



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

**Masteroppgave 2021 30 stp**  
Fakultet for realfag og teknologi

## **Hvordan ivaretas overvannshåndtering i henhold til tretrinnsstrategien gjennom Norsk standard for blågrønn faktor?**

How is stormwater management, according to the three step strategy, taken care of through the Norwegian standard for bluegreen factor?

**Embla Gausereide Tukker**  
Vann- og miljøteknikk



# Forord

Denne oppgaven markerer slutten på min studietid ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet i Ås. Halvåret med masterskriving ble dessverre ikke helt som planlagt grunnet Covid-19, men en oppgave ble det til slutt likevell. Gjennom skriving av denne oppgaven har jeg fått lest meg opp på mange interessante temaer innen overvannshåndtering og byutvikling, det har vært veldig lærerikt og jeg håper å få videreutvikle denne interessen i arbeid.

Jeg vil takke min hovedveileder Ulf Rydningen for å alltid være positiv og for gode tilbakemeldinger, og takk til biveileder Kim H. Paus for en veldig god innføring i overvannstematikk i faget THT300, og for gode faglige tilbakemeldinger i i skriveprosessen. Takk til familie og venner som har hjulpet med både støttende ord og med å opprette kontakt med riktige personer. Tusen takk til personene som stilte opp til både teamsamtaler og telefonintervju. Takk til Standard Norge for at jeg fikk publisere utdrag fra NS3845:2020. Takk til min søster Eleni for telefonsamtaler, kort og generell støtte, og takk til min kjæreste Henrik som har lest korrektur og for at du har troen på meg.

Tusen takk til alle de fantastiske menneskene jeg har møtt, og for alle opplevelser jeg har fått gjennom å være student på NMBU. Takk til gode forelesere, venner, studiekamerater og Pikekoret IVAR, jeg sitter igjen med så mye kunnskap jeg ikke ville vært foruten og en stappfull minnebok som jeg har med meg resten av livet. Nå starter et nytt kapittel.

Ås, mai, 2021

Embla Gausereide Tukker



## Sammendrag

Globale klimaendringer vil medføre at Norge får et villere og våtere klima i årene som kommer, og dagens avløpssystemer er ikke rustet for fremtidens nedbør. Vannbransjen står ovenfor store utfordringer med overflødig overvann som kan medføre store samfunnsøkonomiske kostnader. Et av virkemidlene for å motvirke store skader som følge av overvann er lokal overvannshåndtering i henhold til tretrinnsstrategien. I mai 2020 ble *Norsk standard for Blågrønn faktor Beregningsmetode og vektingsfaktorer* publisert. Blågrønn faktor er en måte å beregne implementering av vegetasjonselementer og løsninger for åpen overvannshåndtering i byggeprosjekter. Norsk Standard påstår at bruk av blågrønn faktor vil bidra til mer bruk av naturbaserte løsninger i byggeprosjekter som vil resultere i sunnere omgivelser, økt biologisk mangfold og en mer robust overvannshåndtering (Norsk Standard, 2020). Denne oppgaven er en systematisk gjennomgang av *Norsk standard for Blågrønn faktor Beregningsmetode og vektingsfaktorer*, og oppgaven ser på hva hvert enkelt tiltak i regnearket kan bidra med til overvannshåndtering i henhold til tretrinnsstrategien, og hvilke endringer som må til for at overvannshåndtering skal bli bedre ivaretatt. Vektingen av de ulike tiltakene vurderes fra et synspunkt for overvannshåndtering. Noen av tiltakene har blitt simulert i EPA SWMM, mens for de fleste tiltak er det innhentet kunnskap gjennom litteraturgjennomgang og intervjuer og samtaler med fagpersoner som har arbeidet med blågrønn faktor.

Simuleringene i EPA SWMM indikerer at det er en sammenheng mellom lav avrenningskoeffisient og høy vekting i blågrønn faktor, noe som betyr at overvannshåndtering blir belønnet med en høyere vekting. Permeable dekker virker å kunne håndtere mer vann enn vektingen i blågrønn faktor tilsier. Det virker å være unødvendig å ha en kategori for grønne overflater på konstruksjon med dybde >60 cm, og det foreslås å endre grenseverdiene opp til 40 cm og >40 cm. Det foreslås også å innføre en ny kategori for blågrønne tak eller blågrønne overflater på konstruksjon som får lik vekting som grønne overflater på konstruksjon med den dypeste veksttykkelsen.

Noen av kravene til utforming av tiltakene burde tilpasses for at overvannshåndtering skal bli bedre ivaretatt i standarden. Det burde stilles krav til at grønne vegger må vannes med oppsamlet overvann.

Det burde også stilles krav til at trær plantes i terrengforsenkninger eller tregroper slik at overvann kan renne av og bli tatt opp i rotsonen. For at overvannshåndtering skal få en høyere prioritet hos utbygger foreslås det at terrengforsenkninger med infiltrasjon og fordrøyning likestilles i vektingen. Det foreslås å tillate en skjønnsmessig vurdering av vektingen for områdetiltak O1 - kobling til blågrønne strukturer i prosjekter som er nært knyttet til områder med eksisterende høy blågrønn faktor, typiske kyst- eller skognære områder.

Dersom kommuner stiller krav til utbygger om å oppnå en viss blågrønn faktor kan *Norsk standard for Blågrønn faktor Beregningsmetode og vektingsfaktorer* tydelig bidra til mer lokal overvannshåndtering i henhold til tretrinnsstrategien. Med små justeringer i vekting og krav til utforming kan lokal overvannshåndtering bli enda bedre ivare tatt.

## Summary

Global climate change means wilder and wetter climate in Norway in the years to come and today's sewer-system is not built for the projected rainfall in the upcoming years. The water industry is facing challenges with excess storm water that can lead to big socio-economic costs. One of the approaches to prevent damage from stormwater is to manage it according to the three step strategy. In May 2020 *the Norwegian standard for Bluegreen factor Calculation method and weighting factors* was published. Bluegreen factor is a way to calculate the implementation of vegetative elements and solutions for open stormwater management in building- and construction projects. The Norwegian standard claims that the use of Bluegreen factor will contribute to using nature based solutions that will result in healthier surroundings, increased biodiversity and a more robust stormwater management (Norsk Standard, 2020). This thesis is a systematic review of *the Norwegian standard for Bluegreen factor Calculation method and weighting factors*, and the thesis looks at what each measure in the spreadsheet can contribute with when it comes to stormwater management in the three step strategy, and what changes should be made so stormwater management is better taken care of. The weighting factors are considered from a stormwater management point of view. Some of the measures have been simulated using EPA SWMM, while for most measures knowledge has been obtained through reviewing literature and interviews and conversations with professionals who have worked with a blue-green factor.

The simulations in EPA SWMM indicate that there is a connection between a low runoff coefficient and a high score in the bluegreen factor, which means that locally managed storm water gets rewarded with a higher score. Permeable pavements seem to be able to handle more water than is being reflected in its score in the bluegreen factor. It seems to be unnecessary to have a category for green surfaces on construction with a depth of >60 cm, and it is suggested to change the limit values to 40 cm and >40 cm. It's also suggested to introduce a new category for bluegreen roofs, or bluegreen surfaces on construction, that will be given the same score as green surfaces on construction with the deepest growth thickness.

Some of the requirements for the design of the measures must be adapted so that storm-water management is better handled. Green walls should have a requirement of being watered with collected storm water, and trees should be required to be planted in depressions or pits so water can runoff and be collected in the root zone. To make storm water management a higher priority in building- and construction projects it is suggested to make the score equal for terrain depressions with infiltration and areas that are supposed to delay water. It is also suggested to allow individual evaluation of the score for measure O1 - connection to existing bluegreen areas for projects that are near areas with a high existing bluegreen factor, typical coastal- or forest areas.

If municipalities make a requirement to achieve a certain bluegreen factor in building and construction projects, *the Norwegian standard for Bluegreen factor Calculation method and weighting factors* can certainly contribute to more locally handled storm water according to the three step strategy. With small adjustments in the scoring system and requirements for design, the quantity of locally handled storm water can be even higher.



# Innhold

Forord . . . . .	i
Sammendrag . . . . .	iii
Summary . . . . .	v
Innhold . . . . .	vii
Figurer . . . . .	ix
Tabeller . . . . .	xi
Forkortelser . . . . .	xiii
<b>1 Introduksjon</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstilling . . . . .	2
1.2 Mål for oppgaven . . . . .	2
1.3 Avgrensninger og struktur av oppgaven . . . . .	3
<b>2 Bakgrunn for oppgaven</b>	<b>5</b>
2.1 Tretrinnsstrategien . . . . .	5
2.2 Urbanhydrologi . . . . .	6
2.3 Blågrønn faktor - BGF . . . . .	7
2.3.1 Områdetiltak, arealtyper og tilleggskvaliteter i BGF . . . . .	10
2.4 Blågrønn faktor i andre land . . . . .	11
2.4.1 Kritikk av BGF . . . . .	13
2.5 EPA SWMM . . . . .	14
2.5.1 LID controls i EPA SWMM . . . . .	14
2.6 Volumavrenningskoeffisient . . . . .	15
<b>3 Metode</b>	<b>17</b>
3.1 Simulering i EPA SWMM . . . . .	17
3.1.1 Nedbørsdata . . . . .	20
3.2 Litteraturgjennomgang . . . . .	22
3.3 Intervjuer . . . . .	22
3.4 Sammenligning BGF og midlere avrenningskoeffisient . . . . .	23

<b>4</b>	<b>Resultater og diskusjon</b>	<b>25</b>
4.1	Simuleringer i EPA SWMM . . . . .	25
4.2	Sammenligning av BGF på et definert område . . . . .	31
4.3	Områdetiltak O1 og O2 . . . . .	36
4.4	Arealtyper A0, A3 og A5 . . . . .	37
4.4.1	Andre flater eller dekker - A0 . . . . .	37
4.4.2	Permanente vannspeil og åpne vassdrag - tiltak A3 . . . . .	38
4.4.3	Tette flater med avrenning til åpne overvannstiltak - tiltak A5 . . . . .	38
4.4.4	Forslag til ny kategori A6 - blågrønne tak . . . . .	39
4.5	Tilleggsqualiteter T1-T5 . . . . .	39
4.5.1	T1 terrengforsenkninger . . . . .	39
4.5.2	T2 plantefelt og eksisterende vegetasjonstyper . . . . .	41
4.5.3	T3 Grønne vegger . . . . .	41
4.5.4	T4 og T5 Trær . . . . .	44
4.6	Intervju med landskapsarkitekt og VA-ingeniør . . . . .	44
4.7	Drift og vedlikehold . . . . .	45
4.8	Generelle kommentarer til BGF . . . . .	46
4.9	Feilkilder . . . . .	46
<b>5</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>49</b>
5.1	Konklusjon . . . . .	49
	<b>Referanser</b>	<b>53</b>
	<b>Vedlegg A Intervjuer</b>	<b>57</b>
	<b>Vedlegg B LID controls</b>	<b>69</b>

# Figurer

2.1	Tretrinnsstrategien for overvannshåndtering . . . . .	5
2.2	Urbaniseringens påvirkning på avrenning . . . . .	6
2.3	Regneark for BGF . . . . .	8
2.4	Eksempel på blågrønt område fra Philadelphia USA . . . . .	9
2.5	Vektingsfaktorer for tiltak i Norsk standard for BGF . . . . .	10
2.6	Tidslinje for grønne arealfaktorer . . . . .	12
2.7	LID control editor . . . . .	14
3.1	Fordampningsdata i SWMM . . . . .	20
3.2	Symmetrisk blokkhyetogram 20 års nedbørshendelse . . . . .	21
3.3	Symmetrisk blokkhyetogram 200 års nedbørshendelse . . . . .	21
4.1	Volumavrenningskoeffisient og vekting per tiltak i BGF . . . . .	26
4.2	Gjennomsnittlig volumavrenningskoeffisient trinn 1 nedbør . . . . .	27
4.3	Gjennomsnittlig volumavrenningskoeffisient trinn 2 nedbør . . . . .	28
4.4	Gjennomsnittlig volumavrenningskoeffisient trinn 3 nedbør . . . . .	28
4.5	Martin Linges vei . . . . .	32
4.6	Christian Krohgs gate 39-41 . . . . .	33
4.7	Otto Sverdrups plass . . . . .	34
4.8	BGF vs. volumavrenningskoeffisient . . . . .	35
4.9	Eksempel på samme område med tette flater vs. grønne overflater . . . . .	37
4.10	Terrengforsenkn timer rundt trær . . . . .	40
4.11	Fordrøyningsmagasiner på Benthemplein i Rotterdam . . . . .	41
4.12	Grønne vegger . . . . .	43
4.13	Grønne vegger med vanningsystem . . . . .	43



# Tabeller

3.1	Beskrivelse av kilde til parametre for ulike tiltak . . . . .	18
4.1	Volumavrenningskoeffisienter simuleringer SWMM brukermanual . . . . .	25
4.2	Volumavrenningskoeffisienter med tall fra egne vurderinger . . . . .	25
4.3	Volumavrenningskoeffisienter simuleringer med tall fra Russwurm . . . . .	26
4.4	Sammenligning av BGF for de tre områdene . . . . .	34
B.1	Verdier for A1 - SWMM brukermanual . . . . .	70
B.2	Verdier for A1 (10 cm) egne vurderinger . . . . .	71
B.3	Verdier for A1 (20 cm) egne vurderinger . . . . .	72
B.4	Verdier for A2.1 - SWMM brukermanual . . . . .	73
B.5	Verdier for A2.1 - Egne vurderinger . . . . .	73
B.6	Verdier for A2.1 - Ingrid Russwurm . . . . .	74
B.7	Verdier for A2.2 - SWMM . . . . .	74
B.8	Verdier for A2.2 - egne vurderinger . . . . .	75
B.9	Verdier for A2.2 - Ingrid Russwurm . . . . .	75
B.10	Verdier for A2.3 - SWMM . . . . .	76
B.11	Verdier for A2.3 - egne vurderinger . . . . .	76
B.12	Verdier for A2.3 - Ingrid Russwurm . . . . .	77
B.13	Verdier for A2.4 - SWMM . . . . .	77
B.14	Verdier for A2.4 - egne vurderinger . . . . .	78
B.15	Verdier for A2.4 - Ingrid Russwurm . . . . .	78
B.16	Verdier for A4 - SWMM brukermanual . . . . .	79
B.17	Verdier for A4 - egne vurderinger . . . . .	80



# Forkortelser

BFF	Biotopflächenfactor
BGF	Blågrønn faktor
EPA	Environmental protection agency
LARK	Landskapsarkitekt
LID	Low impact development
LOD	Lokal overvannsdiskonering
SWMM	Storm water management modelling
VA	Vann og avløp





# 1. Introduksjon

Befolkningsvekst, urbanisering og klimaendringer fører til at vannsektoren står ovenfor nye problemstillinger og må tilpasses deretter. Prognoser sier at befolkningen vil øke med 11% i Norge mot 2050, og at veksten skjer særlig i og rundt de store byene (Leknes og Løkken, 2020). Mer sentralisering fører til mer urbanisering og utbygging av byer og tettsteder. Samtidig med befolkningsvekst mot 2050, vil det også komme en økning av intense og hyppige nedbørshendelser som følge av klimaendringer. Ett av hovedfunnene i rapporten fra miljødepartementet “klima i Norge 2100” var at episoder med styrtregn blir kraftigere og vil forekomme hyppigere, og at årlig nedbør vil øke med 18% frem mot 2100 (Hanssen-Bauer mfl., 2009). Dagens vann- og avløpsledningsnett er dårlig rustet for fremtidens klima, og et ledd i klimatilpasning vil være å ta tilbake naturens hjelpemidler i form av naturbaserte løsninger for overvannshåndtering, og overvannshåndtering i henhold til tretrinnsstrategien (Magnussen mfl., 2017).

Framtidens byer satt i 2013 igang et prosjekt med utvikling av blågrønn faktor - BGF. BGF var ment å bli et verktøy i byggesaksbehandlingen for å forenkle prosessen med å få på plass åpen vannhåndtering, mer biodiversitet og mer vegetasjon i nyetableringen av byggeprosjekt i byområder. I mai 2020 kom Standard Norge ut med *Norsk standard for blågrønn faktor, beregningsmetode og vektingsfaktorer*. BGF samler en rekke fagområder i ett verktøy, og alle fagområdene ønsker at deres fag skal bli ivaretatt på best mulig måte. Denne masteroppgaven tar for seg hvordan sammenhengen er mellom overvannshåndtering i henhold til tretrinnsstrategien og BGF, og hvordan standarden ivaretar VA-ingeniørens interesser.

## 1.1 Problemstilling

Hvordan ivaretas overvannshåndtering i henhold til tretrinnsstrategien gjennom *Norsk standard for blågrønn faktor, beregningsmetode og vektingsfaktorer*, og hvilke endringer må til for at standarden skal kunne bidra til bedre overvannshåndtering?

## 1.2 Mål for oppgaven

Målet med denne oppgaven er å finne ut av hva sammenhengen mellom overvannshåndtering i henhold til tretrinnsstrategien og norsk standard for blågrønn faktor er. I kapittel 0.1 i standarden står det at; “Blågrønn faktor er et verktøy som stimulerer til bruk av åpen overvannshåndtering, uten at det stilles konkrete krav til dimensjonering. Uavhengig av blågrønn faktor må det derfor gjøres en forsvarlig dimensjonering av overvannshåndteringen. Det vises da til en treleddsstrategi for lokal overvannsdistribusjon (LOD)” (Norsk Standard, 2020).

Prosjektleder for norsk standard for BGF, Hanne Gjestland Wells, skriver på mail<sup>1</sup>:

*Når det gjelder «som verktøy for VA-ingeniøren» var komiteen bevisst på at dette er et verktøy for landskapsarkitekten som gir planen som danner grunnlag for VA-ingeniøren, men at noe av behovet for kapasitet på overvannshåndtering i rør er ivarett på andre måter på overflaten. Dette står det litt om i forordet. Komiteen vurderte at det ikke var modent for at BGF skulle kunne ivareta/bistå til dimensjoneringen av overvannet på dette tidspunktet (Wells, 2021).*

Selv om standarden og prosjektlederen tydelig presiserer at BGF ikke er et verktøy spesielt for VA-ingeniøren, kan de ulike kvalitetene i BGF ha betydelig innvirkning på overvannshåndtering på prosjektområdet. Målet med oppgaven er å finne ut av hvilket potensiale BGF har til å fremme god overvannshåndtering i henhold til tretrinnsstrategien, og å finne ut av hvilke modifikasjoner som kan bedre overvannshåndtering ytterligere. Målet er også at denne oppgaven kan bli brukt til revisjon av Norsk standard for BGF når den har vært i bruk i noen år.

---

<sup>1</sup>Gjengitt med tillatelse fra Wells

## 1.3 Avgrensninger og struktur av oppgaven

Forskjellige fagfelt ønsker å oppnå forskjellige mål ved å ta i bruk BGF. Mitt inntrykk er at biologen, planteviteren og naturforvalteren hovedsaklig ønsker biologisk mangfold, landskapsarkitekten ønsker oftest å fokusere på et estetisk og funksjonelt byrom og VA-ingeniøren er opplært til at mest mulig vann skal håndteres på egen eiendom. BGF er et verktøy som gir kvantitative poeng til kvalitative faktorer, og denne oppgaven handler om hvordan BGF ivaretar VA-ingeniørens interesser.

Målgruppen til denne oppgaven er alle personer som jobber med overvannshåndtering og som er interesserte i dette temaet. Det kan være kommunalt ansatte i relevante etater som vann- og avløp, plan og bygg og teknisk etat, eller personer som arbeider hos entreprenør eller i konsulentselskap. Det kan også være studenter som skal arbeide med overvanns-relaterte oppgaver, som landskapsarkitekter, landskapsingeniører, byplanleggere, bygg- og vanningeniører og generelt alle som er interesserte i denne tematikken.

Det er brukt noen ord, uttrykk og begreper som ikke forklares ytterligere i denne oppgaven, og det forutsettes at leseren er kjent med begreper innenfor vann- og avløp og overvannshåndtering. Heretter vil overvannshåndtering bety overvannshåndtering i henhold til tretrinnsstrategien.

Det er brukt ulike metoder for å analysere norsk standard for BGF. Til analyse er det brukt både EPA SWMM (se kapittel 2), og det er funnet relevant litteratur om forskning der EPA SWMM ikke var hensiktsmessig å bruke. Det er også foretatt to intervjuer med fagpersoner som har relevant erfaring med bruk av BGF for å gi mer dybde til diskusjonsdelen. Mye av diskusjonen forøvrig er basert på egne faglige vurderinger foretatt i samarbeid med veiledere.

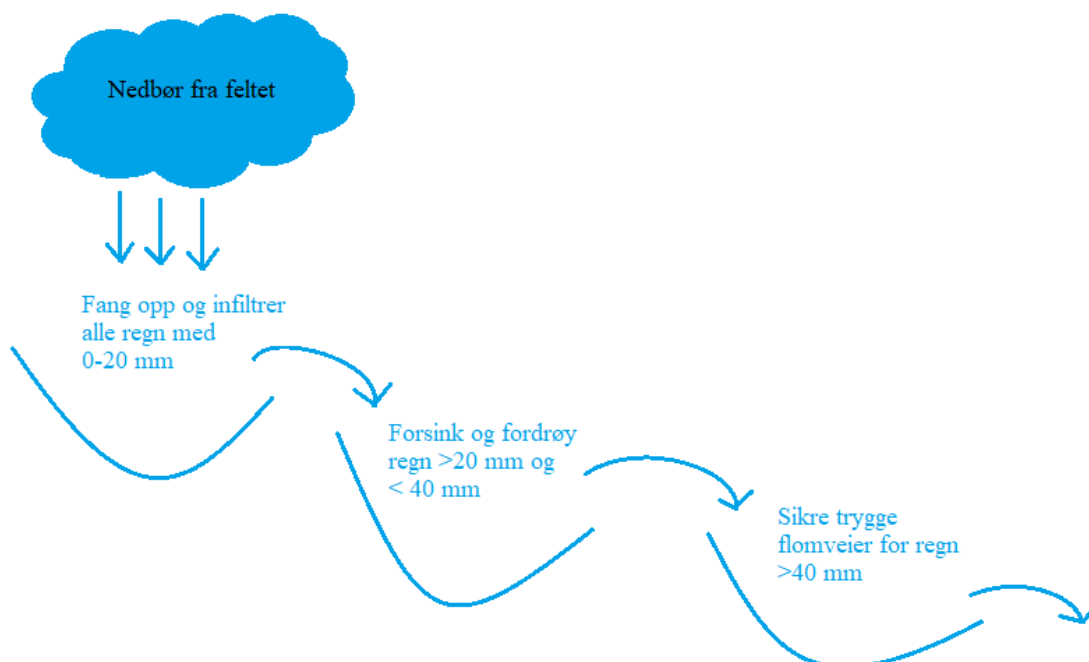
For å få best utbytte av å lese denne oppgaven anbefales det å ha *Norsk standard for blågrønn faktor, beregningsmetode og vektingsfaktorer* tilgjengelig. Denne kan bestilles på Standard.no.



## 2. Bakgrunn for oppgaven

### 2.1 Tretrinnsstrategien

Tretrinnsstrategien som begrep ble først lagt frem i en rapport publisert av norsk vann i 2008. Tretrinnsstrategien for overvannshåndtering beskriver oppdeling av nedbørshendelser i tre trinn. I trinn 1 er prinsippet at nedbøren skal fanges og infiltreres, trinn 2 skal fordrøye og forsinke, og nedbør i trinn 3 skal avledes i trygge flomveger. Et eksempel fra rapporten sier at de ulike trinnene kan deles fra 0-20 mm, 20-40 mm og 40 mm og oppover, men det blir presisert at tallene er eksempler og må tilpasses lokalt (Lindholm mfl., 2008). Figur 2.1 viser de ulike kategoriene. Norsk standard for BGF henviser til tretrinnsstrategien for lokal overvannsdiskonering, og beskriver hvordan de ulike trinnene kan håndteres i ulike blågrønne strukturer.

