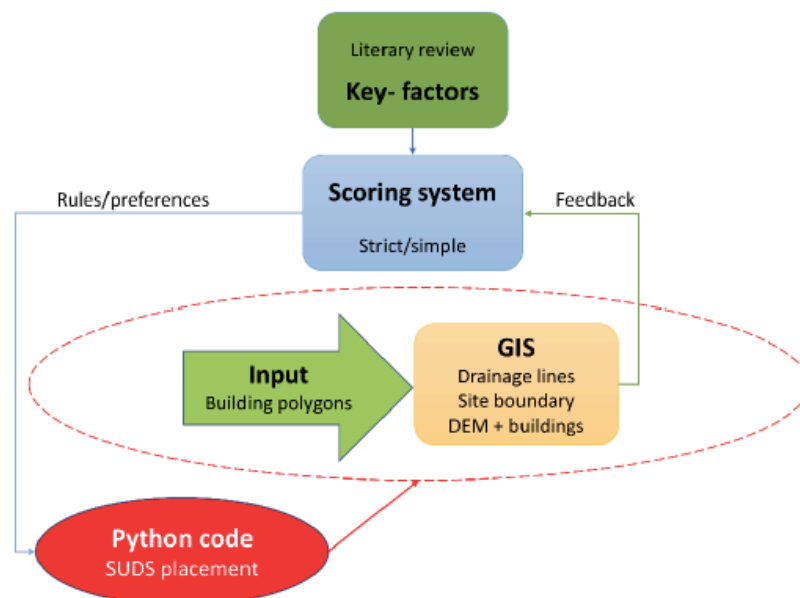
Fordrøyningsdimensjonering som metode genererer en enkel beregning for dimensjonerende nedbørsmengde ved fordrøyning av overvann. Det er en enkel metode som kan utføres ved manuell beregning. Resultatet kan være unøyaktig grunnet behovet for helt konkret input-data og kompetanse for å kunne velge riktig data for de ulike parameterne. Output-data skal være et fordrøyningsvolum, altså en prosess som holder tilbake nedbøren slik at overvann kan slippes ut kontrollert, og kan benyttes i skadereduksjon hvor f.eks. flomskader kan forebygges (Norsk Vann, u.å.-a). Tabell 45 fremstiller evalueringen av metoden; Fordrøyningsdimensjonering.

Tabell 45: Evaluering av Fordrøyningsdimensjonering.

Kriteria		Begrunnelse for valg av kriteria
A	Tilgjengelighet på nødvendig grunnlagsdata	Krever noen parametere for modellen. 2 poeng
B	Utvalg/tilgjengelighet av nødvendige programvarer	Tilgjengelig for alle ved søk på internett. 3 poeng
C	Nødvendig kompetanse	Krever en litt opplæring eller kompetanse innen beregning. 2 poeng
D	Nødvendig tverrfaglighet	Énfaglig – Hydrologi. 2 poeng
E	Tidsbruk	Krever lite tid til å utføre beregningen, men innhenting av data kan kreve litt tid. 2 poeng
F	Kostnader	Kostnadsfri. 3 poeng
G	Detaljeringsnivå	Lavt detaljeringsnivå. 1 poeng
H	Usikkerheter	Høy usikkerhet ved avvik i beregningen. 1 poeng
I	Tilgjengelig dokumentasjon/Retningslinjer og veiledning	Litt beregningshjelp ved formelen. 2 poeng
J	Sier metoden noe om vannkvalitet	Nei. 1 poeng
SUM av 30 poeng		19 poeng

«Digitalising optimisation of early phase urban stormwater planning»

Guro Stokseth, masterstudent ved NTNU i 2019, utarbeidet i sin masteroppgave en metodikk som kan digitalisere optimaliseringen av håndtering av overvann i tidlig fase (Stokseth, 2019). Vi ser på helheten av hennes masteroppgaven, som en metode. Metoden består av et poengsystem og et Python-script som vurderer et områdes evne har nok areal for regnbed og håndtering av en overvannsmengde. Ved å implementere polygoner, avrenningslinjer, lokasjon og kartlegging av bebyggelse, var det mulig å programmere Python til å plassere et LOD-tiltak. Det er dessuten en innovativ og fremtidsrettet fremgangsmåte for å løse problemer knyttet til overvannshåndtering i tidlig fase. LOD-tiltak, som regnbed kan både dimensjoneres for Trinn 1 og Trinn 2, og derfor går denne metoden både under kategoriene vannbalanse og skadereduksjon. Figur 26 fremstiller metoden utarbeidet av Stokseth.



Figur 26: Flytskjema av metodikk utarbeidet av Stokseth (Stokseth, 2019).

Tabell 46 fremstiller evalueringen av metoden; «Digitalising optimisation of early phase urban stormwater planning».

Tabell 46: Evaluering av «Digitalising optimisation of early phase urban stormwater planning».

Kriteria		Begrunnelse for valg av kriteria
A	Tilgjengelighet på nødvendig grunnlagsdata	Krever flere parametere for modellen. 1 poeng
B	Utvalg/tilgjengelighet av nødvendige programvarer	Ikke tilgjengelig for alle. 1 poeng
C	Nødvendig kompetanse	Krever opplæring og kompetanse. 1 poeng
D	Nødvendig tverrfaglighet	Tverrfaglig – GIS og Hydrologi. 1 poeng
E	Tidsbruk	Krever mye tid til å utføre metoden. 1 poeng
F	Kostnader	Ikke kostnadsfri. 1 poeng
G	Detaljeringsnivå	Høyt detaljeringsnivå. 3 poeng
H	Usikkerheter	Middels usikkerhet. 2 poeng
I	Tilgjengelig dokumentasjon/Retningslinjer og veiledning	Lite hjelp til veiledning. 1 poeng
J	Sier metoden noe om vannkvalitet	Nei. 1 poeng
	SUM av 30 poeng	13 poeng

Rapporter og foto

Overvannshendelser som har oppstått grunnet mye nedbør er en stor utfordring. Ved å dokumentere via rapporter og foto før og etter en situasjon er en fin måte å skape oversikt og erfaring på, som f.eks. i Figur 27 der bilder dokumenterer før og etter en flom. Når en evt. utbygger skal iverksette nye tiltak til skadereduksjon som f.eks. oversvømmelse, er rapporter og foto viktige bidragsyttere til løsninger. Det er mulig å få mange detaljer ut fra et bilde som å se hvor den naturlige avrenningen befinner seg, og hvor mye vann som samles opp. Svakheten med metoden er at det kan være middels detaljeringsgrad og vanskelig å få tydelige perspektiver på bildesamlinger. Tabell 47 fremstiller evalueringen av metoden; Rapporter og foto.

Tabell 47: Evaluering av Rapporter og foto.

Kriteria		Begrunnelse for valg av kriteria
A	Tilgjengelighet på nødvendig grunnlagsdata	Krever kamerautstyr. 2 poeng
B	Utvalg/tilgjengelighet av nødvendige programvarer	Tilgjengelig for alle. 3 poeng
C	Nødvendig kompetanse	Krever ingen opplæring. 3 poeng
D	Nødvendig tverrfaglighet	Krever ingen fagfelt. 3 poeng
E	Tidsbruk	Krever lite tid for å utføre metoden. 3 poeng
F	Kostnader	Kostnadsfri. 3 poeng
G	Detaljeringsnivå	Middels detaljeringsnivå. 2 poeng
H	Usikkerheter	Middels usikkerhet. 2 poeng
I	Tilgjengelig dokumentasjon/Retningslinjer og veiledning	Krever ikke veiledning 3 poeng
J	Sier metoden noe om vannkvalitet	Nei. 1 poeng
SUM av 30 poeng		25 poeng



Figur 27: Før og etter en flom ved Russian River (Graff, 2019).

4.2.1.2 Evaluering av metodikker som anvendes internasjonalt

Totalt fire internasjonale metodikker fra Bogotá, Colombia og Storbritannia har blitt vurdert i denne oppgaven. Metodikkene er vurdert ut ifra resultatene fra metodene i kapittel 4.2.1.1, og utdypningen av vurderingen er vedlagt i vedlegg B. Fokuset under utvalget av internasjonale metodikker har vært om de er anvendbare for norsk praksis. Vurdering av anvendbarhet er vedlagt i vedlegg D. Metodikkene har ulike perspektiver og utgangspunkt for å løse overvannshåndteringen i deres respektive områder.

Bogotá, Colombia: «Planlegging for flerkriterier for å finne og velge bærekraftige bydreneringssytemer (SuDS) i konsoliderte urbane områder»

Metoden som er introdusert, er utarbeidet av «Environmental Engineering Research Center (CIIA)» og siv.ing. departementet fra Universidad de los Andes fra Bogotá, Colombia. Byen Bogotá har en befolkning på nesten syv millioner innbyggere som bor på et område på 400 km² (Ariza et al., 2019).

Studiet utviklet en metodikk med ulike nivåer for konsoliderte urbane områder. Det er mulig å analysere miljø-, sosiale- og de økonomiske aspektene ved implementering av LOD-tiltak. Metodikken omfatter ulike tilnærminger og skala for tidlig fase. Figur 28 er en visuell representasjon av metodikken som er beskrevet. Metodikken er delt inn i tre skalaer; hele byen, lokal og mikro. Den byomfattende skalaen involverer definisjon av mål ved deres respektive versjoner av VA-normer og kommuneplaner. Hovedmålene til byplanen er å prioritere urbane dreneringsmuligheter og benytte urbane nedbørsfelt slik at det er mulig å integrere LOD-tiltak grunnet tilstedeværelsen av naturlige elementer. Den lokale skalaen involverer analyse av potensielle områder for LOD-tiltak. Mikroskala bruker resultatene fra de øvrige skalaene for å identifisere den beste plasseringen for et overvannstiltak.

Resultatene vil inneholde en rekke ulike tiltak som vil være godt egnet til områder som kan håndtere overvannet. Først, identifisering av prioriterte bydreneringsmuligheter hvor LOD-tiltakene kan gi store fordeler. Deretter bestemmes nedbørsfeltene som er utsatt for ny bebyggelse samt blågrønne korridorer (Ariza et al., 2019). Blågrønne korridorer er områder som fungerer som en buffer for bedre grunn- og vannkvalitet (Henssen, u.å.). Sist, evaluering av LOD-egnetheten for offentlige og private områder.

	Steg	Hovedaktivitet	Krav til informasjon	Resultat			
By	1	Definere mål, planverk og lokale normer	Gjennomføre workshops	Lokal norm	Målsettinger Prosjektbegrensninger		
	2	Identifisere prioriterte og strategiske deloptak	Gjennomføre romlig analyse	Definere urbane dreneringshåndtering enheter	Urbane drenerings-nedbørsfelt	Romlig analyseenhet	
				Vannkvalitet	Elver	Vannkvalitetsindeks	Prioriterte nedbørsfelt
					Våtmark		
					Andre vannmasser		
				Vannkvantitet	Flomsletter	Vannkvantitetsindeks	
					Ledningsnett kapasitet		
					Vannmålingsstasjoner		
				Sosial- og miljøinformasjon	Kritiske punkt	Sosial- og miljøindeks	
	Luftkvalitet						
Parker							
Trær							
Bygninger							
Sårbar befolkning	Befolkningens sosioøkonomiske status						
Befolkningens sosioøkonomiske status							
Grønne korridorer	Grønn og blågrønn korridorindeks	Strategiske nedbørsfelt					
Blågrønne korridorer							
Byutvikling og nye infrastrukturplaner	Planindeks						
Lokal	3	Identifiser kandidatens LOD-områder, muligheter og potensielle begrensninger	Analysere offentlige og/eller private områder ihht. Tilgjengelig informasjon	Fysiske restriksjon per LOD-type	LOD-potensielle områder		
				Landbruk			
				Helning			
				Grunnvannsnivå			
				Infiltrasjonsrate (geologi og geotekniske data)			
				Bygninger			
				Tomter			
Offentlig område							
Mikro	4	Velge LOD-tiltak og behandlingstog for et foreslått kandidat område	Bruk av utvalgsmatriser	Gjennomførbare LOD-tiltak per område	Anbefalte LOD-tiltak		
			Definere overvannskontrollprosesser muligheter i området		Anbefalt gjennomføring		

Figur 28: Metodikk for «Planlegging for flerkriterier for å finne og velge bærekraftige bydreneringsssystemer (SuDS) i konsoliderte urbane områder» fra Bogatá, Colombia (Ariza et al., 2019).