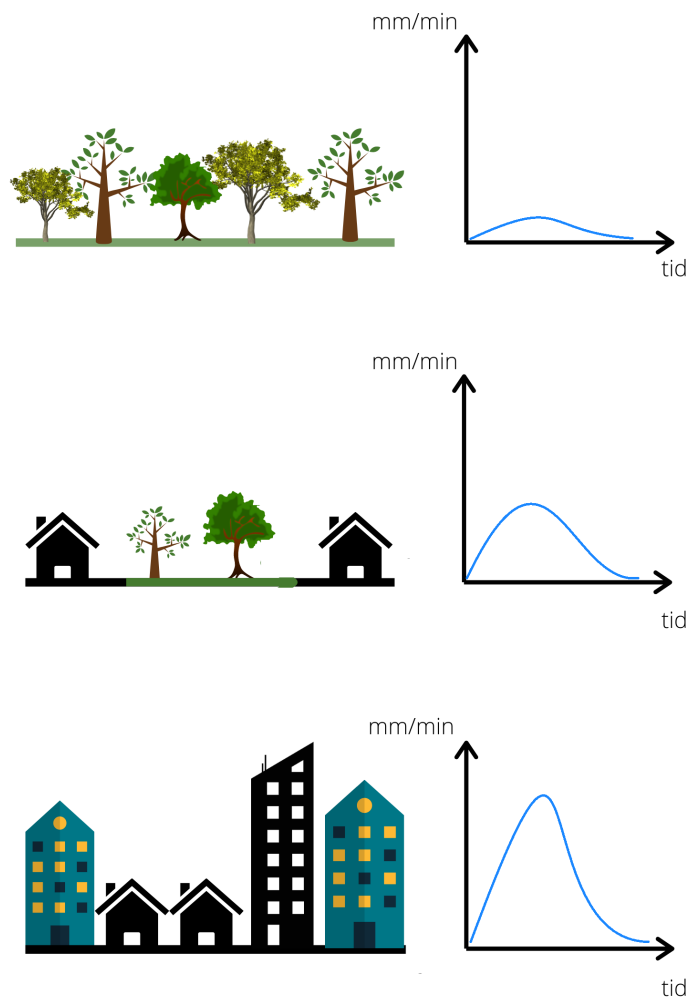


**Figur 2.1:** Tretrinnsstrategien for overvannshåndtering, tallene er eksempler og må tilpasses lokalt. Etter inspirasjon fra Lindholm mfl., 2008

Etter at tretrinnsstrategien ble lagt frem som et konsept har det blitt tatt hyppig i bruk i miljøer som arbeider med overvann. I 2018 ble det fremmet et forslag om å legge til et trinn 0 foran de tre eksisterende trinnene, dette understreker viktigheten av planleggingen for å få på plass trinn 1, 2 og 3. Det har vist seg å være vanskelig å etterkomme overvannshåndtering i trinn 1, 2 og 3 dersom det ikke blir planlagt for dette i en tidlig fase (Paus, 2018). BGF er et verktøy som bør bli tatt i bruk i tidlige faser av nye prosjekter for å oppnå sitt fulle potensiale. Dette blir ikke videre diskutert da jussen til byggesaker er et eget fagfelt.

## 2.2 Urbanhydrologi

Urbanhydrologi betegner den delen av det hydrologiske kretsløpet som skjer i tettbebygde (urbane) områder. Figur 2.2 illustrerer hvordan urbanisering påvirker avrenning for ett og samme nedbørstilfelle.



**Figur 2.2:** Urbaniseringens påvirkning på avrenning for en nedbørshendelse, (etter Butler mfl., 2018)

Fortetting fører til raskere avrenning som fører til høy vannhastighet og erosjon, og utbygging av byer medfører radikale endringer i vannets kretsløp. Kjennskap til urbanhydrologi er viktig når det skal tas hensyn til hva som er gunstig og ikke-gunstig overvannshåndtering (Ødegaard mfl., 2012, s 51-52). Hydrologiske faktorer som vil være viktige for om det oppnås god eller dårlig overvannshåndtering er tilbakeføring av vann til grunnvann ved infiltrasjon til grunn og tilrettelegging for høy fordampningsgrad og intersepsjon. Alle faktorer som sørger for at nedbøren blir i det lokale hydrologiske kretsløpet vil være fordelaktige. Tilbakeføring av grunnvann er viktig, spesielt i områder som står på leirholdig grunn, der er det stor fare for setningsskader på bebyggelse ved grunnvannsutttak (Andresen, 2014). Infiltrasjon vil være den foretrukne metoden å håndtere overvann der det er mulig. Der det ikke er mulig må det sørges for at vannet fordrøyes så belastningen på vannledningsnettets ikke overskrider kapasiteten. Dersom god overvannshåndtering oppnås har dette fordeler for vegetasjon, rekreasjon og kan spare samfunnet for store summer i skadeunntakelse (Skaaraas mfl., 2015).

## 2.3 Blågrønn faktor - BGF

Blågrønn faktor er et verktøy som er ment å tas i bruk i byggesaksbehandling i by for å sikre at det oppnås et minimumskrav til overvannshåndtering og vegetasjon der det forekommer fortetting (Leivestad og Skoglund, 2017).

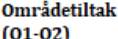

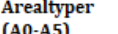





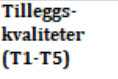




Måten BGF tas i bruk er ved å fylle ut et standardisert regneark med blågrønne kvaliteter (se figur 2.3)<sup>1</sup>. Personen som er ansvarlig for å fylle ut regnearket må ha detaljert kunnskap om prosjektarealet og hvordan dette er utformet. Blågrønn faktor blir beregnet etter følgende formel:

$$BGF = \frac{\sum \text{Areal per type vegetasjon eller dekke} * \text{vektingsfaktor}}{\text{Totalt areal}}$$

En høy BGF vil i praksis bety at prosjektarealet innehar mange blågrønne kvaliteter, mens en lav BGF betyr mye asfalt, lite vegetasjon og få blågrønne kvaliteter. Eksempelvis har Oslo kommune krav om å oppnå BGF 0.7 i tett by og 0.8 i åpen by (PBE, 2019). Se figur 2.4 for hvordan BGF kan påvirke bybildet i praksis. Dette bildet viser et område i Philadelphia, USA før og etter et prosjekt kalt “Green City, Clean Water Initiative” der det er installert grønne tak, og plantet trær (DiStasio, 2015).

---

<sup>1</sup>Figurene og informasjonen side 8 fra standard NS 3845:2020 er gjengitt av Embla Tukker til bruk i oppgaven *Hvordan ivaretas overvannshåndtering i henhold til tretrinnsstrategien gjennom Norsk standard for blågrønn faktor?* med tillatelse fra Standard Online AS i april 2021

Prosjekt/ adresse: Notat:						Dato:			
						Navn:			
						Versjon:			
Inndeling	Type	Kode	Vektings- faktor	Mengde	Enhet	Vektet			
<b>Områdetiltak (O1-O2)</b>	 O1 Kobling til blågrønne strukturer	O1	0.05	0	stk	0			
	 O2 Oppsamling av overvann for vanning	O2	0.05	0	stk	0			
	<b>Sum av BGF for områdetiltak</b>						<b>0</b>		
<b>Arealtyper (A0-A5)</b>	 A1, Grønne overflater på terreng	A1	1	0	m <sup>2</sup>	0.00			
	 A2, Grønne overflater på konstruksjon:	A2.1, Vekstmedium med dybde på 0-3 cm <sup>3</sup>	A2.1	0.2	0	m <sup>2</sup>	0.00		
		A2.2, Vekstmedium med dybde på 3-20 cm	A2.2	0.4	0	m <sup>2</sup>	0.00		
		A2.3, Vekstmedium med dybde på 20-60 cm	A2.3	0.7	0	m <sup>2</sup>	0.00		
		A2.4, Vekstmedium med dybde > 60 cm	A2.4	0.9	0	m <sup>2</sup>	0.00		
	 A3, Permanente vannspeil og åpne vassdrag	A3	2	0	m <sup>2</sup>	0.00			
	 A4, Permeable dekker	A4	0.3	0	m <sup>2</sup>	0.00			
	 A5, Tette flater med avrenning til åpne overvannstiltak	A5	0.2	0	m <sup>2</sup>	0.00			
	 A0, Andre flater og dekker	A0	0	0	m <sup>2</sup>	0.00			
	<b>Sum av prosjektets areal / Sum av BGF for arealtyper</b>						<b>1</b>	<b>0.00</b>	
<b>Tilleggs- kvaliteter (T1-T5)</b>	 T1, Terrengforsenkninger	T1.1, infiltrering som hovedfunksjon	T1.1	1	0	m <sup>2</sup>	0.00		
		T1.2, fordroying som hovedfunksjon	T1.2	0.5	0	m <sup>2</sup>	0.00		
	 T2, Plantefelt og eksisterende vegetasjonstyper	T2	0.5	0	m <sup>2</sup>	0.00			
	 T3, Grønne vegger	T3	0.4	0	m <sup>2</sup>	0.00			
	 T4, Nyplantede trær	Est. m <sup>2</sup>							
		T4.1, som blir < 10 m (beregnes med 25 m	25	T4.1	1	0	stk	0.00	
		T4.2, som blir > 10 m (beregnes med 50 m	50	T4.2	1	0	stk	0.00	
	 T5, Eksisterende trær	Est. m <sup>2</sup>							
		T5.1, Faktisk trekroneareal (uten overlapp)	50	T5.1	1	0	m <sup>2</sup>	0.00	
		T5.2, so < 90 cm (beregnes som 50 m <sup>2</sup> kroneareal)	50	T5.2	1	0	stk	0.00	
T5.3, so > 90 cm (beregnes som 100 m <sup>2</sup> kroneareal)	100	T5.3	1	0	stk	0.00			
<b>Sum av BGF for tilleggskvaliteter</b>						<b>0.00</b>			
<b>Sum av BGF</b>						<b>0.00</b>			
<sup>a</sup> Omfatter arealer som er tilrettelagt for mosevekst.									

<b>BGF-krav:</b>	<b>0</b>
<b>Beregnet BGF:</b>	<b>0.00</b>
<b>Differanse:</b>	<b>0.00</b>

Figur 2.3: Regneark som fylles ut for å finne BGF (Norsk Standard, 2020)





**Figur 2.4:** Det samme området i Philadelphia, USA før og etter installasjon av grønne tak og trær. Bilde: DiStasio, 2015

Blågrønn faktor i Norge ble først utviklet i 2013 gjennom et samarbeid med Bærum kommune, Oslo kommune, Dronninga landskap AS, COWI AS og CF Møller AS. Dette etter initiativ fra miljøverndepartementet ved framtidens byers klimatilpasningsnettverk. Framtidens byer var et program for samarbeid mellom utvalgte kommuner og staten for å utvikle byer med lavt klimagassutslipp, godt bymiljø og strategier for å møte klimaendringer. Klimatilpasningsnettverket var en undergruppe av Framtidens byer med fokus på klimatilpasning (Gunnufsen og Solli, 2015). Intensjonen med å lage BGF var å få på plass et verktøy som ville ha nytteverdi for alle byer og tettsteder i Norge, og som kan bearbeides til å bli innlemmet i kommunens saksbehandling. Verktøyet ville sikre at utbygger får en forutsigbarhet med tanke på krav til vannhåndtering, vegetasjon og biodiversitet i fremtidige byggesaksprosjekter (Ardila og de Caprona, 2014). Vannforeningen publiserte i 2017 en rapport som fant at BGF i liten grad er tatt i bruk i de store byregionene, og at det er usikkerhet og uenighet om hva BGF er og hva det skal brukes til (Leivestad og Skoglund, 2017). En annen spørreundersøkelse som gikk ut til Norsk vann sine medlemmer, spurte om blant annet bruk av overvannstiltak i kommunen, av alle som ble spurt hadde 31% tatt i bruk BGF, men kun 14% av medlemskommunene som hadde tatt i bruk BGF mente at det var utløsende faktor for etablering av overvannstiltak (Paus, 2020).

Vannforeningen viser til at det er stort potensiale for at BGF blir en god veileder for å kunne øke hyppigheten av klimavennlige uteanlegg i bystrøk. Enkle justeringer av kategorier og tekst og muligheten til å tilpasse regnearket til lokale forhold kan gjøre BGF til et godt byggesaksredskap (Leivestad og Skoglund, 2017).

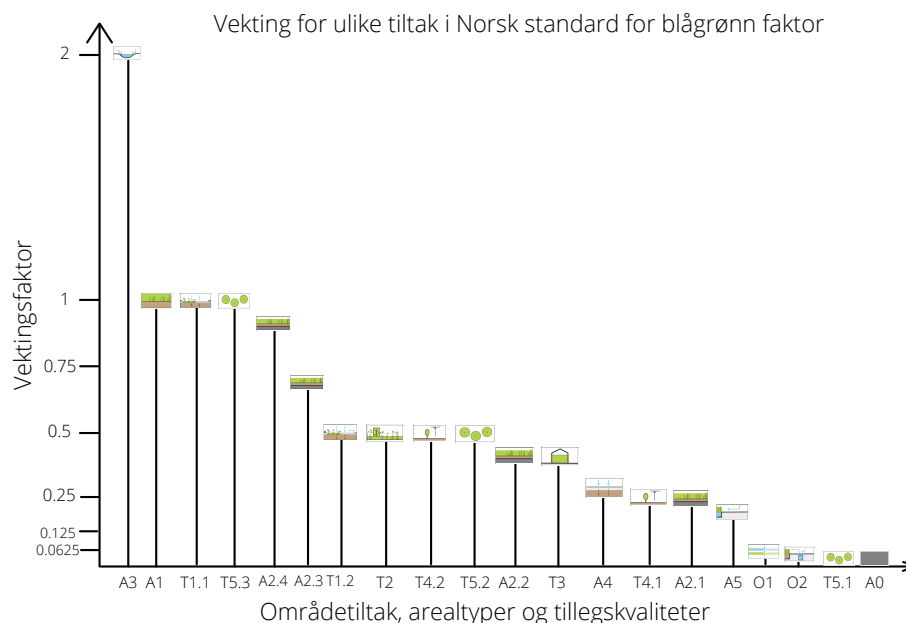
Etter arbeid og revidering av BGF fra 2013 ble *norsk standard for blågrønn faktor, beregningsmetode og vektingsfaktorer* publisert i mai 2020. Denne er ment som et vektøy for byggesaker i hele landet, og er ment for at kommuner kan forholde seg til en standard som kan tilpasses lokale forhold. Oslo kommune bruker per i dag sin egen BGF, mens Bærum kommune planlegger å ta i bruk standarden i sine reguleringsplaner (Bærum, 2020).

### 2.3.1 Områdetiltak, arealtyper og tilleggskvaliteter i BGF

Norsk standard for blågrønn faktor kommer med et regneark som lastes ned som et excel dokument, og som fylles inn med info om prosjektet. Regnearket er delt inn i tre deler:

1. Områdetiltak O1-O2
2. Arealtyper A0-A5
3. Tilleggskvaliteter T1-T5

(se også figur 2.3) Områdetiltakene har en fast vektingsfaktor per stykk, og arealtyper og de fleste tilleggskvaliteter vektet per kvadratmeter. Tilleggskvalitetene trær beregnes også per stykk. Se figur 2.5 for en illustrasjon av hvordan vektingen er for de ulike blågrønne tiltakene i norsk standard for BGF.



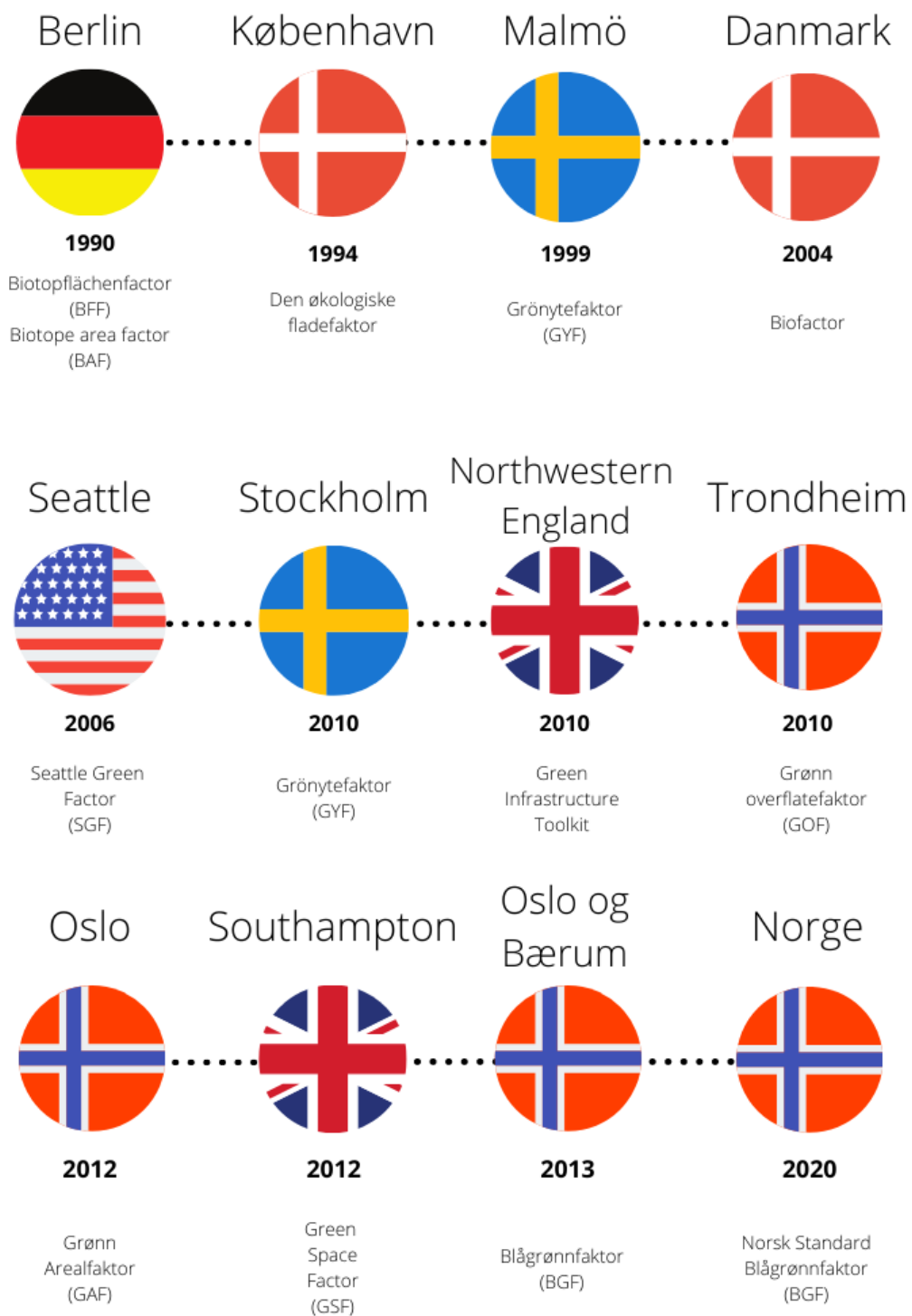
**Figur 2.5:** Vektingsfaktor for ulike blågrønne tiltak i Norsk standard for BGF, figurer hentet fra Norsk Standard, 2020

Hvert områdetiltak og hver arealtype og tilleggskvalitet har en beskrivelse og en rekke krav som må oppfylles for å få riktig vekting i standarden.

## 2.4 Blågrønn faktor i andre land

Blågrønn faktor er et relativt nytt verktøy i Norge, men det har tatt inspirasjon fra lignende verktøy som allerede har vært brukt i andre land. I 2013 ble det skrevet en masteroppgave ved institutt for landskapsplanlegging ved NMBU ved navn “*Bruk av grønne arealfaktorer i fysisk planlegging: case Wergeland, Bergen*” (Stavset, 2013). I kapitlet for kunnskapsgrunnlag samlet forfatteren flere kjente typer verktøy for grønne arealfaktorer fra andre land i en tidslinje. I tidslinjen vises det til at arbeidet med grønne arealfaktorer startet i Berlin i 1990 med “*Biotopflächenfactor - BFF*”. Grønne arealfaktorer har blitt tatt i bruk i Tyskland, Sverige, USA, Danmark, Storbritannia, Finland, Australia og Norge. De ulike grønne arealfaktorene forholder seg til ulike metoder og har ulikt hovedfokus innen eksempelvis landskap, hydrologi, lokalklima og biologisk mangfold. I Norge startet arbeidet med en grønn arealfaktor som ble utviklet i Trondheim “*Grønn overflatefaktor - GOF*” som kom ut i 2010. I 2012 kom en ny norsk versjon utviklet av Oslo Kommune kalt “*Grønn arealfaktor - GAF*” ut. Denne har ifølge Stavset hovedfokus på hydrologi (Stavset, 2013). Etter 2013 har det kommet flere grønne arealfaktorer i andre land som Finland og Australia. Framtidens byer sin BGF, Oslo sin BGF og Norsk standard sin BGF har også blitt gitt ut siden. Figur 2.6 viser tidslinjen til grønne arealfaktorer fra 1990 til 2020 etter inspirasjon fra Stavset sin masteroppgave.

I en bacheloroppgave skrevet ved Lunds universitet (Dufbäck, 2012) ble det undersøkt om BGF kunne brukes for å få byens vannbalanse til å ligne mer på den naturlige vannbalansen. Oppgaven fant at noen av faktorene som brukes til beregningen av BGF er i uoverensstemmelse med tiltakets hydrologiske funksjon, og at det er lagt mer vekt på økologisk funksjon. Den peker på at dersom *grönytefaktoren* fra Malmö skal tas i bruk for LOD-tiltak bør vektingen endres til å passe bedre med tiltakets mulighet for lagring, infiltrasjon og intersepsjon av nedbør (Dufbäck, 2012).



**Figur 2.6:** Tidslinje for grønne arealfaktorer fra 1990-2020.

To studier fra 2010 og 2013 som blant annet undersøkte Berlins BFF og Tysklands erfaring med grønn infrastruktur for å øke overvannshåndtering kom med flere interessante funn. I Tyskland er det lovfestet i det nasjonale lovverket at grunneiere har et ansvar for å promotere “sosiale goder” i storsamfunnet gjennom tilgjengeliggjøring av grønne områder. Studiene viser også at regulering har vist seg å være et godt virkemiddel fremfor finansielle insentiver for å øke mengden grønne arealer i Berlin. Målet med BFF var å øke mengden grønne arealer for å bevare natur, men etter mange år har det også vist seg at den økte mengden natur og grønne flater har økt robustheten mot hetebølger og flomrisiko fra ekstreme nedbørshendelser. Fleksibiliteten til verktøyet gir store fordeler siden utviklere kan velge sin egen fremgangsmåte og ta individuelle vurderinger av hva som fungerer best for prosjektet (Kazmierczak og Carter, 2010; Nickel mfl., 2013).

### 2.4.1 Kritikk av BGF

Multiconsult laget i 2016 en rapport der de stilte seg noe kritisk i forhold til vekting av de forskjellige elementene av BGF fra 2013. De mente samtidig at kvalitetsfaktorene burde differensieres med hensyn på lokale forhold, samt at utregningsmetoden burde forenkles ved å redusere antall kvaliteter (Multiconsult, 2016; Eiklid, 2018).

Det ble skrevet en bacheloroppgaver ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet i 2016 og en i 2017 ved daværende Høgskolen i Oslo og Akershus som begge analyserte Framtidens byer sin BGF. Den ene oppgaven ble skrevet i samarbeid med Statens Vegvesen og peker på at BGF er et dagsaktuelt verktøy, men at det burde stilles høyere krav til drift og vedlikehold og kvalitet på utførelsen av selve anlegget. Oppgaven mente at mange ulike tiltak kunne gi en høy vekting, men den høye vektingen trengte ikke nødvendigvis å gjenspeile kvaliteten på tiltaket (Ødegård, 2016). Den andre bacheloroppgaven ble skrevet i samarbeid med Sintef Byggforsk. Denne avdekket gjennom en spørreundersøkelse at det kun var 7 av 51 spurte kommuner som hadde tatt i bruk verktøyet, og at det var begrenset kjennskap til nytteverdien av å bruke den. I tillegg fant de ut at testbarheten var begrenset, da det kun er mulig å teste teoretisk inntil ferdigstilt prosjekt. Da oppgaven ble skrevet var ingen prosjekt ferdigstilt (Nes og Trommer, 2017).

I en rapport utarbeidet av Multiconsult i 2016 på oppdrag av Sandnes kommune ble det påpekt at det var uforholdsmessig lite vektlegging på VA-forhold i BGF, og at dette kunne skyldes en profesjonskamp mellom VA og landskapsarkitektur. Det ble nevnt et for stort fokus på store trær, at det burde være mulig å differensiere mellom blå og grønne faktorer, og at vannspeil gir en høy verdi uavhengig av om det fordrøyes eller infiltreres (Multiconsult, 2016). Multiconsult sin rapport ble revidert av Norconsult i 2019, dette på oppdrag av Tromsø kommune. Revisjonen kom frem til at BGF slik den forelå i 2013 ikke alene kunne løse overvannsproblematikken (Norconsult, 2019).

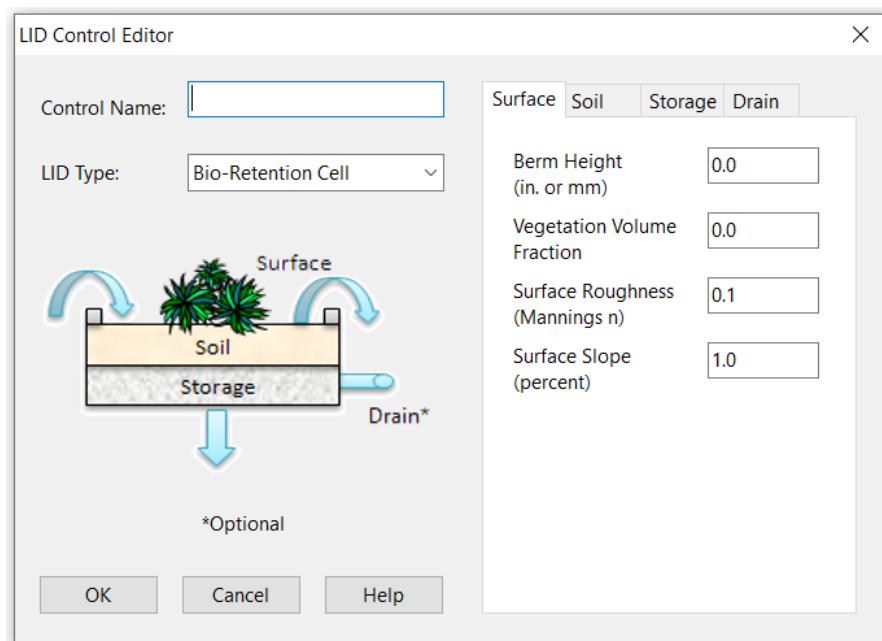
Både Multiconsult, Norconsult og Framtidens byers BGF fra 2013 konkluderer med at BGF har et stort potensiale for å øke vannhåndtering, vegetasjon og biologisk mangfold i bybildet, men at det krever kompetanse om BGF i kommunene, hos planleggere og hos utbygger.

## 2.5 EPA SWMM

I denne oppgaven brukes EPA SWMM til å simulere noen enkelttiltak i BGF der det har vært hensiktsmessig, se kapittel 3 for utfyllende info om hvor det har vært brukt. EPA SWMM står for Environmental protection agency - storm water management modellering, og er en dynamisk nedbør-avløpsmodell som kan planlegge og analysere systemer for overvannshåndtering og avrenning i feltet. Det er mest brukt til å modellere urbane områder (EPA, 2020).

### 2.5.1 LID controls i EPA SWMM

For å simulere blågrønne tiltak i SWMM må det opprettes Low Impact Development - LID controls. LID er en måte å simulere tiltak for overvannshåndtering som etterligner naturens egen måte å håndtere vann lokalt. LID controls er en innebygget funksjon i SWMM hvor det legges inn data for ulike parametre for BGF-tiltaket, som helning, jordtykkelse og porøsitet, slik at SWMM kan beregne blant annet avrenning, fordampning og infiltrasjon. Det legges inn ulike data for ulike typer blågrønne strukturer se figur 2.7.



**Figur 2.7:** Skjermdump fra SWMM som viser LID control editor for en bio-retention cell (regnbet).

## 2.6 Volumavrenningskoeffisient

Etter endt simulering i EPA SWMM fås det ut en “*summary report*” som beskriver ulike data for simuleringsområdet. Det interessante for denne oppgaven er å se på volumavrenningskoeffisienten (og spissavrenningen for trinn 1 simuleringer) til området dekket med det gjeldende blågrønne tiltaket hentet fra Norsk standard for BGF. Volumavrenningskoeffisienten er et mål for hvor mye nedbør som renner av et område i forhold til hvor mye nedbør som treffer det gitte området. Avrenningskoeffisienten får i litteraturen ofte symbolet  $\varphi$ , og kan uttrykkes på følgende måte:

$$\varphi = \frac{\text{avrenning}}{\text{nedbør}}$$

En lav avrenningskoeffisient betyr at avrenningen er liten og at mye nedbør vil tilbakeholdes på området. En høy avrenningskoeffisient betyr at nedbøren tilbakeholdes dårligere og en høy prosentandel av nedbøren vil renne videre. Ved å innføre tiltak for lokal overvannshåndtering er ofte målet å få volumavrenningskoeffisienten ut av området lavest mulig.

I kapittel 4 nevnes også spissavrenning, dette er et mål på forholdet mellom maksimalt avløp fra et område og midlere regnintensitet over området (Ødegaard mfl., 2012, s.347). Avrenningskoeffisienten  $\varphi$  har mange variabler. Avrenningen varierer over tid innenfor en nedbørshendelse, den varierer med nedbørsintensiteten og terrengets utforming, helning og tetthet (Magnussen mfl., 2015). Med så mange variabler kan det være utfordringer med å si noe eksakt om hva avrenningskoeffisienten for et område er.





## 3. Metode

### 3.1 Simulering i EPA SWMM

Arealtypene A1, A2 og A4 har blitt simulert i EPA SWMM, der har det blitt opprettet LID controls og simulert nedbør. Modellen består av et  $10m^2$  område dekket med de ulike arealtypene, med et sirkulært rør ut for å kunne måle nedbøren som renner ut av simuleringsområdet. Nedbørsdataen som er valgt er i henhold til tretrinnsstrategien for overvannshåndtering som illustrert i figur 2.1. Alle dataene er fra Blindern PLU nasjonalt stasjonsnummer 18701.

For arealtypene A1 - grønne overflater på terreng, A2 - grønne overflater på konstruksjon og A4 - permeable dekker finnes det gode korresponderende LID control alternativ i EPA SWMM. Se vedlegg B for tallverdier brukt til ulike LID controls. De ulike kategoriene for LID controls som har blitt brukt i simuleringen er:

- Bio-retention cell - regnbed med fordrøyningsvolum eller infiltrasjon til grunnen (A1)
- Green Roofs - grønne tak (A2)
- Permeable Pavement - permeable dekker (A4)

For enkelthets skyld har tiltak A1 - grønne overflater på terreng blitt simulert som et regnbed. Tiltak A1 kan også være fjell i dagen eller naturlig terreng som skog, men det har blitt brukt egenskaper til et regnbed i simuleringen. Heretter vil tiltak A1 bli kalt regnbed. For at A1 skal anses som et fullverdig regnbed må det kombineres med tilleggskvalitet T1.1 og T2. Det blir da et regnbed med infiltrasjon som hovedfunksjon og med planter og vegetasjon.

Tiltak A2 - grønne overflater på konstruksjon har de samme egenskapene som et grønt tak i simuleringen. Grønne overflater på konstruksjon kan også være på bakkenivå, men heretter vil det bli referert til som grønne tak, for at A2 skal være et fullverdig grønt tak må det kombineres med T2 som er plantefelt og eksisterende vegetasjon. De grønne takene har i standarden intervallene 0-3 cm, 3-20 cm, 20-60 cm og >60 cm.

I simuleringene har det blitt tatt et valg om å simulere grønne tak 0-3 cm med en veksttykkelse på 3 cm, 3-20 cm har fått veksttykkelse 20 cm i SWMM, 20-60 cm har fått veksttykkelse 60 cm i SWMM og >60 cm har blitt simulert som et grønt tak med veksttykkelse 100cm.

Det finnes i praksis tre ulike typer grønne tak (Braskerud, 2014). 1. ekstensive, 2. semi-intensive og 3. intensive tak. De ekstensive takene er lette og har et tynt vekstmedium og er ofte dekket med arter som tåler lange tørkeperioder som for eksempel sedum. Semi-intensive tak har en veksttykkelse som er større enn de ekstensive, og på semi-intensive tak er det mulighet for større mangfold i typer vegetasjon på taket. De intensive takene tillater ferdsel og opphold på samme måte som hageanlegg. Den typen grønne tak egner seg kun for bygg som tåler høy belastning, og har mulighet for å bli beplantet med busker og trær (Braskerud, 2014). I denne oppgaven blir arealtypen A2 delt inn som følger:

- A2.1 - ekstensive tak
- A2.2 og A2.3 semi-intensive tak
- A2.4 intensive tak

Siden det ikke har blitt foretatt feltprøver er det en usikkerhet forbundet med tallene for de ulike parametrene i LID controls i SWMM. Tallene kommer fra ulike kilder, og det har blitt opprettet minst to, men i noen tilfeller også tre ulike LID controls for samme tiltak for å finne et snitt, og dermed utjevne usikkerheten. Se tabell 3.1

**Tabell 3.1:** Beskrivelse av kilde til parametre for ulike tiltak

Tiltak	LID control	Kilde
A1	Regnbed (Bio-retention cell)	Rossman, 2015 Egne vurderinger
A2.1-4	Grønne tak (green roofs)	Rossman, 2015 Russwurm, 2018 Egne vurderinger
A4	Permeable dekker (permeable pavement)	Rossman, 2015 Egne vurderinger

Fra brukermanualen til SWMM har det blitt tatt gjennomsnittstall fra de anbefalte tallene i vedlegg C13 “LID control editor” (Rossman, 2015), med unntak av de jordspesifikke parametrene. For de jordspesifikke parametrene har det blitt brukt tall for “loamy sand” som er leirete sand på norsk. I mange prosjekter for etablering av regnbed er det ønskelig å bruke jord med et høyt innhold av organisk materiale, og det er alltid lurt å se på muligheten til å bruke stedefgen jord når et regnbed skal etableres (Paus og Braskerud, 2013).

Siden det i denne oppgaven gjøres en generell simulering er det ikke tatt hensyn til stedege jord ved opprettingen av LID controls, høyt innhold av organisk materiale var ikke beskrevet i SWMM sin brukermanual. Dermed ble det valgt å bruke tall for leirete sand, da dette virket mest representativt for jord som vanligvis brukes i regnbed.

Tallene fra Ingrid Russwurm er hentet fra hennes masteroppgave som simulerte avrenning fra grønne tak i SWMM ved hjelp av LID controls (Russwurm, 2018). Tallene Russwurm brukte i sin masteroppgave har blitt anvendt til å opprette LID controls for grønne tak i denne oppgaven.

For LID controls opprettet etter egne vurderinger er det brukt noen tall fra et masterfag ved NMBU og noen tall er skjønnsmessig vurdert.

I standarden nevnes ikke vinkelen til grønne overflater på konstruksjon og i litteraturen er det uenighet om takvinkel har påvirkning på avrenning (Aardal, 2015). Det har ikke blitt testet ut store endringer i takvinkel i simuleringen og simuleringen av grønne tak i denne oppgaven har en helning på 1 eller 2 prosent.

Målet med simuleringene er å finne volumavrenningskoeffisient som sier noe om hvor mye vann som renner av et område. Se mer om avrenningskoeffisienter i kapittel 2. For å validere funnene fra simuleringene har det blitt funnet relevant litteratur om avrenningskoeffisienter fra ulike kilder.

### 3.1.1 Nedbørsdata

For simuleringene gjort i EPA SWMM ble det simulert nedbør med utgangspunkt i tretrinnsstrategien. Ved trinn 1 regn ble det lagt inn data for fordampning i tillegg til data for nedbør se figur 3.1, tallene er hentet fra Ebnes, 2019.

Climatology Editor

Snow Melt    Areal Depletion    Adjustments  
 Temperature    Evaporation    Wind Speed

Source of Evaporation Rates    Monthly Averages

Monthly Evaporation (mm/day)

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
0	0.1	0.5	1.7	3.0	4.0

Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
4.5	4.0	3.0	2.0	1.0	0.2

Monthly Soil Recovery Pattern (Optional)   

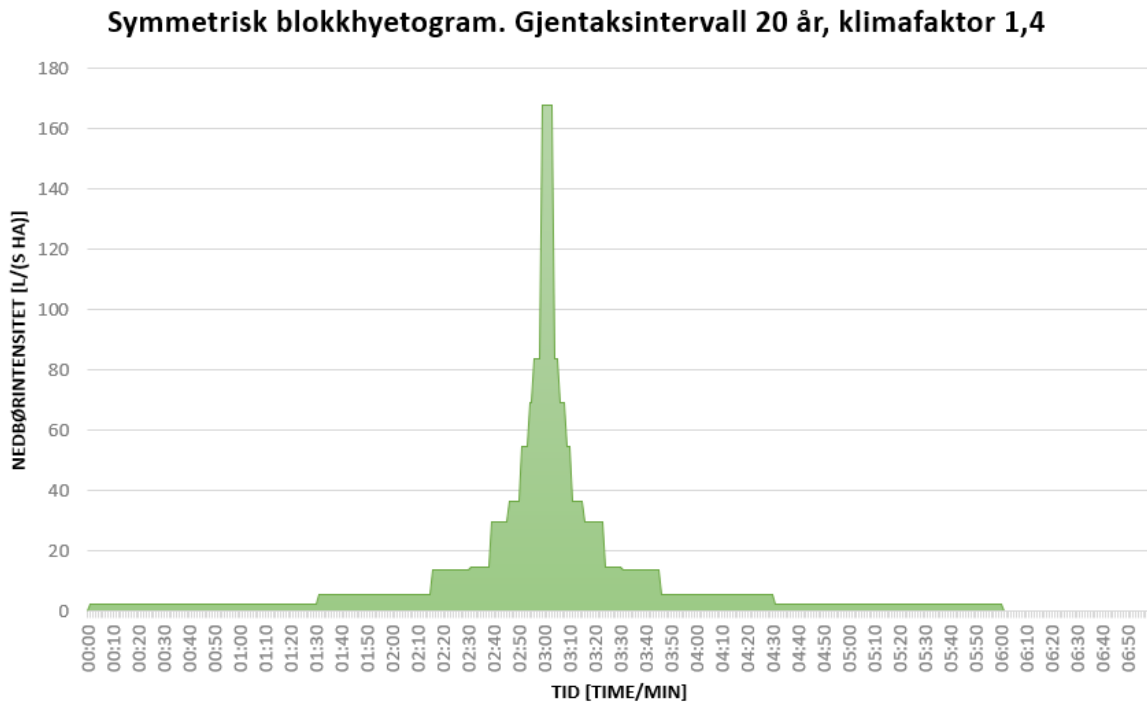
Evaporate Only During Dry Periods

OK    Cancel    Help

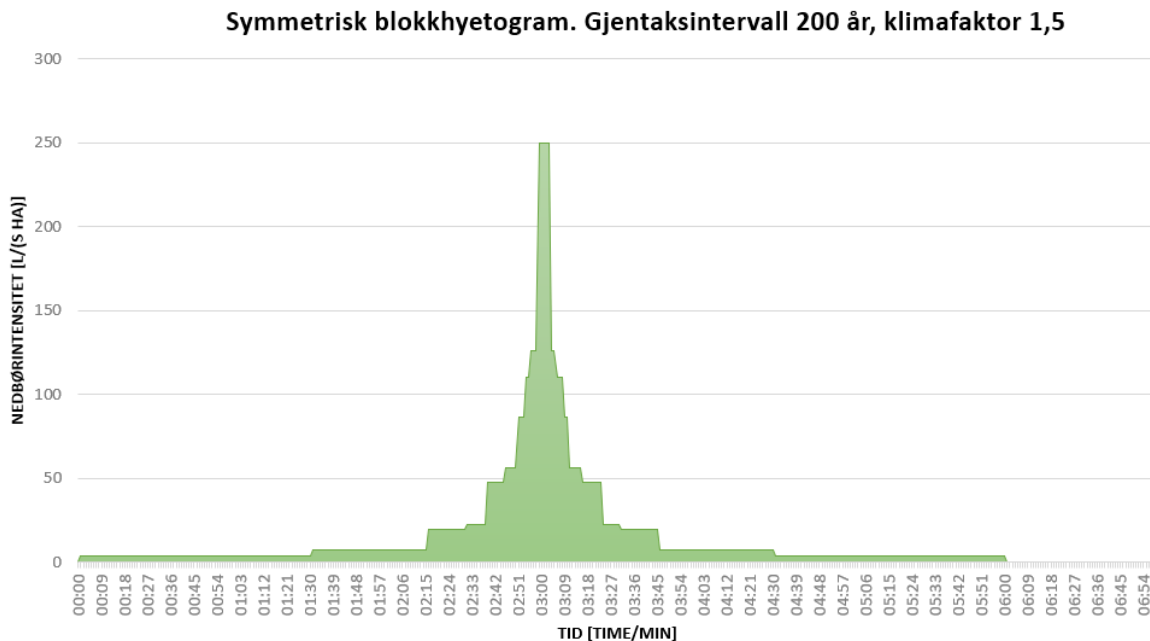
**Figur 3.1:** Skjermdump fra SWMM med data for fordampning ved trinn 1 nedbør

Nedbørsdata for trinn 1, 2 og 3 er fra Blindern PLU NS 18701.

- For trinn 1 er det brukt nedbørsdata med en tidsoppløsning på en time i tidsperioden 1.9.2010 og 9.9.2020.
- For trinn 2 er det brukt et symmetrisk blokkhyetogram for en 20-års nedbørhendelse med klimafaktor 1.4. Simuleringen går over seks timer med en tidsoppløsning på ett minutt. Se figur 3.2
- For trinn 3 er det brukt et symmetrisk blokkhyetogram for en 200-års nedbørhendelse med klimafaktor 1.5. Simuleringen går over seks timer med en tidsoppløsning på ett minutt. Se figur 3.3



**Figur 3.2:** Illustrasjon av 20-års nedbørshendelse som et symmetrisk blokkhyetogram



**Figur 3.3:** Illustrasjon av 200-års nedbørshendelse som et symmetrisk blokkhyetogram

Klimafaktor 1.4 for 20-års nedbør og 1.5 for 200-års nedbør er valgt i samråd med veileder.

## 3.2 Litteraturgjennomgang

Alle andre tiltak enn A1, A2 og A4 var ikke hensiktsmessige å simulere i SWMM da flere ikke er arealspesifikke, og det finnes ikke gode LID controls som beskriver funksjonene til tiltakene. For disse tiltakene har det blitt gjort en litteraturgjennomgang for å finne relevant forskning på hvor godt disse fungerer for overvannshåndtering. Litteraturgjennomgangen baserer seg på master- og bacheloroppgaver, forskningsartikler, kommunale dokumenter, fagbøker og litteratur fra organisasjoner og bedrifter. Ord og uttrykk på norsk og engelsk som i kombinasjon har gått igjen i søk på litteratur er: *blågrønn faktor, overvannshåndtering, grønne tak, overvann, grønne vegger, permeable dekker, trær, urbanhydrologi, bærekraft, byutvikling, regnbed, tretrinnsstrategien, klimatilpassning, grønn infrastruktur*. Google Scholar er den primære søkemotoren som er anvendt. Noen kilder kommer også fra ordinære Google-søk og fra bøker.

## 3.3 Intervjuer

Det har blitt opprettet kontakt med flere fagpersoner som har jobbet med BGF, og to av disse har blitt intervjuet ved hjelp av semistrukturerte intervju. Et semistrukturert intervju er et intervju som baserer seg på en liste med tema og spørsmål som skal belyses i intervjuet, mellom intervjuer og intervjuobjekt, og spørsmålene tilpasses hvert enkelt intervjuobjekt (Malt, 2015). Intervjuene ble foretatt for å tilføye noen ekstra synspunkt utover det litteraturen sier, og for å få et inntrykk av hvordan BGF fungerer i praksis. Alle intervjuobjekter har arbeidet med Framtidens byer sin BGF eller Oslo sin BGF, men ikke Norsk standard sin BGF. Norsk standard sin BGF kom ut i mai 2020, og er for ny til at den er i utstrakt bruk. Intervjuene har blitt anonymisert og publisert med samtykke. De er transkribert og finnes i sin helhet i vedlegg A. Intervjuobjektene ble valgt på basis av deres profesjoner som hhv. landskapsarkitekt og VA-ingeniør, og kontakten ble opprettet gjennom bekjente i et konsulentselskap og et entreprenørselskap. Etter å ha intervjuet to personer ble det vurdert at det var gitt tilstrekkelig informasjon om BGF til å danne et bilde av hvordan gjennomførelsen av arbeidet skjer i praksis. Det ble opprettet kontakt med personer i Oslo og Bærum kommune som har arbeidet med BGF, men dette ble sett på mer som samtaler enn intervju og ble dermed ikke inkludert som egne transkriberte intervju.

### 3.4 Sammenligning BGF og midlere avrenningskoeffisient på et definert område

Både Framtidens byer sin BGF og Oslo kommune sin BGF nevnes en del i denne oppgaven, og intervjuobjektene har begge arbeidet med Oslo kommunes BGF. Siden begge nevnes virket det lurt å se på forskjellene til de tre blågrønne faktorene. For å kunne vinkle dette inn på problemstillingen ble det valgt å ta utgangspunkt i Framtidens byers eksempelsamling der det har blitt beregnet BGF for flere ulike områder. Det ble tatt et tilfeldig utvalg av tre områder, og ved hjelp av Norsk standards regneark for BGF og Oslo kommunes regneark for BGF ble det beregnet BGF for de tre områdene. Der det har vært ulikheter har det blitt tatt en vurdering av hva som var riktig kategori å sette tiltaket i.

For overflate med vegetasjon, ikke forbundet med jord 20-40 cm og 40-80 cm ble det brukt tilsvarende vekstmedium med dybde 20-60 cm i standarden. For stedefegen vegetasjon, hekker, busker, flerstammede trær, stauder og bunndekkere og sammenhengende grøntarealer over  $75 \text{ m}^2$  ble det brukt T2, plantefelt og eksisterende vegetasjonstyper i standarden. For nye tær som har faktor  $25 \text{ m}^2$  har det blitt brukt tilsvarende T4.1 i standarden som tilsvarer  $25 \text{ m}^2$  kroneareal.

Det samme gjelder for trær med faktor  $16 \text{ m}^2$  siden  $25 \text{ m}^2$  er det laveste i standarden.

For eksisterende trær er det i fremtidens byer differensiert mellom faktor  $16 \text{ m}^2$  og  $25 \text{ m}^2$ . Her har tilsvarende T5.1 hvor faktisk trekroneareal (uten overlapp) kan fylles ut. Det har da blitt brukt trekroneareal på  $25 \text{ m}^2$  for de store og  $16 \text{ m}^2$  for små trær.

Det har blitt brukt tre eksempler fra eksempelsamlingen.

- Tett by - Christian Krohgs gate 39-41, Oslo
- Ytre by - Equinors regionkontor, Martin Linges vei 19, Fornebu, Bærum
- Gater og plasser - Otto Sverdrups plass, Sandvika, Bærum

Sammenligningen har blitt gjort i regnearket for norsk standard og Oslo kommune sitt regneark for BGF. I eksempelsamlingen er regnearket allerede ferdigutfyllt.

For å danne et inntrykk av hvordan overvann og BGF henger sammen er det regnet ut midlere avrenningskoeffisient for de tre områdene med resulterende avrenningskoeffisient fra simuleringene i SWMM. Det har dermed kun blitt tatt hensyn til områder med regnbed, grønne tak og permeable dekker i utregningen.

Midlere avrenningskoeffisient beregnes slik:

$$\varphi = \frac{A_1 * \varphi_1 + A_2 * \varphi_2 + \dots + A_n * \varphi_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

- $\varphi$  er prosjektarealets midlere avrenningskoeffisient
- $A_1$  er areal av overflate type 1
- $A_2$  er areal av overflate type 2
- $A_n$  er areal av overflate type n
- $\varphi_1$  er avrenningskoeffisient for overflate type 1
- $\varphi_2$  er avrenningskoeffisient for overflate type 2
- $\varphi_n$  er avrenningskoeffisient for overflate type n



## 4. Resultater og diskusjon

### 4.1 Simuleringer i EPA SWMM

Arealtypene A1 - Grønne overflater på terreng, A2 - Grønne overflater på konstruksjon og A4 - Permeable dekker ble simulert i EPA SWMM. Se tabell 4.1, 4.2 og 4.3 for resultat av alle volumavrenningskoeffisienter for de ulike nedbørstrinnene. For fullstendig data om hvilke tall som er brukt for de ulike parametrene i LID controls se vedlegg B.