Evalueringen av metodikken fremkommer i Tabell 48, og i vedlegg C er resultatene utdypet.

Tabell 48: Evaluering av «Planlegging for flerkriterier for å finne og velge bærekraftige bydreneringssystemer (SuDS) i konsoliderte urbane områder».

Metoder anvendt i metodikken	Poeng per metode ut ifra vurderingskriterier	Totalt poeng for metodikken
VA-normer	77 %	76 %
NEVINA	73 %	
Modelleringsprogram	60 %	
Statistisk Sentralbyrå (SSB)	93 %	
Luftkvalitet	83 %	
Kart	73 %	
Kommuneplan	77 %	
Terrengdata	77 %	
NGU-GRANADA	83 %	
Manuelle infiltrasjonsmålinger	60 %	

Storbritannia: «Bærekraftig overvannshåndtering og grønn infrastruktur i Storbritannias byområder»

«Urban Pollution Research Centre» ved Middlesex University utarbeidet en metodikk ledet av J.B. Ellis. Metodikken er basert på tidligere analyser av ugjennomtrengelige flater samt vannbalansestudier. I analysene ble det hevdet at tradisjonelle separatsystemer i kombinasjon med bærekraftige dreneringssystemer, ikke klarer å opprettholde bærekraftig overvannshåndtering i urbane områder.

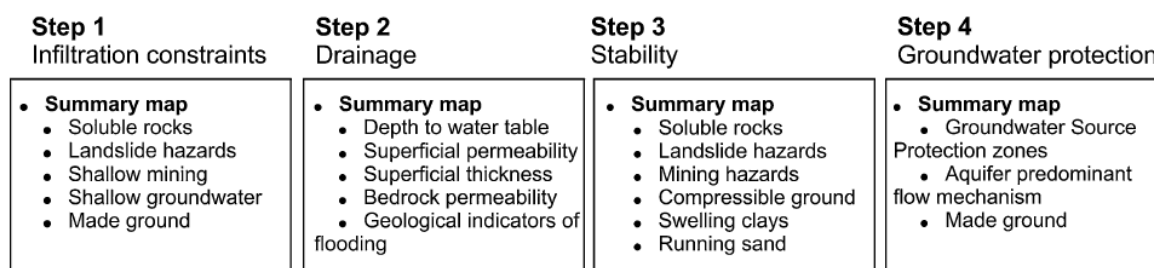
Metodikken er derfor en utarbeidet tilnærming som baseres på ulike nivåer (mikro- og mesonivåer) for grønne LOD-tiltak og -infrastruktur. Nivåenes hensikt er å effektivt løse overvannsproblematikken på stedet. Tilnærmingen er basert på integrert plangjennomgang av grønnere gater hvor bl.a. biofiltreringsløsninger og grønne tak bidrar med å oppnå minimum dekningsnivå på 25 til 30 prosent. GIS og satellittbilder har også en innvirkning på metoden. Oppdaterte kartbilder vil gi oversikt over vegetative områder som kan benyttes til LOD-tiltak og evt. avrenning fra lokasjonene (Ellis, 2012).

Tabell 49: Evaluering av «Bærekraftig overvannshåndtering og grønn infrastruktur i Storbritannias byområder».

Metoder anvendt i metodikken	Poeng per metode ut ifra vurderingskriterier	Totalt poeng for metodikken
Modelleringsprogram	60 %	74 %
Kart	73 %	
Kommuneplan	77 %	
Terrengdata	77 %	
NGU-GRANADA	83 %	

Storbritannia: «Utvikling av egnethetskart for infiltrasjon og bærekraftige dreneringssystemer (SuDS)»

Metodikken presentert i artikkelen er sterkt preget av det geologiske og hydrogeologiske fagfeltet. Hovedelementet i metoden, er et LOD-kart som baseres på informasjon fra undergrunnen og bakken. Den skjematisk strukturen for kartet er vist i Figur 29.



Figur 29: Metodikk for «Utvikling av egnethetskart for infiltrasjon og bærekraftige dreneringssystemer (SuDS)» (Dearden et al., 2013).

Kartet inneholder 24 forskjellige GIS-lag som muliggjør vurdering av bakkens egnethet med hensyn til flom, stabilitetsbegrensninger, dreneringspotensial, grunnstabilitet og grunnvannsbeskyttelse. Kartet ble i tillegg validert av en uavhengig database med LOD-installasjoner, og beskrev nøyaktig grunnforholdene i alle 27 tilfeller/lokasjoner.

Resultater i artikkelen, antyder at LOD-kartet lar landarealet til Storbritannia ha 34,5 prosent egnet eller sannsynligvis egnede områder for potensiell infiltrasjon for LOD. Derimot er potensialet for infiltrasjon varierende for ulike byer grunnet grunnforhold (Dearden et al., 2013).

Tabell 50: Evaluering av «Utvikling av egnethetskart for infiltrasjon og bærekraftige dreneringssystemer (SuDS)».

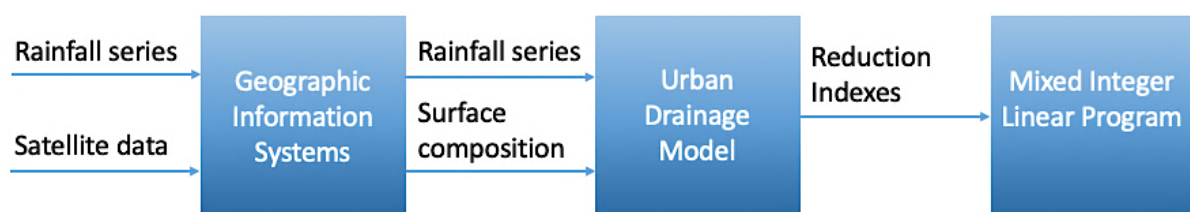
Metoder anvendt i metodikken	Poeng per metode ut ifra vurderingskriterier	Totalt poeng for metodikken
NGU-GRANADA	83 %	78 %
NGU-Løsmassekart	73 %	

Bogotá, Colombia: «Et prioriteringsverktøy for SuDS-planlegging i store byer ved å koble en urban dreneringsmodell med blandet heltall lineær programmering»

Samarbeid mellom Universidad de los Andes fra Bogotá, Colombia og University at Buffalo, NY, USA, utviklet en metode som kobler sammen en urban dreneringsmodell og en blandet lineær integrasjon for programmering. Metoden er fremvist i Figur 30.

Bakgrunnen til metodikken legger til grunn at beslutninger om bærekraftige bydreneringssystemer er direkte koblet til analytiske komplekse prosesser. Prosessen innebærer en evaluering av flere miljømessige, fysiske og tekniske hensyn. I tillegg er det kjent at ressurser som økonomi og ledige landarealer er en begrensning. Artikkelen påstår at prioriteringer for delfelt med LOD-plasseringer, vil hjelpe beslutningstagningen for en evt. utbygger ved å estimere hvor det er mest fordelaktig å lokalisere disse infrastrukturene.

Det lineære integrasjon programmet bestemmer hvor det er mest gunstig å etablere LOD-lokasjoner slik at volumet for både avrenning og fellessystemer reduseres. For å oppnå dette, brukes «City-Drain» modellen for å modellere avrenning og strømminger mellom nedbørfelt. Det er brukt tre indekser for å kvantifisere reduksjonen på fellessystemer og avrenningsvolumet.



Figur 30: Metodikk utarbeidet for å oppnå et prioriteringsverktøy for LOD-planlegging (Torres et al., 2018).

Metodikken ble anvendt på et nedbørfelt i Bogotá, Colombia med et areal på 38 km². Resultatene indikerte at de prioriterte delene i nedbørfeltet var svært avhengig av ledighet for

landarealer, og den optimale løsningen involverte nødvendigvis ikke delfeltene som hadde mest avrenning (Torres et al., 2018).

Tabell 51: Evaluering av «Et prioriteringsverktøy for SuDS-planlegging i store byer ved å koble en urban dreneringsmodell med blandet heltall lineær programmering».

Metoder anvendt i metodikken	Poeng per metode ut ifra vurderingskriterier	Totalt poeng for metodikken
KSS	73 %	72 %
Fordrøyningsdimensjonering	63 %	
Kart	73 %	
NGU-GRANADA	83 %	
Beregning	67 %	

4.2.2 Resultater/Metodeevaluering

De viktigste resultatene og funn fra vurdering av metoder og metodikker presenteres her. Totalt kan en metode og metodikk hente 30 poeng som er 100 prosent, og vil si full uttelling ut ifra kriteriene som er satt. Bakgrunnen for funnene er skrevet om i kapittel 3.3.1, og oversikten av resultatene finnes i vedlegg B og C. Anvendbarheten for metodikker brukt internasjonalt, utdypes i vedlegg D.

4.2.2.1 Metoder som anvendes i Norge

Vannbalanse

Totalt ble 10 ulike metoder vurdert under kategorien vannbalanse. Metodene har ulik detaljeringsgrad, perspektiv og tilnærming i hvordan de kan anvendes ift. vannbalanse. Gjennomsnittet for poengsum i kategorien ligger på 20 av 30 poeng, som utgjør 67 prosent.

Metoden som fikk flest poeng, var NGU-GRANADA. Med sine 25 poeng, og 83 prosent er dette metoden som fikk flest poeng i evalueringen. Metoden er kostnadsfri, enkel å anvende og tidsbruken er lav for generering av ønskede resultater. Ettersom NGU-GRANADA er utviklet av Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) – en etat under Nærings- og Fiskeridepartementet, kan en anta at metoden har tilgang til flere ressurser og ulik kompetanse enn flere av de andre metodene presentert. Derav muligheten til å utvikle en avansert metode som er enkel å anvende samt kostnadsfri.

Stokseths metode, «Digitalising optimisation of early phase urban stormwater planning» fikk færrest poeng i evalueringen. Metoden fikk totalt 13 av 30 poeng, noe som utgjør 43 prosent. Den er imidlertid en fremtidsrettet metode, men det var ingen vurderingskriterier som tok hensyn til innovasjon. Hovedgrunnene til at denne metoden kommer dårligst ut av evalueringen, er at det er en metode som ikke er tilgjengelig for allmennheten og at den krever høy kompetanse innenfor flere fagfelt; GIS og Hydrologi.

Skadereduksjon

Det ble vurdert 13 ulike metoder under kategorien skadereduksjon. Metodene har i likhet med kategorien vannbalanse, ulik detaljeringsgrad, perspektiv og tilnærming til løsninger for skadereduksjon. Gjennomsnittet for poengsum i kategorien ligger på 20 av 30 poeng, som utgjør 67 prosent.

Metodene NGU-GRANADA og Rapporter og foto, var de metodene som kom best ut av evalueringen i kategorien skadereduksjon. Begge metodene har en poengsum på 25 av 30 poeng, som utgjør 83 prosent. Grunnen til at NGU-GRANADA fikk flest poeng i vår evaluering, er de samme grunnene som er beskrevet i vannbalansekategorien ovenfor.

Rapporter og foto som metode får høy poengsum ettersom det er en enkel metode å anvende. Den krever kun at en har kamera som ren vurderingsevne til å se hvordan vann legger seg i et område ved og etter f.eks. ekstremnedbør.

Metodene som fikk lavest poengsum var «Digitalising optimisation of early phase urban stormwater planning» og «Semi-hydrologiske modeller». Evalueringen av Stokseths metode fikk 43,4 prosent, av de samme grunnene som er beskrevet i vannbalansekategorien ovenfor.

«Semi-hydrologiske modeller» av Kielland, er i likhet med Stokseths metode, en metode utviklet av masterstudent. «Semi-hydrologiske modeller» fikk 14 av 30 poeng, som utgjør 47 prosent. Siden tilgjengeligheten er begrenset og den krever høy kompetanse innenfor et fagfelt, blir den vurdert til metoden med nest lavest poengsum innenfor skadereduksjon.

4.2.2.2 Metodikker som anvendes internasjonalt

Det ble totalt vurdert fire internasjonale metodikker. Vedlegg C utdyper evalueringen. Poenggjennomsnittet for metodikkene ligger på 75 prosent. Resultatene for vurderingen er direkte knyttet til resultatene fra vedlegg B. Før de internasjonale metodikkene ble vurdert, ble

det evaluert om det var mulig å anvende respektive metoder i Norge. Vedlegg D utdyper anvendbarheten.