**Tabell 4.1:** Resultat volumavrenningskoeffisienter simuleringer med tall fra SWMM brukermanual (Rossman, 2015)

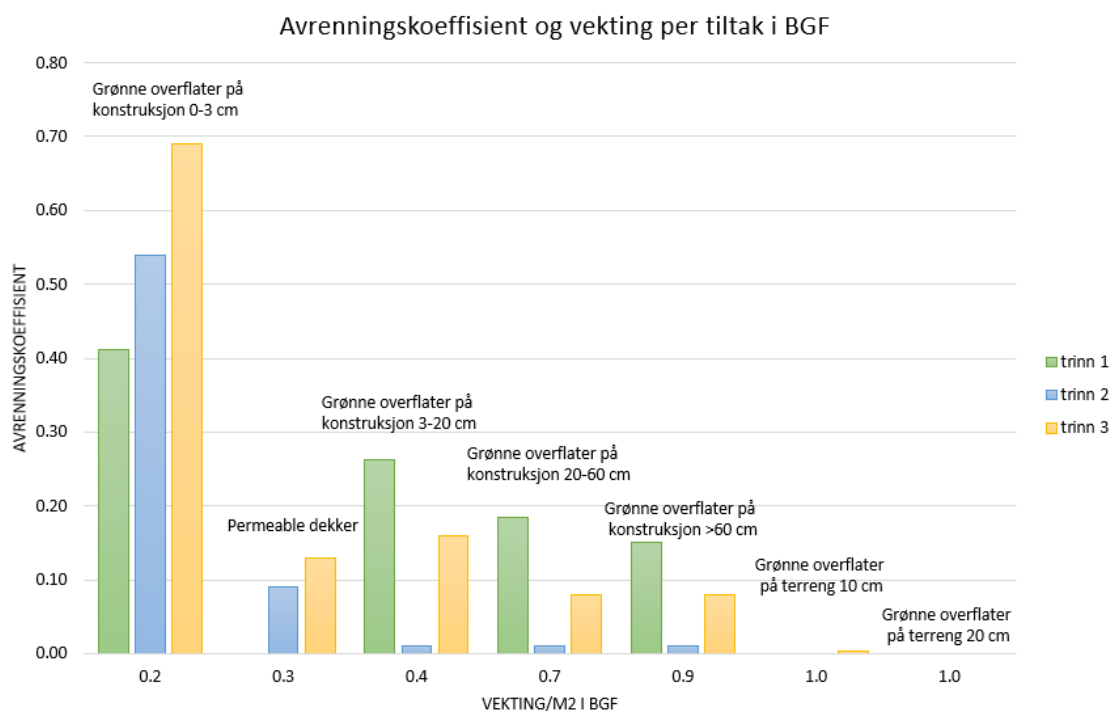
Volumavrenningskoeffisienter tall fra (Rossman, 2015)			
Arealtype	Trinn 1	Trinn 2	Trinn 3
A1 (regnbed 10 cm)	0	0	0
A1 (regnbed 20 cm)	-	-	-
A2.1 (Grønne tak vekstmedium 3 cm)	0.376 (0.03 LPS peak)	0.415	0.607
A2.2 (Grønne tak vekstmedium 20 cm)	0.255 (0.02 LPS peak)	0.039	0.204
A2.3 (Grønne tak vekstmedium 60 cm)	0.184 (0.02 LPS peak)	0.039	0.204
A2.4 (Grønne tak vekstmedium 100 cm)	0.15 (0.02 LPS peak)	0.039	0.204
A4 (Permeable dekker)	0	0.067	0.122

**Tabell 4.2:** Resultat volumavrenningskoeffisienter simuleringer med tall fra egne vurderinger

Volumavrenningskoeffisienter tall fra egne vurderinger			
Arealtype	Trinn 1	Trinn 2	Trinn 3
A1 (regnbed 10 cm)	0	0	0.008
A1 (regnbed 20 cm)	0	0	0
A2.1 (Grønne tak vekstmedium 3 cm)	0.418 (0.1 LPS peak)	0.569	0.71
A2.2 (Grønne tak vekstmedium 20 cm)	0.29 (0.06 LPS peak)	0	0.233
A2.3 (Grønne tak vekstmedium 60 cm)	0.204 (0.02 LPS peak)	0	0
A2.4 (Grønne tak vekstmedium 100 cm)	0.17 (0.02 LPS peak)	0	0
A4 (Permeable dekker)	0	0.107	0.13

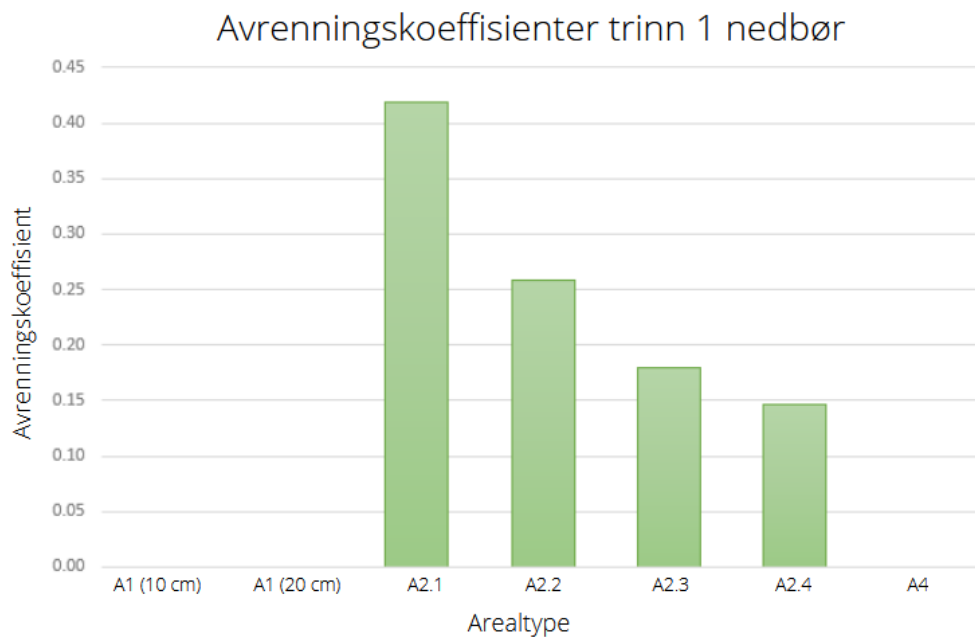
**Tabell 4.3:** Resultat volumavrenningskoeffisienter simuleringer med tall fra Russwurm, 2018

Volumavrenningskoeffisienter tall fra Russwurm, 2018			
Arealtype	Trinn 1	Trinn 2	Trinn 3
A1 (regnbed 10 cm)	-	-	-
A1 (regnbed 20 cm)	-	-	-
A2.1 (Grønne tak vekstmedium 3 cm)	0.44 (0.1 LPS peak)	0.633	0.753
A2.2 (Grønne tak vekstmedium 20 cm)	0.244 (0.06 LPS peak)	0	0.031
A2.3 (Grønne tak vekstmedium 60 cm)	0.165 (0.02 LPS peak)	0	0.031
A2.4 (Grønne tak vekstmedium 100 cm)	0.133 (0.02 LPS peak)	0	0.031
A4 (Permeable dekker)	-	-	-

**Figur 4.1:** Gjennomsnittlige verdier for volumavrenningskoeffisienter i forhold til vekting i BGF

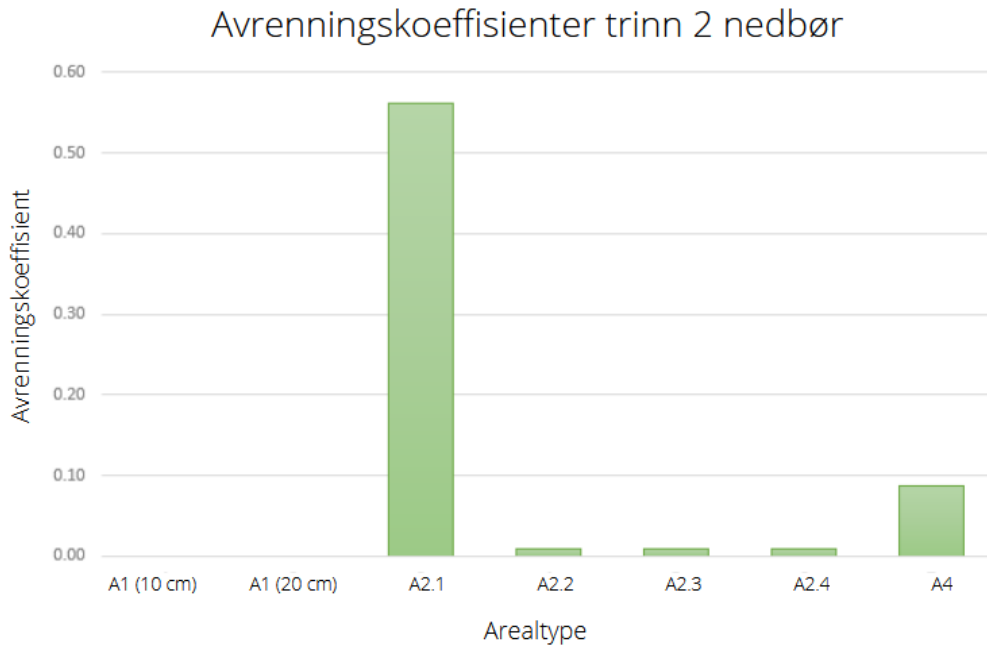
En grafisk fremstilling av gjennomsnittet av resultatene vises i figur 4.1. Volumavrenningskoeffisientene vi ser i figuren er resultatet av snittet til volumavrenningskoeffisientene vist i tabellene over. Det er tatt snitt av volumavrenningskoeffisienter for hver simulering av den samme arealtypen for å minske usikkerheten. Figuren viser at trenden for simuleringene er en lavere volumavrenningskoeffisient ved en høyere vekting i BGF. Dette er en god indikator på at overvannshåndtering blir ivaretatt av BGF for de simulerte arealtypene. For permeable dekker ser vi både en lav volumavrenningskoeffisient og en lav vekting i BGF.

En grafisk fremstilling av volumavrenningskoeffisient for hvert nedbørstrinn ses i figur 4.2, 4.3 og 4.4.



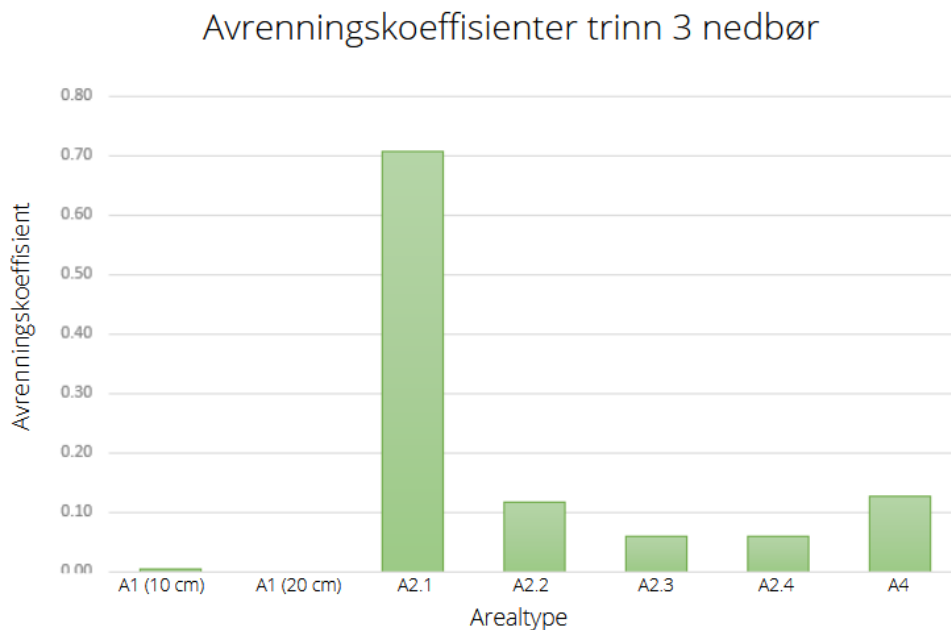
**Figur 4.2:** Gjennomsnittlige verdier for volumavrenningskoeffisient ved trinn 1 nedbør.

I figur 4.2 ser vi at regnbed på 10 og 20 cm tar unna all nedbør. De grønne takene (A2.1-A2.4) har en relativt høy volumavrenningskoeffisient for trinn 1 nedbør. A2.1 har en volumavrenningskoeffisient på 0.41. A2.2 har en volumavrenningskoeffisient på 0.26. A2.3 har en volumavrenningskoeffisient på 0.18. A2.4 har en volumavrenningskoeffisient på 0.15. Dette skyldes at simuleringsperioden går over 10 år, noe som gir mye akkumulert nedbør. Det presiseres at spissavrenningen er mye viktigere å se på for trinn 1 nedbør da dette sier noe om hvordan forholdet er mellom maksimal avrenning fra området og midlere nedbørsintensitet over området. I tabellene ovenfor er spissavrenningen vist som LPS peak som betyr maksimalt utslipp i liter per sekund. For alle grønne tak simulert varierer spissavrenningen mellom 0.02-0.1 liter per sekund ut fra området, dette er små mengder vann som ikke fører til stor belastning på avløpsnett. Permeable dekker (A4) tilbakeholder all nedbør i trinn 1.



**Figur 4.3:** Gjennomsnittlig volumavrenningskoeffisient trinn 2 nedbør

I figur 4.3 ser vi at all nedbør tilbakeholdes i regnbed på både 10 og 20 cm. Volumavrenningskoeffisienten for grønne tak 3 cm er på 0.54, dette betyr at mer enn halvparten av nedbøren vil renne av ved et tak som har så tynn veksttykkelse. For de andre takene på 20, 60 og 100 cm er volumavrenningskoeffisienten 0.01 etter simuleringen i SWMM. Volumavrenningskoeffisienten for permeable dekker (A4) er på 0.09, noe som er lavt, og vil bety god tilbakeholdelse av nedbør.



**Figur 4.4:** Gjennomsnittlig volumavrenningskoeffisient trinn 3 nedbør

I figur 4.4 ser vi at nærmest all nedbør tilbakeholdes i regnbed også for trinn 3 nedbør. Det eneste som gir utslag er for regnbed med veksttykkelse 10 cm, men volumavrenningskoeffisienten har en verdi på 0.008, dette er så lavt at det kan neglisjeres. Som forventet avtar volumavrenningskoeffisienten for grønne tak med økende veksttykkelse. Vi ser et stort hopp fra et tak med 3 cm veksttykkelse til tak med 20 cm veksttykkelse. For A2.1 er volumavrenningskoeffisienten 0.69, for A2.2 er volumavrenningskoeffisienten 0.16, for A2.3 og A2.4 er volumavrenningskoeffisienten 0.08. Permeable dekker får for trinn 3 simuleringen en volumavrenningskoeffisient på 0.13. Avrenningskoeffisientene virker å være noe lave til at det er simulert med trinn 3 nedbør, grunnen til dette kan være at simuleringen kun tar hensyn til nedbøren som direkte treffer området på  $10m^2$ , og ikke området rundt.

### Validering av volumavrenningskoeffisientene fra simuleringer i SWMM

En omfattende studie av grønne tak gjort i Tyskland (Uhl og Schiedt, 2008) viste en volumavrenningskoeffisient på 0.31 for grønne ekstensive tak (A2.1) og en volumavrenningskoeffisient på omtrent 0.20 for semi-intensive tak på 25-35 cm. Studien ble gjort over flere år med naturlig nedbør og hadde betydelige sesongvariasjoner. Volumavrenningskoeffisienten for trinn 1, 2 og 3 nedbør i simuleringene i SWMM er høyere enn funnet i den tyske studien for ekstensive tak (A2.1). For semi-intensivt tak (A2.2) har simuleringene i SWMM en volumavrenningskoeffisient på 0.26 for trinn 1 nedbør og 0.12 for trinn 3 nedbør. Det burde forventes at simuleringene i SWMM har en litt høyere volumavrenningskoeffisient siden det er et tak med litt lavere veksttykkelse enn i den tyske studien. Dette stemmer for trinn 1 nedbør, men ikke for trinn 2 og 3.

I følge NS 752:2008 er volumavrenningskoeffisienten for permeable arealer mellom 0.0-0.3 (Norsk Standard, 2008), dette er et vidt spenn, men betyr at permeable arealer kan tilbakeholde mellom 70-100% nedbør. Simuleringene i EPA SWMM viser volumavrenningskoeffisienter mellom 0.0-0.13, så dette stemmer overens med NS 752:2008. Det er vanskelig å si noe eksakt om avrenningskoeffisienter da det er svært mange usikkerhetsfaktorer som kan ha betydning for verdien.

### Grønne overflater på terreng - tiltak A1

I grafene ser vi at all nedbør blir tatt unna i grønne overflater på terreng (regnbed), med unntak av litt avrenning for regnbed på 10 cm ved trinn 3 nedbør. Både tykkelse 20 cm og 10 cm tar unna det meste av nedbøren som faller rett på arealet der regnbedet er plassert. Regnbed har i tillegg en "restkapasitet" til å ta imot avrenning fra andre flater som har høy avrenning. Grønne overflater på terreng har en vekting på  $1/m^2$ , og ved et fullverdig regnbed med vegetasjon vil det bli en vekting på  $1.5/m^2$ .

Eventuelt kan det legges til ett ekstra poeng per  $m^2$  dersom det legges til en terrengforsenkning med infiltrasjon som hovedfunksjon. Regnbed får da maksimalt en vekting på  $2.5/m^2$  i Norsk standard sin BGF, mens i Oslo sin BGF får regnbed en vekting på  $4/m^2$ .

### Grønne overflater på konstruksjon - tiltak A2

Vi ser at volumavrenningskoeffisienten minker med økt jordtykkelse også for grønne overflater på konstruksjon (grønne tak). Trinn 1 nedbøren har en simuleringstid på ti år. Det betyr at simuleringen simulerer nedbør som har kommet innenfor trinn 1 grensen hver dag i ca ti år, fra 1.9.2010 til 9.9.2020. Den akkumulerte avrenningen blir i SWMM omregnet til den totale volumavrenningskoeffisienten, dermed ser det ut til at grønne tak har en høy avrenning. Spissavrenningen fra grønne tak for trinn 1 nedbør er i intervallet 0.02-0.1 liter per sekund og er dermed ikke så høy, mens prosentandelen vann som renner av i løpet av ti år er litt over 40%. For et grønt tak med jordtykkelse 3 cm bidrar det ikke til en høy belastning på avløpssystemet. Det vises også at ved en veksttykkelse på 60 cm ble nærmest all nedbør håndtert lokalt, og at det var minimale forskjeller for hvor mye nedbør som ble håndtert ved veksttykkelse 60 cm og 100 cm.

Tiltak A2.1 er i intervallet fra 0-3 cm, ved å sette det fra minimum 0 cm kan det være mulig å argumentere med at en helt vanlig overflate på en konstruksjon er det samme som 0 cm grønn overflate på konstruksjon. I standarden står det presisert at A2.1 omfatter arealer som er tilrettelagt for mosevekst (Norsk Standard, 2020). Den laveste grensen burde settes til minimum 1 cm slik at det faktisk blir plassert en grønn overflate på konstruksjonen. Utifra simuleringene kommer det frem at kapasiteten til å håndtere overvann øker med økende veksttykkelse, noe som er å forvente.

Ved trinn 3 nedbør er volumavrenningskoeffisienten 0.71 for A2.1, for A2.2 er volumavrenningskoeffisienten 0.12, for A2.3 og A2.4 er volumavrenningskoeffisienten 0.06. Det er interessant at volumavrenningskoeffisienten er lik for grønne tak med veksttykkelse 60 og 100 cm. Det har blitt vist i en studie av grønne tak (Uhl og Schiedt, 2008) at fordrøyningseffekten på de grønne takene økte opptil en veksttykkelse på 15 cm, deretter gav tykkere veksttykkelse kun en lavere årsavrenning. Dette kan være en forklaring på hvorfor grønne tak A2.2-A2.4 får lik volumavrenningskoeffisient for trinn 2 nedbør og grønne tak A2.3 og A2.4 får lik volumavrenningskoeffisient for trinn 3 nedbør. Takenes kapasitet til å fordrøye og forsinke vann har muligens blitt fylt opp, dermed vil like mye nedbør renne av selvom veksttykkelsen er økende. Dette kan være et argument for å endre kategoriene til å være opptil f.eks 40 cm, og >40 cm, og at det er unødvendig å sette grensen helt opp til 60 cm, og >60 cm.

### Permeable dekker - tiltak A4

For permeable dekker som er simulert i SWMM ser vi at all nedbør i trinn 1 blir tatt unna, og at volumavrenningskoeffisienten for trinn 2 og 3 er rundt 0.1. Permeable dekker er vanskelig å simulere helt riktig, siden mange faktorer spiller inn på kvaliteten. Permeable dekker virker å ha en skjev fordeling når det kommer til vekting satt opp mot overvannshåndtering etter simuleringene i SWMM. Overvannshåndteringen i permeable dekker er avhengig av ulike faktorer, men i de simuleringene som ble foretatt i SWMM vises det at mye vann kan tas unna i permeable dekker. Faktorer som underlag, jordkvalitet, sammensetning av jord og volum på fordrøyning eller infiltrasjon til grunn vil ha mye å si for om dette stemmer i realiteten.

For å få full uttelling på vektingen i BGF kreves det at vannet infiltreres til grunnen. Infiltrasjon kan være svært vanskelig å få til overalt fordi den rundtliggende jorden har mye å si for infiltrasjonsevne, og ikke kun fyllmassene som brukes. Fra simuleringen i SWMM var det tydelig at permeable dekker kan ta unna mye vann, og dermed er vektingen på 0.3 diskutabel. Dersom det viser seg at permeable dekker i praksis kan ta unna like mye vann som i simuleringen vil dette være et svært effektivt tiltak for lokal overvannshåndtering og tilbakeføring av grunnvann og det burde vurderes å få en høyere vekting enn 0.3. Det kan også vurderes å ha noen områder med impermeable dekker som har avrenning til permeable dekker siden kapasiteten virker å være god nok til å ta unna mer vann enn bare det som faller direkte på de permeable dekkene. I simuleringen er det ikke tatt hensyn til tetting av flaten over tid siden simuleringen kun går over en 24 timers periode. De permeable dekkene vil kunne tette seg til og dermed vil kapasiteten til å ta unna overvann bli betydelig mindre. Et annet problem vil være hva som skjer med de permeable flatene over tid.

Ved eksempelvis grusvei kan kvaliteten bli så dårlig, og veien så hullete at det kan bli enighet fra beboere om å legge asfalt istedenfor. Da vil hele poenget med de permeable dekkene forsvinne og man sitter igjen med andre flater og dekker med nærmest 100% avrenning.

## 4.2 Sammenligning av BGF på et definert område

Figur 4.5, 4.6 og 4.7 viser henholdsvis Martin Linges vei, Christian Krohgs gate og Otto Sverdrups plass. Tabell 4.4 viser resultat av sammenligning av BGF for de tre valgte områdene. Tall fra Framtidens byer er hentet fra eksempelsamlingen (Dronningalandskap og Møller, 2014).