Metodikken fra Storbritannia, «Utvikling av egenhetskart for infiltrasjon av bærekraftige dreneringssystemer (SuDS)» fikk høyest poengsum med 78 prosent. Metodikken baserer seg på NGU-GRANADA og NGU-Løsmassekart, og de sistnevnte metodene fikk høye poengsummer i evalueringen.

«Planlegging for flerkriterier for å finne og velge bærekraftige bydreneringssystemer (SuDS) i konsolidert urbane områder» er en metode fra Bogatá, Colombia. Totalt fikk den 76 prosent i evalueringen, og kommer på andreplass for internasjonale metodikker. I den sammensatte metodikken i kapittel 4.3 har vi brukt denne metodikken som utgangspunkt. Metodikken er basert på flest metoder, og resultatene en får ut av den vil ha ulike tilnærminger for hvordan en kan vurdere og håndtere overvann i tidlig fase.

På tredjeplass er metodikken; «Bærekraftig overvannshåndtering og grønn infrastruktur i Storbritannias byområder». Metodikken fikk 74 prosent, og består av både modelleringsprogram, kart, kommuneplan, terrengdata og NGU-GRANADA.

Sist, med 72 prosent, er Bogatás metodikk; «Et prioriteringsverktøy for SUDS-planlegging i store byer ved å koble en urban dreneringsmodell med blandet heltall lineær programmering». Metodikken er mer beregningsbasert enn de andre metodikkene. Den består av metodene KSS, kart, NGU-GRANADA og ulike beregninger som fordrøyningsdimensjonering.

4.2.2.3 Forbedringspotensialer ved kriterier og evaluering

Det er viktig å bemerke seg at kriteriene som er utarbeidet, tar hensyn til at metodene blir vurdert på et overordnet nivå. Kriteriene er generelle, universale og anvendbare for en evt. utbygger og kommune. De metodene som får lavest poengsum i evalueringen i forhold til kriteriene, er nødvendigvis ikke de metodene og metodikkene som er best eller dårligst i realiteten. For å forbedre kriterier og evaluering, og dermed få mer realistiske resultater, kunne en gjort følgende;

- **Vekting av kriterier:** Vurdere hvilke kriterier som skal vektas mer enn andre.

- F.eks. «*Detaljeringsnivå*» burde vektas mer enn «*Tidsbruk*». Grunnen er at det er viktigere å heller bruke litt ekstra tid på å utvinne godt detaljert data, enn å utvinne data som ikke er tilfredsstillende nok over mindre tid. Et bedre detaljnivå krever altså mer tid og ressurser, men en vil samtidig få et bedre resultat.
- **Organisere spesifikke vurderingskriterier i forhold til type metode:** Dele inn metodene i kategorier.
 - Etablere egne spesifikke vurderingskriterier for hver kategori. F.eks. kategorisere metodene inn under; modelleringsprogram, verktøy, kart osv.
- **Flere kriterier:**
 - Flere kriterier fra ulike utgangspunkt vil styrke vurderingen. F.eks. kriterier innenfor innovasjon og bærekraft.
- **Større handlingsrom for vektning:** Få nøyaktigere vurderinger. Krever også mer kompetanse for å ta grundige beslutninger.
 - F.eks. 1 til 10 eller 0 til 100 prosent

Resultatene fra evalueringene hadde vært annerledes om de fire faktorene ovenfor ble tatt hensyn til. Vi erfarer at vår evalueringsmetode gir høyere poeng for enklere metoder; som krever minst jobb og gir minst output-data. Metodene som er mer krevende, gir nøyaktig og mer output-data som er nødvendig for en god kartlegging. Vi erfarer at det er en svakhet ved våre vurderingskriterier og evaluering, og de mer krevende metodene ville ha fått en høyere poengsum hvis resultater fra metoden hadde vært høyere vektet i evalueringen.

4.3 Sammensatt metodikk

Den sammensatte metodikken er hovedsakelig basert på gode erfaringer tilegnet gjennom litteraturstudien. Gjennom erfaringer fra litteratursøk, var det spesielt overvannsveilederen til Tønsberg kommune og metodikken «Planlegging for flerkriterier for å finne og velge bærekraftige bydreneringssystemer (SUDS) i konsoliderte urbane områder» fra Bogatá, Colombia som skilte seg positivt ut. Oppsettet til den sammensatte metodikken er på bakgrunn av dette inspirert av metodikken fra Bogatá, og innholdet er hovedsakelig hentet fra Tønsberg kommunes veileder. Vi har også sett det hensiktsmessig å ta med krav fra andre overvannsveiledere som vi mener er essensielle for håndtering av overvann i tidlig fase. Ordlyden er strikt slik at vurderinger på skjønn holdes til et minimum. I tillegg samsvarer den sammensatte metodikken med krav satt sammen av nasjonale lovverk og regelverk.

Fremstillingen av den sammensatte metodikken er vist i Tabell 52. Vi har valgt å dele inn metodikken i fem deler; analyse av situasjonen, overvannshåndtering, beregning og dimensjoner og drift og vedlikehold.

«*Analyse av situasjonen*»- delen ser vi på som nødvendig for å få en nøyaktig oversikt over området som er under planlegging. Delen omfatter faktorene vannkvalitet, vannkvantitet, bekker og infiltrasjon. Videre er det ulike krav knyttet til faktorene. Analysens hensikt er å skaffe nok informasjon slik at en besitter et godt grunnlag for å ta de beste beslutningene.

Videre, er fokuset på overvannshåndtering. Her er det løsninger som presenteres etter at en analyse er utført. Vi har delt inn «*Overvannshåndtering*»-delen i tre faktorer; LOD-tiltak, blågrønne løsninger og dimensjonering av overvannsmengder og påslipp. Overvann skal alltid forsøkes håndtert lokalt, og det er samtidig viktig å redusere faren for oversvømmelser og opprettholdelse av vannets naturlige kretsløp.

Beregning og dimensjonering er den videre delen i den sammensatte metodikken. Ved å beregne og dimensjonere overvannsmengder eller kapasitet på ledningsnett, er det kritisk å vurdere klimaendringene som vil kunne oppstå. Klimafaktor, 20-års regnhendelser og 200-års flom er derfor implementert i metodikken slik at ledningsnett ikke mettes og de unngås evt. flomsituasjoner.

Siste punkt i metodikken baseres på drift og vedlikehold. Vi ser det som hensiktsmessig å ivareta det eksisterende systemet som er tilrettelagt for overvannshåndtering. Sannsynligheten for at systemet har best effekt mot overvannsproblematikken, øker ved god drift og vedlikehold. En vil redusere skader for menneske, miljø og infrastruktur ved å opprettholde et system som fungerer.

Til slutt, den sammensatte metodikken er forsøkt laget slik at den er oversiktlig og enkel å forstå. Vi mener at overvannsproblematikk må tas på alvor i langt større grad og at den utvikles videre med absolutte krav som enhver må gjennom for å få tillatelse til igangsettelse. Den sammensatte metodikken er klar i ordlyden, og har krav som tilrettelegger for god overvannshåndtering og en fleksibilitet ved at en kan bruke ulike metoder/verktøy til å løse overvannsproblematikken.

Tabell 52: Tabell over dokumentasjon som kreves ved håndtering av overvann ved innsendelse av rammesøknad eller igangsettelse.

Hovedaktivitet	Nødvendig informasjon	Pkt.	Beskrivelse
Analyse av situasjonen	Vannkvalitet	1.1.1	Beskriv type og omfang av aktiviteter på eiendommen som kan forurense overvannet før og etter utbygging
		1.1.2	Redegjør om grunnen ved tomten forurenset fra før
		1.1.3	Krav til rensing av overvann. Må gjøres i enten ledningsnettet for overvann eller ved naturlig infiltrasjon
	Vannkvantitet	1.2.1	Tegn inn nedbørsfelt på kart (areal som faller mot eiendommen)
		1.2.2	Redegjør konsekvenser i område som følge av tiltak oppstrøms
		1.2.3	Redegjør konsekvenser i område som følge av tiltak nedstrøms
		1.2.4	Vis flomveier og avrenningslinjer i område
		1.2.5	Redegjør for hvordan overvann skal håndteres på eiendommen
	Vassdrag/bekker	1.3.1	Registrer lukkede vassdrag/bekker på eiendommen. De bør gjenåpnes
		1.3.2	Redegjør om avrenning fra eiendommen ledes ut til bekk
	Infiltrasjon	1.4.1	Redegjør muligheten for infiltrasjon i grunnen, og i hvilken grad overvannsløsning kan baseres på infiltrasjon
1.4.2		Registrer grunnvannsnivået. Redegjør om det er forsvarlig å infiltrere overvannet om grunnvannsnivået er høyt?	
Overvannshåndtering	LOD-tiltak	2.1.1	Prinsippet om tretrinnsstrategien skal benyttes.
		2.1.2	Redegjør for arealer som kan benyttes til overvannsløsninger. Dette innebærer infiltrasjonsrate, helning, fordrøyning og selve arealet.
	Blågrønne løsninger	2.2.1	Redegjør muligheten for blågrønne løsninger
	Dimensjonering	2.3.1	Dersom overvannet håndteres på egen eiendom, må overvannsmengder dimensjoneres
2.3.2		Om behov til påslipp til kommunalt nett, må påslippsmengden og fordrøyingsbehovet beregnes	
Beregning og dimensjonering	Klimafaktor	3.1.1	Hent verdi fra siste nasjonale anslag fra KSS
		3.2.1	20-års regn
	Dimensjonering	3.2.2	200-års flom
		3.2.3	Vis det eksisterende ledningsnettet, og informer om hvilke endringer som foreligger ved utbygging
Drift og vedlikehold	Vedlikeholdsrutiner	4.1.1	Hvem utfører vedlikeholdsrutinene
		4.1.2	Hva er rutinene for vedlikeholdet
	Instrukser	4.2.1	Endelig drifts- og vedlikeholdsinstruks fremlegges i søknad om ferdigattest

Tabell 53 utdyper hvilke metoder eller metodikker som kan anvendes for de ulike kravene satt i den sammensatte metodikken. Metodene og metodikkene har ulik grad av relevans i forhold til kravet som er satt, men er samtidig bidragsytende med ulike perspektiver eller detaljnivå en vil oppnå med kravet.

Tabell 53: Forslag til metoder som kan brukes for å fylle ut den sammensatte metodikken.

Metoder og metodikker som kan brukes til å utfylle krav		
Pkt.	Beskrivelse	Metode/Methodikk
1.1.1	Beskriv type og omfang av aktiviteter på eiendommen som kan forurense overvannet før og etter utbygging	Kart: Oversikt over f.eks. landbruksarealer (gjødsling), hovedveier (salting, svevestøv) og industriplasser (gasser)
1.1.2	Redegjør om grunnen ved tomten forurenset fra før	NGU-GRANADA: Vannkvalitet i grunnen
1.1.3	Krav til rensing av overvann. Må gjøres i enten ledningsnettet for overvann eller ved naturlig infiltrasjon	Manuelle infiltrasjonsmålinger Modelleringsverktøy: HEC-RAS, SWMM, MIKE SHE og «Utvikling av egenhetskart for infiltrasjon av bærekraftige dreneringssystemer (SuDS)»
1.2.1	Tegn inn nedbørsfelt på kart (areal som faller mot eiendommen)	NEVINA
1.2.2	Redegjør konsekvenser i område som følge av tiltak oppstrøms	Modelleringsverktøy: HEC-RAS, SWMM, «Semi-hydrologiske modeller» og MIKE SHE
1.2.3	Redegjør konsekvenser i område som følge av tiltak nedstrøms	Modelleringsverktøy: HEC-RAS, SWMM, «Semi-hydrologiske modeller» og MIKE SHE
1.2.4	Vis flomveier og avrenningslinjer i område	Modelleringsverktøy: HEC-RAS, SWMM, «Semi-hydrologiske modeller», MIKE SHE Avansert formel med den rasjonale formel og vannbalanselikningen, Fordrøyningsdimensjonering, Rapporter og foto og NEVINA
1.2.5	Redegjør for hvordan overvann skal håndteres på eiendommen	Modelleringsverktøy: HEC-RAS, SWMM, «Semi-hydrologiske modeller», MIKE SHE og KSS
1.3.1	Registrer lukkede vassdrag/bekker på eiendommen. De bør gjenåpnes	HEC-RAS, Rapporter og foto og KSS
1.3.2	Redegjør om avrenning fra eiendommen ledes ut til bekk	Modelleringsverktøy: HEC-RAS, SWMM, «Semi-hydrologiske modeller», MIKE SHE og NEVINA
1.4.1	Redegjør muligheten for infiltrasjon i grunnen, og i hvilken grad overvannsløsning kan baseres på infiltrasjon	NGU-GRANADA, NGU-Løsmassekart og «Utvikling av egenhetskart for infiltrasjon av bærekraftige dreneringssystemer (SuDS)»
1.4.2	Registrer grunnvannsnivået. Redegjør om det er forsvarlig å infiltrere overvannet om grunnvannsnivået er høyt?	NGU-GRANADA og «Utvikling av egenhetskart for infiltrasjon av bærekraftige dreneringssystemer (SuDS)»
2.1.1	Prinsippet om tretrinnsstrategien skal benyttes.	NGU-GRANADA, NEVINA, Manuelle infiltrasjonsmålinger, SWMM, MIKE SHE, NGU-GRANADA, «Semi-hydrologiske modeller», Avansert formel med den rasjonale formel og