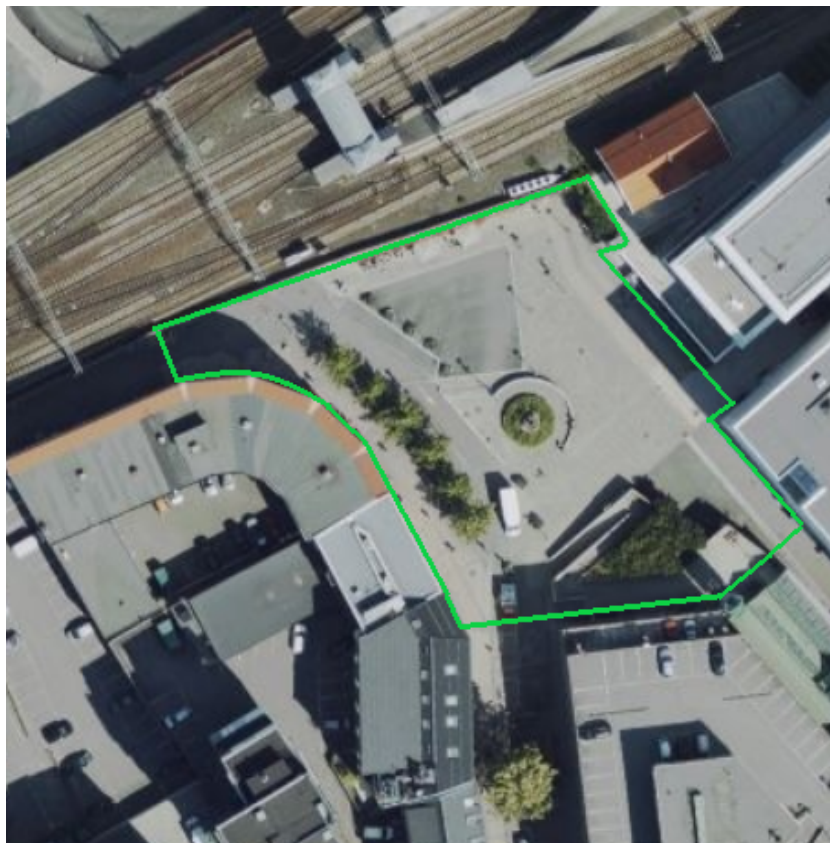


**Figur 4.5:** Avgrensning av området Martin Linges vei på Fornebu, bilde fra Norgebilder.no





**Figur 4.6:** Avgrensning av området Christian Krohgs gate 39-41, Oslo, bilde fra Norgebilder.no



**Figur 4.7:** Avgrensning av området Otto Sverdrups plass i Bærum, bilde fra Norgebilder.no

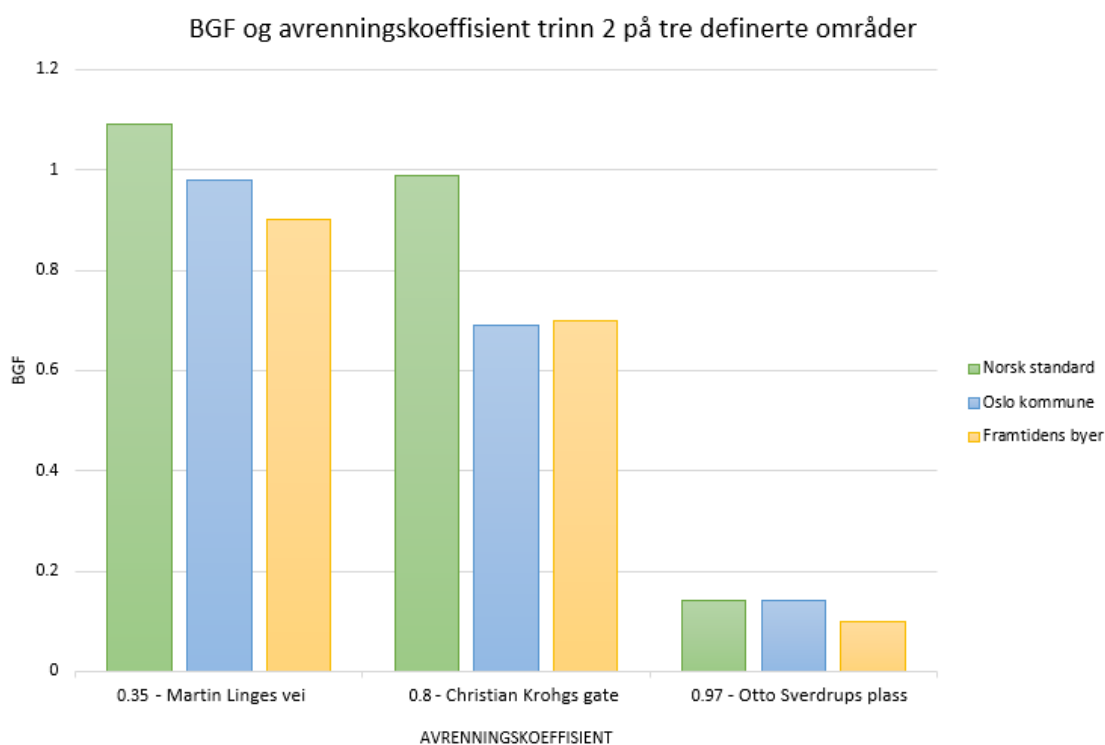
**Tabell 4.4:** Sammenligning av BGF for de tre områdene

Sted	Hvilken BGF	BGF
<b>Martin Linges vei (Equinor)</b>	Norsk standard	1.09
	Oslo kommune	0.98
	Framtidens byer	0.9
<b>Christian Krohgs gate 39-41</b>	Norsk standard	0.99
	Oslo kommune	0.69
	Framtidens byer	0.7
<b>Otto Sverdrups plass</b>	Norsk standard	0.14
	Oslo kommune	0.14
	Framtidens byer	0.1

Det kommer frem at norsk standard har en betydelig høyere BGF i 2/3 områder. Dette har klart med oppsettet av regnearket å gjøre, men det ville vært interessant å få en kommentar på hva som er grunnen til at BGF er høyere i standarden. I et intervju med en representant fra Oslo kommune som har jobbet mye med BGF ble det nevnt at personen var overrasket over hvor vanskelig det var å oppnå en høy BGF selv på et område personen mente var svært tettbygget med blågrønne kvaliteter. Dette viser seg ikke å være tilfellet med norsk standard. Utifra bildene er det ikke overraskende at Otto Sverdrups plass får en lav BGF da området inneholder minimalt med blågrønne elementer, og veldig mange grå flater.

Det er vanskelig å si noe om BGF utifra bildene siden man ikke kan se oppbyggingen av eksempelvis gårdsplassen inne i Christian Krohgs gate, og selvom det i eksempel-samlingen står at Christian Krohgs gate har flater med avrenning til overvannstiltak og permanente vannspeil er dette vanskelig å se på bildet. Martin Linges vei har en god del stedefen vegetasjon noe som også belønnes med en høy vektning i BGF. Dersom det bare ses på bildene er det noe overraskende at Martin Linges vei og Christian Krohgs gate får så høy BGF som de gjør da det er mange grå takflater og andre grå flater på begge områdene. Det viser seg at det er viktig å ha detaljert kjennskap til området for å kunne beregne BGF.

Sammenligningen av BGF for et område og den midlere volumavrenningskoeffisienten for området ses i figur 4.8.



**Figur 4.8:** BGF og midlere volumavrenningskoeffisient for trinn 2 nedbør

Det var minimale forskjeller mellom trinn 1, 2 og 3 nedbør for midlere volumavrenningskoeffisient på de gitte områdene, dermed vises kun grafen over midlere volumavrenningskoeffisienter fra trinn 2 nedbør. Ved ivaretagelse av overvannshåndtering ved bruk av BGF er det forventet å se en høyere volumavrenningskoeffisient ved en lavere BGF, og det ses tydelig av figur 4.8 at dette er tilfellet. Norsk standard sin BGF har en betydelig høyere BGF på områdene Christian Krohgs gate og Martin Linges vei enn Oslo kommune og Framtidens byer. Det er vanskelig å si med sikkerhet om BGF og volumavrenningskoeffisient har en sammenheng siden flere tiltak ble utelatt under beregningene, men det er en indikasjon på at det er en sammenheng.

Christian Krohgs gate har en del overflater dekket med permanente vannspeil og tette flater med avrenning til åpne overvannstiltak, dette gir en høy vektning i BGF, og mest sannsynlig økt overvannshåndtering, men dette ble ikke tatt med i beregningen av midlere volumavrenningskoeffisient for området.

### 4.3 Områdetiltak O1 og O2

Både tiltak O1 - kobling til blågrønne strukturer og O2 - oppsamling av overvann for vanning har en vektingsfaktor på 0.05 per stykk. Det ble vendt kritikk til dette i en høringsuttalelse fra Asplan Viak AS om hvordan dette ville slå ut. Oppsamling av overvann for vanning kan ha en stor effekt for overvannshåndtering. For eksempel kunne det blitt brukt til å koble alle nedløp fra ett tak til en tønne som kan ta imot opptil trinn 2 nedbør (Paus, 2019).

Det finnes et stort potensiale i koblingen mellom områdetiltak O2 (oppsamling av overvann for vanning) og tilleggskvaliteten T3 (grønne vegger) hvor det ville vært mulig å vanne grønne vegger med oppsamlet regnvann. Dette blir ikke tatt høyde for i standarden og dermed vil det føre til et betydelig tap i potensiale for overvannshåndtering. For at utbygger skal ha et insentiv til å prøve å oppnå god overvannshåndtering ved å fange opp regnvann i store mengder og å bruke det til vanning av beplantning som grønne vegger burde det bli gitt en høyere vektning enn 0.05. Per nå når vektningen er 0.05 vil det kunne være tiltaket som vipper prosjektet over på høy nok BGF, men det gis ingen ekstra poeng for størrelse på oppsamlingsmedium. En regntønne kan holde alt mellom 1 liter til 1000 liter vann, men vil få lik uttelling for det. Det vil kunne medføre at utbygger velger billige og mulig dårlige løsninger bare for å få de ekstra 0.05 poengene. Det vil nok ikke være stort engasjement for å prøve å oppnå god overvannshåndtering ved å samle overvann til vanning når det ikke får spesielt høy uttelling.

O1 (kobling til blågrønne strukturer) kan sørge for en mer helhetlig tilnærming til byggeprosjekter, og at utbygger ser utenfor prosjektets eget areal og finner muligheter til å ivareta blågrønne kvaliteter i det omliggende området. Eksemplene i BGF beskriver bekkeåpning, vassdrag, kobling til eksisterende kanal eller vannspeil og grønn flomvei. Alle disse koblingene kan sørge for trygge flomveier ut av prosjektområdet som er strategien i håndtering av trinn 3 nedbør og vil dermed styrke den lokale overvannshåndteringen. Det nevnes også at direkte avrenning til en resipient som har kapasitet til å håndtere overvann kan være en kobling av blågrønne strukturer. Dette kan for eksempel være havet eller en stor innsjø, noe som vil kunne øke overvannshåndtering fra området betraktelig.

En rapport om Framtidens byers og Oslo kommunes BGF (Aamlid mfl., 2020) kommenterer at prosjektarealets avgrensning skaper et kunstig skille mellom hva som medregnes som del av prosjektets BGF, og at det burde vurderes å øke verdien av vektingen til kobling av blågrønne strukturer utenfor prosjektarealet, eller inkorporere en fleksibilitet til å gi dispensasjon fra minimumskravet til BGF der det er nærhet til eksisterende blågrønn struktur (Aamlid mfl., 2020, s 47). Vektingen for kobling av blågrønne strukturer er 0.05 i både Framtidens byers BGF, Oslo kommunes BGF og Norsk standard BGF.

## 4.4 Arealtyper A0, A3 og A5

### 4.4.1 Andre flater eller dekker - A0

Tiltak A0 er ikke betegnet som et tiltak, men det gir muligheten til å samle alt areal på prosjektet som ikke er dekket av noen av de andre tiltakene. Det er betegnet som flater og dekker som ikke kvalifiserer til arealtypene A1-A5. For denne arealtypen gis det 0 poeng, noe som er rimelig da tette flater gir høy avrenning og bidrar ikke til økt grad av vegetasjon eller økosystemer. Figur 4.9 viser et godt eksempel på et område som har blitt forvandlet fra å være dekket med asfalt som er et dekke som går under tiltak A0, til å være dekket med gress og permeable dekker, som er tiltak A1 og A4. Avrenningen fra disse to områdene vil være forskjellig, og overvann vil holdes tilbake vesentlig bedre på området vist på det nederste bildet. Her vil også nytten av området ha endret seg, og området kan nå benyttes som fotballbane eller park der det før har vært hard betong og asfalt.



**Figur 4.9:** Eksempel på samme område som viser forskjellen mellom overflate dekket med A0 (over) og overflate dekket med A1 og A4 (under) Bilde: Bicz, 2018

#### 4.4.2 Permanente vannspeil og åpne vassdrag - tiltak A3

Tiltak A3 gir 2 poeng per kvadratmeter. A3 kan kombineres med både tiltak T1.2 (Terrenghøyfjerning med fordrøyning som hovedfunksjon) eller T2 (plantefelt og eksisterende vegetasjonstyper). Permanente vannspeil og åpne vassdrag har et stort potensiale for å kunne håndtere overvann lokalt. Det avhenger blant annet av tilgjengelig oppstuvingshøyde, hvordan terrenget rundt er utformet og dybde på vannspeilet. Tiltak A3 får poeng per kvadratmeter som er over 20cm dyp for permanente vannspeil, eller antall kvadratmeter med åpent vassdrag i henhold til §2 i vannressursloven. Åpne vannspeil kan bidra til flomdemping og til å fjerne forurensninger i overvann før det ledes ut til resipient, dette krever riktig utforming, og vannet bør helst ha en lang oppholdstid (Banach og Fjeldhus, 2016).

Dersom permanente vannspeil og åpne vassdrag hadde blitt vektet etter dybde ville det blitt mer nøyaktig hvor mye vann som kunne blitt håndtert. Vektingen på tiltak A3 er på 2 poeng, dette er den høyeste vektingen for tiltak i hele standarden og det burde da kunne forventes at det er et godt tiltak som gagnar både økologi, rekreasjon og overvannshåndtering. Åpne vassdrag vil være et naturlig sted for vann å renne til, så det vil også sørge for at vann blir håndtert. Åpne vassdrag er også et typisk tiltak som kan korrespondere til trinn 3 nedbør som skal sikre trygge flomveier. Vektingen er nok også så høy grunnet et ønske om permanente vannspeil og åpne vassdrag i bybildet. Åpne vannspeil har en estetisk og rekreasjonsmessig hensikt samtidig som den har en kapasitet til å ta unna overvann. For at tiltak A3 skal oppnå best mulig overvannshåndtering burde det presiseres flere krav til oppstuvningsdybde og gjennomstrømning av vann noe det per nå ikke står beskrevet noe om i standarden.

#### 4.4.3 Tette flater med avrenning til åpne overvannstiltak - tiltak A5

Tette flater med avrenning til åpne overvannstiltak gir en poengsum på  $0.2/m^2$ . I standarden presiseres det at tiltak A5 skal ha helning så vann ledes til et overvannstiltak på terrenget, og at overvannstiltaket skal ha tilstrekkelig infiltrasjons- eller fordrøyingskvalitet. Dette er en god beskrivelse av krav for at tiltaket skal oppfylle hensikten med overvannshåndtering. Dersom disse kravene blir oppfylt i prosjektet vil de tette flatene med avrenning til åpne overvannstiltak kunne bidra betydelig til god overvannshåndtering, men siden de tette flatene i seg selv ikke bidrar til overvannshåndtering virker vektingen på  $0.2/m^2$  å være rimelig. Dimensjonering av tette flater satt opp mot kapasitet i overvannstiltaket vil være viktig for om dette tiltaket vil bidra til god overvannshåndtering eller ikke.

#### 4.4.4 Forslag til ny kategori A6 - blågrønne tak

Fra intervju med VA-ingeniøren (se vedlegg A) kom det frem et ønske om en egen kategori for blågrønne tak. Personen mente at dette var noe kommunene ønsket, at det finnes teknologi for det, og at det er en god løsning for overvannshåndtering. Det ble da fremmet ønske om at blågrønne tak blir vektet på lik linje med de tykkeste grønne takene. For å fremme ny teknologi som blågrønne tak kan det være lurt å få det inn som en kategori i BGF slik at det blir en oppfordring til å ta i bruk den teknologien. Kategorien for blågrønne tak kunne muligens erstatte arealtype A2.4 dersom nedre og øvre grense for dybden på vekstmedium blir justert.

### 4.5 Tilleggsqualiteter T1-T5

#### 4.5.1 T1 terrengforsenkninger

Terrengforsenkninger er en tilleggsqualitet som beskriver et område som er nedsenket i forhold til det omkringliggende området slik at vann kan samles opp. Se figur 4.10 for eksempel fra Superkilen park i København der trær har blitt plantet i en terrengforsenkning. Terrengforsenkninger kan ha stor betydning for overvannshåndtering, og T1 er delt inn i infiltrering som hovedfunksjon og fordrøyning som hovedfunksjon. Infiltrering har fått vektning 1 og fordrøyning har vektning 0.5 per  $m^2$ . Denne vurderingen av vektning gir ikke nødvendigvis høyest volum for mengde vann håndtert. Infiltrasjon er et godt virkemiddel for overvannshåndtering i områder der det er høy infiltrasjonskapasitet, og vil bidra til oppfylling av grunnvannsreservoarer og gir mindre belastning på ledningsnett. Arealer som er satt av til fordrøyning kan ha bedre mulighet til overvannshåndtering siden kapasiteten ikke vil være bestemt av vannmetning i jorden, men av volumet på tiltaket. Arealer som er satt av til fordrøyning av vann vil kunne belaste ledningsnett betydelig, dermed er det viktig at utløpet strupes i henhold til gjeldende påslippskrav fra kommunen. Kravene i BGF sier også at et fordrøyningsareal primært skal tømmes ved strupet utløp til et annet overvannsanlegg noe som vil kunne minske belastningen på ledningsnett ytterligere.



**Figur 4.10:** Terrengeforsenkning rundt trær i Superkilen park, København. Foto: Baan, 2012

Fordrøyningsbasseng er et eksempel på terrengeforsenkninger med fordrøyning som hovedfunksjon, områdene kan være multifunksjonelle og ha mulighet til å håndtere store volum vann i tilfeller med store nedbørshendelser. Et eksempel er Benthemplein i Rotterdam som vist i figur 4.11. Fordrøyningsmagasinene på Benthemplein har tilsammen en kapasitet til å fordrøye  $1800 m^3$  vann. Magasinene tar imot avrenning fra takvann og overvann fra omkringliggende områder både ved helning og ved avløpsrør som leder ut i magasinene (Molenaar og Gebraad, 2014).





**Figur 4.11:** Terrengeforsenkning og fordrøyningsmagasiner på torget Bentheimplein i Rotterdam, Nederland Foto: Pallesh og Azarfan, 2014

Måten terrengeforsenkningen ligger i terrenget har mye å si for kapasiteten til overvannshåndteringen. Vektingen i BGF er lik uavhengig av om en terrengeforsenkning ligger oppstrøms eller nedstrøms i prosjektarealet, og dette kan medføre at overvann ikke vil bli optimalt håndtert i tiltaket. VA-ingeniøren som er intervjuet mente at dette var uheldig og at det burde bli vurdert å endre kriteriene for vekting av terrengeforsenkninger, for eksempel at vektingen blir lavere ved mindre potensiell avrenning (Ingeniør, 2021).

### 4.5.2 T2 plantefelt og eksisterende vegetasjonstyper

I beskrivelsen av T2 i BGF står det at plantefelt skal ha vekstmedium 20 cm eller tykkere. Et areal med 20cm eller tykkere vekstmedium vil bidra til overvannshåndtering i form av et vekstlag som er beregnet på å ta imot vann. Plantefelt og eksisterende vegetasjonstyper blir vektet med 0.5 poeng/ $m^2$ . Det har ikke blitt gjort undersøkelser av hvilke planter/vegetasjon som har mest påvirkning for overvannshåndtering, men det kan tenkes at valg av planter kan ha noe utslag for mengde vann håndtert.

### 4.5.3 T3 Grønne vegger

Grønne vegger er vektet med 0.4/ $m^2$ . Dersom det er snakk om slyng- og klatreplanter vil bedet bli vektet for tilleggskvaliteten T2, mens for plantevegger blir hver kvadratmeter vektet. Det gis også mulighet til full vekting for vegger som er tilrettelagt og dekket av levende mose.

Det stilles ikke krav om at grønne vegger skal bli vannet med oppsamlet regnvann. Utifra disse kriteriene er det tydelig at målet med grønne vegger ikke er overvannshåndtering. Grønne vegger kan enkelt kobles til områdetiltak O2, men dette er ikke et krav. Overvannshåndteringen for tiltak T3 kan dermed bli helt fraværende dersom det ikke stilles krav til vanning fra oppsamlet regnvann, og 0.4 poeng virker da å være en høy vektning med tanke på overvannshåndtering. I verste fall kan grønne vegger ende opp med å måtte bli vannet med kommunalt drikkevann.

Grønne vegger har et stort potensiale for opptak av overvann men det kommer ikke frem i listen over krav til grønne vegger i standarden. Dersom grønne vegger skal bli utbredt installert i prosjekter burde det komme et større krav til at de blir vannet med overvann for at det skal bidra til overvannshåndtering. I standarden blir det kun gitt 0.05 poeng ekstra for å koble den til for eksempel en regntønne. Ved å vanne grønne vegger med overvann ville det kunne bidratt betydelig til overvannshåndtering (Kew mfl., 2014). Dette kan være en komplisert og dyr installasjon, og det kan tenkes at utbygger vil velge en enklere måte å vanne de grønne veggene på ved å installere vanningsanlegg med kommunalt drikkevann. Mye potensiale går tapt ved å ikke stille krav til vanning med overvann.

Grønne vegger er ikke en teknologi som er utbredt i bruk, men det finnes noen realiserte prosjekter i Norge og i andre land. Malin Hjerpaasen skrev i 2014 en masteroppgave som fokuserte på grønne vegger og fant per tid fire referanseprosjekter i Norge. Ingen av referanseprosjektene brukte vanningsystem med vanning fra overvann, men heller et dryppsystem med kommunalt drikkevann (Hjerpaasen, 2014).

En gruppe forskere i USA hadde suksess med sitt testprosjekt der de testet grønne veggers kapasitet til å ta unna overvann. Forskerne laget en testvegg (se figur 4.12) med et dryppvanningsystem (se figur 4.13) som ble forsynt av oppsamlet overvann. De fant ut at potensialet til å få grønne vegger til å ta unna overvann ligger i at vanningssystemet blir forsynt av oppsamlet overvann og ikke overvann som tas direkte opp når det treffer veggen. Overvann som traff veggen direkte og ble tatt opp var minimal. Det presiseres da at oppsamlingstanken gjør den egentlige jobben med overvannshåndtering, og ikke den grønne veggen (Kew mfl., 2014).



**Figur 4.12:** Grønne vegger i Pennsylvania, USA. Bilde: Kew mfl., 2014



**Figur 4.13:** Grønne vegger med drypp-vanningssystem i Pennsylvania, USA. Bilde: Kew mfl., 2014

En masteroppgave skrevet i 2018 fant at grønne vegger i kombinasjon med regnbed hadde potensiale til å håndtere opptil 24 ganger mer overvann enn et ekstensivt grønt tak, mye grunnet dybden på vekstmediet som brukes. Dette var for plantevegger med slyng- og klatreplanter (Undheim, 2018).

Forskning på grønne vegger burde bli mer utbredt og det var ikke mye litteratur å finne, men den litteraturen som ble funnet virket å være positiv til grønne vegger som et overvannstiltak.

#### 4.5.4 T4 og T5 Trær

Utifra norsk standard for BGF er det tydelig at trær er noe som er ønskelig, og det oppfordres til å både plante og ivareta eksisterende trær. Det er satt av to kategorier til dette.

Landskapsarkitekten som ble intervjuet sa at en av mulighetene til å oppå en høy BGF var å “*pepre området med trær*” men at dette kunne gå på bekostning av det estetiske uttrykket dersom man ikke passet på (Landskapsarkitekt, 2021). Måten trær blir plantet, vedlikeholdt og plassert på har mye å si for hvor god kapasitet treet har til å ta unna overvann, men dette er ikke spesifisert i norsk standard for BGF. Dersom trær skal spille en rolle for overvannshåndtering er dette viktige faktorer som burde stått spesifisert i standarden. Trær kan ha kapasitet til å ta opp mye vann, og et enkelt løvtre kan ta opp flere hundre liter vann i døgnet (Bergen, 2016).

Det er viktig å tilrettelegge for gode vekstvilkår når trær skal plantes i urbane områder. Bytrær har generelt tøffere vekstvilkår enn trær i åpne omgivelser da det er begrenset med plass i bakken og jorden er ofte komprimert (Hillestad, 2018). En studie av by-trær i New York kom frem til at trær som hadde et gjerde rundt seg var de trærne som hadde høyest infiltrasjonskapasitet. Gjerder rundt trær minket pakking av jord, forebygget at mennesker tråkket på stammen, hindret hunder i å bruke det som hundetoalett, og trærne hadde generelt en lenger levetid enn trærne som ikke var omringet av gjerder (Elliott mfl., 2018). Ved å bruke trær som en type grønn infrastruktur kan avrenningen fra overvann reduseres ved at infiltrasjon i grunnen økes. I Manchester ble det utført et eksperiment med trær plantet i ulike groper hvor avrenningen fra asfalt ble redusert med inntil 62% i groper med små trær, dette hadde hovedsaklig å gjøre med infiltrasjon i tregropene. Undersøkelsen viste at selv om små trær ikke har en høy kapasitet til å håndtere overvann i seg selv kan de bli plassert og utformet i prosjektarealet med formål om å fange opp nedbør og ta imot avrenning fra andre flater (Armson mfl., 2013).

Få justeringer i standarden kunne sørget for at også trær bidrar til overvannshåndtering. Det kunne vært enkle krav som at et tre skal plantes i en terrengforsenkning slik at overvann kan renne av i tregropen, eller at det skal sørges for at trærne er tilrettelagt for vanning fra overvann og ikke fra kommunalt vann. Det kunne også være en merknad om at det er lurt å plassere gjerde rundt tregropen for å minske pakking av jorden.

## 4.6 Intervju med landskapsarkitekt og VA-ingeniør

Fra intervjuene gjort med landskapsarkitekt og rådgivende VA-ingeniør kommer det frem at begge parter mener at det finnes et forbedringspotensiale for BGF. (Det presiseres at begge har arbeidet med Oslo kommune sin BGF og ikke Norsk standard for BGF).

VA-ingeniøren synes det var kritikkverdig at de arealspesifikke tiltakene kunne bli plassert hvor som helst i prosjektområdet og få full uttelling, selvom det ikke nødvendigvis er slik at avrenning vil føre frem til tiltaket.

Dette stemmer ikke helt med Norsk standard sin BGF der det står presisert en rekke krav til at avrenning skal føre frem til overvannstiltaket. Det blir ikke nevnt noe om blågrønne tak, noe som VA-ingeniøren i intervjuet nevner som en god løsning for overvannshåndtering, og som noe som burde vært med i BGF, og vektet på lik linje med grønne tak med høy vektsttykkelse.

Begge intervjuobjekter er positive til BGF, men påpeker viktigheten av at det blir stilt krav til BGF tidlig i planleggingsfasen, gjerne i reguleringsfasen, slik at det er mulig å sette av nok arealer til blågrønne områder (Ingeniør, 2021;Landskapsarkitekt, 2021). Landskapsarkitekten var glad for at landskapsarkitekter over hele landet nå forhåpentligvis vil få noe å slå i bordet med. Prosjektleder i norsk standard for BGF presiserte også at norsk standard for BGF først og fremst skal være et verktøy for landskapsarkitekten (Wells, 2021). Utifra hva intervjuobjektene fortalte virket det ikke å være en profesjonskamp mellom VA-ingeniøren og LARK, noe som ble nevnt i en rapport fra Multiconsult (Multiconsult, 2016), men heller et verktøy som oppfordret til samarbeid på tvers av fag.