		vannbalanselikningen, KSS, Terrengdata, HEC-RAS, Fordrøyningsdimensjonering, «Digitalising optimisation of early phase urban stormwater planning» og Rapporter og foto
2.1.2	Redegjør for arealer som kan benyttes til overvannsløsninger. Dette innebærer infiltrasjonsrate, helning, fordrøyning og selve arealet.	Terrengdata, «Digitalising optimisation of early phase urban stormwater planning», Fordrøyningsdimensjonering og manuelle infiltrasjonsmålinger, «Utvikling av egenhetskart for infiltrasjon av bærekraftige dreneringssystemer (SuDS)», «Planlegging for flerkriterier for å finne og velge bærekraftige bydreneringssystemer (SuDS) i konsolidert urbane områder» og «Bærekraftig overvannshåndtering og grønn infrastruktur i Storbritannias byområder»
2.2.1	Redegjør muligheten for blågrønne løsninger	SWMM, Rapporter og foto, «Planlegging for flerkriterier for å finne og velge bærekraftige bydreneringssystemer (SuDS) i konsolidert urbane områder» og «Bærekraftig overvannshåndtering og grønn infrastruktur i Storbritannias byområder»
2.3.1	Dersom overvannet håndteres på egen eiendom, må overvannsmengder dimensjoneres	Modelleringsverktøy: HEC-RAS, SWMM, «Semi-hydrologiske modeller» og MIKE SHE
2.3.2	Om behov til påslipp til kommunalt nett, må påslippmengden og fordrøyningsbehovet beregnes	Modelleringsverktøy: HEC-RAS, SWMM, «Semi-hydrologiske modeller», MIKE SHE Fordrøyningsdimensjonering og «Et prioriteringsverktøy for SUDS-planlegging i store byer ved å koble en urban dreneringsmodell med blandet heltall lineær programmering»
3.1.1	Hent verdi fra siste nasjonale anslag fra KSS	KSS
3.2.1	20-års regn	Modelleringsverktøy: HEC-RAS, SWMM, «Semi-hydrologiske modeller», MIKE SHE og Avansert formel med den rasjonale formel og vannbalanselikningen
3.2.2	200-års flom	Modelleringsverktøy: HEC-RAS, SWMM, «Semi-hydrologiske modeller», MIKE SHE og Avansert formel med den rasjonale formel og vannbalanselikningen
3.2.3	Vis det eksisterende ledningsnett, og informer om hvilke endringer som foreligger ved utbygging	Modelleringsverktøy: HEC-RAS, SWMM, MIKE SHE og «Et prioriteringsverktøy for SUDS-planlegging i store byer ved å koble en urban dreneringsmodell med blandet heltall lineær programmering»
4.1.1	Hvem utfører vedlikeholdsrutinene	-
4.1.2	Hva er rutinene for vedlikeholdet	-
4.2.1	Endelig drifts- og vedlikeholdsinstruks fremlegges i søknad om ferdigattest	-

5 Konklusjon

I denne masteroppgaven er det utført analyser av plandokumenter, metoder og metodikker for håndtering av overvann i tidlig fase. utfordringene i urbane områder knyttet til overvann er økende grunnet klimaendringer, endrede nedbørintensiteter og fortetting av urbane dekker.

Dagens krav til håndtering av overvann i tidlig fase karakteriseres av et eksisterende regelverk som fremstår som mangelfullt og uklart på flere sentrale punkter. Det er rom for tolkning og unndragelse av krav for utbygger, og vi observerer at dette er en realitet. Gjennom analyse av reguleringsbestemmelser som del av politisk vedtatt reguleringsplan erfarer vi at krav som stilles i veileder til overvannsvurdering på reguleringsnivå, ikke ivaretas i reguleringsbestemmelsene. Kommunene som stiller flere krav i sine veiledere har mindre samsvar mellom krav ivaretatt i reguleringsbestemmelser enn kommuner som stiller færre krav. For å sikre at overvann håndteres tilstrekkelig detaljert i tidlig fase mener vi det vil være svært hensiktsmessig å utarbeide en nasjonal veileder for vurdering av overvann i tidlig fase. I dag varierer overvannshåndtering i tidlig fase betydelig mellom kommuner selv om det er mange fellestrekk ved de utfordringer kommunene opplever. Veilederen bør ha mest mulig hjemmel i lovverket slik at kommunene kan fremstille juridisk bindende krav.

Kravene som stilles i veiledere ble systematisert etter kategoriene vannbalanse og skadereduksjon for å tydeliggjøre utvalgte formål med overvannshåndtering. Metoder og metodikker som eksisterer for å utrede kategoriene i tidlig fase er analysert og evaluert på bakgrunn av kriterier som skal gagne både kommune og utbygger. Resultatene fra evaluering indikerer at vurderingskriteriene begunstiger de mindre omfattende metodene i analysen. Det er stor forskjell i hva disse metodene krever av inngangsverdier og genererer av resultater. Vi observerer at metoder som krever få eller enkle inngangsverdier ofte også genererer få og begrensende resultater. Det er derfor ikke nødvendigvis slik at metodene som får høyest poengsum i evalueringen er den beste metoden å anvende i alle tilfeller, da det kommer helt an på hvilken output-data som etterspørres. Det anbefales derfor å benytte flere metoder for å få et bedre resultat.

For å utarbeide en metodikk for vurdering av overvann i tidlig fase basert på evaluering av metodene og metodikkene er oppsettet til en overvannsveileder og en metodikk kombinert. Dette er en sammensatt metodikk er inspirert av Tønsberg kommunes overvannsveileder og den

internasjonale metodikken; «Planlegging for flerkriterier for å finne og velge bærekraftige bydreneringssystemer (SuDS) i konsolidert urbane områder». Denne metodikken ivaretar krav innenfor kategoriene vannbalanse og skadereduksjon samtidig som den er designet for å kunne anvendes av både utbygger og kommune for overvannshåndtering i tidlig fase. Svakheten ved den sammensatte metodikken er at den er omfattende i forhold til dagens praksis. Det kan bli et stort steg for både utbygger og kommune å anvende den, i forhold til tilgjengelige ressurser og tidsbruk. Styrken ved metodikken er at den er laget som en konkret sjekkliste som forsøker å ivareta alle relevante forhold ved overvannsvurderinger i tidlig fase.

5.1 Anbefalinger til videre arbeid

Overvannshåndtering i tidlig fase vil alltid ha et potensial for forbedring. Videre forskning, internasjonalt innsyn, samarbeid på tvers av fagfelt og erfaringer ut ifra gode løsninger vil være bidragsyttere til veien videre.

Krav som er satt for overvannshåndtering i tidlig fase må være tydelig, lett tilgjengelig og oversiktlig for en evt. utbygger. Det vil være gunstig at det blir en større nasjonal styring enn at kommunene selv må utarbeide krav til utbyggere. Selv om utfordringene knyttet til overvann er de typiske fellestrekk for alle. Gjennom masteroppgaven ser vi at det er stor variasjon av krav som stilles i veilederne for overvann i tidlig fase mellom de ulike kommunene. Variasjonen kan være problematisk i forhold til forståelse, skjønn samt fragmentering av overvannskrav i ulike lovverk. Problemet kan unngås om tydelige krav settes av de norske myndighetene. Det vil i tillegg være enklere å forholde seg til ett dokument kontra dagens praksis som vi erfarer at går ut på å lete etter ulike kommuners overvannsveiledere og VA-normer.

Evalueringen av metodene har forbedringspotensialer, da metodene som får lavest poengsum i evalueringen i forhold til kriteriene, nødvendigvis ikke er de metodene og metodikkene som er best eller dårligst i realiteten. Følgende kan utføres/implementeres i evalueringen for mer realistiske resultater:

- Vekting av kriterier.
- Organiserer spesifikke vurderingskriterier i forhold til type metode.
- Flere kriterier.
- Større handlingsrom for vekting.

Videre kunne det vært interessant å følge opp oppgaven med et større volum reguleringsplaner hvor reguleringsplanen blir sett på i sin helhet, og analysert likt antall reguleringsplaner per kommune. Følge opp med analyser av hvilke faktorer som best kan beskrive omfanget av krav som er satt. I tillegg til å teste ut den sammensatte metodikken på et reelt prosjekt.

Å se til internasjonale erfaringer innen overvannshåndtering i tidlig fase, kan være veldig nyttig for videre arbeid. Overvann er som nevnt tidligere et internasjonalt problem, og det finnes gode løsninger om en bare leter godt nok.

Avslutningsvis er anbefalingene for videre arbeid innenfor overvannshåndtering i tidlig fase at norske myndigheter må sette tydelig og oversiktlige krav samt være proaktiv i internasjonal forskning.

Referanser

A Level Geography. (u.å.). *The Water Balance*. Tilgjengelig fra:

<https://www.alevelgeography.com/water-balance/> (lest 06.02.2020).

Ariza, S. L. J., Martinez, J. A., Muñoz, A. F., Quijano, J. P., Rodriguez, J. P., Camacho, L. A. & Diaz-Granados, M. (2019). A Multicriteria Planning Framework to Locate and Select Sustainable Urban Drainage Systems (SuDS) in Consolidated Urban Areas doi:

<https://doi.org/10.3390/su11082312>.

Ås kommune. (2015). *Norm for overvannshåndtering*. Tilgjengelig fra:

<https://www.as.kommune.no/norm-for-overvannshaandtering.5809545-363530.html> (lest 15.01.2020).

Ås kommune. (2016). *Nordbyveien 70,72 og 74*. Tilgjengelig fra:

<https://www.as.kommune.no/kunngjoering-av-kommunestyrevedtak-r-289-detaljreguleringsplan-for-nordbyveien-7072-og-74.5937022-260836.html> (lest 29.01.2020).

Ås kommune. (2017). *Sjøskogenveien 2*. Tilgjengelig fra:

<https://www.as.kommune.no/cppage.6056791-260836.html> (lest 29.01.2020).

Ås kommune. (2018). *Kjærnesveien 18 med flere*. Tilgjengelig fra:

<https://www.as.kommune.no/kunngjoering-av-kommunestyrevedtak-r-313-detaljreguleringsplan-for-kaernesveien-18-med-flere.6184262-260836.html> (lest 29.01.2020).

Ås kommune. (2018). *Nordby barnehage*. Tilgjengelig fra:

<https://www.as.kommune.no/kunngjoering-av-kommunestyrevedtak-r-315-detaljreguleringsplan-for-nordby-barnehage.6151690-260836.html> (lest 29.01.2020).

Ås kommune. (2018). *del av Skogveien*. Tilgjengelig fra:

<https://www.as.kommune.no/cppage.6137876-260836.html> (lest 29.01.2020).

Ås kommune. (2018). *Haug gård*. Tilgjengelig fra: <https://www.as.kommune.no/cppage.6108533-260836.html> (lest 29.01.2020).

Asker kommune. (2014). *Veileder for lokal overvannshåndtering i Asker kommune*. Tilgjengelig fra:

<https://www.aker.kommune.no/globalassets/vann-og-avlop/avlop-og-septikk/veileder-for-lokal-overvannshandtering-i-aker-kommune.pdf> (lest 15.01.2020).

Asker kommune. (2019). *SEMSVEIEN 126*. Tilgjengelig fra:

https://kart.aker.kommune.no/webinnsyn/Content/plandialog/GetGIplanregisterFil.aspx?systemid=3025022020160152016015_Bestemmelser.pdf_Plandokument&k=3025&arkivnavn=Lagring%20på%20disk (lest 29.01.2020).

- Asker kommune. (2019). *REGULERINGSBESTEMMELSER FOR VOLLEN SENTRUM – NORDRE DEL SLEMMESTADVEIEN 416, GNR. 75, BNR. 5, 22 OG 25 og deler av GNR. 73 BNR. 9 DATERT 15.10.2019 TILHØRENDE PLANKART DATERT 14.10.2019* (lest 29.01.2020).
- Bergen kommune. (2005). *Retningslinjer for overvannshåndtering i Bergen kommune*. Byrådsavdeling for byutvikling Vann- og avløpsetaten. Tilgjengelig fra: https://www.bergen.kommune.no/bk/multimedia/archive/00010/Retningslinjer_for_o_10779a.pdf (lest 21.01.2020).
- Bergen kommune. (2010). *Krav til overvannshåndtering VA rammeplan*. Tilgjengelig fra: https://www.bergen.kommune.no/bk/multimedia/archive/00318/Krav_til_VA_rammepl_318825a.pdf (lest 15.01.2020).
- Bergen kommune. (2017). *ÅRSTAD. GNR 162 BNR 1224 MFL., BRANN STADION* (lest 04.02.2020).
- Bergen kommune. (2020). *ÅRSTAD. GNR 162 BNR 470 MFL., KRONSTAD OPPVEKSTTUN* (lest 04.02.2020).
- Boje, T. P. (2014). *Komparativ metode* Gyldendal, Den Store Danske. Tilgjengelig fra: http://denstoredanske.dk/Samfund,_jura_og_politik/Sociologi/Sociologisk_metodologi/komparativ_metode (lest 11.03.2020).
- Børtveit, H. & Petersen, S. W. (2017). *Avrenningsmodell fra urbane felter til Stangelsåna i Sandnes*. Masteroppgave. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Tilgjengelig fra: <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2452626> (lest 21.01.2020).
- Byggteknisk forskrift (TEK17). (2017). *Forskrift om tekniske krav til byggverk* Tilgjengelig fra: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-19-840/KAPITTEL_2#KAPITTEL_2 (lest 11.03.2020).
- COWI. (2019). *VEILEDER FOR OVERVANNSHÅNDTERING*. I: Tønsberg Kommune (red.). Del 2: Krav til dokumentasjon for små utbygginger. Tilgjengelig fra: https://www.tonsberg.kommune.no/_f/p1/ic034e54b-4f6d-43aa-b494-73e155f5783b/overvannsveileder-del-2-sma-utbygginger.pdf (lest 20.03.2020).
- Dearden, R. A., Marchant, A. & Royse, K. (2013). *Development of a suitability map for infiltration sustainable drainage systems (SuDS)*. Tilgjengelig fra: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12665-013-2301-7?shared-article-renderer#citeas> (lest 18.03.2020).

- Drammen kommune. (2015). *VEILEDER FOR OVERVANNSHÅNTERING I DRAMMEN*. Tilgjengelig fra: https://www.drammen.kommune.no/globalassets/tjenester/arealplan-kart-og-geodata/dokumenter/gjeldende-kommuneplaner/drammen/vedlegg-16_-overvann.pdf (lest 15.01.2020).
- Drammen kommune. (2018). *Detaljregulering for Gjetergata 16*. Tilgjengelig fra: https://kart.drammen.kommune.no/planarkiv/3005/0602395/Dokumenter/B20181218_01.pdf (lest 04.02.2020).
- Drammen kommune. (2019). *Detaljregulering for Rosenkrantzgata 376*. Tilgjengelig fra: https://kart.drammen.kommune.no/planarkiv/3005/0602380/Dokumenter/B20190903_4.pdf (lest 04.02.2020).
- Ellis, J. B. (2012). *Sustainable surface water management and green infrastructure in UK urban catchment planning*. Research article. Tilgjengelig fra: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09640568.2011.648752?casa_token=5kJHt_I_oG8AAAAA%3A5g_xERpwivnflaTVgiDtrkwUSZ5YbYRcG2_CUdQ3ENNgfMsrhG48e1lybPjTHHabfPpUK8g6s (lest 18.03.2020).
- Fasting, M. (2018). *Hva betyr ikke-sosialistisk?* Tilgjengelig fra: <https://www.civita.no/politisk-ordbok/hva-betyr-ikke-sosialistisk> (lest 02.04.2020).
- Forskningsrådet. (2010). *Internasjonalt samarbeid - Forskningsrådets strategi 2010 - 2020*. Tilgjengelig fra: <https://www.forskningsradet.no/siteassets/publikasjoner/1253965117147.pdf> (lest 17.03.2020).
- Forurensningsforskriften. (2004). *Forskrift om begrensnig av forurensning (forurensningsforskriften)*. Tilgjengelig fra: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931/* (lest 11.03.2020).
- Forurensningsloven. (1983). *Lov om vern mot forurensninger og om avfall*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1981-03-13-6?q=forurensningsloven> (lest 11.03.2020).
- Fremstad, M. (2020). *Utvikling av indikatorer for å måle bærekraftig overvannshåndtering*. Masteroppgave. Ås: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.
- Graff, A. (2019). *Before and After: Photos show severe flooding along Russian River*: SFGATE. Tilgjengelig fra: <https://www.sfgate.com/weather/article/Before-after-Photos-Russian-River-flood-Guernevill-13652008.php#photo-16999087> (lest 02.04.2020).
- GRANADA. (u.å.). *GRANADA - Nasjonal grunnvannsdatabase*. Tilgjengelig fra: https://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/ (lest 16.03.2020).

- Hårberg, G. B. (2018). *Hva er planlegging, og hvorfor er det viktig?* Tilgjengelig fra: <https://ndla.no/nb/subjects/subject:40/topic:1:195925/topic:1:62513/resource:1:62516> (lest 10.02.2020).
- Henssen, M. (u.å.). *Water corridors: a natural buffer for a better soil and water quality*: Bioclear Earth. Tilgjengelig fra: <https://bioclearearth.com/techniques/water-corridors-a-natural-buffer-for-a-better-soil-and-water-quality> (lest 20.03.2020).
- Hotvedt, S. K. (2014). *I disse kommunene tjener folk mest – se hele lista over alle 427 kommuner*. Tilgjengelig fra: <https://www.nrk.no/norge/rikeste-og-fattigste-kommuner-1.11991815> (lest 03.05.2020).
- Jusleksikon. (2017). *Forskrift*. Tilgjengelig fra: <https://jusleksikon.no/wiki/Forskrift> (lest 11.03.2020).
- Kartverket. (u.å.). *Høydedata*. Tilgjengelig fra: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/> (lest 18.03.2020).
- Kielland, O. F. (2020). «*Semi-hydrologiske modeller*» Masteroppgave. Ås: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (lest 02.04.2020).
- Klimatilpasning. (2016). *Overvann*. Tilgjengelig fra: <https://www.klimatilpasning.no/klimautfordringer/overvann/> (lest 16.01.2020).
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2009). §11-1. *Kommuneplan*. Tilgjengelig fra: https://www.regjeringen.no/no/dokument/dep/kmd/veiledninger_brosjyrer/2009/lovkommentar-til-plandelen-i/kapittel-11-kommuneplan/-11-1-kommuneplan/id556799/ (lest 11.03.2020).
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2009). §11-2. *Kommunedelens samfunnsplan*. Tilgjengelig fra: https://www.regjeringen.no/no/dokument/dep/kmd/veiledninger_brosjyrer/2009/lovkommentar-til-plandelen-i/kapittel-11-kommuneplan/-11-2-kommuneplanens-samfunnsdel/id556798/ (lest 11.03.2020).
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2009). § 12-3. *Detaljregulering*. Tilgjengelig fra: https://www.regjeringen.no/no/dokument/dep/kmd/veiledninger_brosjyrer/2009/lovkommentar-til-plandelen-i/kapittel-12-reguleringsplan/-12-3-detaljregulering/id556813/ (lest 23.02.2020).
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2018). *Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning*.
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2020). *Høring - Forslag til endringer i plan- og bygningsloven - Håndtering av overvann*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/horing---forslag-til-endringer-i-plan.-og-bygningsloven---handtering-av-overvann/id2691854/?expand=horingsbrev> (lest 11.03.2020).

Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (u.å.). *Reguleringsplanveileder*: Regjeringen.

Tilgjengelig fra:

<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/reguleringsplanveileder/id2609532/?ch=4>
(lest 28.03.2020).

Lillesand kommune. (2016). *DETALJREGULERING FOR HØVÅG SENTRUMSOMRÅDE*.

Tilgjengelig fra:

[http://webhotel3.gisline.no/GisLinePlanarkiv/4215/2014002905/Dokumenter/Høvåg%20Sentrumsområde%20Bestemmelser%20endelig%20\(L\)\(830029\).pdf](http://webhotel3.gisline.no/GisLinePlanarkiv/4215/2014002905/Dokumenter/Høvåg%20Sentrumsområde%20Bestemmelser%20endelig%20(L)(830029).pdf) (lest 04.02.2020).

Lillesand kommune. (2019). *DETALJERT REGULERINGSPLAN FOR DEL AV BRØNNINGSMYR*.

Tilgjengelig fra:

<http://webhotel3.gisline.no/GisLinePlanarkiv/4215/2017002606/Dokumenter/Vedtatte%20reguleringsbestemmelser,%20datert%2019.06.19,%20sist%20rev.%2007.10.19%20-%20del%20av%20brønningsmyr.pdf> (lest 04.02.2020).

Lillesand kommune. (u.å.). *OVERVANNSVEILEDER FOR LILLESAND KOMMUNE*. Tilgjengelig

fra: <https://www.lillesand.kommune.no/overvann-paaslipp.517531.no.html> (lest 15.01.2020).

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

Lørenskog kommune. (2015). *41-2-02 RASTA, REVEFARMEN, ØSTLIEN*. Tilgjengelig fra:

http://webhotel3.gisline.no/GisLinePlanarkiv/3029/41-2-02/Dokumenter/41-2-02_regbest.pdf
(lest 29.01.2020).

Lørenskog kommune. (2015). *43-4-03 LØKEN - SØRLI*. Tilgjengelig fra:

http://webhotel3.gisline.no/GisLinePlanarkiv/3029/43-4-03/Dokumenter/43-4-03_regbest.pdf
(lest 29.01.2020).

Lørenskog kommune, S. k., Rælingen kommune,. (2017). *Retningslinjer for overvannshåndtering for kommunene Lørenskog, Rælingen og Skedsmo*. Tilgjengelig fra:

https://www.lorenskog.kommune.no/_f/p11/i3cc789c6-8622-40f4-a418-285ecc76b136/retningslinjer-overvannshandtering.pdf (lest 15.01.2020).

MIKE. (2017). *MIKE SHE - Fully integrated Excercises*. Tilgjengelig fra:

https://manuals.mikepoweredbydhi.help/2017/Water_Resources/MIKE%20SHE%20Excercises%202017.pdf (lest 16.03.2020).

Miljødirektoratet. (2016). *Bruk av bestemmelser i arealplan og reguleringsplan* Tilgjengelig fra:

<http://www.miljokommune.no/Temaoversikt/Vannforvaltning/Overvann/Overvann-i-planlegging/Bruk-av-bestemmelser-i-arealplan/> (lest 03.05.2020).