## 4.7 Drift og vedlikehold

“*Drift og vedlikehold er alltid en akilleshæl for nye prosjekter*” (Braskerud mfl., 2019). Ved installasjon av ulike blågrønne strukturer er det lurt å påpeke viktigheten av drift og vedlikehold for at strukturene får optimal levedyktighet. Dersom vedlikehold forsømmes kan det gå betydelig utover kvaliteten på tiltakene, både når det gjelder fordrøyning, infiltrasjon og det estetiske. Det er viktig med gode installasjonsplaner, men det er minst like viktig å ha en god plan for drift og vedlikehold når prosjektet blir overdratt til eier. Dette gjelder for alle typer prosjekter, om det er kommunens tekniske etat som skal stå for drift og vedlikehold eller om det er dugnad i nabolag, veimyndighet osv. Dette er helt avgjørende for å få videreført funksjonene til tiltakene i lang tid etter overtagelse. I standarden stilles det kun krav om at det utarbeides en plan for forvaltning, drift og vedlikehold og skjøtsel, men det presiseres at det er opp til hver enkelt kommune å stille ytterligere krav til opprettholdelse av tiltakene etter ferdigstilling (Norsk Standard, 2020).

I høringsuttalelse til Norsk standard for Blågrønn faktor fra Asplan Viak AS ble muligheten til poenggivning for drift og vedlikehold foreslått. Det ble også foreslått å presisere mer hva som menes med begrepet “over tid”, og om det burde endres til “over hele anleggets levetid”. (Paus, 2019)

## 4.8 Generelle kommentarer til BGF

Det finnes ingen systematisk begrunnelse for hvordan flater og kvaliteter er vektet hverken i Framtidens byer eller Oslo kommunes BGF. Dermed er det vanskelig å tilpasse BGF til områder hvor lokalklima eller topografi endrer den relative betydningen av en økosystemtjeneste. (Aamlid mfl., 2020, s 47)

Dersom personen som har ansvar for at BGF blir oppfylt ikke sitter med hele standarden, men kun med regnearket vil mye nyttig informasjon gå tapt. I standarden står det en rekke krav til hvert tiltak som presiserer hvordan det skal utformes for at det skal få full uttelling i poeng. Det kan være en fare for at personen kun fokuserer på regnearket og dermed vil BGF bli feilberegnet.

I høringsuttalelsen fra Asplan Viak AS foreslås det å lage en tom tilleggs kvalitet i  $m^2$  som vil sikre muligheten til nye og innovative løsninger (Paus, 2019). Dette vil kunne gi et insentiv til å tenke utenfor rammeverket som finnes i dag og gi verktøyet lenger levetid selv med nye løsninger som kan bli populære om noen år som ikke har blitt oppfunnet eller tatt i bruk enda. Det er vanskelig å gi et vektingspoeng for noe som ikke er oppfunnet enda, og det bør da stilles krav til den som fyller ut regnearket å komme med en vekting som er rimelig. Eventuelt kunne man gitt en høy vekting på en slik post for å motivere til innovasjon og nyskapning.

Det virker som om den hydrologiske faktoren ikke er en særegen faktor som blir tatt mye hensyn til, men heller en faktor som blir likestilt eller nedprioritert fremfor andre faktorer. Det er ingen nevneverdige funn om at BGF spesifikt blir tatt i bruk for å øke overvannshåndtering, men at dette er en del av strategien for å utforme mer robuste og bærekraftige byer. Grønne overflater er mye nevnt, og mange av artiklene som er studert har mye fokus på luftkvalitet og biologisk mangfold, og ikke alltid like mye fokus på overvannshåndtering.

## 4.9 Feilkilder

Grunnet fraværet av feltprøver medfører simulering av tiltak i SWMM en betydelig fare for feil. SWMM modellen som har blitt brukt er ikke kalibrert med virkelige prøver, og det er dermed også forskjell i resultatene fra de ulike tallene som er blitt brukt.

I praksis er det ønskelig med en jordtype som inneholder en betydelig prosentandel organisk materiale for å gi optimale vekstforhold for beplantningen, men det er vanskelig å finne nøyaktige tall for jordspesifikke parametre uten å ha tatt prøver i felt. Det er også store forskjeller fra et prosjekt til et annet. Anleggsfasen og lokalt klima kan ha signifikant betydning for de ulike parametrene, og dermed falt valget på gjennomsnittsverdier for flere simuleringer med ulike verdier for parametrene. Dette kan ha betydning for utregningene, og medfører en betydelig risiko for feil. Det anbefales å ta i bruk mer nøyaktige måledata ved utførelse av BGF-tiltak i praksis, spesielt for områder som skal være tilrettelagt for infiltrasjon, der er det viktig med jordprøver tatt i det gjeldende feltet for å måle infiltrasjonskapasitet.

Litteraturen som har blitt studert er en blanding av norske studier og internasjonale studier, det vil dermed være en mulighet for at de internasjonale studiene ikke reflekterer norske forhold.

BGF er et relativt nytt verktøy. Etter samtale med samtlige som har arbeidet med verktøyet er det tydelig at det ikke har blitt realisert nok prosjekter i praksis til at det er mulig å etterprøve den teoretiske mengde vann håndtert i praksis. Dette blir forhåpentligvis mulig innen noen år når flere og flere byggeprosjekter får krav om BGF og blir ferdigstilt.





# 5. Konklusjon

## 5.1 Konklusjon

Blågrønn faktor virker å være et godt verktøy for å utforme mer robuste og bærekraftige byer, og overvannshåndtering virker å være en prioritering på lik linje med økt biologisk mangfold og økt grad av vegetasjon, og ikke en særegen prioritering i BGF. BGF har potensiale til å være et viktig bidrag til å øke klimatilpasning i byer med tanke på overvannshåndtering i henhold til tretrinnsstrategien. Det krever god innsikt i dimensjonering av tiltak og god innsikt i hvilke løsninger som finnes på markedet for å få til optimal overvannshåndtering. Når denne oppgaven leveres er Norsk standard for BGF kun ett år gammel, og det er dermed for tidlig til å si noe om BGF i praksis bidrar til bedre overvannshåndtering i utbygging av byer og tettsteder. Etterhvert som flere kommuner stiller krav til BGF vil det bli bygget ut områder som tar i bruk standarden og det vil være mulig å revidere den med praktiske eksempler om noen år.

Siden overvannshåndtering er en prioritering på lik linje med økt biologisk mangfold og vegetasjon stiller ikke alle tiltakene i BGF krav til overvannshåndtering. Med små endringer i krav-listen til noen av tiltakene vil det kunne bli større potensiale for overvannshåndtering også i de tiltakene som ikke er spesifikt satt av til dette. En oppsummering av de viktigste funnene er listet opp nedenfor, en mer utdypende forklaring står under listen.

- Innføre en kategori A6 for blågrønne overflater på konstruksjon.
- Øke vektingsfaktoren for arealtype A4 - permeable dekker til 0.4 eller 0.5 per  $m^2$
- Likestille vektingen til T1.1 og T1.2, og vekte det etter hvor i terrenget forsenkninger er plassert og hvor mye overvann forsenkningen potensielt kan håndtere.
- Stille krav til vanning med oppsamlet overvann for tilleggstype T3 - grønne vegger.
- Stille krav til installasjon av T4 - nyplantede trær slik at det er tilrettelagt for vanning fra overvann og at nedbør tas opp i rotsonen.

- Endre krav til permanente vannspeil til å beskrive en oppstuvningshøyde og krav til gjennomstrømming av vann.
- Endre intervallene for arealtypen A2 - grønne overflater på konstruksjon til 1-3 cm, 3-20 cm, 20-40 cm og >40 cm.

Det foreslås å legge til en arealtype for blågrønne tak som vektes på lik linje med den tykkeste grønne overflaten på konstruksjon.

Etter simuleringene i SWMM virker  $0.3/m^2$  å være en lav vekting for permeable dekker og det foreslås å øke vektingen for å fremme bruk av permeable dekker.

T1 - Fordrøyning og infiltrasjon på et område vil begge ha god mulighet for å bidra til overvannshåndtering. Ved infiltrasjon er det større stedlige forutsetninger som må til for at vannet blir infiltrert og det foreslås å likestille vektingen til infiltrasjon og fordrøyning for å fremme fordrøyning som et godt overvannstiltak. Det burde også differensieres på vekting av terrengforsenkninger etter hvor i terrenget disse plasseres og hvor mye overvann forsenkningen potensielt kan ta imot.

Grønne vegger, tiltak T3 må få krav om å bli vannet med overvann fordi det viser seg at det er et stort potensiale for overvannshåndtering i grønne vegger, og dette er en tapt mulighet dersom grønne vegger blir vannet med kommunalt drikkevann.

For tilleggskvalitet T4 og T5 burde det stilles krav til installasjon og bevaring av gamle trær på en slik måte at trærne plasseres med optimal sannsynlighet for at nedbør vil tas opp i rotsonen.

Det foreslås at arealtype A2.1 endres fra å være 0-3 cm til å ha en minimum veksttykkelse på 1-2 cm, dette er for å presisere at det må være en type vekst på plass for at det skal telle som grønne overflater på konstruksjon. Det foreslås også å endre intervallene for veksttykkelse siden det i SWMM simuleringen var neglisjerbare forskjeller på grønne tak med 60 og 100 cm veksttykkelse, nytt forslag er 1-3 cm, 3-20 cm, 20-40 cm og >40 cm.

Til slutt foreslås det å legge til en åpen kategori som kan fylles ut av den som utformer området og fører inn i regnearket, med en begrunnelse av vekting. Dette er for å fremme innovasjon og vil holde BGF aktuell i mange år fremover da den ikke må endres hver gang det blir oppfunnet nye blågrønne løsninger.

### **Anbefaling til videre arbeid**

Når denne oppgaven leveres er det omtrent ett år siden NS 3845:2020 ble publisert. Det anbefales å gi standarden noen år på å bli brukt i byggesaker og deretter vurdere virkningen av de blågrønne tiltakene i praksis. Det anbefales å gjøre mer forskning på grønne vegger siden disse potensielt kan ta unna mye overvann.

Det anbefales også å forske mer på blågrønne tak for å se om dette kan være et godt alternativ å legge inn som en arealtype. Et viktig funn gjennom prosessen med å lage denne oppgaven er at den juridiske faktoren for BGF er viktig. Samtlige personer på telefon og intervju nevner at BGF må inn i byggesaksbehandlingen for at det blir enklere for prosjekterende LARK og VA-ingeniør å oppnå den ønskede blågrønne faktoren. Dette er ikke relevant i forhold til problemstillingen til denne oppgaven, men er et viktig tema som burde belyses.



# Referanser

- Andresen, L. N. (2014). Utvikling av kartprodukter for fremstilling av setningsutfordringer i urbane områder-med eksempel fra Majorstua i Oslo. Masteroppgave. Institutt for geologi og bergteknikk.
- Ardila, P. og de Caprona, M. (2014). Blågrønn Faktor Veileder Byggesak. *Framtidens Byer*.
- Armson, D., Stringer, P. og Ennos, A. (2013). The effect of street trees and amenity grass on urban surface water runoff in Manchester, UK. *Urban Forestry & Urban Greening* 12 (3): 282–286.
- Banach, A. og Fjeldhus, K. (2016). Overvannsdammer - et urbant vannmiljø. *Tilgjengelig fra: [https://www.nve.no/Media/5031/overvannsdammer-et-urbant-vannmiljø.pdf](https://www.nve.no/Media/5031/overvannsdammer-et-urbant-vannmiljo.pdf)* (Hentet: 09.04.2021).
- Bergen, K. (2016). Strategiplan bytrær i Bergen. *<https://www.bergen.kommune.no/politikere-utvalg/api/fil/233084/Forvaltningsplan-bytraer-plandokument-D1-V2>*.
- Bicz, J. (2018). How one city is getting ready for the storms of the future. URL: <https://yaleclimateconnections.org/2018/04/%20how-one-city-is-preparing-for-storms-of-the-future/%20>(Hentet:%2021.04.2021).
- Braskerud, B., Azhar, S., Barkved, L. J., de Bruin, K., Christiansen, A., Fleig, A., Isager, E., Iversen, H., Kristensen, K., Li, H. mfl. (2019). Hver dråpe teller-Blågrønn infrastruktur i byer. Eksempler på tiltak basert på studietur til Amsterdam og Rotterdam. *NIVA-rapport*.
- Braskerud, B. C. (2014). Grønne tak og styrtregn. *Effekten av ekstensive tak med sedumvegetasjon for redusert avrenning etter nedbør og snøsmelting i Oslo*. NVE rapport 64 (2014): 98.
- Butler, D., Digman, C. J., Makropoulos, C. og Davies, J. W. (2018). *Urban drainage*. Crc Press.
- Bærum, K. (2020). Handlingsplan for overvann. URL: <https://www.baerum.kommune.no/globalassets/tjenester/vann-og-avlop/overvann/handlingsplan-for-overvann.pdf>.
- Baan, I. (2012). *Superkilen park København*. <https://www.arch2o.com/superkilen-topotek-1-big-architects-superflex/>.
- DiStasio, C. (2015). *New initiative explores how green roofs can bring jobs and environmental benefits to Harlem*. <https://inhabitat.com/new-initiative-explores-how-green-roofs-can-bring-jobs-and-environmental-benefits-to-harlem/philadelphia-green-roof-before-and-after/>. Nedlastningsdato: 21.04.2021.
- Dronningalandskap, C. og Møller, C. (2014). Blågrønn Faktor. *Eksempelsamling* 29: 2013.
- Dufbäck, S. (2012). Lokal dagvattenhantering med grønnytefaktor. *Examensarbeite INES*.
- Ebnes, K. (2019). Modellering av evapotranspirasjon med observasjoner fra klimastasjonen på Ås. Masteroppgave. Norwegian University of Life Sciences, Ås.

- Eiklid, E. G. (2018). Hagen i eplehagen: den gode historien mot en grønnere fremtid. Masteroppgave. Norwegian University of Life Sciences, Ås.
- Elliott, R. M., Adkins, E. R., Culligan, P. J. og Palmer, M. I. (2018). Stormwater infiltration capacity of street tree pits: Quantifying the influence of different design and management strategies in New York City. *Ecological Engineering* 111: 157–166.
- EPA, U. (2020). *Storm Water Management Model (SWMM)*. <https://www.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm>. Nedlastningsdato: 12.02.2021.
- Gunnufsen, E. og Solli, H. (2015). *Framtidens byer klimatilpasning -oppsummering og evaluering*. Asplan Viak for oppdragsgiver Kommunal-og moderniseringsdepartementet.
- Hanssen-Bauer, I., Drange, H., Førland, E., Roald, L., Børsheim, K., Hisdal, H., Lawrence, D., Nesje, A., Sandven, S., Sorteberg, A. mfl. (2009). Klima i Norge 2100. *Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpassing., Norsk klimasenter, Oslo, Norway*.
- Hillestad, T.-L. (2018). Lokal overvannshåndtering i bygater: et casestudie i Olav Vs gate, Oslo. Masteroppgave. Norwegian University of Life Sciences, Ås.
- Hjerpaasen, M. (2014). Vertikal beplantning/grønne vegger: en kunnskapsbank for videre utvikling i Norge. Masteroppgave. Norwegian University of Life Sciences, Ås.
- Ingeniør, V. (2021). Rådgivende VA-ingeniør, privat intervju på telefon, se vedlegg A. 04.02.2021.
- Kazmierczak, A. og Carter, J. (2010). Adaptation to climate change using green and blue infrastructure. A database of case studies.
- Kew, B., Pennypacker, E. og Echols, S. (2014). Can greenwalls contribute to stormwater management? A study of cistern storage greenwall first flush capture. *Journal of Green Building* 9 (3): 85–99.
- Landskapsarkitekt (2021). Landskapsarkitekt, privat intervju på telefon, se vedlegg A. 26.01.2021.
- Leivestad, V. og Skoglund, T. (2017). Blågrønnfaktor - et nyttig verktøy i byggesaksbehandlingen. *Tidsskriftet VANN* 52:1.
- Leknes, S. og Løkken, S. A. (2020). Befolkningsframskrivninger for kommunene, 2020-2050.
- Lindholm, O., Endresen, S., Thorolfsson, S., Sægrov, S., Jakobsen, G. og Aaby, L. (2008). Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering. *Norsk vann* 162: 8.
- Magnussen, K., Wifstad, K., Seeberg, A. R., Stålhammar, K., Bakken, S. E., Banach, A., Hagen, D., Rusch, G., Aarrestad, P. A., Løset, F. mfl. (2017). Naturbaserte løsninger for klimatilpassing. *Menon-publikasjon* 61: 2017.
- Magnussen, U. R. A. G., Paus, K. K. H. og Åstebøl, G. S. O. (2015). Gjennomgang av avrenningsfaktorer. *MILJØDIREKTORATET og COWI* 2: 18.
- Malt, U. (2015). Strukturert intervju. *Store norske leksikon*.
- Molenaar, A. og Gebraad, C. (2014). Rotterdam resilient delta city connecting water and adaptation with opportunities. *Water governance* (01): 43–47.
- Multiconsult (2016). *Revidering av byggesaksveileder Blågrønn Faktor*. Rapport for Sandnes kommune laget av Multiconsult.
- Nes, M. og Trommer, M. (2017). Utbredelse og adopsjon av Blågrønn faktor. B.S. thesis. Høgskolen i Oslo og Akershus.
- Nickel, D., Schoenfelder, W., Medearis, D., Dolowitz, D. P., Keeley, M. og Shuster, W. (2013). German experience in managing stormwater with green infrastructure. *Journal of environmental planning and management* 57 (3): 403–423.

- Norconsult (2019). *Blågrønn faktor - Tromsø*. Rapport for Tromsø kommune VA laget av Norconsult.
- Norsk Standard, N. (2008). NS-EN 725:2008 Utvendig stikklednings- og hovedledningssystemer. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard, N. (mai 2020). NS 3845:2020. Blågrønn faktor, beregningsmetode og vektingsfaktorer. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Pallesh og Azarfan (2014). *Water square in Rotterdam by de Urbanisten*. <https://www.uncubemagazine.com/blog/13323459>.
- Paus, K. (2018). Forslag til dimensjonerende verdier for trinn 1 i Norsk Vann sin tre-trinns strategi for håndtering av overvann. <https://vannforeningen.no/wpcontent/uploads/2018/07/Paus.pdf> (Hentet: 16.03).
- Paus, K. H. og Braskerud, B. C. (2013). Forslag til dimensjonering og utforming av regnbed for norske forhold. *Vann* 1: 54–67.
- Paus, K. H. (2020). Kunnskapsbehov innen overvann og klimatilpasning. *Norsk vann* B26/2020.
- Paus, K. H. (28. okt. 2019). Høringsuttalelse tilknyttet blågrønn faktor - beregningsmetode og vektingsfaktorer. *Asplan Viak AS*.
- PBE, O. K. (2019). Blågrønn faktor for boliger i Oslo – norm. URL: <https://www.oslo.kommune.no/plan-bygg-og-eiendom/planer-og-veiledere/veiledere-normer-og-skjemaer/>.
- Rossmann, L. (2015). Storm water management model user's manual, version 5.1 (EPA-600/R-14/413b). Retrieved from Washington, DC: <http://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi>.
- Russwurm, I. L. (2018). Modelling detention performance of green roofs in cold climates. Masteroppgave. NTNU.
- Skaaraas, H., Hansen, A., Riise, E., Stenersen, J., Refling, D., Johansen, R., Hjelle, H., Ebeltoft, M., Skofteland, H. og Kippeberg, G. (2015). Overvann i byer og tettsteder: som problem og ressurs. *NOU (Norges offentlige utredninger)*.
- Stavset, I. (2013). Bruk av grønne arealfaktorer i fysisk planlegging: case: Wergeland, Bergen. Masteroppgave. Norwegian University of Life Sciences, Ås.
- Uhl, M. og Schiedt, L. (2008). Green roof storm water retention–monitoring results. I: *11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK*. Bd. 31: 8–5.
- Undheim, A. (2018). Naturbaserte overvannstiltak sitt potensiale til å fremme en bærekraftig byutvikling. Masteroppgave. University of Stavanger, Norway.
- Wells, H. G. (2021). Privat korrespondanse på mail. 19.03.2021.
- Ødegaard, H., Lindholm, O., Mosevoll, G., Thorolfsson, S., Sægrov, S., Østerhus, S. og Heistad, A. (2012). Vann-og Avløpsteknikk (Water-and Wastewater Engineering). *Norsk Vann: Hamar, Norway*.
- Ødegård, H. (2016). Blågrønn faktor som et verktøy i gateplanlegging for Statens vegvesen. B.S. thesis. Blue-Green Factor as a tool in street development for the Norwegian Public.
- Aamlid, H., Ardila, P., Barton, D., Betina, J. E., Ellefsen, H. W., Horvath, P., Kross, A., Mänd, M. mfl. (2020). Mot en blågrønn eiendomsutvikling?
- Aardal, L. H. (2015). Miljøeffekter av grønne tak og vegger. Masteroppgave. Norwegian University of Life Sciences, Ås.





## Vedlegg A. Intervjuer

## Intervju med landskapsarkitekt i konsultantselskap 26.01.21

**INTERVJUER:** Sporty av deg å stille opp, tusen takk for det.

**INTERVJUOBJEKT:** ja, jeg kan gjøre mitt beste. Som sagt, jeg er ikke noe ekspert, jeg har vært borti dette på ett prosjekt, men jeg kan bare fortelle litt om det. Det er sikkert det du kunne tenke deg.

**INTERVJUER:** Ja, det er veldig bra det, \*forteller litt om oppgaven\* dette blir bare litt sånn tilskudd, men jeg syns det er interessant å bare høre litt om erfaringene til folk med dette verktøyet.

**INTERVJUOBJEKT:** Ikke sant, også nå får du sikkert et lite inntrykk nå, også jeg vet ikke helt om du skal ha flere intervjuer eller, det går jo også an å ta kontakt med de som har utarbeidet den her. Det var jo lett å finne info på det.

**INTERVJUER:** Ja jeg har snakket med han i Bærum kommune

**INTERVJUOBJEKT:** Jeg tenkte jo litt på det for det er litt nytt for meg også faktisk, fordi det er jo nå den her \*forteller om prosjekt som jobbes med i Oslo\*.

**INTERVJUER:** Åja, ja på \*sted\*

**INTERVJUOBJEKT:** Stemmer så der har det vært litt sånn, der var det ja, eller jeg kan gå innpå det etterpå, det var noe sånn. Når jeg tenker på det, så hadde vi på en måte et krav om at det skulle være en viss blågrønnfaktor, men jeg har jo sikkert siden jeg begynte å jobbe da, jeg har jobbet i tre år nå, sikkert vært på kanskje 50 prosjekter og dette er liksom det eneste det har vært en blågrønnfaktor krav, så jeg tenker jo, jeg håper jo at det er litt på vei, at det skal bli mer og mer av det da.

**INTERVJUER:** Mhm

**INTERVJUOBJEKT:** Også er jeg faktisk litt usikker på sånn hvor bestemmes det, eller sånn vi er på en måte konsulenter så det er ikke vi som bestemmer om det skal være et blågrønnfaktor krav, det er jo på en måte kunden som har gitt, som må si det da. Men det bør jo, en kommune er jo kanskje mer på en måte positiv til å ha et blågrønnfaktor krav, men sånn en privat utbygger kommer jo ikke til å sette et sånt krav, fordi det vil jo sannsynligvis fordyre prosjektet. Så det bør jo være på et sånn litt sånn regulert, altså et veldig overordnet, liksom reguleringsplan, at det kravet må komme inn.

**INTERVJUER:** Mhm

**INTERVJUOBJEKT:** Men det vet jeg ikke. Hvordan grunnen til at, eller sånn jeg forstod det da, jeg var jo i prosjekter så er man jo liksom et team da med forskjellige, de involverte fagene, også er det en fagansvarlig i hvert fag, også er det noen medarbeidere. I det prosjektet er jeg medarbeider så jeg er ikke fagansvarlig som har mest kontakt opp mot kunden da. Men skal jeg fortelle litt om prosjektet? Jeg kan jo ta også dele skjerm

**INTERVJUER:** Ja, gjerne det

**INTERVJUOBJEKT:** også bare fortelle, skal vi se, det blir riktig skjerm. Også er det jo akkurat dette her har jo vært et samarbeid med, et tett samarbeid med de på VA, for jeg forstod det som at du er på VA?

**INTERVJUER:** Ja, på vann- og miljøteknikk

**INTERVJUOBJEKT:** Eller vann- og miljø ja. Dette her nå viser jeg jo dette her da, men jeg kan ikke sende deg dette her da, men jeg tenker det er, det er jo på en måte ikke ute enda, men det er ikke noe sånn superhennelig, jeg er usikker faktisk på om planene ligger ute på hjemmesiden også, men det er litt sånn, ja, så får du i hvert fall se hvordan, det er jo vanskelig å fortelle uten å vise.