- Miljødirektoratet. (u.å.). *Klima i endring - Store utfordringer, et mangfold av løsninger*. FNs klimapanelts femte hovedrapport. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M97/M97.pdf> (lest 03.02.2020).
- Miljøverndepartementet. (2011). *Reguleringsplan*. Utarbeiding av reguleringsplaner etter plan- og bygningsloven
- NASA. (2020). *What is Urban Heat Island?* Tilgjengelig fra: <https://climatekids.nasa.gov/heat-islands/> (lest 23.03.2020).
- Naturvernforbundet. (u.å.). *Vannressursloven*. Tilgjengelig fra: <http://miljotjuss.no/lovverket/vannressursloven/> (lest 11.03.2020).
- Nesodden kommune. (2011). *Veiledning for reguleringsplanforslag*. Tilgjengelig fra: https://www.nesodden.kommune.no/_f/p1/i90b1b9eb-bd1c-4913-943a-4ef0af1ab687/planveilederen_20111123.pdf (lest 15.01.2020).
- Nesodden kommune. (2018). *0215-0191 Ellingstadåsen*. Tilgjengelig fra: http://webhotel2.gisline.no/GisLinePlanarkiv/3023/GjeldendeBestemmelser/20150191_Reguleringsbestemmelser.pdf (lest 04.02.2020).
- Nesodden kommune. (2020). *0216-20180215 Tangentoppen*. Tilgjengelig fra: http://webhotel2.gisline.no/GisLinePlanarkiv/3023/GjeldendeBestemmelser/20180215_Reguleringsbestemmelser.pdf (lest 04.02.2020).
- NEVINA. (2015). *Lavvannsverktøy - Brukerveiledning*. Tilgjengelig fra: http://nevina.nve.no/help/Brukerveiledning_NEVINA.pdf (lest 16.03.2020).
- NIBIO. (u.å.). *Kommunal veiledning og informasjon*. Tilgjengelig fra: <https://www.nibio.no/tema/miljo/mindre-avlop/kommuneveiledning/kommunal-veiledning-og-informasjon> (lest 23.02.2020).
- Nilsen, V. (2019). *Infiltrasjon, vurdering og tilpasning til lokale forhold* NMBU. Tilgjengelig fra: <https://nmbu.instructure.com/courses/4562/files/folder/3%20-%20Undervisningstimer/1%20-%20PDF?preview=775002> (lest 16.03.2020).
- Nilsen, V. (2019). *Vannlinjeberegninger III: HEC-RAS*. Ås: NMBU. Upublisert manuskript.
- Norges Geologiske Undersøkelse (NGU). (2019). *Vannets kretsløp*. Tilgjengelig fra: <https://www.ngu.no/grunnvanninorge/alt-om-grunnvann/generelt-om-grunnvann/vannets-kretsløp> (lest 04.04.2020).
- Norges Geologiske Undersøkelse (NGU). (u.å.). *Løsmasser, Nasjonal løsmassedatabase*. Tilgjengelig fra: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/> (lest 16.03.2020).

- Norsk Klimaservicesenter. (u.å.). *Om oss*. Tilgjengelig fra:
<https://klimaservicesenter.no/faces/desktop/article.xhtml?uri=klimaservicesenteret/om-norsk-klimaservicesenter> (lest 18.03.2020).
- Norsk Vann. (2017). *Hørings svar til Forslag til ny byggeteknisk forskrift (TEK17)*. §7-2. Sikkerhet mot flom og stormflo. . Tilgjengelig fra: https://dibk.no/globalassets/aktuelle-horinger3/101116_tek17/innkomne-svar/norsk-vann-forslag-til-ny-byggeteknisk-forskrift-tek17.pdf (lest 11.03.2020).
- Norsk Vann. (2020). *Norsk Vann er en aktiv samfunnsaktør*. I: Bakstad, T. (red.). Tilgjengelig fra: <https://www.norskvann.no/index.php/om-norsk-vann/hva-er-norsk-vann> (lest 28.03.2020).
- Norsk Vann. (u.å.). *Målsetting*. Norsk VA-norm har følgende målsetninger. Tilgjengelig fra: <http://va-norm.no/malsetting/> (lest 11.03.2020).
- Norsk Vann. (u.å.). *Overflateavrenning*. Tilgjengelig fra: <https://kurs.norskvann.no/mod/glossary/showentry.php?courseid=1&eid=1471&displayformat=dictionary> (lest 02.02.2020).
- Norsk Vann. (u.å.). *Den rasjonelle formel og fordrøyning*. Tilgjengelig fra: https://norskvann.no/images/gjertrude/pdf/Vedlegg_04_-_Eksempler_-_Den_rasjonale_formel_og_fordroyning.pdf (lest 18.03.2020).
- NOU 2015: 16. (2015). *Overvann i byer og tettsteder*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2015-16/id2465332/?ch=1> (lest 16.01.2020).
- Nylenna, M. (2018). *Veileder, retningslinje, prosedyre*: Tidsskriftet, Den Norske Legeforening. Tilgjengelig fra: <https://tidsskriftet.no/2018/01/sprakspalten/veileder-retningslinje-prosedyre> (lest 05.04.2020).
- Ødegaard, H. (2014). *Vann- og avløpsteknikk*, b. 2.
- Oslo kommune. (2005). *Ullevål stadio og Bergerbanen. Endret reguleringsplan med reguleringsbestemmelser for del av gnr.48, bnr.43 med flere*. Tilgjengelig fra: <https://innsyn.pbe.oslo.kommune.no/saksinnsyn/showregbest.asp?planid=70281032> (lest 23.01.2020).
- Oslo kommune. (2006). *TRONDHEIMSVEIEN 139 OG SINSENVEIEN 4. ALT2 Endret reguleringsplan med reguleringsbestemmelser for gnr. 83, bnr. 160 og 163*. Tilgjengelig fra: <https://innsyn.pbe.oslo.kommune.no/saksinnsyn/showregbest.asp?planid=91023712> (lest 23.01.2020).

- Oslo kommune. (2009). *Endret reguleringsplan med reguleringsbestemmelser alternativ 2 for del av Johan Throne Holst plass 1 (Freia)*. Tilgjengelig fra: <https://innsyn.pbe.oslo.kommune.no/saksinnsyn/showregbest.asp?planid=91364187> (lest 23.02.2020).
- Oslo Kommune. (2013). *Strategi for overvannshåndtering i Oslo, 2013 - 2030*: Oslo Kommune (lest 05.03.2020).
- Oslo kommune. (2013). *Detaljregulering med konsekvensutredning for Nasjonalmuseet på Vestbanen, Brynjulf Bulls plass 2*. Tilgjengelig fra: <https://innsyn.pbe.oslo.kommune.no/saksinnsyn/showregbest.asp?planid=13206796> (lest 23.01.2020).
- Oslo kommune. (2014). *Detaljregulering med konsekvensutredning og med reguleringsbestemmelser for nytt Munch-museum*. Tilgjengelig fra: <https://innsyn.pbe.oslo.kommune.no/saksinnsyn/showregbest.asp?planid=15144449> (lest 23.01.2020).
- Oslo kommune. (2014). *Detaljregulering med reguleringsbestemmelser for Fjellgata 30, Dælenenga, som reguleres til: - Bebyggelse og anlegg - boligbebyggelse. - Samferdselsanlegg og teknisk infrastruktur - kjørevei*. Tilgjengelig fra: <https://innsyn.pbe.oslo.kommune.no/saksinnsyn/showregbest.asp?planid=15092867> (lest 23.01.2020).
- Oslo kommune. (2015). *REGULERINGSPLAN FOR SMÅHUSOMRÅDER I OSLOS YTRE BY, (SMÅHUSPLANEN)*. Tilgjengelig fra: <https://innsyn.pbe.oslo.kommune.no/saksinnsyn/showregbest.asp?planid=91017712> (lest 23.01.2020).
- Oslo kommune. (2017). *OVERVANNSHÅNTERING EN VEILEDER FOR UTBYGGER*. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/134069-1486638143/Tjenester%20og%20tilbud/Plan%2C%20bygg%20og%20eiendom/Byggesaksveiledere%2C%20normer%20og%20skjemaer/Overvannshandtering%20-%20Veileder%20for%20utbygger.pdf> (lest 15.01.2020).
- Oslo kommune. (2017). *Detaljregulering med reguleringsbestemmelser for Johan Throne Holsts plass 1/Dælenenga, som reguleres til: -Kombinert bebyggelse og anleggsformål: Bolig/forretning/kontor/bevertning -Samferdselsanlegg og teknisk infrastruktur: Gatetun - Hensynssone: Bevaring kulturmiljø H570_12*. Tilgjengelig fra: <https://innsyn.pbe.oslo.kommune.no/saksinnsyn/showregbest.asp?planid=15540729> (lest 23.01.2020).
- Oslo kommune. (2017). *Statlig reguleringsplan med tilhørende reguleringsbestemmelser for nytt regjeringskvartal*. Tilgjengelig fra:

- <https://innsyn.pbe.oslo.kommune.no/saksinnsyn/showregbest.asp?planid=15589395> (lest 23.01.2020).
- Paus, K. H. (2018). Forslag til dimensjonerende verdier for trinn 1 i Norsk Vann sin tre-trinns strategi for håndtering av overvann.
- Paus, K. H. (2019, 29.04.2019). *Kursmaterieell fra kurs om overvannshåndtering i arealplaner, Oslo 24.april 2019*. Kurs i regi av Norsk Vann, Oslo.
- Paus, K. H. (2019). *Vassdrag vs. Overvann*. . Presentasjon på seminar i Norsk Vannforening. Tilgjengelig fra: <https://vannforeningen.no/foredrag/15-10-2019-vassdrag-versus-overvann/> (lest 28.04.2020).
- Paus, K. H. (2020). *Forslag til formel for grove anslag av arealbehov for overflatebaserte overvannstiltak*. Upublisert manuskript.
- Pedersen, B. (2019). Vann. I: *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/vann> (lest 02.02.2020).
- Pitt, S. M. (2007). *Learning lessons from the 2007 floods*. An independent review by Sir Michael Pitt. Tilgjengelig fra: <http://cip.management.dal.ca/publications/Pitt%20Review.pdf> (lest 16.01.2020).
- Plan- og Bygningsloven. (2009). *Lov om planlegging og byggesaksbehandling*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71?q=plan%20og%20bygningsloven> (lest 11.03.2020).
- Rossmann, L. A. (2015). *Storm Water Management Model User's manual Version 5.1*: United States Environmental Protection Agency. Tilgjengelig fra: https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-02/documents/epaswmm5_1_manual_master_8-2-15.pdf (lest 16.03.2020).
- Sætre, K. B. (2019). *Norsk Vanns VA-norm og VA/Miljø-blader blir nytt produkt*: Norsk Vann. Tilgjengelig fra: <https://norskvann.no/index.php/14-kompetanse/2139-norsk-vanns-va-norm-og-va-miljo-blader-blir-nytt-produkt> (lest 13.03.2020).
- Statens Vegvesen. (2018). *ROS-Analyse*. Fv. 704 Tanem - Tulluan - Reguleringsplan. Tilgjengelig fra: https://www.vegvesen.no/_attachment/2636495/binary/1317805?fast_title=Vedlegg+16+_ROS-Analyse+Fv+704+Tanem+Tulluan.pdf (lest 08.04.2020).
- Statistisk sentralbyrå. (2020). *11342: Areal og befolkning, etter region, statistikkvariabel og år*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/11342/> (lest 14.04.2020).

- Stavanger kommune. (2015). *Veileder for utarbeidelse av rammeplan for vann og avløp*. Tilgjengelig fra: <https://www.stavanger.kommune.no/siteassets/skjema-a-a/bolig-og-bygg/vann-og-avlop/veileder-for-utarbeidelse-av-va-rammeplan.pdf> (lest 15.01.2020).
- Stavanger kommune. (2019). *Bestemmelser for plan 2631. Detaljregulering for Støperigata 18, Storhaug bydel*. Tilgjengelig fra: <https://www.stavanger.kommune.no/siteassets/samfunnsutvikling/planer/reguleringsplaner/vedtatt-reguleringsplan/2631-stoperigata-18/2631-bestemmelser.pdf> (lest 23.01.2020).
- Stavanger kommune. (2019). *Bestemmelser for plan 2632, detaljregulering for Hillevågsveien 59-63, Hillevåg bydel*. Tilgjengelig fra: <https://www.stavanger.kommune.no/siteassets/samfunnsutvikling/planer/reguleringsplaner/vedtatt-reguleringsplan/2632-hillevagsveien-59-63/2632-bestemmelser.pdf> (lest 23.01.2020).
- Stokseth, G. (2019). «*Digitalising optimisation of early phase urban stormwater planning*» Masteroppgave. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Tilgjengelig fra: <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2626191> (lest 05.02.2020).
- Størseth, I. (1971). *Åpen fundamentering med peler og pilarer*. Rapport fra Norges byggforskningsinstitutt. Tilgjengelig fra: <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/2408990/saertrykk197.pdf?sequence=1> (lest 06.02.2020).
- Tjeldvoll, A. (2009). *Metodikk*: Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/metodikk> (lest 28.03.2020).
- Tollan, A. (2019). Vannets kretsløp i naturen. I: *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: https://snl.no/vannets_kretslop_i_naturen (lest 02.02.2020).
- Tønsberg kommune. (2015). *Reguleringsbestemmelser for detaljregulering av Træleborgveien 15*. Tilgjengelig fra: https://www.tonsberg.kommune.no/_f/p1/if2a4725e-6a0c-41e9-a260-6945236ea686/overvannsveileder-del-1-strategi-og-krav.pdf (lest 04.02.2020).
- Tønsberg kommune. (2018). *REGULERINGSBESTEMMELSER TIL DETALJREGULERING AV HUSVIKVEIEN 25*. Tilgjengelig fra: <https://kart.tonsberg.kommune.no/webinnsyn/Content/plandialog/GetGIplanregisterFil.aspx?systemid=4C189AACB88044D19039752605D71FE2&k=3803&arkivnavn=> (lest 04.02.2020).
- Torres, M. N., Zhu, Z. & Rodriguez, J. P. (2018). A Prioritization Tool for SuDS Planning in Large Cities by Coupling an Urban Drainage Model with Mixed Integer Linear Programming. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-99867-1_25.
- Tranøy, K. E. (2019). *Metode*: Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/metode> (lest 28.03.2020).

- Tromsø kommune. (2015). *BESTEMMELSER TIL REGULERINGSPLAN FOR TROMSDALEN IDRETTSPARK (REVIDERT) - PLAN NR. 1832*. Tilgjengelig fra: http://webhotel2.gisline.no/GisLinePlanarkiv/1902/1832/dokumenter/B_1832.pdf (lest 04.02.2020).
- Tromsø kommune. (2016). *REGULERINGSBESTEMMELSER TIL REGULERINGSPLAN FOR OTIUM BO- OG VELFERDSSENTER - PLAN NR. 1800*. Tilgjengelig fra: http://webhotel2.gisline.no/GisLinePlanarkiv/1902/1800/dokumenter/B_1800.pdf (lest 05.02.2020).
- Tromsø kommune. (u.å.). *Veileder overvann*. Tilgjengelig fra: <https://img8.custompublish.com/getfile.php/4168561.1308.asp7jaumamtqab/Veileder+overvann.pdf?return=www.tromso.kommune.no> (lest 15.01.2020).
- Trondheim kommune. (2012). *VA - Norm: Krav til innhold i overordnet VA-plan, vedlegg 13*. Tilgjengelig fra: <http://132522-www.web.tornado-node.net/wp-content/uploads/2016/05/Vedlegg-13-Krav-til-innhold-i-overordnet-VA-plan.pdf> (lest 15.01.2020).
- Trondheim kommune. (2019). *Granåsen idrettsanlegg, gnr/bnr 185/6, 20 og 27 og 187/2 og 73 m.fl., detaljregulering*. Tilgjengelig fra: https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/10-byutvikling/byplankontoret/1c_vedtatt-plan/2019/granasen-idrettsanlegg-gnrbnr-1856-20-og-27-og-1872-m.-fl.-detaljregulering/planbestemmelser.pdf (lest 04.02.2020).
- Trondheim kommune. (2019). *Byåsveien 162, detaljregulering*. Tilgjengelig fra: https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/10-byutvikling/byplankontoret/1c_vedtatt-plan/2019/byasveien-162-detaljregulering-r20140038/reguleringsbestemmelser.pdf (lest 04.02.2020).
- Va-jus. (u.å.). *NOU 2015:16*. Tilgjengelig fra: <https://va-jus.no/nou-201516/> (lest 03.02.2020).
- Vågsland, M. (2019). *Byggegrunn*. Tilgjengelig fra: <https://ndla.no/nb/subjects/subject:11/topic:1:182778/topic:1:183926/resource:1:141144> (lest 17.03.2020).
- Valgresultat. (2019). *Valgresultat*. Tilgjengelig fra: <https://valgresultat.no> (lest 03.04.2020).
- Vannportalen. (2019). *Vannforskriften*. Tilgjengelig fra: <https://www.vannportalen.no/regelverk/vannforskriften/> (lest 10.02.2020).
- Vannressursloven. (2001). *Lov om vassdrag og grunnvann*. Tilgjengelig fra: https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2000-11-24-82#KAPITTEL_1 (lest 11.03.2020).

Vedlegg A: Sammenligning av veiledere og reguleringsbestemmelser

Veileder/ Reguleringsplan	Kommune	Utgitt/ Politisk vedtatt	KRAV TIL UTREDNING OG DOKUMENTASJON									
			TRETRINNSSTRATEGI					ØVRIGE KRAV				
			Infiltrasjon	Rensing av overvann	Krav til å stille konsentrasjonskrav	Fordrøyning	Flomveier	Vurdere gjenåpning av lukket vassdrag	Konsekvenser i område som følge av tiltak oppstrøms	Konsekvenser for områder nedstrøms	Dokumentasjon av ledningsnett	Flomutsatte områder
Rammeplan for Vann- og Avløp	Stavanger	2015/Ja	Ja			Ja	Ja		Ja	Ja	Ja	Ja
Støperigata 18, Storhaug	Stavanger	30.09.2019	Ja	Ja		Ja	Ja		Ja		Ja	Ja
Hillevågsveien 59-63	Stavanger	30.09.2019	Ja			Ja	Ja					
Overvannshåndtering: En veileder til utbygger	Oslo	2017/Uvisst	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja				
Småhus, ytre Oslo	Oslo	17.03.2015										
Munch-museum	Oslo	12.11.2014	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja					
Trondheimsveien 139 og Sinsenveien	Oslo	21.06.2006	Ja			Ja						
Nasjonalmuseet på Vestbanen	Oslo	30.01.2013				Ja	Ja					
Fjellgata 30, Dælenenga	Oslo	18.06.2014				Ja	Ja					
Johan Throne Holst plass 1 (Freia)	Oslo	11.11.2009				Ja	Ja					
Johan Throne Holsts plass 1/Dælenenga	Oslo	01.03.2017	Ja			Ja	Ja		Ja	Ja		Ja
Ullevål stadion og Bergerbanen	Oslo	16.11.2005	Ja			Ja	Ja					
Nytt regjeringskvartal	Oslo	10.02.2017	Ja		Ja	Ja	Ja				Ja	
Norm for overvannshåndtering	Ås	2015/Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja					

Kjærnesveien 18 med flere	Ås	12.12.2018										
Nordby barnehage	Ås	12.09.2018										
Del av Skogveien	Ås	20.06.2018								Ja		
Haug gård	Ås	21.03.2018										
Sjøskogenveien 2	Ås	25.10.2017										
Nordbyveien 70,72 og 74	Ås	11.10.2016				Ja						
Veileder for lokal overvannshåndtering i Asker kommune	Asker	2014/Uvisst	Ja				Ja				Ja	
Semsveien 126	Asker	24.09.2019										
Vollen sentrum - Nordre del Slemmestadveien	Asker	14.10.2019					Ja					
Krav til overvannshåndtering VA rammeplan	Bergen	2010	Ja			Ja	Ja	Ja	Ja		Ja	
Årstad g.nr. 162 b.nr. 470 mlf., Kronstad Oppveksttun	Bergen	29.01.2020										
Årstad. g.nr. 162 b.nr. 1224 mfl, Brann Stadion	Bergen	19.12.2017										
Retningslinjer for overvannshåndtering	Lørenskog	2017/Ja	Ja	Ja		Ja	Ja			Ja	Ja	Ja
Rasta, Revefarmen, Østlien	Lørenskog	11.02.2015										
Løken - Sørli	Lørenskog	11.02.2015										
VA-norm: Krav til innhold i overordnet VA-plan, vedlegg 13	Trondheim	2012/Uvisst	Ja				Ja	Ja	Ja		Ja	Ja
Granåsen idrettsanlegg, gnr/bnr 185/6, 20 og 27 og 187/2 og 73 m.fl., detaljregulering, r20170032	Trondheim	31.01.2019				Ja	Ja					
Byåsveien 162, detaljregulering, 20140038	Trondheim	13.12.2019										

VEILEDER FOR OVERVANNS- HÅNDTERING	Tønsberg	2019/Uvisst	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Træleborgveien 15. Plan ID 0704 20130086	Tønsberg	27.03.2015				Ja						
Husvikveien 25 Plan ID 0704 20160138	Tønsberg	12.09.2018										
Veiledning for reguleringsplanforslag	Nesodden	2011/Uvisst		Ja	Ja	Ja	Ja	Ja			Ja	Ja
Ellingstadåsen	Nesodden	06.03.2018				Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja
Tangentoppen	Nesodden	22.01.2020	Ja			Ja				Ja	Ja	
Veileder overvann	Tromsø	u.å./Uvisst	Ja			Ja	Ja				Ja	
Reguleringsbestemmelser til reguleringsplan for Otium Bo- og velferdssenter - plan nr. 1800	Tromsø	15.06.2016										
Bestemmelser til reguleringsplan for Tromsdalen Idrettspark (Revidert) - Plan nr. 1832	Tromsø	25.03.2015					Ja					
Planbeskrivelse: Bestemmelser og retningslinjer	Drammen	2015/Uvisst	Ja			Ja	Ja	Ja				Ja
Detaljregulering av Rosekrantzgata 376	Drammen	03.09.2019		Ja		Ja	Ja					
Detaljregulering for Gjetergata 16	Drammen	18.12.2018		Ja		Ja	Ja					
Overvannsveileder for Lillesand kommune	Lillesand	u.å./Uvisst					Ja					Ja
Detaljregulering for Høvåg sentrumsområde	Lillesand	30.06.2016										
Detaljert reguleringsplan for del av Brønningsmyr-Lillesand kommune	Lillesand	07.10.2019										

Veileder/ Reguleringsplan	Kommune	Utgitt/ Politisk vedtatt	KRAV TIL UTREDNING OG DOKUMENTASJON										
			ØVRIGE KRAV										
			Arealer for overvannshåndtering	Plan for overvann	Avrennings- mønstre	Beregninger og dimensjonering	Klimafaktor	Utløp / resipient - definert utslippsområde	Vurdering av resipient mht. vannkvalitet	Begrunnelse for valg av løsning/tiltak	Blågrønn faktor	VA norm	
Rammeplan for Vann- og Avløp	Stavanger	2015/Ja		Ja	Ja	Ja							
Støperigata 18, Storhaug	Stavanger	30.09.2019		Ja	Ja				Ja	Ja			
Hillevågsveien 59-63	Stavanger	30.09.2019	Ja	Ja	Ja							Ja	
Overvannshåndtering: En veileder til utbygger	Oslo	2017/Uvisst	Ja	Ja									
Småhus, ytre Oslo	Oslo	17.03.2015		Ja					Ja				
Munch-museum	Oslo	12.11.2014	Ja	Ja		Ja			Ja	Ja	Ja		Ja
Trondheimsveien 139 og Sinsenveien	Oslo	21.06.2006	Ja	Ja									
Nasjonalmuseet på Vestbanen	Oslo	30.01.2013	Ja	Ja									
Fjellgata 30, Dælenenga	Oslo	18.06.2014	Ja	Ja									
Johan Throne Holst plass 1 (Freia)	Oslo	11.11.2009		Ja									
Johan Throne Holsts plass 1/Dælenenga	Oslo	01.03.2017	Ja	Ja	Ja						Ja		
Ullevål stadion og Bergerbanen	Oslo	16.11.2005		Ja									
Nytt regjeringskvartal	Oslo	10.02.2017	Ja						Ja				
Norm for overvannshåndtering	Ås	2015/Ja			Ja	Ja					Ja	Ja	Ja
Kjærnesveien 18 med flere	Ås	12.12.2018										Ja	Ja
Nordby barnehage	Ås	12.09.2018		Ja					Ja			Ja	Ja
Del av Skogveien	Ås	20.06.2018	Ja	Ja					Ja		Ja	Ja	Ja

Haug gård	Ås	21.03.2018	Ja	Ja								
Sjøskogenveien 2	Ås	25.10.2017		Ja						Ja	Ja	Ja
Nordbyveien 70,72 og 74	Ås	11.10.2016								Ja	Ja	
Veileder for lokal overvannshåndtering i Asker kommune	Asker	2014/Uvisst	Ja	Ja								
Semsveien 126	Asker	24.09.2019		Ja								
Vollen sentrum - Nordre del Slemmestadveien	Asker	14.10.2019	Ja	Ja						Ja		
Krav til overvannshåndtering VA rammeplan	Bergen	2010	Ja	Ja	Ja		Ja		Ja			
Årstad g.nr. 162 b.nr. 470 mlf., Kronstad Oppveksttun	Bergen	29.01.2020		Ja								
Årstad. g.nr. 162 b.nr. 1224 mfl, Brann Stadion	Bergen	19.12.2017	Ja	Ja								
Retningslinjer for overvannshåndtering	Lørenskog	2017/Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja			
Rasta, Revefarmen, Østlien	Lørenskog	11.02.2015										
Løken - Sørli	Lørenskog	11.02.2015										
VA-norm: Krav til innhold i overordnet VA-plan, vedlegg 13	Trondheim	2012/Uvisst		Ja		Ja		Ja	Ja	Ja		
Granåsen idrettsanlegg, gnr/bnr 185/6, 20 og 27 og 187/2 og 73 m.fl., detaljregulering, r20170032	Trondheim	31.01.2019	Ja	Ja								
Byåsveien 162, detaljregulering, r20140038	Trondheim	13.12.2019		Ja								
VEILEDER FOR OVERVANNSHÅNDTERING	Tønsberg	2019/Uvisst	Ja	Ja	Ja	Ja		Ja		Ja		