**INTERVJUER:** ja, ja, supert.

**INTERVJUOBJEKT:** Men det er dette her prosjektet da, som vi har hatt blågrønnfaktor krav på, og vi hadde et krav om 0,5

**INTERVJUER:** Okey

**INTERVJUOBJEKT:** Også når vi leverte det nå, så leverte vi på 0,6 fordi vi tenkte at vi må ha en buffer

**INTERVJUER:** Så bra heheh

**INTERVJUOBJEKT:** Også startet vi jo egentlig, eller først av alt, grunnen til at det var et blågrønnfaktor krav her, sånn jeg forstod det er at det var en eksisterende trerekke her, med noe gamle flotte almetrær, også prøvde man jo i tidligere faser å ta vare på de, men forstod det som at det var, eller dette er i hvert fall en av grunnene da, men at det gikk ikke på grunn av at veien skulle heves og at det var liksom så mye sånn terreng, nye terrenghøyder, at det var på en måte umulig å ta vare på de, og som en på en måte ``betaling`` da, for at man tar de, så sa de at okei da skal vi ha det og det kravet.

**INTERVJUER:** Skjønner.

**INTERVJUOBJEKT:** Men vi, det visste vi jo fra starten, men vi startet jo egentlig bare med å utforme, også fikk vi jo, også var det også veldig høyt ambisjonsnivå på overvannshåndteringen her, at man ikke skulle sende det på nettet, men alt skulle håndteres, at vannet skulle håndteres lokalt og liksom her er et svært regnbed, kunden var veldig opptatt av det.

**INTERVJUER:** hehe ja

**INTERVJUOBJEKT:** og det er også liksom fra starten veldig sånn positive til masse sånn gøye sånn vannelementer da hvis man kan si det. Med liksom masse. Du ser tegningen oppe?

**INTERVJUER:** Ja, der ja

**INTERVJUOBJEKT:** Ser du hvis jeg bytter nå? Ser du dette her nå?

**INTERVJUER:** ja

**INTERVJUOBJEKT:** At jeg tar større utsnitt? Ja. Men kunden var i hvert fall innmari interessert i å ha på en måte i tillegg da masse sånn vannelementer og typ sånn vannpumpe i parken og sånne vannfontener og sånn, og det er jo ikke så veldig vanlig egentlig at vi får liksom gå for så mye da, at man får være så kreativ, for de er jo ofte veldig strenge på kostnader, det er jo egentlig det det går på, dette er jo en totalentreprise så vi forholdt oss jo mest til \*byggefirma\*.

**INTERVJUER:** ja

**INTERVJUOBJEKT:** Og entreprenører er jo veldig, de vil jo gjøre det så billig som mulig. Men ja i hvert fall under her, nå er jeg ikke VA-ingeniør, men vi har jobbet masse med de to på VA, og det er jo noe sånne vannmagasiner under her, sånn at dette er jo et svært, skal fungere som et svært regnbed, og det vil variere hvor mye vann som er her, så det sendes vann fra taket, og fra hele tomten sendes enten på overflaten, eller under, ingenting sendes på vannettet til disse regnbedene, også lagres det i magasiner under også kan man liksom, hvis det er tørre perioder, så kan man pumpe det opp, så skal det forsyne disse forskjellige vannelementene, og hvis det er masse regn så sendes jo alt vannet hit, og da blir jo dette egentlig bare et svært basseng også går det sånn tre-rampe over her.

**INTERVJUER:** ja

**INTERVJUOBJEKT:** Dette er bare sånn landskapsgreier som ikke er så veldig relevante sikkert.

**INTERVJUER:** jo, jo

**INTERVJUOBJEKT:** Når vi startet så fikk vi, så er det jo på en måte reguleringsplanen vi forholder oss til, så det var ikke helt fritt, det er det jo ikke, men det er regulert en svær park her, også begynte vi, det er jo en lang sånn utformingsprosess, men så begynte vi i samarbeid med arkitektene og alle fagene hva som er mulig å utforme, også begynte vi litt etter hvert å, ser du det blågrønne skjemaet nå?

**INTERVJUER:** ja, der ja

**INTERVJUOBJEKT:** også begynte vi, når vi på en måte hadde landet ganske mye av planen, eller i hvert fall sånn hovedgrepene, så begynte vi å plotte inn, og se da, også ble det jo en del justeringer som måtte til for at vi

skulle få det opp på 0,6, som vi ville. Også er det jo, jeg syns jo kanskje det er noe forbedringspotensiale her, for det går jo ikke an å få til sånn for eksempel litt over fem, det er jo sånn, det går jo bare fra, man putter inn noe, så plutselig blir det 0,5 eller 0,6 eller ett eller annet, også kanskje man justerer litt også går det, du har ikke muligheten til å se veldig sånn

**INTERVJUER:** Ja, det regnes opp og ned liksom?

**INTERVJUOBJEKT:** Ja

**INTERVJUER:** ja, skjønner

**INTERVJUOBJEKT:** men så begynte vi egentlig å fylle inn her, også så vi jo at vi hadde altfor lite til å begynne med det var på 0,3, eller 0,4 eller noe. VA har ikke vært så veldig mye innblandet i dette her egentlig, eller i selve det her skjemaet, så de har tenkt mest på løsninger og sånn, så har vi plottet inn her, så da ble det jo til at vi måtte gjøre litt flere ting da, sånn at vi fikk inn, vi hadde jo tatt, vi hadde jo grønne tak med sedum, men da så vi jo at, oi, vi må ha, vi tar heller sånn blomstereng med tykkere jordgrunn, sånn at vi skulle få flere poeng, og da måtte konstruksjon inn, og det ble jo, fordi, oi, tåler taket det ikke sant, hvis man har 80 eller 40 cm jord, så blir jo det ganske tungt, i hvert fall hvis den fylles opp med vann. Så var det jo sånn prosess da, få til den blågrønne faktoren vi ville i tillegg til at det er jo fort gjort at det går på bekostning av utformingen. For eksempel da, en ting som gir veldig masse poeng er å sette inn store trær, så det er jo en mulighet å bare pepre det med masse tette trær, men det er jo på en måte ikke det uttrykket man vil ha i en bypark da.

**INTERVJUER:** Nei

**INTERVJUOBJEKT:** Det er en liten risiko hvis det er noe som ikke bryr seg om utformingen at, det er jo ikke sånn at alt nødvendigvis blir, at det er jo mere poeng jo finere blir det.

**INTERVJUER:** nei

**INTERVJUOBJEKT:** Det kan jo gå på bekostning av utformingen og det, landskapsarkitekter og VA-ingeniører tror jeg har en ambisjon om at de vil gjøre det så bærekraftig som mulig uansett, men man tenker jo også på at det skal være litt sånn riktig utforming til det plasseringen og ja, hva liksom programmet må inneholde i området da

**INTERVJUER:** Mhm, skjønner

**INTERVJUOBJEKT:** Så det var egentlig veldig sånn kort fortalt, jeg vet ikke om det, om du har noe

**INTERVJUER:** Nei, det er veldig fint, jeg syns jo det er interessant å høre for eksempel det at du har vært på femti pluss prosjekter og bare har vært borti dette i en. Det er jo veldig interessant for det er jo et veldig nytt verktøy så jeg skal jo også se på om det i det hele tatt blir tatt i bruk. Og forhåpentligvis blir det jo det etter hvert. Men du syns altså at det var litt sånn «knoting» med tall, eller med liksom elementene for å få til riktig poeng?

**INTERVJUOBJEKT:** ja, det hadde kanskje vært litt, vet ikke, man skulle, det står sikkert beskrevet i den standarden da, jeg vet ikke om du har sett på den standarden, men jeg tok og lastet ned den i hvert fall.

**INTERVJUER:** ja, jeg har, det er den jeg skal skrive om, altså

**INTERVJUOBJEKT:** Ja, det er denne her

**INTERVJUER:** Ja, det er den du har brukt ja, ikke Oslo sin standard?

**INTERVJUOBJEKT:** norsk standard?

**INTERVJUER:** du har brukt norsk standard ja? Ikke Oslo sin, Oslo kommunes?

**INTERVJUOBJEKT:** Mm Nei

**INTERVJUER:** Nei, okei, så bra

**INTERVJUOBJEKT:** det hadde vært, å liksom få en liten sånn, dette var helt nytt for meg da, så det lærer man jo seg kanskje etter hvert da, men hva som gir mest poeng, for det er jo noen ting man kan sitte og liksom, som egentlig har så lite poeng at det har nesten ikke noe å si da, eller gir så lite verdi på en måte, man lærer seg jo

etter hvert hva som gir mye verdi, eller høyere blågrønn faktor og hva som ikke egentlig gir så stort utslag da på den her.

**INTERVJUER:** Mhm, ja var det noe spesielt du la merke til?

**INTERVJUOBJEKT:** jeg husker ikke helt, det er litt lenge siden, tidlig høst vi slapp opp dette her litt, men jeg husker spesielt store trær da, at det var veldig, det var om å gjøre å få inn så mange trær uten at det ble for tett, og det var noen ting jeg også tenkte at, dette her er på en måte ikke noe vits å jobbe for å få mer av dette her, fordi det gir så lite verdi uansett, men jeg husker ikke sånn umiddelbart hvilke det var.

**INTERVJUER:** nei, jeg vet for eksempel grønne tak, man skulle jo trodd at det var superbra, men det er jo ikke så, det gir ikke så mye poeng i hvert fall.

**INTERVJUOBJEKT:** nei, ikke sant.

**INTERVJUER:** Følte du at det var litt sånn masete å måtte bruke det, eller var det gøy å ta i bruk det verktøyet?

**INTERVJUOBJEKT:** jeg synes det var gøy, absolutt, jeg synes ikke det var mas, de har jo gjort det veldig sånn enkelt. Nå tok vi jo i bruk dette i på en måte byggefase, eller sånn helt slutfase

**INTERVJUER:** Okei

**INTERVJUOBJEKT:** Alle oppdrag er jo, eller stort sett da, så liksom de starter jo på en måte på kanskje et mulighetsstudie også går det ned til forprosjekt også blir det detaljprosjekt, utifra om det er en totalentreprise eller bare opp til en leveranse til en kommune, men nå vi tok på en måte dette, vi fikk jo dette prosjektet i en av de siste fasene, når det er ganske sånn mye er ganske låst, så man har jo ikke all verdens, hvis vi så at sånn, oi, vi gjør alt vi kan og vi får ikke mer enn 0,2 så er det på en måte ikke, hvis man tar det i bruk helt i slutten så har man jo ikke muligheter til å, for eksempel sånn, oi her blir det vanskelig å få 0,5 så her må vi faktisk omregulere sånn at det skal være mere park, av og til så er det kanskje sånn at, eller jeg har ikke vært borti det da, for jeg har gjort dette som sagt bare i ett prosjekt, men jeg ser for meg at det kan, sånn helt i slutten så har man jo, da er man jo ganske låst, det er mest sånn detaljer du ser , på, sånn arealene og hva de skal brukes til er ganske låst, så jeg vet ikke om det er bedre å ta det i bruk tidligere også.

**INTERVJUER:** Så for eksempel at kommunene hadde det i reguleringsplanen, nå kan jeg ikke helt det her juridiske systemet, men at de hadde tatt det i bruk tidligere ja

**INTERVJUOBJEKT:** ja i reguleringsfasen, at man i hvert fall ser på det da sånn at hva man egentlig klarer å få til, og å regulere sånn at det skal være mulig å få til en høy blågrønnfaktor. Men ja, jeg synes det var veldig gøy å ta i bruk og jeg tenker jo at jeg håper at dette blir mye mer, det er jo egentlig kjempefint for oss som landskapsarkitekter og også VA-ingeniører å ha, eller få et krav om, ``her skal det være så og så mye blågrønnfaktor'', for da har jo vi faktisk noe å slå i bordet med, for det er ofte at man, at vi sier, oi, her må, det bør være sånn og sånn, det bør, med tanke på alt mulig overvann og bærekraft i prosjektet og kanskje en plante for insekter, eller for økosystemet, alt mulig. Men det er jo ofte at for noen kunder er det jo ikke så viktig at det skal være fint, de tenker jo mer sånn at okei vi må bruke mye penger på den og den konstruksjonen for ellers faller bygget sammen men om det blir en fin park eller en litt sånn enklere gressplen så er ikke det så farlig for de, men for oss er jo det supert at vi kan si, jo men vi må få til det for å ha den blågrønne faktoren vi vil, så for oss er det jo bare kjempepositivt, og jeg håper det blir et krav i, jeg tenker jo at det burde være i alle prosjekter, egentlig i hvert fall for private utbyggere for de gir jo blanke i sånt.

**INTERVJUER:** hehe, ja, skjønner. Kult å høre altså. Nå vet jeg ikke hvor mye du kan om selve overvannshåndtering, men hvis du ser på den blågrønnfaktoren dere har fått til, vil du da si at det også er en god overvannshåndtering, eller kunne dere fått en bedre overvannshåndtering med en annen, for eksempel en lavere blågrønn faktor, men en bedre overvannshåndtering, skjønner du?

**INTERVJUOBJEKT:** ja, jeg skjønner. Det er vanskelig å vite for det er så mange, det kommer jo an på så mye, men jeg tror, jeg vet ikke om det kommer av blågrønnfaktor kravet vårt eller bare at det var en høy ambisjon på hvordan man skulle håndtere overvann her, men det er jobbet veldig mye med overvannet og ingenting sendes på vannettet. De har regnet masse på det de VA-ingeniørene og sånn ``oi, vi må ha et større regnbed'' alt samles på taket det er et sånt blått tak som jeg ikke hadde hørt om før, men det er sånn at det lagres vann oppå sykkelhuset da, det også puttet vi vel inn her et sted.

**INTERVJUER:** Ja for det er vel en åpen, ja den øverste, nei det er ikke den øverste. Det er vel et fordrøyningsbasseng typ da.

**INTERVJUOBJEKT:** ja, nei, jeg husker ikke helt, men jeg tror ikke, det gikk ikke på bekostning av overvannshåndtering i det hele tatt at vi brukte dette. Alt her sendes jo til, vi har puttet inn masse regnbed rundtomkring og sett på høyden, da må vi ha et der og ting vi vanligvis ikke hadde fått gjennomført, ikke nødvendigvis fått, at man heller hadde tatt en litt sånn enklere løsning.

**INTERVJUER:** Mhm, det høres gøy ut å jobbe med det prosjektet, å få lov til å være litt kreativ

**INTERVJUOBJEKT:** ja, absolutt

**INTERVJUER:** Vet du, er det absolutt null tilkobling til avløpsnettet? Eller er det en sikkerhet?

**INTERVJUOBJEKT:** Det er en sikkerhet, men de har jo regnet på sånn, ja det er det, men de har nok tatt høyde for, jeg tror det skal ganske mye til før man trenger å bruke det fordi det er så mye regnbed og så mye volum å sende vannet til

**INTERVJUER:** Ja, skjønner, jeg skal bare se på spørsmålslisten min her. Ja så det var altså 0,5 som ble satt til krav, men dere ville gjerne ha en sikkerhetsmargin ja

**INTERVJUOBJEKT:** En buffer

**INTERVJUER:** ja. altså, du har vel kanskje ikke vært borti så mange utførte prosjekter, jeg lurer litt på dette med vedlikehold etter ferdigbygging, men det er kanskje ikke så lett å si

**INTERVJUOBJEKT:** Nei, det vet jeg ikke. Eller sånn generelt er det jo noen av prosjektene som er ferdig, men ikke det her hvor det er brukt blågrønnfaktor. Men det føler jeg man, det må egentlig kunden finne ut i hvert enkelt prosjekt da sånn som her var det faktisk en liten konflikt med om det enten var kommunen, det var vel kommunen som skulle stå for vedlikeholdet eller, ja, jeg husker ikke helt jeg, men det er jo selvfølgelig viktig for at prosjektet skal bli sånn, at det ikke forfaller da. Man må jo ha kapasitet til å holde det ved like, men sånn i Oslo er jo det enklere, det vil være verre med veldig øde prosjekter og sånn, der føler jeg det ofte er vanskeligere.

**INTERVJUER:** Og når skal dette prosjektet, når begynner de å bygge? Vet du det?

**INTERVJUOBJEKT:** De skal nok begynne nå, sånn, dette året her, og når det skal ferdigstilles det vet jeg ikke. Det kan jeg jo finne ut.

**INTERVJUER:** Neida, det er ikke så farlig altså,

**INTERVJUOBJEKT:** Det er jo helt i sånn siste fasen sånn at nå skal entreprenøren, neste fase nå er bygging.

**INTERVJUER:** okei, skjønner, det blir jo veldig artig å se når de er ferdig, det blir jo et skikkelig eksempel, ``sånn her burde det gjøres``.

**INTERVJUOBJEKT:** Ikke sant. Jeg gleder meg veldig til det.

**INTERVJUER:** Jeg tror jeg har fått svar på det meste da.

**INTERVJUOBJEKT:** Det var bra det var til hjelp

**INTERVJUER:** Ja, veldig, kult å høre litt erfaringer, tusen takk for at du stilte opp og lykke til med videre prosjekter. Får håpe det blir mer blågrønnfaktor

**INTERVJUOBJEKT:** takk, lykke til med masterskrivingen

**INTERVJUER:** ja, takk for det

**INTERVJUOBJEKT:** Det er bare å ta kontakt hvis det er noe mer

**INTERVJUER:** ja, det skal jeg gjøre, tusen takk, ha det bra.

## Intervju med VA-ingeniør 04.02.21

**Intervjuer:** \*forteller om masteroppgaven\* Jeg forstår det sånn at du er VA-ingeniør?

**Intervjuobjekt:** ja, riktig. Og du er klar nå til sommeren eller?

**Intervjuer:** ja, stemmer. Jeg har en hel liste med spørsmål.

**Intervjuer:** Ja jeg skrev nettopp ned, du er VA-konsulent?

**Intervjuobjekt:** ja, jeg prosjekterer, riktig

**Intervjuer:** Har du jobbet mye med BGF?

**Intervjuobjekt:** Ja, ehm, ja det blir jo mer og mer, det merker man de siste årene, det meste har jeg jobbet her imot Oslo da, Oslo har sin egen versjon av BGF. Det finns jo en sånn norsk standard som kom ut nå nylig, også har noen kommuner sin egen tilpasning, og jeg har jobbet mest mot Oslo kommunes. Og det kommer jo mer og mer, det blir jo mer krav til de fleste utbygninger av litt større karakter som ikke er eneboliger og sånn egentlig. Småhus planer, så vi jobber jo mye med det og har et tett samarbeid med landskapsarkitekten, så det er jo vi og landskapsarkitekten som sitter og på en måte finner ut forskjellige deler og snakker sammen om hvordan det skal brukes og hva man skal på en måte, må gjøre for å ivareta kravene til kommunen.

**Intervjuer:** Ja, det var egentlig svar på alle spørsmålene jeg har skrevet ned. Hahah, neida, jeg tenkte å nevne at min oppgave handler om den standarden, norsk standard, og se på hvordan den ivaretar VA-ingeniørens behov og ønsker på en måte. Så da har du altså hørt om den, men du har kanskje ikke jobbet med den enda?

**Intervjuobjekt:** Jeg har hørt om den ja, jeg har ikke jobbet direkte mot den standarden så vi kan jo, jeg gjetter at den tilsvare krav som for Oslo kommune med litt forskjellig vektning da, jeg er ganske sikker på at det er tilsvarende krav men at det er litt annerledes vektning av de forskjellige verdiene. Men BGF er jo veldig lik generelt, så det er jo tilsvarende, er det kun den generelle eller skal du se på, altså prinsippene vil jo være de samme hvordan man løser problemet og hva BGF får for konsekvens for utbygger er jo tilsvarende for den fra Oslo og den generelle.

**Intervjuer:** ja, jeg har fått forslag fra min veileder, han har foreslått denne oppgaven, og han er nok litt redd for at den norske standarden ikke helt oppnår, at det er for mye fokus på trær og biologisk mangfold og utforming og ikke nok på overvannshåndteringen, så det er det jeg skal se på da.

**Intervjuobjekt:** ja, jeg er egentlig enig med, jeg kan bare si det for Oslo da, for jeg har ikke lastet ned nye norske, eller kjøpt den nye norske standarden, men hva jeg ser som en utfordring med BGF, jeg syns det er veldig bra at man ser på disse mulighetene men i Oslo i hvert fall så har vi jo, der har man vektet regnbed veldig høyt, sikkert norske standard også men en utfordring jeg har sett med BGF er at plassering av anlegg tas ikke med i vurderingen av poeng. Så setter du et nedsenket gressareal, eller av disse tiltakene kan du sette høyt, du kan sette det på en topp og få samme poeng som om du legger det i søkket hvor faktisk alt vannet renner, og det gir jo på en måte, det skaper et skeivt bilde av bra overvannshåndtering i prosjektet. Så jeg har skrevet og gitt innspill til Oslo kommune, og jeg tror de tenker på det i hvert fall og får tilpasset, men akkurat det her med at den blå delen av BGF, du får ikke poeng etter hvor du plasserer anlegget og det mener jeg er viktig for å få helhetsbildet. Har du 100 kvm med regnbed som ligger helt lengst oppstrøms, på det mest oppstrøms arealet så vil det ikke være noe vann som renner ut, men du får like mye poeng i BGF arket. Det syns jeg gir et feil og misvisende bilde av hvor bra overvann håndteres med BGF poenget.

**Intervjuer:** ja, jeg forstår, er enig. Er det sånn at du har laget noe høringsinnspill til Oslo sin BGF?

**Intervjuobjekt:** nei, vi er med i et konsult som har rammeavtale med PBE for å utarbeide en overvannsveileder og da har det vært et punkt hvor det ble drøftet hvordan man kan koble opp overvannshåndtering mot BGF så man for eksempel kan si at «når man har den BGF så vil det tilsvare at så mye overvann kan håndteres» Oslo kommune, jeg tror de er litt proaktive for å se muligheter for hvordan man kan tilpasse det mot overvannshåndtering, men jeg er ikke involvert i detaljene her, jeg tror det er et separat løp, men jeg har nevnt at akkurat det her med plassering av anlegg er viktig. Og en annen ting jeg syns mangler i hvert fall i Oslo, vet ikke hvordan det er med den norske standarden, men det er det her med blågrønne tak som kommer mer og mer, at man ikke får noe spesielt poeng for det, du får poeng for veksttykkelse, men om du skal ha det blå elementet med, så bør tak med fordrøying på taket som et blågrønt tak har, gi tilleggspoeng også mener jeg.

**Intervjuer:** ja, skjønner, det er fine innspill du kommer med. Kan du fortelle litt om ulike krav du har opplevd å måtte tilfredsstille i prosjekter?

**Intervjuobjekt:** Oslo kommune har i tett by 0,7 som krav, og litt lenger ut der det ikke er like tett er 0,8 krav. Jeg er generelt positiv til kommunale krav, utbyggere gjør ikke mer enn nødvendig, står det krav så vil det følges krav, men det er ikke sånn at du legger deg på dobbelt så mye som hva kravet sier. Når BGF er blitt et krav så er det jo en faktor som påvirker at det blir mer grønt og mer åpent, og det gjør det jo lettere å sette av plass for overvannshåndtering også, selv om det kanskje ikke helt ivaretas av BGF så er det fortsatt, du må sette av et visst areal av grøntareal, og det gjør det enklere å finne gode overvannsløsninger. Jeg syns det er bra med krav og bra med BGF, men noen ganger kan det være vanskelig inne i byen når du bygger et hus med knapt noe tomt rundt, og du skal prøve å ivareta BGF så kan det være vanskelig å oppnå det kravet, så jeg syns generelt det er et bra krav, men på noen mindre tomter i sentrum kan det være vanskelig å ivareta det.

**Intervjuer:** ja, jeg skjønner. Er det sånn at de, la oss si det siste året når du har hatt prosjekter i Oslo, har det alltid vært et krav om BGF da?

**Intervjuobjekt:** Nei, ikke alltid, men det kommer mer og mer opplever jeg. Fremfor alt er det prosjekter som har startet tidligere som har holdt på i noen år også vet man ikke om BGF vil bli et krav, også har de ikke et krav foreløpig, men de har fått tilbakemelding på at det skal fylles ut selv om det ikke er et krav. Så det er en overgangperiode nå opplever jeg. De fleste nye prosjekter får krav om BGF, men det er en del prosjekter som var i gang som ikke har det. Jeg opplever nå at kommunen har vedtatt at det skal brukes BGF på nye prosjekter, men ikke alltid, men mange utbyggere vil ikke gamble føler jeg. De lager BGF for de vet at det kan komme og at det kan bli mer endringer senere. Så de har en prosess på å få det inn i alle prosjekter opplever jeg, men at de fortsatt ikke er helt der.

**Intervjuer:** Ja, forstår. Hvordan opplever du samarbeidet med landskapsarkitekten når det kommer til, for dere vil kanskje ha litt ulike ting ut av den totale utformingen. Hvem er det som på en måte vinner frem?

**Intervjuobjekt:** BGF er bare en liten del av samarbeidet, ofte er det, jeg mener det er svært viktig at man i veldig tidlig fase koordinerer med ARK og LARK, så vi sitter i hvert fall ofte tett opp mot LARK og ser på hva slags løsninger vi kan få til sammen, så det har aldri vært noen konflikt med LARK hvem som kan få gjennom hva, det er mer at BGF er en del av det vi må fylle ut, for det er tretrinnsprinsippet for lokal overvannshåndtering, så vi må ivareta det, vi kan ikke gjøre det alene, og LARK kan ikke gjøre det alene, vi må samarbeide hvor LARK kommer med forslag også regner vi litt på hva det får for konsekvenser og kobler det opp mot kommunale krav og regler og normer også blir BGF en del av det arbeidet. Og ofte er det sånn at, i hvert fall som jeg bruker, at vi i Oslo pleier å fylle ut litt sånn, vi regner på arealer og ser litt, i hvert fall ofte så begynner vi å regne på areal og ser hvor mye gress, permeabelt dekker, regnbed, også sender vi det til LARK for gjennomgang, og LARK fyller alltid ut det her med hvor mange nye trær, eksisterende trær, busker, og disse punktene som LARK styrer over som ikke vi har kontroll på, så ser vi hvor vi ligger også ser man eventuelt hva som



skal tilpasses, for ofte ligger man jo etter første runde litt under 0,7 eller 0,8, og da ser man litt hva kan man tilpasse. Kan vi få inn litt mer regnbed, kan vi få inn litt mer gress, litt mer areal med grønne tak, så blir det på en måte en sånn sparrerrunde frem og tilbake for å se hvordan man kan ivareta BGF. Så det er ikke noe konflikt med LARK, man samarbeider og prøver å finne løsninger som både ivaretar overvannshåndteringen også blir BGF en del av det samarbeidet da egentlig.

**Intervjuer:** ja, skjønner, så bra. Opplever du at det er vanskelig å nå kravene?

**Intervjuobjekt:** noen ganger ja

**Intervjuer:** ja, det sa du jo, med sånne små hus også

**Intervjuobjekt:** ja, så det er en ting, en annen ting er at noen ganger så er det jo noen faktorer som kan gjøre det vanskelig, det kan være ambisiøse arkitekter, det er mye som skal inn på planet, og det er lite plass satt av, og man blir presset til å få mer grøntareal. Det er i grunn positivt, så jeg opplever det som utfordrende noen gang, og fremfor alt om ARK og LARK kommer inn sent i prosjektet for noen gang så er det sånn at arkitekt sitter først og lager et konsept og lager en løsning, så når det meste er låst så kommer LARK og VA inn og da er det ofte vanskelig å gjøre endringer, si da at her skal vi ha, hele dette skal være torg som er steinbelagt, og her skal det være dette taket og diverse ting. Så jo senere man kommer inn i prosjektet jo vanskeligere er det å få til gode løsninger. Så det kan være en ting med små tomter, men det kan være en stor byggmasse som noen gang er eksisterende så skal man bevare tilsvarende og med landskapsarkitekt og overvannsingeniør som kommer inn sent i prosjektet, så er det utfordrende. Jeg kan nevne noen andre ting også, dette med grønne tak, det kan være spesialtilfeller at noen ganger er det byantikvaren som bestemmer at det skal være et spesielt preg på taket, at det ikke skal gjøres om til grønne tak men at man skal følge en bestemt standard i området, og noen få ganger så kan det være andre kommunale krav som spiller imot, det er unntaksvis, men det kan spille imot BGF.

**Intervjuer:** Skjønner, har du jobbet med BGF noen andre steder enn i Oslo eller Bærum kommune.

**Intervjuobjekt:** Nei, vi sitter mest i Oslo, vi skal jobbe med et prosjekt i Bærum nå som skal følge denne norske standard så det skal vi, men vi er ikke kommet i gang enda, men det er sammen med LARK da, så har vi samarbeid der også. Men det er mest, ofte er det Oslo som går i forkant, så jeg har ikke jobbet i andre kommuner med dette, men jeg tenker at det kommer mer og mer i andre kommuner også, så har vi kanskje litt forskjellig vektning mot Oslo. Men det blir nok ganske så likt.

**Intervjuer:** ja, jeg leste en artikkel i går, der var det litt kritikk fra Tromsø, at det var jo ikke tilpasset kaldt klima, så det må nok tilpasses litt mer lokalt etter hvert.

**Intervjuobjekt:** Ja, skal man litt lenger opp mot nord så må det sikkert ses på hvilke løsninger som er gjennomførbare. Det blir ikke det samme med åpne nedsenkede arealer og regnbed og diverse kanskje de ikke skal vekttes like høyt i Tromsø som i Oslo, så det er sikkert noe i å ha lokale tilpasninger i forskjellige deler av landet.

**Intervjuer:** Du har jo nevnt noen ting, dette med forsenkninger om det ligger høyt eller langt nedstrøms og sånn, men har du noen andre tanker om sammenhengen mellom overvannshåndteringen og BGF?

**Intervjuobjekt:** Foreløpig så, det er en viss sammenheng, men jeg sliter med å se at man kan sette et likhetstegn, altså har du en faktor på 0,8 så klarer du krav for overvann. Jeg tror ikke man er der enda, og akkurat det her med blågrønne tak, at det ikke gir ekstra poeng, som er en veldig god fordrøyningsløsning for overvann og som kommunen er positiv til i tillegg. Jeg skulle gjerne sett det litt mer nyansert på overvannsbiten, altså at man får mer bonuspoeng for noen overvannstiltak, så det gir en indikasjon at man er på riktig vei, men ikke at en høy BGF direkte sier at her kan du ivareta

overvannet. Jeg tror man må jobbe mer med hvordan man kan, ja noe løses kanskje ikke i ekstra poeng, og plassering av anlegget i forhold til tomten og terrengnivåer og sånn.

**Intervjuer:** Har du et inntrykk av BGF i praksis, altså fungerer tiltakene sånn som de skal?

**Intervjuobjekt:** Det er vanskelig å si, det er jo relativt i Oslo og Norge et nytt konsept, så jeg har ikke opplevd det i praksis, og det er generelt overvannshåndteringen i praksis, jeg kan ikke se at jeg har noen direkte kobling til noen av prosjektene, mange av prosjektene er jo fremdeles i byggefase, det er jo et relativt nytt krav, så jeg har ikke en sånn praktisk erfaring med hva konsekvensene blir av BGF i forhold til et prosjekt uten BGF kravet. Så dessverre jeg tror fortsatt det er litt lite erfaring i Norge med dette, så det må bygges opp med tiden. Jeg vet jo at Malmö, at Oslo har tatt inspirasjon fra Malmö, så Sverige ligger litt lenger fremme når det kommer til BGF beregninger, og sikkert fra andre land også, men jeg har ikke noe direkte erfaring med det.

**Intervjuer:** Hvilket tiltak bruker dere mest?

**Intervjuobjekt:** Det er jo noen som kommer naturlig, og det er jo grøntarealer, det blir alltid et visst grøntarealer, og det er nesten alltid noe behov for grønne tak, det må avklares sammen med arkitekt og landskapsarkitekt. Og litt sånn permeable dekker for avrenning, så noen ting kommer naturlig uten at man må gjøre noen ting kan man si, for det er alltid litt grøntarealer du får alltid noen poeng uten at du gjør noe spesielt. Tiltak for å få ekstra poeng, i hvert fall i Oslo så brukes det ofte regnbed for det gir, det er vektet veldig tungt, så det gir mer eller mindre fire ganger så mange poeng per kvadratmeter som andre tiltak. Så ofte er det at vi ser på hvor vi kan plassere ut regnbed, og ofte ønsker vi å ha det på et sted som er nedstrøms og som faktisk håndterer vann. Men regnbed er et sånt tiltak som vi ser på en hel del, også ser jo LARK og ARK litt på trær og busker også, og det er også litt hva som er mulig å få inn, og hva som er planlagt fra før. Men ofte er det regnbed som gir så mye poeng i Oslo. Noen ganger også vadi og nedsenket gressareal, det må jo minst være 20 cm nedsenket, og da kan du etablere et regnbed der og få mange ganger flere poeng per kvadratmeter så gjør man jo ofte det. Man trenger ekstra poeng for å ivareta BGF.

**Intervjuer:** Opplever dere da at vannet infiltrerer godt i regnbedet?

**Intervjuobjekt:** Vanskelig å si, vi har ikke så mange eksempler i praksis.

**Intervjuer:** Nei ikke så mye i praksis som du sa

**Intervjuobjekt:** Men Oslo kommune har jo en veileder for hvordan regnbed skal etableres, så da er det jo et annet spørsmål, for da er det jo mange ganger du ikke får koble til det kommunale nettet så da har du ikke den her, du er ikke sikker på at regnbedet dreneres i bunn helt, så det er jo alltid litt utfordrende med infiltrasjon til grunnen, man er redd for konsekvenser for infiltrasjon i regnbed. Du skifter jo en viss bit ned, men hva som skjer under vet man ikke, man gjør jo infiltrasjonstester i prosjekteringen, men det kan være veldig forskjellig infiltrasjon bare du graver ned 30-40 cm mot terreng, også er det også 5 meter i en annen retning kan det skilles ganske mye også.

**Intervjuer:** Du synes altså at det er litt kritikkverdige at regnbed gir så mye poeng, eller synes du at det er fair?

**Intervjuobjekt:** Det er vanskelig å si, det ligger sikkert en tanke bak det, de har sikkert tenkt hvorfor de gjør det. Konsekvensen av at det er så høyt er at LARK og VA prøver å få inn en hel del regnbed, og det er jo sikkert derfor de har vektet det så høyt fordi de ønsker å få inn mer regnbed så de som har utarbeidet veilederen må jo vurdere hvorfor de har lagt det så høyt men det gir 4 poeng per kvm, mens gressareal gir ett poeng, så det blir jo betydelig mer poeng per kvadratmeter, også om det er bra eller dårlig, konsekvensen for utbygger blir jo at man etablerer mer regnbed, og det er jo kanskje det som er ønskelig og det er derfor de har lagt det så høyt, så har de sikkert en god tanke bak det, og det må man

nesten spørre hva tanken er bak det. Så jeg sier hverken at det er bra eller dårlig, men konsekvensen blir mye regnbed da.

**Intervjuer:** Og du tenker også at det burde være en egen post for blågrønne tak i forhold til grønne tak?

**Intervjuobjekt:** ja, jeg mener at det burde være, det er tre oppdelinger for grønne tak i Oslo, en for sedumtak, en for 2-39 cm tykkelse, om jeg husker riktig, og en for 40-79 cm eller 40+, jeg mener at blågrønne tak burde være en egen der som vektas på kanskje samme måte som et tak på 70 cm tykkelse eller noe tilsvarende. I hvert fall at man har et bevisst forhold til blågrønne tak, det gir en bedre overvannshåndtering enn det tykkeste taket med 75 cm 70-80 cm jord. Så det gir veldig god overvannshåndtering, så jeg mener man bør ha et bevisst poengsystem for det blågrønne taket.

**Intervjuer:** Ja, skjønner, jeg har fått svar på det jeg lurer på. Tusen takk.

**Intervjuobjekt:** Ja, spennende oppgave, lykke til.



## Vedlegg B. LID controls

**Tabell B.1:** Verdier brukt til parametre for tiltak A1 (regnbed) - tall fra Rossman, 2015

<b>Parameter</b>	<b>Verdi</b>
<b>SURFACE</b>	
Berm height (mm)	100
Vegetation volume fraction	0.0
Surface Roughness (Mannings n)	0.1
Surface Slope (percent)	1.0
<b>SOIL</b>	
Thickness (mm)	675
Porosity	0.437
Field capacity	0.105
Wilting point	0.241
Conductivity (mm/hr)	30
Conductivity slope	45
Suction head (mm)	60
<b>STORAGE</b>	
Thickness (mm)	300
Void ratio	0.625
Seepage rate (mm/hr)	100
Clogging factor	0
<b>DRAIN</b>	
Flow coefficient	1
Flow exponent	0.5
Offset (mm)	6
Open level (mm)	0
Closed level (mm)	0
Control curve	-

**Tabell B.2:** Verdier brukt til parametre for tiltak A1 (regnbed 10 cm) tall: egne vurderinger

<b>Parameter</b>	<b>Verdi</b>
<b>SURFACE</b>	
Berm height (mm)	10
Vegetation volume fraction	0.0
Surface Roughness (Mannings n)	0.1
Surface Slope (percent)	1.0
<b>SOIL</b>	
Thickness (mm)	100
Porosity	0.5
Field capacity	0.2
Wilting point	0.1
Conductivity (mm/hr)	200
Conductivity slope	10
Suction head (mm)	3.5
<b>STORAGE</b>	
Thickness (mm)	100
Void ratio	0.75
Seepage rate (mm/hr)	100
Clogging factor	0
<b>DRAIN</b>	
Flow coefficient	1
Flow exponent	0.5
Offset (mm)	6
Open level (mm)	0
Closed level (mm)	0
Control curve	-

**Tabell B.3:** Verdier brukt til parametre for tlitak A1 (regnbed 20 cm) tall: egne vurderinger

<b>Parameter</b>	<b>Verdi</b>
<b>SURFACE</b>	
Berm height (mm)	10
Vegetation volume fraction	0.0
Surface Roughness (Mannings n)	0.1
Surface Slope (percent)	1.0
<b>SOIL</b>	
Thickness (mm)	200
Porosity	0.5
Field capacity	0.2
Wilting point	0.1
Conductivity (mm/hr)	200
Conductivity slope	10
Suction head (mm)	3.5
<b>STORAGE</b>	
Thickness (mm)	100
Void ratio	0.75
Seepage rate (mm/hr)	100
Clogging factor	0
<b>DRAIN</b>	
Flow coefficient	1
Flow exponent	0.5
Offset (mm)	6
Open level (mm)	0
Closed level (mm)	0
Control curve	-



**Tabell B.4:** Verdier brukt til parametre for tiltak A2.1 (grønne tak 3 cm) tall fra Rossman, 2015

<b>Parameter</b>	<b>Verdi</b>
<b>SURFACE</b>	
Berm height (mm)	100
Vegetation volume fraction	0.0
Surface Roughness (Mannings n)	0.1
Surface Slope (percent)	1.0
<b>SOIL</b>	
Thickness (mm)	30
Porosity	0.437
Field capacity	0.105
Wilting point	0.047
Conductivity (mm/hr)	30
Conductivity slope	45
Suction head (mm)	61
<b>DRAINAGE MAT</b>	
Thickness (mm)	37
Void fraction	0.55
Roughness (Mannings n)	0.25

**Tabell B.5:** Verdier brukt til parametre for tiltak A2.1 (grønne tak 3 cm) tall: egne vurderinger

<b>Parameter</b>	<b>Verdi</b>
<b>SURFACE</b>	
Berm height (mm)	14
Vegetation volume fraction	0.0
Surface Roughness (Mannings n)	0.1
Surface Slope (percent)	2.0
<b>SOIL</b>	
Thickness (mm)	30
Porosity	0.4
Field capacity	0.2
Wilting point	0.1
Conductivity (mm/hr)	400
Conductivity slope	10.0
Suction head (mm)	87.5
<b>DRAINAGE MAT</b>	
Thickness (mm)	10
Void fraction	0.8
Roughness (Mannings n)	0.1

**Tabell B.6:** Verdier brukt til parametre for tiltak A2.1 (grønne tak 3 cm) tall fra Russwurm, 2018

<b>Parameter</b>	<b>Verdi</b>
<b>SURFACE</b>	
Berm height (mm)	3
Vegetation volume fraction	0.1
Surface Roughness (Mannings n)	0.2
Surface Slope (percent)	1.0
<b>SOIL</b>	
Thickness (mm)	30
Porosity	0.65
Field capacity	0.45
Wilting point	0.1
Conductivity (mm/hr)	1000
Conductivity slope	40
Suction head (mm)	60
<b>DRAINAGE MAT</b>	
Thickness (mm)	10
Void fraction	0.72
Roughness (Mannings n)	0.2

**Tabell B.7:** Verdier brukt til parametre for tiltak A2.2 (grønne tak 20 cm) tall fra Rossman, 2015

<b>Parameter</b>	<b>Verdi</b>
<b>SURFACE</b>	
Berm height (mm)	100
Vegetation volume fraction	0.0
Surface Roughness (Mannings n)	0.1
Surface Slope (percent)	1.0
<b>SOIL</b>	
Thickness (mm)	200
Porosity	0.437
Field capacity	0.105
Wilting point	0.047
Conductivity (mm/hr)	30
Conductivity slope	45
Suction head (mm)	61
<b>DRAINAGE MAT</b>	
Thickness (mm)	37
Void fraction	0.55
Roughness (Mannings n)	0.25

**Tabell B.8:** Verdier brukt til parametre for tiltak A2.2 (grønne tak 20 cm) tall:egne vurderinger

<b>Parameter</b>	<b>Verdi</b>
<b>SURFACE</b>	
Berm height (mm)	14
Vegetation volume fraction	0.0
Surface Roughness (Mannings n)	0.1
Surface Slope (percent)	2.0
<b>SOIL</b>	
Thickness (mm)	200
Porosity	0.4
Field capacity	0.2
Wilting point	0.1
Conductivity (mm/hr)	300
Conductivity slope	10.0
Suction head (mm)	87.5
<b>DRAINAGE MAT</b>	
Thickness (mm)	10
Void fraction	0.8
Roughness (Mannings n)	0.1

**Tabell B.9:** Verdier brukt til parametre for tiltak A2.2 (grønne tak 20 cm) tall fra Russwurm, 2018

<b>Parameter</b>	<b>Verdi</b>
<b>SURFACE</b>	
Berm height (mm)	3
Vegetation volume fraction	0.1
Surface Roughness (Mannings n)	0.2
Surface Slope (percent)	1.0
<b>SOIL</b>	
Thickness (mm)	200
Porosity	0.65
Field capacity	0.45
Wilting point	0.1
Conductivity (mm/hr)	1000
Conductivity slope	40
Suction head (mm)	60
<b>DRAINAGE MAT</b>	
Thickness (mm)	10
Void fraction	0.72
Roughness (Mannings n)	0.2

**Tabell B.10:** Verdier brukt til parametre for tiltak A2.3 (grønne tak 60 cm) tall fra Rossman, 2015

<b>Parameter</b>	<b>Verdi</b>
<b>SURFACE</b>	
Berm height (mm)	100
Vegetation volume fraction	0.0
Surface Roughness (Mannings n)	0.1
Surface Slope (percent)	1.0
<b>SOIL</b>	
Thickness (mm)	600
Porosity	0.437
Field capacity	0.105
Wilting point	0.047
Conductivity (mm/hr)	30
Conductivity slope	45
Suction head (mm)	61
<b>DRAINAGE MAT</b>	
Thickness (mm)	37
Void fraction	0.55
Roughness (Mannings n)	0.25

**Tabell B.11:** Verdier brukt til parametre for tiltak A2.3 (grønne tak 60 cm) tall: egne vurderinger

<b>Parameter</b>	<b>Verdi</b>
<b>SURFACE</b>	
Berm height (mm)	14
Vegetation volume fraction	0.0
Surface Roughness (Mannings n)	0.1
Surface Slope (percent)	2.0
<b>SOIL</b>	
Thickness (mm)	600
Porosity	0.4
Field capacity	0.2
Wilting point	0.1
Conductivity (mm/hr)	200
Conductivity slope	10.0
Suction head (mm)	87.5
<b>DRAINAGE MAT</b>	
Thickness (mm)	10
Void fraction	0.8
Roughness (Mannings n)	0.1

**Tabell B.12:** Verdier brukt til parametre for tiltak A2.3 (grønne tak 60 cm) tall fra Russwurm, 2018

<b>Parameter</b>	<b>Verdi</b>
<b>SURFACE</b>	
Berm height (mm)	3
Vegetation volume fraction	0.1
Surface Roughness (Mannings n)	0.2
Surface Slope (percent)	1.0
<b>SOIL</b>	
Thickness (mm)	600
Porosity	0.65
Field capacity	0.45
Wilting point	0.1
Conductivity (mm/hr)	1000
Conductivity slope	40
Suction head (mm)	60
<b>DRAINAGE MAT</b>	
Thickness (mm)	10
Void fraction	0.72
Roughness (Mannings n)	0.2

**Tabell B.13:** Verdier brukt til parametre for tiltak A2.4 (grønne tak 100 cm) tall fra Rossman, 2015

<b>Parameter</b>	<b>Verdi</b>
<b>SURFACE</b>	
Berm height (mm)	100
Vegetation volume fraction	0.0
Surface Roughness (Mannings n)	0.1
Surface Slope (percent)	1.0
<b>SOIL</b>	
Thickness (mm)	1000
Porosity	0.437
Field capacity	0.105
Wilting point	0.047
Conductivity (mm/hr)	30
Conductivity slope	45
Suction head (mm)	61
<b>DRAINAGE MAT</b>	
Thickness (mm)	37
Void fraction	0.55
Roughness (Mannings n)	0.25

**Tabell B.14:** Verdier brukt til parametre for tiltak A2.4 (grønne tak 100 cm) tall: egne vurderinger

<b>Parameter</b>	<b>Verdi</b>
<b>SURFACE</b>	
Berm height (mm)	14
Vegetation volume fraction	0.0
Surface Roughness (Mannings n)	0.1
Surface Slope (percent)	2.0
<b>SOIL</b>	
Thickness (mm)	1000
Porosity	0.4
Field capacity	0.2
Wilting point	0.1
Conductivity (mm/hr)	200
Conductivity slope	10.0
Suction head (mm)	87.5
<b>DRAINAGE MAT</b>	
Thickness (mm)	10
Void fraction	0.8
Roughness (Mannings n)	0.1

**Tabell B.15:** Verdier brukt til parametre for tiltak A2.4 (grønne tak 100 cm) tall fra Russwurm, 2018

<b>Parameter</b>	<b>Verdi</b>
<b>SURFACE</b>	
Berm height (mm)	3
Vegetation volume fraction	0.1
Surface Roughness (Mannings n)	0.2
Surface Slope (percent)	1.0
<b>SOIL</b>	
Thickness (mm)	1000
Porosity	0.65
Field capacity	0.45
Wilting point	0.1
Conductivity (mm/hr)	1000
Conductivity slope	40
Suction head (mm)	60
<b>DRAINAGE MAT</b>	
Thickness (mm)	10
Void fraction	0.72
Roughness (Mannings n)	0.2

**Tabell B.16:** Verdier brukt til parametre for tiltak A4 (permeabelt dekke) tall fra Rossman, 2015

<b>Parameter</b>	<b>Verdi</b>
<b>SURFACE</b>	
Berm height (mm)	0
Vegetation volume fraction	0.0
Surface Roughness (Mannings n)	0.1
Surface Slope (percent)	1.0
<b>PAVEMENT</b>	
Thickness (mm)	125
Void ratio	0.15
Impervious surface fraction	0
Permeability (mm/hr)	110
Clogging factor	0
Regeneration interval	0
Regeneration fraction	0
<b>SOIL</b>	
Thickness (mm)	0
Porosity	0.5
Field capacity	0.2
Wilting point	0.1
Conductivity (mm/hr)	0.5
Conductivity slope	10.0
Suction head (mm)	3.5
<b>STORAGE</b>	
Thickness (mm)	300
Void ratio	0.625
Seepage rate (mm/hr)	100
Clogging factor	0
<b>DRAIN</b>	
Flow coefficient	1
Flow exponent	0.5
Offset (mm)	6
Open level (mm)	0
Closed level (mm)	0
Control curve	-

**Tabell B.17:** Verdier brukt til parametre for tiltak A4 (permeabelt dekke) tall: egne vurderinger

<b>Parameter</b>	<b>Verdi</b>
<b>SURFACE</b>	
Berm height (mm)	14
Vegetation volume fraction	0.0
Surface Roughness (Mannings n)	0.1
Surface Slope (percent)	2.0
<b>PAVEMENT</b>	
Thickness (mm)	70
Void ratio	0.15
Impervious surface fraction	0
Permeability (mm/hr)	110
Clogging factor	0
Regeneration interval	0
Regeneration fraction	0
<b>SOIL</b>	
Thickness (mm)	0
Porosity	0.5
Field capacity	0.2
Wilting point	0.1
Conductivity (mm/hr)	0.5
Conductivity slope	10.0
Suction head (mm)	3.5
<b>STORAGE</b>	
Thickness (mm)	300
Void ratio	0.75
Seepage rate (mm/hr)	100
Clogging factor	0
<b>DRAIN</b>	
Flow coefficient	2
Flow exponent	0.5
Offset (mm)	0
Open level (mm)	0
Closed level (mm)	0
Control curve	-







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

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
Norway