Træleborgveien 15. Plan ID 0704 20130086	Tønsberg	27.03.2015		Ja				Ja		Ja		
Husvikveien 25 Plan ID 0704 20160138	Tønsberg	12.09.2018	Ja	Ja								
Veiledning for reguleringsplanforslag	Nesodden	2011/Uvisst	Ja	Ja		Ja		Ja	Ja	Ja		
Ellingstadåsen	Nesodden	06.03.2018	Ja	Ja	Ja	Ja		Ja		Ja		
Tangentoppen	Nesodden	22.01.2020	Ja	Ja		Ja	Ja			Ja		
Veileder overvann	Tromsø	u.å./Uvisst	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja				
Reguleringsbestemmelser til reguleringsplan for Otium Bo- og velferdssenter - plan nr. 1800	Tromsø	15.06.2016		Ja								
Bestemmelser til reguleringsplan for Tromsdalen Idrettspark (Revidert) - Plan nr. 1832	Tromsø	25.03.2015				Ja						
Planbeskrivelse: Bestemmelser og retningslinjer	Drammen	2015/Uvisst	Ja	Ja								Ja
Detaljregulering av Rosekrantzgata 376	Drammen	03.09.2019	Ja	Ja						Ja		
Detaljregulering for Gjetergata 16	Drammen	18.12.2018	Ja	Ja								
Overvannsveileder for Lillesand kommune	Lillesand	u.å./Uvisst	Ja	Ja				Ja				
Detaljregulering for Høvåg sentrumsområde	Lillesand	30.06.2016										
Detaljert reguleringsplan for del av Brønningsmyr-Lillesand kommune	Lillesand	07.10.2019		Ja								

Vedlegg B: Vurdering av metoder anvendt i Norge

Vannbalanse											
Vurderingskriterier		NGU-Løsmassekart	NEVINA	Manuelle infiltrasjonsmålinger	SWMM	MIKE SHE	NGU-GRANADA	Avansert formel med den rasjonale formel og vannbalanselikningen	KSS	“Digitalising optimisation of early phase urban stormwater planning”	Terrengdata
A	Tilgjengelighet på nødvendig grunnlagsdata	3	3	2	1	1	2	1	3	1	2
B	Tilgjengelighet av nødvendige programvarer	3	3	2	3	1	3	3	3	1	3
C	Kompetanse	3	2	2	1	1	3	2	2	1	3
D	Tverrfaglighet	3	3	2	2	2	3	2	2	1	3
E	Tidsbruk	3	2	1	1	1	3	2	3	1	3
F	Kostnader	3	3	2	3	1	3	3	3	1	2
G	Detaljeringsnivå	1	1	2	3	3	1	1	2	3	1
H	Usikkerheter	1	1	2	3	3	1	1	1	2	2
I	Tilgjengelig dokumentasjon (retningslinjer og veiledning)	1	3	2	2	2	3	2	2	1	3
J	Vannkvalitet	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1
Sum av 30:		22	22	18	22	18	25	18	22	13	23
Totalt poeng		73 %	73 %	60 %	73 %	60 %	83 %	60 %	73 %	43 %	77 %

Skadereduksjon

Vurderingskriterier		HEC-RAS	Fordrøyningsdimensjonering	NEVINA	Rapporter og foto	NGU-GRANADA	Terrengdata	SWMM	«Semi-hydrologiske modeller»	Manuelle infiltrasjons målinger	KSS	MIKE SHE	Avansert formel med den rasjonale formel og vannbalanselikningen	«Digitalising optimisation of early phase urban stormwater planning»
A	Tilgjengelighet på nødvendig grunnlagsdata	1	2	3	2	2	2	1	1	2	3	1	1	1
B	Tilgjengelighet av nødvendige programvarer	2	3	3	3	3	3	1	1	2	3	1	3	1
C	Kompetanse	1	2	2	3	3	3	1	1	2	2	1	2	1
D	Tverrfaglighet	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1
E	Tidsbruk	1	2	2	3	3	3	1	1	1	3	1	2	1
F	Kostnader	2	3	3	3	3	2	1	1	1	3	1	3	1
G	Detaljeringsnivå	3	1	1	2	1	1	3	3	2	2	3	1	3
H	Usikkerheter	3	1	1	2	1	2	3	2	2	1	3	1	2
I	Tilgjengelig dokumentasjon (retningslinjer og veiledning)	2	2	3	3	3	3	2	1	2	2	2	2	1
J	Vannkvalitet	3	1	1	1	3	1	3	1	1	1	3	1	1
Sum av 30:		20	19	22	25	25	23	18	14	17	22	18	18	13
Totalt poeng		67 %	63 %	73 %	83 %	83 %	77 %	60 %	47 %	57 %	73 %	60 %	60 %	43 %

Fra internasjonale metoder								
Vurderingskriterier		VA-normer	Luftkvalitet	Modellerings-program (samlet)	SSB	Kommuneplan	Beregning	Kart
A	Tilgjengelighet på nødvendig grunnlagsdata	3	3	1	3	3	3	3
B	Tilgjengelighet av nødvendige programvarer	3	3	1	3	3	2	3
C	Kompetanse	2	3	1	3	3	1	3
D	Tverrfaglighet	2	3	2	3	3	2	3
E	Tidsbruk	2	3	1	2	2	2	2
F	Kostnader	3	3	1	3	3	3	3
G	Detaljeringsnivå	2	2	3	3	1	2	1
H	Usikkerheter	2	2	3	2	2	2	1
I	Tilgjengelig dokumentasjon (retningslinjer og veiledning)	2	2	2	3	2	1	2
J	Vannkvalitet	2	1	3	3	1	2	1
Sum av 30: Totalt poeng		23 77 %	25 83 %	18 60 %	28 93 %	23 77 %	20 67 %	22 73 %

Vedlegg C: Vurdering av metodikker som anvendes internasjonalt

Metodikker som anvendes internasjonalt										
Metodikk	Bogotá, Colombia: «Planlegging for flerkriterier for å finne og velge bærekraftige bydreneringssystemer (SUDS) i konsoliderte urbane områder»									
Metoder	VA-normer	NEVINA	Modellerings-program	SSB	Luftkvalitet	Kart	Kommuneplan	Terrengdata	NGU-GRANADA	Manuelle infiltrasjonsmålinger
Poeng per metodikk	77 %	73 %	60 %	93 %	83 %	73 %	77 %	77 %	83 %	60 %
Poeng totalt	76 %									
Metodikk	Storbritannia: «Bærekraftig overvannshåndtering og grønn infrastruktur i Storbritannias byområder»									
Metoder	Modellerings-program	Kart	Kommuneplan	Terrengdata	NGU-GRANADA					
Poeng per metodikk	60 %	73 %	77 %	77 %	83 %					
Poeng totalt	74 %									
Metodikk	Storbritannia: «Utvikling av egenhetskart for infiltrasjon av bærekraftige dreneringssystemer (SuDS)»									
Metoder	NGU-GRANADA	NGU-Løsmassekart								
Poeng per metodikk	83 %	73 %								
Poeng totalt	78 %									
Metodikk	Bogotá, Colombia: «Et prioriteringsverktøy for SUDS-planlegging i store byer ved å koble en urban dreneringsmodell med blandet heltall lineær programmering»									
Metoder	KSS	Fordrøynings-dimensjonering	Kart	NGU-GRANADA	Beregning					
Poeng per metodikk	73 %	63 %	73 %	83 %	67 %					
Poeng totalt	72 %									

Vedlegg D: Anvendbarheten innen norsk praksis av metodikker som anvendes internasjonalt

Vurdering av internasjonale metodikker			
Bogotá, Colombia			
«Planlegging for flerkriterier for å finne og velge bærekraftige bydreneringssystemer (SUDS) i konsoliderte urbane områder»			
Nødvendig informasjon	Mulighet for konvertering til norsk praksis	Kravet mulig?	Metoden kan anvendes i Norge
Byplan	Lokale normer	VA-normer	Ja
	Urbane nedbørsfelt	NEVINA	Ja
	Vannkvantitet	Modelleringsprogrammer (SWMM, MIKE SHE osv.)	Ja
	Sosial- og miljøstatistikk	Statistisk sentralbyrå, luftkvalitet.no	Ja
	Blågrønne korridorer	Kart	Ja
	Byutviklingsplan	Kommuneplan	Ja
Lokalt plan	Fysiske restriksjoner for LOD	Modelleringsprogrammer (SWMM, MIKE SHE, osv.)	Ja
	Landbruk	Kart	Ja
	Helning	Terrengdata	Ja
	Grunnvannsnivå	NGU-GRANADA	Ja
	Infiltrasjonsrate	Manuelle infiltrasjonsmålinger	Ja
	Bygninger og offentlig plass	Kart	Ja
Mikroplan	Gjennomførbare LOD per areal	Modelleringsprogrammer (SWMM, MIKE SHE, osv.)	Ja
Storbritannia			
«Bærekraftig overvannshåndtering og grønn infrastruktur i Storbritannias byområder»			
Nødvendig informasjon	Mulighet for konvertering til norsk praksis	Kravet mulig?	Metoden kan anvendes i Norge
Maks. Overflateavrenning	Modelleringsprogrammer (SWMM, MIKE SHE osv.)	Ja	Ja
Overvannmagasinerings	Modelleringsprogrammer (SWMM, MIKE SHE osv.)	Ja	
Overvannbehandling	Modelleringsprogrammer (SWMM, MIKE SHE osv.)	Ja	

Landbruk		Kart	Ja	
Blågrønne arealer		Kart	Ja	
Byutviklingsplan		Kommuneplan	Ja	
Terrengkart		Terrengdata	Ja	
Grunnvannsnivå		NGU-GRANADA	Ja	
Storbritannia				
<i>«Utvikling av et egnethetskart for infiltrasjon av bærekraftige dreneringsystemer (SuDS)»</i>				
Nødvendig informasjon		Mulighet for konvertering til norsk praksis	Kravet mulig?	Metoden kan anvendes i Norge
Infiltrasjon begrensninger	Løsmasser	NGU-Løsmassekart	Ja	Ja
	Erosjonsfare	NGU-Løsmassekart og NGU-GRANADA	Ja	
	Grunn med kollapsfare	NGU-GRANADA	Ja	
	Lav grunnvannsstand	NGU-GRANADA	Ja	
	Grunninformasjon	NGU-GRANADA	Ja	
	Gruvefare	NGU-Løsmassekart (Mineralressurser)	Ja	
Drenering	Grunnvannspeil	NGU-GRANADA	Ja	
	Geologiske indikatorer til flom	NGU-GRANADA	Ja	
	Overflatetykkelse	NGU-GRANADA	Ja	
Ustabilitet i grunnen	Informasjon om ulike masser	NGU-Løsmassekart	Ja	
Grunnvannsbeskyttelse	Grunnvannbeskyttelsessoner	NGU-GRANADA	Ja	
	Grunninformasjon	NGU-GRANADA	Ja	
	Overflatetykkelse	NGU-GRANADA	Ja	
Bogotá, Colombia				
<i>«Et prioriteringsverktøy for SUDS-planlegging i store byer ved å koble en urban dreneringsmodell med blandet heltall lineær programmering»</i>				
Nødvendig informasjon		Mulighet for konvertering til norsk praksis	Kravet mulig?	Metoden kan anvendes i Norge
Geografisk Informasjon System	Nedbørshendelser	Klimaservicesenteret (KSS), IVF-kurver og beregning	Ja	Ja
	Satelittdata	Kart	Ja	
Urban Avrennings Modell	Nedbørshendelser	Klimaservicesenteret (KSS), IVF-kurver og beregning	Ja	
	Grunninformasjon	NGU-GRANADA	Ja	
Blandet Integrert Lineært program	Reduksjonsindekser (Avrenning og kombinert avløpsoverløp)	Integrert lineær beregning	Ja	



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway