



Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Femårig Master i Teknologi (Siv.ing) i Byplanlegging	Vårsemesteret, 2021 Åpen / Konfidensielt
Forfatter: Kari Nødland	 (Signatur forfatter)
Fagansvarlig: Veildere(e):	Daniela Müller-Eie Ari Krisna Mawira Tarigan v/UiS Lise Berit Rugland v/COWI
Tittel på masteroppgaven: Engelsk tittel:	Utfordringer knyttet til overvann ved utbygging av kollektive akser Challenges associated with stormwater in surrounding areas when developing public transport axes
Studiepoeng:	30 poeng
Emneord: Overvannshåndtering Lokal overvannsdisponering Blågrønn faktor Klima endringer Kollektive akser Fortetting	Sidetall: 99 + vedlegg/annet: 7 vedlegg Stavanger, 15/06/2021 dato/år

A photograph of a woman running across a wet city street during a rainstorm. She is wearing a light-colored raincoat and carrying a red bag. She holds a white umbrella. The background shows a city street with buildings, traffic lights, and a bus. The scene is overcast and rainy.

Utfordringer knyttet til overvann ved utbygging av kollektive akser

EN CASESTUIDE AV BUSSVEIEN PÅ NORD-JÆREN

Hentet fra: Mye regn i Norge i august, (NTB, 2019), Foto: Håkon Mosvold Larsen (NTB scanpix)

MASTEROPPGAVE AV KARI NØDLAND SKREVET VÅREN 2021

UNIVERSITETET I STAVANGER

FORORD

Denne masteroppgaven markerer slutten på et toårig masterprogram i byplanlegging ved Universitetet i Stavanger. Med voksende interesse innenfor overvannshåndtering er temaet for oppgaven utfordringer knyttet til avrenning av overvann ved utbygging av kollektive akser. Temaet er valg utfra egen interesse og oppgavens relevans for dagsaktuelle temaer.

Arbeidet med oppgaven har vært utfordrende, men utrolig lærerikt og spennende. Prosessen har gitt meg innsikt i hvor komplekst faget overvannshåndtering er, og hvordan det involverer flere fagfelt.

Jeg vil takke veilederen min fra Universitetet i Stavanger, Ari Krisna Mawira Tarigan for god veiledning og tilbakemelding på oppgaven. Jeg vil også rette en stor takk til ekstern veileder i Cowi, Lise Berit Rugland for god veiledning og hjelpelige innspill.

En takk går også til Sandnes kommune og Asplan Viak som vært har hjelpelige og svart på e-post og meddelt informasjon angående Bussveien prosjektet

Til slutt vil jeg også takke familie, venner og medstudenter som har motivert meg og engasjert meg gjennom studietiden.

SAMMENDRAG

Fortetting av byer og tettsteder fører til økt avrenning av overvann, som tradisjonelt har vært håndtert ved å lede overvannet hurtigst mulig bort fra overflaten gjennom lukkede rørsystemer. Økt fortetting i kombinasjon med hyppigere nedbørshendelser som følge av klimaendringer fører til økt avrenning til det tradisjonelle overvannssystemet. Byvekstavtalen fremmer at utbygging av byer skjer på en måte som forbedrer tilbudet på kollektiv transport, dette fører til økt fortetting langs kollektive akser. Et resultat av dette er blant annet Bussveien prosjektet på Nord-Jæren. På bakgrunn av dette er problemstilling for oppgaven: *«Hvordan løse utfordringene knyttet til avrenning av overvann ved utbygging av kollektive akser i omkringliggende områder?»*.

Problemstillingen svares gjennom litteraturstudier av eksisterende kunnskap og forskning innenfor temaet hvor funn blir brukt i en komparativ casestudie av et begrenset område av Bussveien på Nord-Jæren, strekning Kvadrat – Ruten. Ettersom det avgrensede området er stort, er det delt inn i to deler på bakgrunn av eksisterende bebyggelse og den planlagte Bussveien. For å kunne se hvordan den planlagte Bussveien påvirker området og hvordan dette kan løses ved hjelp av åpne løsninger for overvann er det utarbeidet tre ulike scenarier. Et scenario ser på dagens situasjon, det andre ser på fremtidig situasjon etter planlagt Bussvei er implementert, mens det tredje scenarioet ser på fremtidig situasjon etter planlagt Bussvei er implementert hvor det også er anvendt åpne løsninger for overvann. Scenarioene er analysert på bakgrunn av to parametere; avrenning og blågrønn faktor.

Resultatene fra analysen viser at Bussveien i seg selv har lite påvirkning på avrenningen i området. Det er benyttet en klimafaktor på 20 % som står for den økte avrenningen. For å håndtere de økte mengdene med overvann i fremtiden er det implementert permeable dekker, fordrøyning og grønne tak i området som fordrøyer/infiltrerer overvannet lokalt. Resultatet er et område med redusert avrenning til kommunalt ledningsnett og en høyere blågrønn faktor.

Målet med oppgaven var å øke bevisstheten på hvordan omkringliggende områder blir berørt av store utbyggingsprosjekter, og hvordan dette kan håndteres ved hjelp av åpne løsninger for overvann. Selv om det er svakheter med metoden som er benyttet i oppgaven har det ført til positive resultater, og metoden kan dermed anvendes i tilsvarende prosjekter. På denne måten utformer vi et bærekraftig samfunn som er rustet for fremtidens klimaendringer.

ABSTRACT

The densification of cities leads to increased stormwater runoff, which traditionally has been handled by quickly directing the stormwater away through closed pipe systems. The combination of increased densification and more frequent torrential rain events as a result of climate change leads to an increased amount of stormwater to the traditional pipe systems. The Urban Growth Agreement (Byvekstavtalen) promotes that the densification takes place in such way that it improves the public transport in the area. This means densifying along public transport axes. The Bus Road on Nord-Jæren is an example on a project in the Urban Growth Agreement. The problem statement of the thesis is: “How to solve the challenges associated with stormwater runoff in surrounding areas when developing public transport axes?”

The problem statement is answered through literature studies of existing knowledge and research within the topic, where findings are used in a comparative case study of a limited area on the Bus Road on Nord-Jæren. As the case area is large, it is divided into two parts based on existing buildings and the planned Bus Road. In order to see how the planned Bus Road affects the area and how this can be solved by implementing open solutions for stormwater, three different scenarios are developed. The first scenario looks at the current situation of the area, the second looks at the future situation after the Bus Road are implemented, while the third scenario looks at the future situation after the Bus Road are implemented with open solutions for stormwater. The scenarios are analyzed based on two parameters: runoff and blue-green factor.

The results from the analysis show that the Bus Road itself has a minor impact on the stormwater runoff in the area. A climate factor of 20% has been used, which accounts for the increased runoff. In order to handle the increased stormwater runoff in the future, permeable covers, rain gardens and green roofs are implemented. These measures detention/infiltrates the stormwater locally. The result is an area with reduced stormwater runoff and a higher blue-green factor.

The objective for the thesis was to increase the awareness of how surrounding areas are affected by large development projects, such as the Bus Road, and how this can be handled by implementing open stormwater solutions. Although there are some weaknesses with the method used, it has led to positive results which can be used in similar projects. In this way, we are developing sustainable cities which are equipped to handle the future climate changes.

INNHold

Forord.....	3
Sammendrag.....	4
Abstract.....	5
Figurliste.....	9
Tabelliste.....	12
Begrepsliste.....	13
1. Introduksjon.....	14
1.1 Innledning.....	15
1.1.1 Problemstilling.....	15
1.1.2 Avgrensing.....	15
1.1.3 Mål.....	16
1.1.4 Oppgavens oppbygning.....	17
1.2 Metode.....	18
1.2.1 Litteraturstudie og informasjonsinnhenting.....	18
1.2.2 Casestudie.....	18
1.2.3 Befaring.....	18
2. Bakgrunn.....	20
2.1 Bakgrunn for oppgaven.....	21
2.1.1 Økt fortetting og urbanisering.....	21
2.1.2 Klimaendringer.....	22
2.1.3 Klimatilpasning og bærekraftig byplanlegging.....	23
3. Teori.....	25
3.1 Overvann.....	26
3.2 Konvensjonelle overvannsystemer.....	27
3.3 planleggingsmetoder for overvannshåndtering.....	28
3.3.1 Tre-leddstrategien.....	29
3.3.2 Nedbørbasert planlegging.....	30

3.3.3	Blågrønn faktor.....	31
3.4	Metoder for lokal overvannsdiskonering	34
3.4.1	Regnbed	35
3.4.2	Permeable dekker.....	36
3.4.3	Grønne tak og grønne vegger	37
3.4.4	Plastkasett- og steinfyllingsmagasin	38
3.4.5	Fordrøyningsdammer.....	39
3.4.6	Flomveier	40
3.4.7	Bekker og grøfter.....	40
3.4.8	Gresskleddede forsenkinger.....	41
3.5	Referanseprosjekt	42
3.5.1	Augustenborg – Sverige.....	42
3.5.2	Utrecht – Nederland.....	43
4.	Case.....	45
4.1	Caseområdet.....	46
4.1.1	Bussveien	48
4.2	Gjeldende planer.....	49
4.2.1	Regionalplan for Jæren 2050.....	49
4.2.2	Kommuneplan 2019 – 2035	49
4.2.3	Veileder for utarbeidelse av rammeplan for vann og avløp i Sandnes kommune	50
4.2.4	VA-norm for Sandnes kommune.....	51
4.2.5	VA-Rammeplan for Bussveien.....	51
4.3	To caseområder	52
4.3.1	Område 1: Stavangerveien - Håholen	53
4.3.2	Område 2 – Håholen til Gamleveien.....	58
5.	Analyse.....	64
5.1	Beregningsmetoder og datagrunnlag	65
5.1.1	Dimensjonerende overvannsmengde	65
5.1.2	Avrenningskoeffisienter	65

5.1.3	Dimensjonerende nedbørintensitet.....	66
5.1.4	Konsentrasjonstid for et nedslagsfelt	67
5.1.5	Regnvelopmetode med konstant utløp	67
5.1.6	Blågrønn faktor regneark	68
5.2	Scenarier	70
5.2.1	Scenario 0 – Dagens situasjon	70
	Område 1	70
	Område 2	71
5.2.2	Scenario 1: Etter planlagt utbygging av Bussveien	72
	Område 1	72
	Område 2	75
5.2.3	Scenario 2: Etter planlagt utbygging av Bussveien med åpne løsninger.....	76
	Område 1	77
	Område 2	79
6.	Resultater.....	82
6.1	Resultat og sammenligning	83
6.1.1	Avrenning.....	83
6.1.2	Blågrønn faktor.....	85
7.	Avslutning	87
7.1	Diskusjon	88
7.1.1	Avrenning.....	89
7.1.2	Blågrønn faktor.....	90
7.1.3	Oppsummering	91
7.2	Konklusjon.....	92
	Referanser.....	93
	Vedlegg	100

FIGURLISTE

Om ikke annet er spesifisert er figurer, bilder og illustrasjoner egenprodusert.

Figur 1.1: Oppgavens oppbygning.....	17
Figur 2.1: Urbaniseringens påvirkning på avrenningen. Inspirert av (Butler D. & W. Davies, 2010) ..	22
Figur 2.2: Endringen i prosentvis nedbørsum fra perioden 1971-2000 til 2031-2060 (venstre) og fra perioden 1971-2000 til 2071-2100(høyre). Fra: Klimafraskrivinger, (Norsk Klimaservice senter, u.å.a)	23
Figur 3.1: Kumlokket danser på grunn av overvann, Fra: Cowi setter fokus på overvann, (Byggeindustrien, 2015) foto: Svanhild Blakstad, 2015	26
Figur 3.2: Konvensjonelt system for håndtering av overvann Fra: Overvann i byer og tettsteder,(NOU, 2015, s. 66), Illustrasjon: Hanna Haukøyra Storemye	28
Figur 3.3: Lokale overvannstiltak Konvensjonelt system for håndtering av overvann. Fra: Overvann i byer og tettsteder, (NOU, 2015, s. 66), Illustrasjon: Hanna Haukøyra Storemye	29
Figur 3.4: Illustrasjon av tre-leddstrategien. Inspirert av: (VA forum, 2020)	30
Figur 3.5: Modell for nedbørsbasert analyse. Inspirert av: (Norges miljø- og biovitenskaplige universitet, 2016, s. 10).	31
Figur 3.6: Eksempel på samme areal med ulik blågrønn faktor. Fra: Blågrønn Faktor: Veileder byggesak (Oslo kommune & Bærum kommune, 2014, s. 9).....	34
Figur 3.7: Eksempel på regnbed. Fra: Regnbed, (Norges Geologiske Undersøkelse, 2018)	36
Figur 3.8: På venstre side er det anvendt et permeabelt dekke, mens på høyre sider er det tett dekke. Fra: Permeable dekker med belegningsstein i betong håndterer overvann, (Sivertsen, Muthanna, & Time, 2018), Foto: ASAK Miljøstein,	37
Figur 3.9: Oppbygging av et grønt tak. Fra: (Bergknapp, u.å.), Illustrasjon: Hege Vatnaland, fra: oppbygging.....	38
Figur 3.10: Montering av et plastkasettmagsin for fordrøyning av overvann. Fra: Norges første Q-Bic Plus anlegg montert på Gran, (Wavin, u.å.).	39
Figur 3.11: Fordrøyningsdam i Bjølsen studentby i Oslo (Fotograf Knut Snare, 2009).....	40
Figur 3.12: Bilde av en vadi ved en nedbørshendelse. Fra: Overvannstrategi for fremtiden, (Åstebøl, 2017), s. 8, Foto: Malmø kommune,.....	41
Figur 3.13: Bilde fra nabolag i Sverige. Fra: Urban stormwater management in Augustenborg, Malmö,)Climate ADAPT, 2017). Copyright TCPA.....	43
Figur 3.14: Grønt busstopp i Utrecht. Fra: Bie-busstopp i Utrecht. (Syslak, u.å.) Foto: Remko de Waal/ANP/AFP/Netherlands OUT	44
Figur 4.1: Kart som viser plasseringen av caseområdet, oransje strek er planlagt strekning for Bussveien. Kart: norgeskart.no	47

Figur 4.2: Oversikt over Bussveien strekningene. Fra: Kart med status delstrekninger, (Rogaland fylkeskommune, 2021b).....	48
Figur 4.3: Caseområdet fordelt inn i to områder. Kart: norgeskart.no.....	53
Figur 4.4: Område 1. Kart: norgeskart.no.....	54
Figur 4.5: Nedslagsfelt i Stavangerveien og i område 1. Fra: VA Rammeplan: Detaljregulering Bussveien fv-44 Kvadrat – Ruten (Sandnes sentrum), plan 2016102, (Mellgren & Helberg, 2020, ss. 13-14).....	56
Figur 4.6: Løsmasser og infiltrasjonsevne i området. Kart: http://geo.ngu.no/kart/minkommune/	57
Figur 4.7: Plankart for område 1 Fra: Detaljregulering: Bussveien fv. 44 Kvadrat – Ruten (Sandnes sentrum), (Asplan Viak, Rogaland fylkeskommune, & Bymiljøpakken, 2016).....	58
Figur 4.8: Tverrsnitt Stavangerveien fram til kryss ved Håholen. Inspirert av: Tiltaksbeskrivelse; Detaljregulering Bussveien fv.44 Kvadrat - Ruten (Sandnes sentrum), (Rogaland Fylkeskommune, 2020c, s. 3).....	58
Figur 4.9: Område 2. Kart: norgeskart.no.....	59
Figur 4.10: Nedslagsfelt i Stavangerveien og i område 2 og flom aktsomhetskart Fra: VA Rammeplan: Detaljregulering Bussveien fv-44 Kvadrat – Ruten (Sandnes sentrum), plan 2016102, (Mellgren & Helberg, 2020, ss. 13-15).....	60
Figur 4.11: Løsmasse og infiltrasjonsevne i område 2 Kart: http://geo.ngu.no/kart/minkommune/	61
Figur 4.12: Plankart for område 2 Fra: Detaljregulering: Bussveien fv. 44 Kvadrat – Ruten (Sandnes sentrum), (Asplan Viak, Rogaland fylkeskommune, & Bymiljøpakken, 2016).....	62
Figur 4.13: Tverrsnitt for område 2 Inspirert av: Tiltaksbeskrivelse; Detaljregulering Bussveien fv.44 Kvadrat - Ruten (Sandnes sentrum), (Rogaland Fylkeskommune, 2020c, s. 3).....	63
Figur 5.1: Blågrønn faktor regneark (Dronninga landskap, COWI, & CF Møller, 2014).....	69
Figur 5.2: Oversikt over type flater for Scenario 0, område 1. Kart. norgeskart.no.....	71
Figur 5.3: Oversikt over type flater for Scenario 0, område 2. Kart: norgeskart.no.....	72
Figur 5.4: Oversikt over type flater for Scenario 1, område 1. Kart: norgeskart.no.....	73
Figur 5.5: Flomveier og kritiske punkt for Scenario 1, område 2. Fra: Vedlegg 36 - Tegningshefte - VA og flom (G, GH og H-tegninger), (Asplan Viak, 2020).....	74
Figur 5.6: Oversikt over type flater for Scenario 1, område 2. Kart: norgeskart.no.....	75
Figur 5.7: Flomveier og kritiske punkt for Scenario 1, område 2 Fra: Vedlegg 36 - Tegningshefte - VA og flom (G, GH og H-tegninger), (Asplan Viak, 2020).....	76
Figur 5.8: Illustrasjonsplan Scenario 2, område 1. Kart: norgeskart.no (se vedlegg 7 for beplantningsplan).....	78
Figur 5.9: Oversikt over type flater for Scenario 2, område 1. Kart: norgeskart.no.....	79
Figur 5.10: Illustrasjonsplan for Scenario 2, område 2. Kart: norgeskart.no (se vedlegg 7 for beplantningsplan).....	80
Figur 5.11: Type flater Scenario 2, område 2. Kart: norgeskart.no.....	81

Figur 6.1: Oversikt over endringen av flater i de tre scenarioene i område 1	84
Figur 6.2: Oversikt over endringen av flater i de tre scenarioene i område 2	85

TABELLISTE

Tabell 3.1: Kategorisering av noen tekniske løsninger for overvann. Fra: Vann- og avløpsteknikk, Ødegaard, 2014, s. 355.....	35
Tabell 4.1: Blågrønn faktor krav i Sandnes kommune. Fra: Kommuneplan for Sandnes 2019-2035, (Sandnes kommune, 2019a, s. 8).....	50
Tabell 5.1: Maksimal avrenningskoeffisient for noen flater. Fra: kommunaltekniske normer for vann- og avløpsanlegg vedlegg 9, (Norsk Vann, 2020, s. 2)	65
Tabell 5.2: IVF verdier for Sandnes – Rovik. Fra Nedbørintensitet (IVF-verdier), (Norsk Klimaservicesenter, 2020).....	66
Tabell 5.3: Klimapåslag for kraftig nedbør, avhengig av varighet og dimensjonerende gjentakintervall. Fra Nedbørintensitet (IVF-verdier), (Norsk Klimaservicesenter, 2020).....	66
Tabell 6.1: Resultater fra analysen	83
Tabell 6.2: Resultater av fordrøyning fra analysen.....	83

BEGREPSLISTE

Ord/begrep	Definisjon	Kilde
Fordrøyning	Prosess hvor nedbør holdes tilbake slik at overvannet trygt kan slippes ut i kontrollert tempo og mengder.	(Storm Aqua, u.å.a)
Infiltrasjon	Naturlig inntrenging i grunnen. Minker avrenning og bidrar til å opprettholde grunnvannstanden.	(Miljø-direktoratet, 2020a)
Klimafaktor	Sikkerhetsfaktor som tar høyde for klimaendringene ved beregning av fremtidig avrenningssituasjon	
Overløp	For å redusere vannføring i rørledninger under nedbør er det montert kumarrangement på avløpsledninger. Ledningsdimensjonen kan reduseres ved bruk av overløp.	(Store norske leksikon, 2018)
Overvannshåndtering	Trygg bortledning, lokal disponering og eventuell behandling av overvann.	(Miljø-direktoratet, 2020a)
Perkolasjon	Vann som langsomt beveger seg gjennom et lag av porøst materiale.	(Norsk Vann, u.å.a)
Permeabel flate	Gjennomtrengelig flate	(Norsk vann, u.å.b)
Resipient	Et vann, elv, vassdrag eller vann som mottar utslipp av overvann	(Store norske leksikon, 2020)
Spillvann	Avløpsvann fra industri eller bebyggelse. Spillvann er som regel forurenset.	(Vinjar, 2018)
Styrtregn	Kraftig og plutselig regnskyll, kan vare i noen minutter til noen få timer.	(Seter, 2021)

01.

Introduksjon

1.1 Innledning

1.2 Metode



1.1 INNLEDNING

Urbaniseringen fører til at stadig flere grøntarealer blir skiftet ut til fordel for tette flater. Det blir mer fokus på fortetting rundt kollektive akser slik at flere kan la bilen stå hjemme. Resultatet er utbygging av flere kollektive akser for å forbedre kollektive tilbud. Et eksempel på dette er Bussveien prosjektet på Nord-Jæren.

Lokal håndtering av overvann gjennom åpne løsninger er ikke den tradisjonelle måten for håndtering av overvann i Norge, som tradisjonelt har vært å føre overvannet til ledninger i bakken. Rørsystemene i Norge begynner å bli gamle, og ble dimensjonert for datidens avrenning. Det er mangel på konkrete krav for overvannshåndtering fra kommuner. Grunnet plassmangel i prosjekter vil det være vanskelig for utbygger å prioritere arealer til åpne løsninger for overvann.

Klimaet er i endring, og det er spådd flere hendelser av ekstremnedbør i fremtiden. Etablering av tette flater og økt nedbør, som igjen fører økt avrenning i området, skaper økt belastning på ledningsnett. Overvannsflom som følge av overkapasitet på ledningsnett kan føre til store skader på infrastruktur. Dette betyr at tiltak bør bli gjort for å unngå skader på infrastruktur og bygninger under en eventuell flomhendelse som følge av overkapasitet på ledningsnett.

En problemstilling er utarbeidet hvor hensikten er å se hvordan utbygging av kollektive akser påvirker avrenningen i området, og om dette kan løses ved hjelp av lokal håndtering av overvann gjennom åpne løsninger. Oppgaven tar for seg flere metoder for åpne løsninger, og hvordan dette kan gjennomføres i et område slik at den økende mengden overvann ikke overbelaster ledningsnett.

1.1.1 Problemstilling

«Hvordan løse utfordringene knyttet til avrenning av overvann ved utbygging av kollektive akser i omkringliggende områder?»

For å kunne svare på oppgavens problemstilling er det utviklet følgende forskerspørsmål:

1. Hvordan påvirker utbygging av kollektive akser avrenningen i området?
2. Hvordan kan åpne overvannsløsninger bidra til å fordrøye avrenningen og øke den blågrønne faktoren i området?

Problemstillingen og forskerspørsmål utredes gjennom en komparativ casestudie av et avgrenset område på Bussveien-prosjektet på Nord-Jæren. Samfunnet er stadig i utvikling samtidig som klimaet endrer seg, og som planlegger må en derfor gjøre antakelser basert trendutviklinger og erfaringer.

1.1.2 Avgrensing

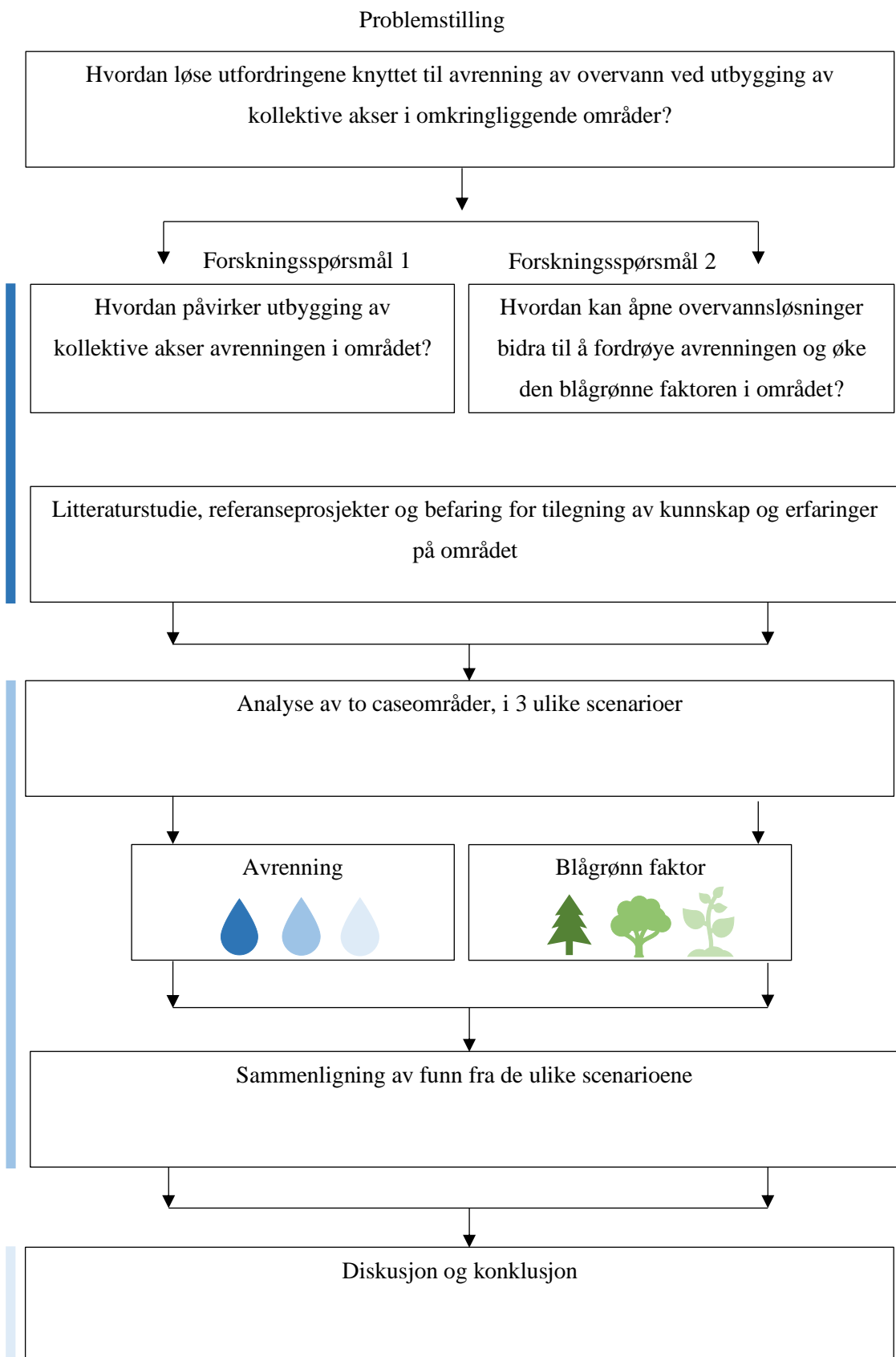
Selv om det er flere parametere som kunne vært interessante å se på i oppgaven er det på grunn av oppgavens tidsbegrensing valgt å fokusere på 2 parametere; avrenning og blågrønn faktor. De to parameterne blir vurdert på bakgrunn av tidligere erfaringer ved hjelp av litteraturstudie og

referanseprosjekter. Parametere som også kunne vært interessante å sett på, men som ikke blir vurdert i denne oppgaven er blant annet økonomi, drift- og vedlikehold, rensing, levetid og biologisk mangfold.

1.1.3 Mål

Målet med oppgaven er å øke og bevisstheten på hvordan omkringliggende områder blir berørt av store utbyggingsprosjekter. Det er også ønskelig å utforske om implementering av åpne løsninger kan være med på å løse dette problemet, slik at samme metode kan anvendes i tilsvarende prosjekter. På denne måten kan vi sørge for en bærekraftig byutvikling hvor vi planlegger for et klima i endring hvor vi ser på overvann som en resurs.

1.1.4 Oppgavens oppbygning



Figur 1.1: Oppgavens oppbygning

1.2 METODE

Dette kapitlet beskriver hvordan det systematisk er jobbet for å svare på problemstillingen. Det er brukt kvalitative metoder for å hente kunnskap fra ulike meninger, hendelser og erfaringer for åpne overvannsløsninger gjennom en litteraturstudie. Kvantitative metoder er brukt for å finne avrenning og blågrønn faktor for området og annen data som baserer seg på tall og det som er målbart.

1.2.1 Litteraturstudie og informasjonsinnhenting

For å få en oversikt over eksisterende forskning og kunnskap innenfor problemstillingen er en litteraturstudie gjennomført. Resultatet av litteraturstudiet er et teorikapittel hvor viktig og relevant informasjon for å svare på problemstillingen og forskerspørsmålene er samlet. Informasjonen er hentet fra blant annet fagbøker, forskningsrapporter, referanseprosjekter, personlige meddelelser over e-post fra Asplan Viak og Sandnes kommune og tips fra veiledere. Informasjonen fra teorikapitlet legger grunnlaget for informasjonen som er brukt for å svare på problemstillingen.

1.2.2 Casestudie

En casestudie er en studie av en enhet (Wæhle, Dahlum, & Grønmo, 2020). Formålet med casestudien er å utvikle en bredere kunnskap og forståelse av det som studeres. Det er i denne oppgaven utført en komparativ casestudie hvor det er valgt 3-eneheter som systematisk blir sammenlignet (Wæhle, Dahlum, & Grønmo, 2020).

Det er i denne oppgaven et ønske om å se på problemene knyttet til overvannshåndtering ved utbygging av kollektive akser, hvor Bussveien på Nord-Jæren er valgt som case. Det blir brukt teori fra teorikapitlet til å foreslå åpne løsninger for området. Det er utarbeidet 3 scenarioer for caseområdet:

- Scenario 0: Dagens situasjon
- Scenario 1: Etter planlagt utbygging av Bussveien
- Scenario 2: Etter planlagt utbygging av Bussveien, med åpne overvannsløsninger implementert

For hvert scenario er det gjort en konsekvensanalyse som har sett på de to parameterne avrenning og blågrønn faktor ved å gjennomføre overslagsberegninger. Resultatene fra analysen blir vurdert opp mot hverandre i resultatkapitlet.

Det er ønskelig at informasjon og funn fra dette caseområdet kan brukes i lignende prosjekter i urbane områder. Det er imidlertid viktig å nevne at hvert område er unikt hvor tiltak må tilpasses områdets nedbørsituasjon, topografi og andre stedlige faktorer.

1.2.3 Befaring

Det var nødvendig med en befaring for å få en oversikt over området, og for kunne gjøre overslagsberegninger på blågrønn faktor. Dette ble gjort ved å gå fra vest – øst – vest i området og

markere trær, busker, flater og annen relevant informasjon. Befaringen ga en bedre oversikt over området, og det ble gjort observasjoner som ikke kunne blitt gjort via kart og andre tjenester.

02.

Bakgrunn

2.1 Bakgrunn for oppgaven



2.1 BAKGRUNN FOR OPPGAVEN

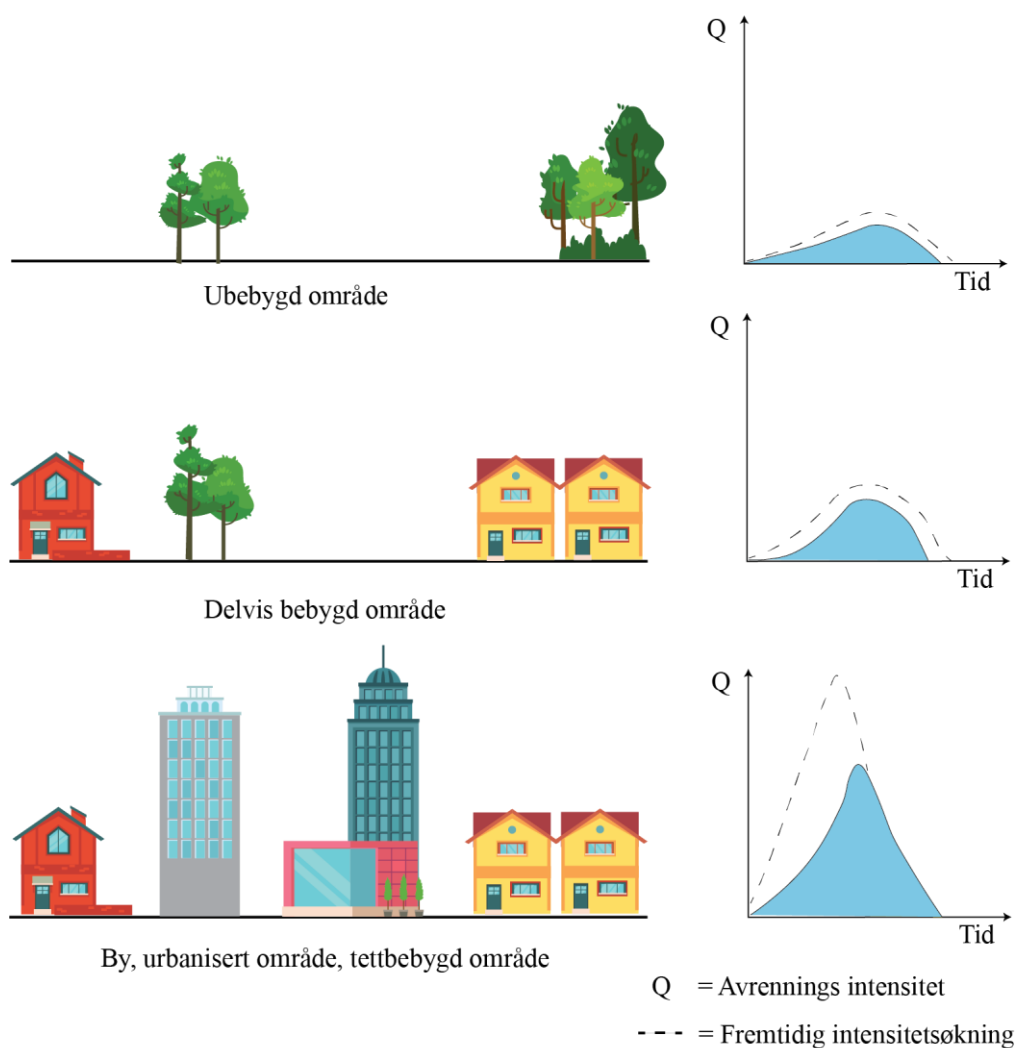
Urbanisering og fortetting av byer og tettsteder er blant de mest radikale inngrepene i vannets kretsløp. Grønne flater blir erstattet med asfalt og naturlige bekker blir lagt i rør, vannet må dermed finne alternative veier (Ødegaard, 2014, ss. 51 - 52). Regjeringen lokker med belønningsavtaler hvor det overordnede målet er nullvekst av personbiltransport. Strategien for å nå dette målet er å fortette langs kollektive akser og forbedre tilbudet innenfor kollektiv transport (Samferdselsdepartementet, 2021). Et eksempel på dette er utbygging av Bussveien på Nord-Jæren.

Klimaet er i endring som følge av at klimagasser i atmosfæren varmer opp jordkloden. Dette ser vi i form av blant annet økt nedbør og havnivåstigning. Fortetting i kombinasjon med havnivåstigning og økte nedbørsmengder kan skape store problemer og ødeleggelser av byer og tettsteders infrastruktur (Benestad, Mamen, Harstveit, & Fuglestad, 2021). Dette kapitlet beskriver bakgrunnen for problemstillingen og hvorfor det er relevant å ta for seg et slikt problem.

2.1.1 Økt fortetting og urbanisering

Norge har et nasjonalt mål om at mer av utbyggingen bør foregå innenfor bysentrum og tettstedsområder. Dette fører til at byene og tettstedene blir mer kompakte og naturlig terreng erstattes med tette flater (Miljødirektoratet, 2019). Regionalplanen for areal og transport i Oslo og Akershus (vedtatt 2015) legger opp til at fremtidig vekst i regionen skal løses ved å utvikle byer. Det er dermed lagt opp til at Bybåndet, som er den sammenhengende transport-strukturen i byområdet mellom Oslo, Lillestrøm, Ski og Asker, skal ta en stor andel av veksten (Kristiansen, et al., s. 4). Flere andre regioner og kommuner som Jæren og Fredrikstad følger samme strategi (Holm & Elin, 2017) (Rogaland fylkeskommune, 2021a).

Etablering av tette flater som hustak, veier, parkeringsplasser, flyplasser etc. er en av de største årsakene til endringer i vannets kretsløp (Ødegaard, 2014, ss. 51-53). Effekter knyttet til de store bruksendringene ved fortetting og urbanisering kalles urbanhydrologi. Mindre fordamping og infiltrasjon og raskere avrenning og erosjon er et resultat av fjernet vegetasjon, etablering av tette flater og utretting av naturlige vannveier til fordel for urbanisering og fortetting (Ødegaard, 2014, ss. 51-53). Figur 2.1 illustrerer hvordan avrenningen endrer seg i takt med urbaniseringen og forventet endring i fremtiden.



Figur 2.1: Urbaniseringens påvirkning på avrenningen. Inspirert av (Butler D. & W. Davies, 2010)

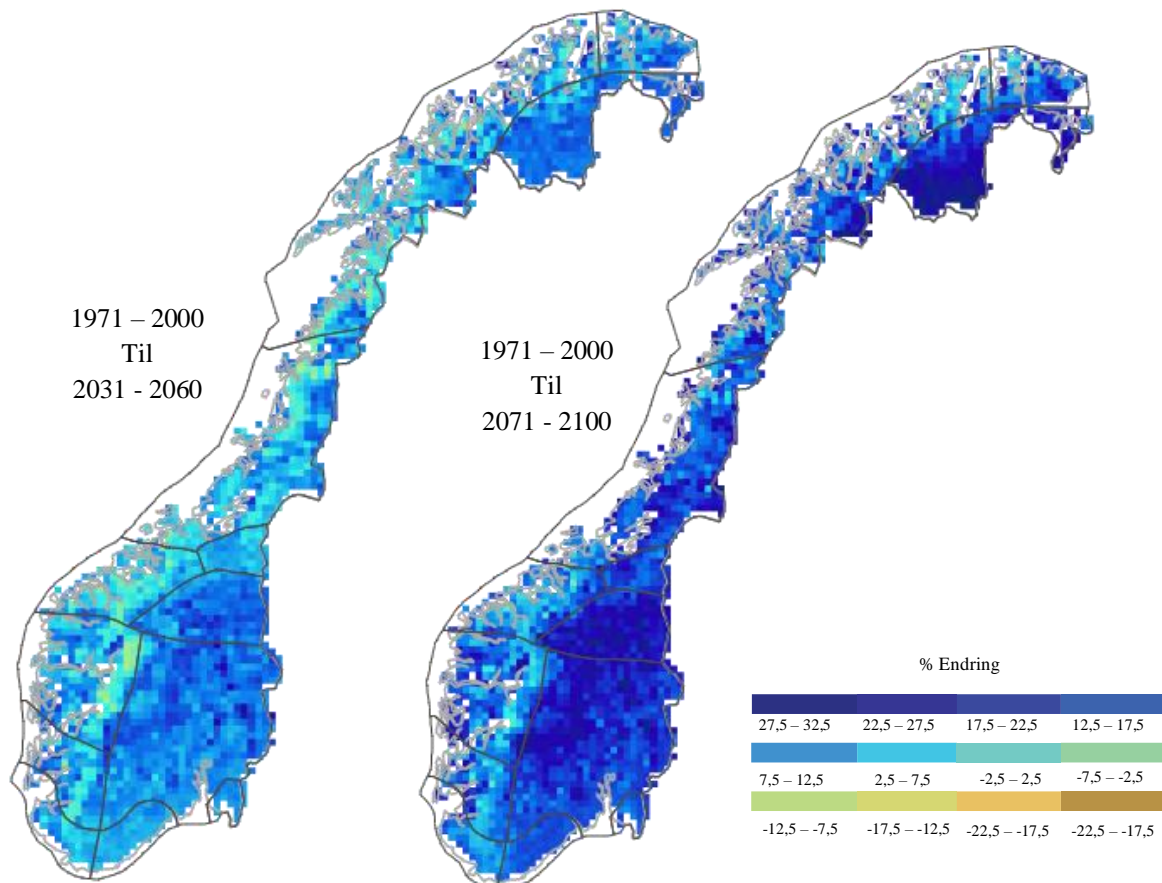
2.1.2 Klimaendringer

Klimaet er i endring, og vi har allerede begynt å merke effekten av dette. Klimaendringer er endringen i hyppigheten på forekomsten av ulike typer vær. Dette kan være endring av hyppighet og intensitet på nedbør, gjennomsnitt temperatur, vind eller vannføring (Benestad, Mamen, Harstveit, & Fuglestad, Klimaendringer, 2020). Et resultat av økende temperaturer er at luften holder på mer vann, og det vil da falle mer nedbør når det først regner. Det vil bli mer nedbør i Nord-Europa og sannsynligvis mindre i Sør-Europa. Intensiteten på nedbøren kan føre til flere flommer der vannføringer eroderer elvekanter i løpet av kort tid (Benestad, Mamen, Harstveit, & Fuglestad, Klimaendringer, 2020).

Klimaendringer i Norge

I Norge er klimaendringene merkbare i form av mer nedbør, kortere snøsesong, isbreer som krymper, endret flommønster og havnivåstiging. Det ventes oftere og mer nedbør i fremtiden der styrtregn forekommer oftere som fører til mer overvann og flere oversvømmelser. Klimaet vil fortsette å endre seg, og dette bør tas hensyn til i planleggingen. Det er viktig å kartlegge områder som er spesielt utsatt for flom og skred da veier og bygninger skal overleve flere tiår (Regjeringen, 2020).

Fra 1990 har nedbøren i Norge økt med 20 %, og det er estimert at det kommer til å øke like mye mot slutten av århundret. Intense nedbørshendelser i løpet av kort tid skaper større problemer med overvann og oversvømmelser i byer. Ekstremnedbør kan også føre til dårlig vannkvalitet i form av lekkasjer fra avløp eller avrenning fra områder med husdyrdrift (Meteorologisk institutt, 2017). Figur 2.2 viser endring i prosentvis nedbør fra to perioder.



Figur 2.2: Endringen i prosentvis nedbørsum fra perioden 1971-2000 til 2031-2060 (venstre) og fra perioden 1971-2000 til 2071-2100(høyre). Fra: Klimafraskrivinger, (Norsk Klimaservice senter, u.å.a)

2.1.3 Klimatilpasning og bærekraftig byplanlegging

Klimatilpasning handler om å forstå konsekvensene av at klimaet endrer seg, iverksette tiltak for å redusere eller hindre skader og utnytte eventuelle muligheter endringene innebærer. Nasjonalt har Norge et mål om at samfunnet skal forberedes og tilpasses klimaendringene (Miljø-direktoratet, u.å.).

Regionalplanen for Jæren 2050 legger frem at planleggingen skal bidra til at regionen er rustet for å håndtere et varmere, våtere og villere klima. Det skal planlegges på bakgrunn den økende risikoen for flom og skred, økt havnivå, mer overvann og økt påvirkning av naturmiljøet. Der det er relevant må klimatilpasning og utslippsreduksjoner ses i en sammenheng. God klimatilpasning er å planlegge for

løsninger som både reduserer utslippene samt reduserer risiko og sårbarhet for klimaendringer. I arealplanlegging handler klimatilpasning ofte om å unngå å bygge i områder med økende naturfare (Rogaland fylkeskommune, 2019, s. 70).

Bærekraftig byplanlegging legger til rette for kollektivtrafikk og andre miljøvennlige transportmidler som bybane, buss og tog, utnytter alle arealer best mulig og sikrer nødvendige grøntområder (Miljøverndepartementet, 2013).

80 % av Norges befolkning bor i byer og tettsteder hvor vi frakter oss selv frem og tilbake til jobb, skole, fritidsaktiviteter etc. Mange byer har spredt seg ukontrollert med bilen som hoved transportmiddel, dette fører til mindre trivelige og miljøvennlige byer (Miljøverndepartementet, 2013). Regjeringen vil at flere skal gå, sykle og benytte seg av kollektivtrafikken for å hindre at veksten i persontransport skjer med bil, som bidrar til dårligere fremkommelighet og økt forurensing. Det lokkes med belønningsavtaler, bymiljøavtaler og byvekstavtaler, som alle er ordninger som har nullvekst for persontransport med bil som et overordnet mål. Bymiljøavtalene bidrar blant annet med høykvalitets kollektivløsninger i de største byområdene (Samferdselsdepartementet, 2021). Gjennom byvekstavtalen forplikter regionen seg blant annet til at utvikling av boliger og arbeidsplasser i fremtiden skal skje på en måte som styrker kollektivtilbudet og reduserer behovet for personbiltransport (Bymiljøpakken, u.å.).

03.

Teori

Dette kapittelet er resultatet av litteraturstudiet hvor relevant teori er hentet for å kunne svare på problemstillingen for oppgaven.

3.1 Overvann

3.2 Konvensjonelle overvannssystemer

3.3 Metoder for lokal overvannsdiskonering

3.4 Tekniske løsninger for overvann

3.5 Referanseprosjekt



3.1 OVERVANN

Overvann er et resultat av nedbør og/eller snøsmelting. Deler av dette vannet infiltreres ikke i grunnen, og renner dermed av på overflaten. Overvannet er ofte forurenset, og forurensingskonsentrasjonen i vannet varierer etter hvor regn faller og hvor kraftig det er. Som følge av kontakt med forurensete flater kan overvannet inneholde store mengder suspendert stoff (sand, leire, etc.) og høye konsentrasjoner av organiske- og uorganiske mikroforurensinger (Ødegaard, 2014, s. 344).

Håndtering av overvann i urbane områder har tradisjonelt vært basert på å raskest mulig lede bort overvannet i lukkede ledningssystemer (Ødegaard, 2014, s. 344). Økt fortetting fører til færre permeable flater, som kan føre til store ødeleggelser dersom eksisterende ledningsnett ikke har tilstrekkelig kapasitet. Store deler av vann- og avløpsledningene er gamle og i dårlig stand. Dette skyldes dårlig vedlikehold og at mange avledningene ble dimensjonert på bakgrunn av daværende kunnskap. Flere av dagens systemer er dermed ikke dimensjonert for å håndtere økte mengder med overvann. Konsekvensene av dette kan bli ledningsbrudd, lekkasje av avløpsvann inn i drikkevannsledninger, utslipp av ubehandlet avløpsvann og tilbakeslag (NOU, 2015, s. 200). Figur 3.1 viser et eksempel på hva som kan skje når det konvensjonelle overvannssystemet blir overbelastet.



*Figur 3.1: Kumlokket danser på grunn av overvann, Fra: Cowi setter fokus på overvann, (Byggeindustrien, 2015)
foto: Svanhild Blakstad, 2015*

Ifølge Hallvard Ødegaard er en helhetlig overvannshåndtering viktig for å ivareta en rekke forhold som (Ødegaard, 2014, s. 344):

- *«Gi sikkerhet for innbyggerne (liv, helse, økonomi)*
- *Unngå flomskader og sikre at flommer ledes i flomveier utenom bebyggelse slik at de gjør mindre skade*
- *Se til at flomutsatte områder ikke bebygges*
- *Sikre best mulig vannkvalitet for overvann (grunnvann, vassdrag, sjøer)*
- *Redusere overløpsdriften fra avløpssystemet*
- *Ivareta vegetasjonsområder innenfor urbane områder*
- *Sikre god bruk av vannveier ved utforming av nye urbane områder. Unngå bekkelukkinger»*
(Ødegaard, 2014, s. 344)

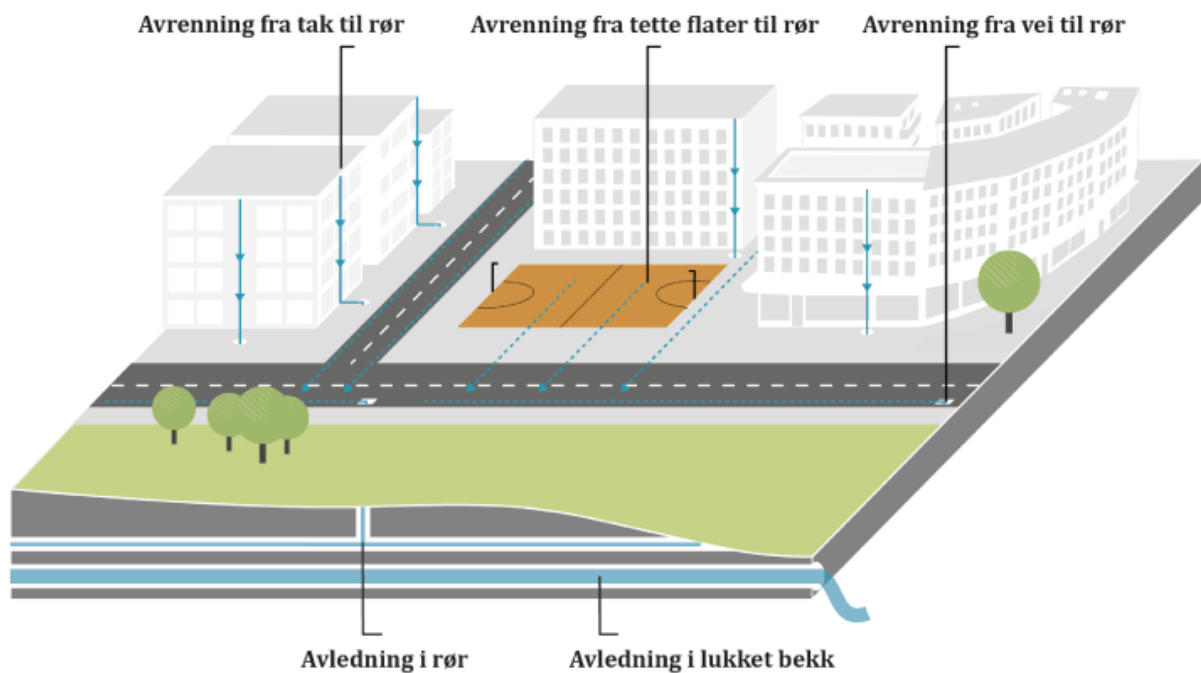
Det er som oftest flere aktører involvert for overvannshåndtering innenfor større arealer. Utfordringen er da å ivareta en helhetlig planlegging, utforming og vedlikehold av tiltakene. Det er viktig at ansvaret samordnes og fordeles mellom de ulike partene (Ødegaard, 2014, s. 345). Alle i samfunnet har et ansvar for håndtering av overvann. Alle aktører med en oppgave eller funksjon som påvirker eller blir påvirket av overvann må forholde seg til overvannshåndtering. Behovet for overvannshåndtering skal bli vurdert etter klima, ventede endringer og hvordan dette vil påvirke avrenningen (Miljø-direktoratet, 2020a).

For å bidra med veiledning og tilrettelegging av gode rammebetingelser for kommunens overvannshåndtering har Miljø-direktoratet oversikt over hver enkelt kommunes regelverk og rammebetingelser for håndtering av overvann. Det statlige ansvaret for både forebygging og skader grunnet flom og skred ligger hos Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). NVE skal bistå kommuner med øvrig kompetanse for å forebygge skader fra overvann. Forurensningsmyndighet for samlet eller egnet for oppsamling av overvann er fylkesmannen, men ikke over kommunale avløpsanlegg. Fylkesmannen skal aktivt delta med kunnskap og veiledning om miljøverdier konsekvenser av klimaendringer og nasjonale føringer i planprosessene. Kommunen har flere roller og funksjoner som blir påvirket eller påvirkes av overvann. Dette er blant annet myndighetsutøver, tjenesteleverandør, tilrettelegger og pådriver og eier. Det er tiltakshaver som er ansvarlig for å ivareta krav og føringer i areal- og reguleringsplan og i byggeteknisk forskrift (Miljø-direktoratet, 2020a).

3.2 KONVENSJONELLE OVERVANNSYSTEMER

Tradisjonelt har overvannshåndtering bestått av å føre vannet bort raskest mulig via lukkede ledningssystemer under bakken (Ødegaard, 2014, s. 344). I konvensjonelle overvannssystemer ledes overvannet ned i separate ledninger under bakken hvor vannet blir transportert direkte til sjø eller vassdrag, eller til et felles ledningsnett for avløpsvann og overvann. Dette systemet består ofte av bekker

som er lagt i rør (NOU, 2015, s. 65). Figur 3.2 illustrerer et eksempel på et konvensjonelt avløpssystem hvor overvannet blir ledet ned til rør.



Figur 3.2: Konvensjonelt system for håndtering av overvann. Fra: Overvann i byer og tettsteder, (NOU, 2015, s. 66), Illustrasjon: Hanna Haukøyra Storemye

Hvis vannmengdene fra felles systemet blir større enn det systemet er dimensjonert for, vil overskuddsvannet gå i overløp. Fortynnet avløpsvann blir da sluppet urensset ut fra overløp på ledningsnett og pumpestasjoner dersom overvannet tilføres et fellessystem (NOU, 2015, s. 65).

I utgangspunktet dimensjoneres ledningsanlegg for spissavrenning (maksimal avrenning). Mens det for avskjærende ledningssystem, overløp, fordrøyningsanlegg, infiltrasjonsanlegg etc. dimensjoneres for spissvolumavrenning (Trondheim kommune, 2020, s. 1). Det vil si at eldre avløpssystem er dimensjonert for daværende avrenningsmengder.

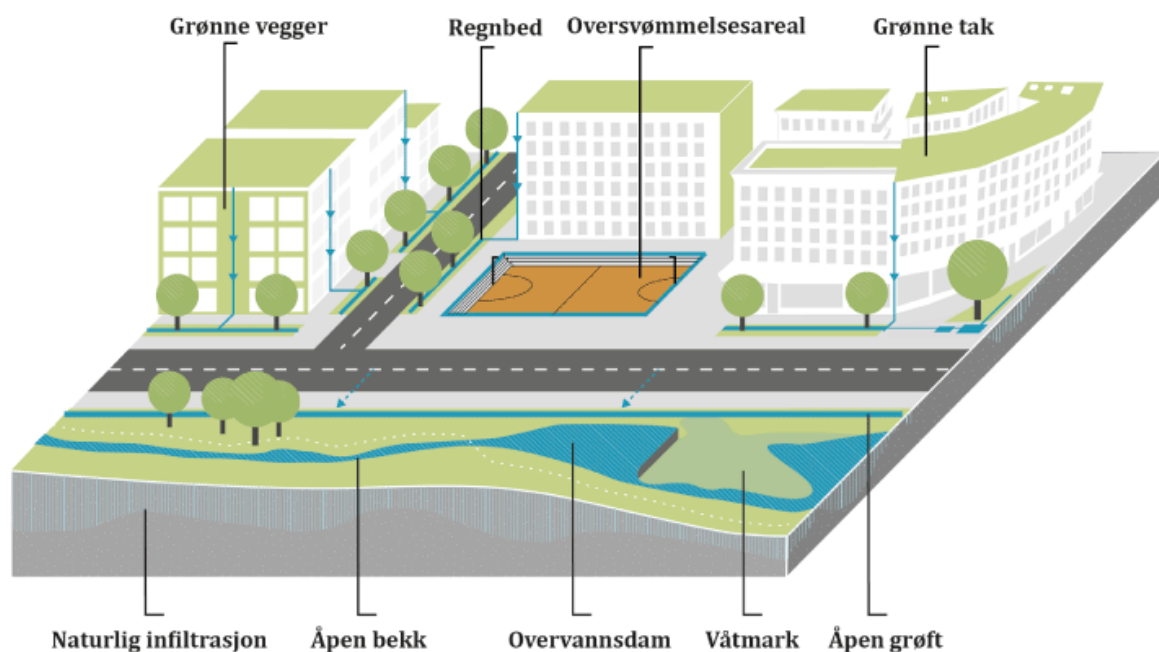
3.3 PLANLEGGINGSMETODER FOR OVERVANNSHÅNDTERING

Når et område skal planlegges er det viktig å ta høyde for effektene av klimaendringene og hvilke konsekvenser tiltaket har på det utsatte området. Det er viktig med sammenhengende arealer i naturen for å bevare naturmangfoldet (Ødegaard, 2014, s. 344)

Lokal overvannsdiskonering (LOD) er moderne tiltak for overvannshåndtering. LOD innebærer å gi vannet mulighet til å finne naturlige veier via infiltrasjon og/eller renne bort via åpne vannveier og dammer. En kan oppnå både positive effekter for natur- og bomiljø og redusere faren for skader gjennom bruken av LOD-tiltak (NOU, 2015, s. 65). Det er viktig at faren for vannskader vurderes ved bruk av LOD-tiltak. Hallvard Ødegaard mener det bør sjekkes om (Ødegaard, 2014, s. 354):

- «Er infiltrasjonskapasiteten i grunnen god nok?
- Kan det oppstå forsumping av områdene, skader på bygninger pga. dårlig drenering av fundamentene og vanninntrengning, sopp og råte?
- Blir trafikkarealer forsvarlig drenert?
- Kan iskjøving og andre frostrelaterte problemer oppstå?
- Kan det oppstå erosjonsproblemer?» (Ødegaard, 2014, s. 354)

Illustrasjon av hvordan lokale og åpne overvannstiltak kan utfylle og/eller erstatte det konvensjonelle avløpssystemet er vist i Figur 3.3.



Figur 3.3: Lokale overvannstiltak Konvensjonelt system for håndtering av overvann. Fra: *Overvann i byer og tettsteder*, (NOU, 2015, s. 66), Illustrasjon: Hanna Haukøyra Storemye

Metode for overvannshåndtering bør være tilpasset lokale forhold og behov, løsningene bør også fungere både sommer og vinter og i vekslende værforhold (Ødegaard, 2014, s. 352).

Videre er det flere metoder som kan bli brukt i planleggingsfasen for å håndtere overvann, blant annet tre-leddstrategien, nedbørsbasert planlegging og blågrønn faktor. Nevnte metoder blir presentert i påfølgende kapitler.

3.3.1 Tre-leddstrategien

Tre-leddstrategien er en moderne planleggingsmetode for håndtering av overvann (illustrert i Figur 3.4). Den reduserer og forsinket avrenningen gjennom 3 ledd avhengig av hvor mye nedbør som faller (Miljødirektoratet, 2020b):

1. Fang opp og infiltrer

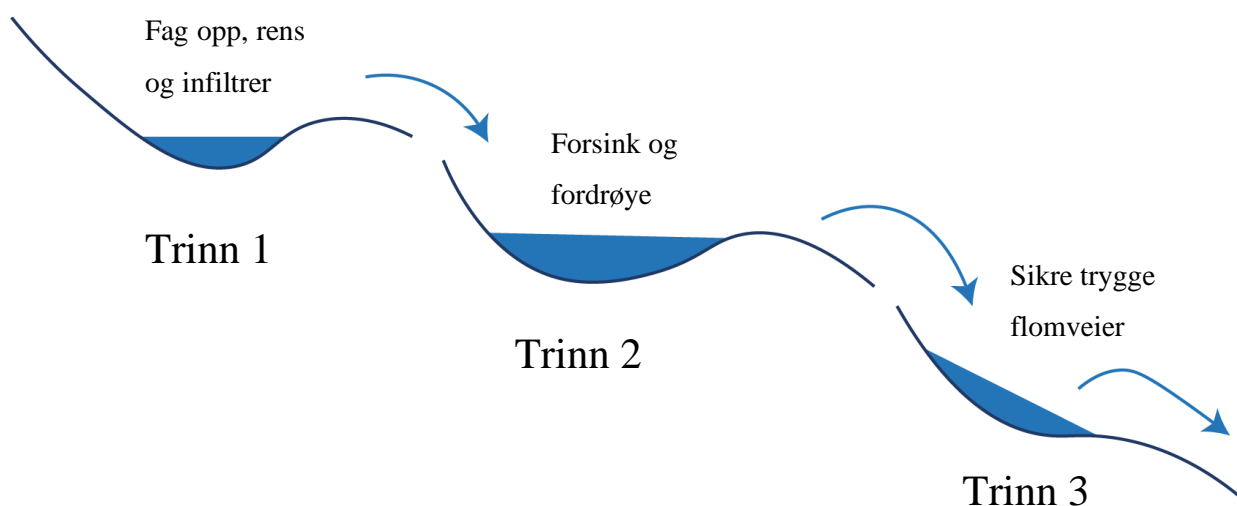
Ved mindre nedbørmengder skal overvannet håndteres lokalt og infiltrere eller holde tilbake vannmengder der det er mulig. Dette kan for eksempel være parker og hager med gressplen, parkeringsplasser med permeabelt dekke eller flater med naturlig infiltrasjon i grunnen (Miljødirektoratet, 2020b).

2. Forsinking og fordrøyning

Ved større nedbørmengder vil overskuddsvann fra ledd 1 videreføres til anlegg som forsinker og fordrøyer avrenningen. Eksempler her kan være en åpen dam eller et lukket fordrøyningsmagasin (Miljødirektoratet, 2020b).

3. Trygge flomveier

Overskuddsvann fra ledd 2 blir deretter ført videre via trygge flomveier til en resipient eller annet tilrettelagt areal som tåler oversvømmelse i en periode. Dette kan blant annet skje gjennom et vassdrag, ledningsnett eller en planlagt flomvei (Miljødirektoratet, 2020b).



Figur 3.4: Illustrasjon av tre-leddstrategien. Inspirert av: (VA forum, 2020)

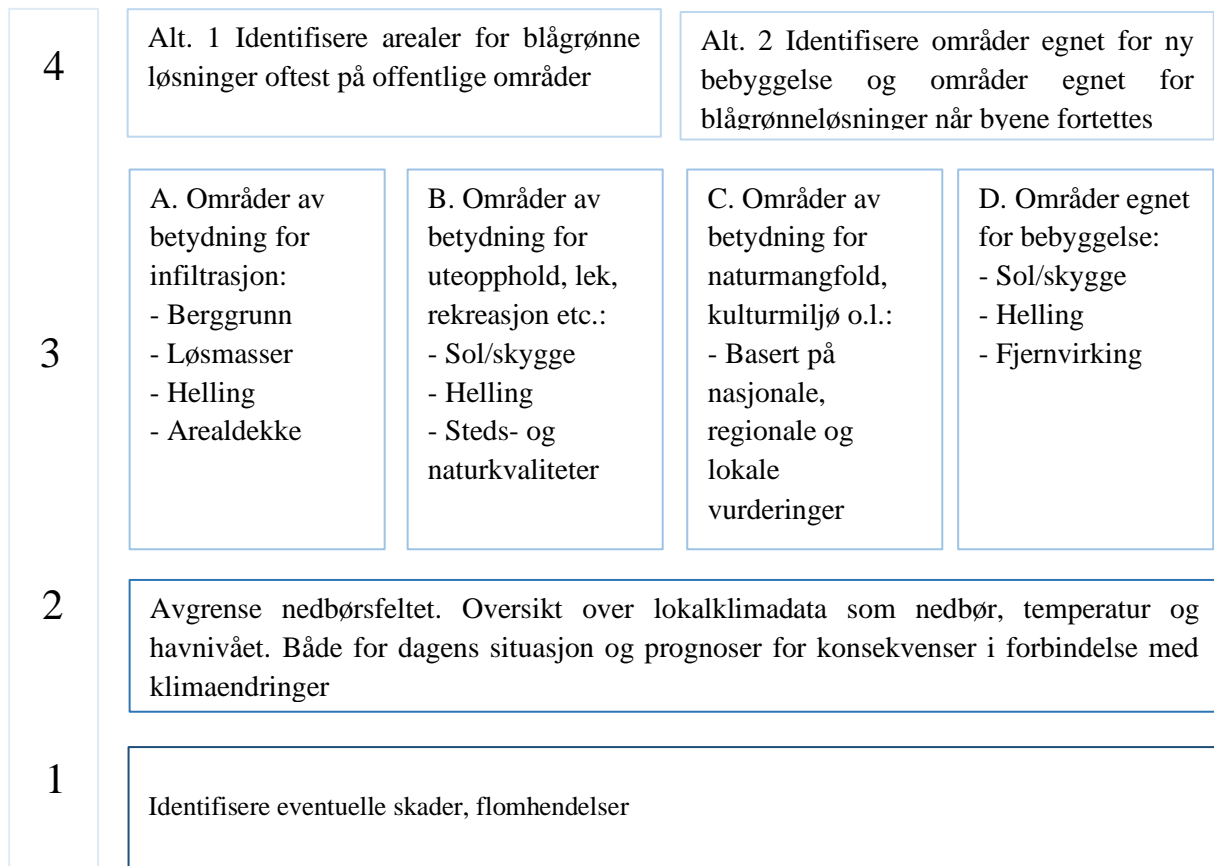
3.3.2 Nedbørsbasert planlegging

Områder med felles avrenning til vassdrag, innsjø eller fjord kalles nedbørsfelt. Det er vannskillet som avgrensner nedbørsfeltene fra hverandre (Heggstad & Rosvold, 2019).

Figur 3.5 viser modellen for nedbørsbasert analyse utviklet av Thorèn. Modellen består av fire steg, hvor det første steget går ut på å identifisere eventuelle skader og flomhendelser for å få oversikt over de mest skadeutsatte og sårbare områdene. Videre i steg 2 skal nedbørsfeltet avgrensnes og en generell beskrivelse av lokalklimadata og prognoser for fremtiden utføres. Steg 3 er delt inn i fire og handler om å identifisere områder av betydning for:

- A. Fordrøyning og infiltrasjon
- B. Uteopphold, lek rekreasjon etc.
- C. Naturmangfold, kulturmiljø o.l.
- D. Områder egnet for bebyggelse.

I det fjerde og siste steget skal tilgjengelige arealer for blågrønne løsninger og/eller potensielle sårbare og risikofylte arealer identifiseres, dette er avhengig av området som skal planlegges (Norges miljø- og biovitenskaplige universitet, 2016, ss. 10 - 15).



Figur 3.5: Modell for nedbørsbasert analyse. Inspirert av: (Norges miljø- og biovitenskaplige universitet, 2016, s. 10).

3.3.3 Blågrønn faktor

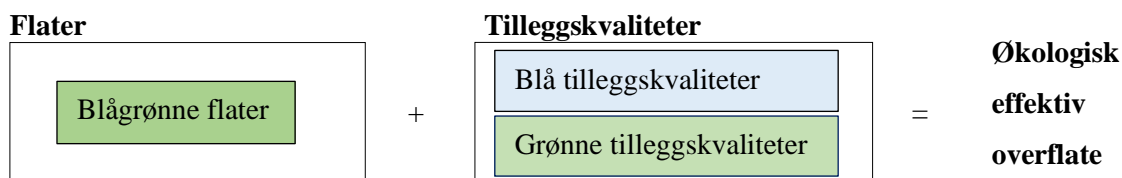
Blågrønn faktor (BGF) er et utarbeidet verktøy som skal sikre forutsigbarhet for utbygger mht. krav til uterom når det gjelder vannhåndtering, vegetasjon og biodiversitet i byggesakprosjekter. Det er et kvantitativt verktøy som bruker poengsetting av ulike blågrønne kvaliteter. BGF-metoden tilrettelegger for at utbyggere kan velge hensiktsmessige løsninger for hver enkelt eiendom. Alle uteareal medregnes uavhengig av om det er en del av terrenget, eller en del av bygget. BGF-metoden skal i hovedsak sikre potensialet for vekst og vannhåndtering, i andre rekke får man poeng for bearbeiding/bevaring av terrenget og vegetasjon. Formålet med BGF er å motivere utbygger til både å øke innslaget, og ivareta blågrønne kvaliteter i uterom. Dette kan blant annet være gjennom åpen overvannshåndtering og bevaring/planting av trær (Oslo kommune & Bærum kommune, 2014). BGF kan bidra til:

- «Demping av skader fra kraftigere og mer nedbør
- Bærekraftig overvannshåndtering
- Fremme økologiske og estetiske kvaliteter
- Utvikle jordsmonnet
- Forbedre mikroklima vann- og luftkvalitet
- Legge til rette for bedre uterom» (Oslo kommune & Bærum kommune, 2014, s. 4)

Grunnlaget for å beregne blågrønn faktor må alltid skje på byggesaksnivå, men det kan også settes en minimumsverdi som krav for BGF på kommuneplan- og reguleringsplannivå basert på erfaring fra andre områder. Minimumsverdi blir definert på bakgrunn av gjeldende norm for området eller reguleringsplan, samt i forhold til områdetype. BGF blir regnet ut ved å fylle inn informasjon om tomten i et regneark i Excel. Ved hjelp av verdier om blå og grønne verdier og tomtens areal regnes den blågrønne faktor ut ved hjelp av følgende formel (Oslo kommune & Bærum kommune, 2014):

$$BGF = \frac{\text{ØKOLOGISK EFFEKTIV OVERFLATE}}{\text{TOTALT TOMTEAREAL}}$$

Det brukes en poengskala fra 0 til 1, hvor lavest verdi er arealer med få blågrønne verdier mens areal med for eksempel vannspeil, vegetasjon og permeable flater får høyest verdi. Blågrønne flater og tilleggskvaliteter er de to kategoriene som inngår i «økologiske effektive overflater» (Oslo kommune & Bærum kommune, 2014).

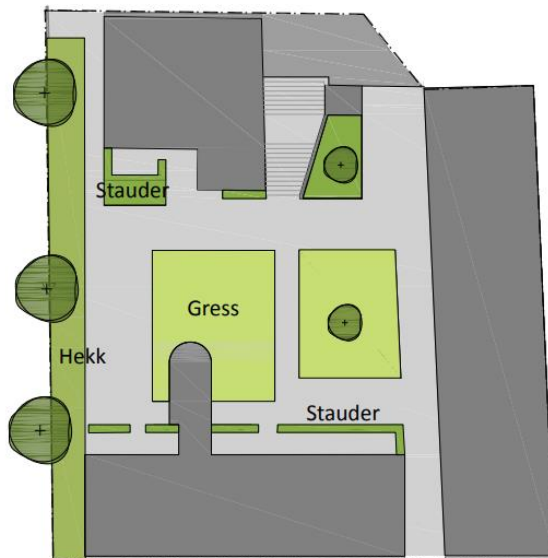


Blågrønne flater

Blågrønne flater er alle flater som tilfører blå eller grønne kvaliteter. Impermeable flater med avrenning til offentlig avløpsnett er de eneste flatene som ikke tas med her. De blågrønne flatene er delt inn i to hovedkategorier; blå/grå flater og grønne flater. Blå/grå flater blir vurdert etter grad av permeabilitet og hvordan avrenningen fra de impermeable flatene er ivaretatt lokalt. Åpne permanente vannspeil får høy poengsum, mens harde flater som grus, asfalt og stein får lav poengsum. Grønne flater er vegetasjon på horisontale og vertikale overflater på bygg eller i terreng. Grønne flater blir vurdert på bakgrunn av dybden på jorden vegetasjonen vokser i. Basert på hva som kan vokse i den er jorden delt inn i fire dybder. Over 80 cm for planting av større trær, 40-80 cm for busker og småtrær, 20-40 cm for små busker og stauder mens dybder under 20 cm er for lavere vegetasjon som gress og bunndekkerne (Oslo kommune & Bærum kommune, 2014).

Tilleggsqualiteter

Tilleggsqualiteter er blå og grønne kvaliteter som går utover selve flatens kvaliteter. Et areal med flere tilleggsqualiteter kan telles flere ganger. Tilleggsqualiteter deles også inn i blå- og grønne tilleggsqualiteter. Blå tilleggsqualiteter er arealer som gir uterommet ekstra kvaliteter i forbindelse med håndtering av overvann. Dette kan være blant annet regnbed og naturlige bredder til vannspeil. I grønne tilleggsqualiteter er trær viktig, hvor det skilles mellom eksisterende og nye trær. Store og eldre eksisterende trær gir mer poeng enn nye. Busker, hekker og grønne vegger er også en grønn tilleggsqualitet. Grønne flater som allerede er regnet med i flater, kan få ekstrapoeng hvis de tilfører noe ekstra i form av grønne kvaliteter eller biodiversitet (Oslo kommune & Bærum kommune, 2014). Figur 3.6 illustrerer et eksempel hvor samme område har ulik blågrønn faktor i 2 ulike alternativer.



ALTERNATIV 1

Totalt areal: 1080 m²

Gress: 120 m²

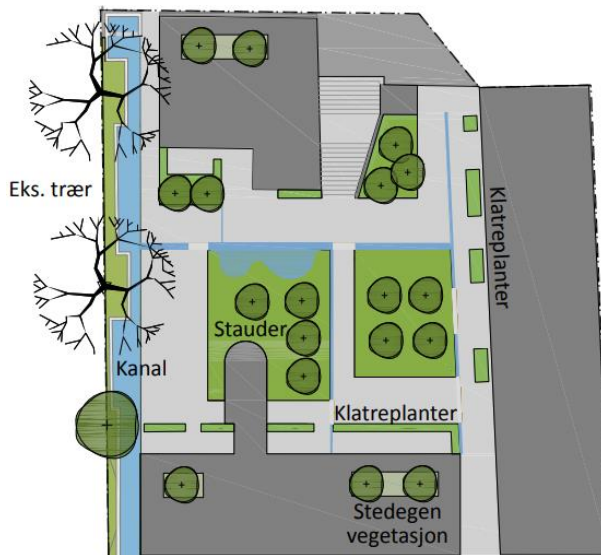
Stauder: 35

Hekk: 75 m²

Nye trær som blir store: 3

Nye trær som blir små: 2

BGF: 0,3



ALTERNATIV 2

Totalt areal: 1080 m²

Stauder: 195 m²

Åpen permanent kanal: 46 m²

Grønne vegger: 420 m²

Eksisterende store trær: 2

Nye trær som blir store: 1

Nye trær som blir små: 18

Vegetasjon på lokk (tak): 22 m²

Stedegen vegetasjon: 22 m²

Hardt dekke med avrenning til åpent fordrøyningsbasseng: 817 m²

BGF: 0,8

Figur 3.6: Eksempel på samme areal med ulik blågrønn faktor. Fra: Blågrønn Faktor: Veileder byggesak (Oslo kommune & Bærum kommune, 2014, s. 9)

3.4 METODER FOR LOKAL OVERVANNSDISPONERING

Dette kapitlet legger frem tekniske løsninger for håndtering av overvann. Som nevnt er den tradisjonelle måten for håndtering av overvann å føre vannet rasket mulig bort via lukkede ledningssystemer under bakken. Det vil i dette kapitlet bli presentert metoder som fordrøyer og infiltrerer overvann lokalt via åpne løsninger.

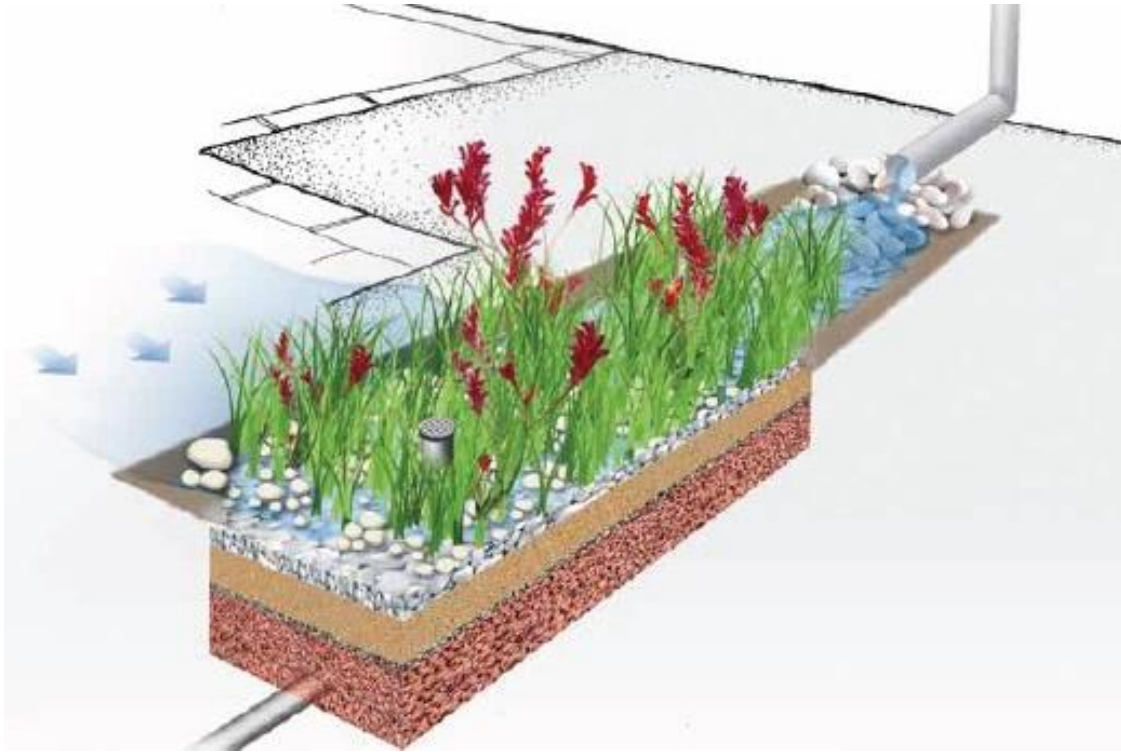
Treleddstrategien legger grunnlaget for tekniske løsninger av overvann. Norsk vann har utarbeidet en veileder som kategoriserer tekniske løsninger i tre-ledd vist i Tabell 3.1 (Ødegaard, 2014, s. 355)

Tabell 3.1: Kategorisering av noen tekniske løsninger for overvann. Fra: Vann- og avløpsteknikk, Ødegaard, 2014, s. 355

Kategori	Eksempel på teknisk utforming
Lokal overvannshåndtering. Infiltrasjon og fordrøyning i nærheten av kilden (trinn 1)	<ul style="list-style-type: none"> • Infiltrasjon på gresskleddede flater • Porøse/permeable dekker • Infiltrasjon i steinfyllinger • Små dammer • Våtmarker
Fordrøyd bortledning (trinn 2)	<ul style="list-style-type: none"> • Forsenkinger • Kanaler • Bekker/grøfter
Samlet fordrøyning (trinn 3)	<ul style="list-style-type: none"> • Større dammer • Våtmarksområder • Tjern/innsjøer

3.4.1 Regnbed

Et regnbed er et LOD-tiltak som fremstår som en beplantet forsenking i terrenget og er et fleksibelt tiltak for lokal overvannshåndtering (Oslo kommune, 2016). Et regnbed er et tiltak for det første leddet i tre-leddstrategien. Visuelt sett kan et regnbed fremstilles som en vanlig hage hvor en beplantet forsenking samler, fordrøyer og renser overvann ved hjelp av et anlegg av filtermedium og drengslag (Norges Geologiske Undersøkelse, 2018). Et regnbed har som formål å fordøye overvannet helt, eller bare midlertidig hvor forsenkingen holder tilbake vann på regnbedoverflaten før det infiltreres ned gjennom et filtermedium. Et regnbed er ikke en flomvei og har ikke et permanent vannspeil, men har et rikt vegetativt artsmangfold (Oslo kommune, 2016). Vannet som kommer fra tette flater infiltreres ned i grunnen og forhindrer skadelig oversvømmelse, reduserer belastning på avløpssystemet og etterfyller grunnvannet i det urbane miljøet. Et regnbed skal plasseres i nærheten av tette overflater som forsyner regnbedet med vann (Norges Geologiske Undersøkelse, 2018). Figur 3.7 viser eksempel på et regnbed som fordrøyer/infiltrerer avrenning fra tak nedløp og fra terrenget.



Figur 3.7: Eksempel på regnbred. Fra: *Regnbred*, (Norges Geologiske Undersøkelse, 2018)

3.4.2 Permeable dekker

Permeable dekker er tiltak for det første leddet i tre-leddstrategien, hvor formålet er at vannet skal trenge gjennom en fast overflate hvor det magasineres og infiltreres i grunnen. En bør anrette tiltak for å ta hånd om eventuelt overskuddsvann som ikke infiltreres ved bruk av infiltrasjon på gressflater. Dette kan blant annet være en kum med åpen og steinsatt bunn som kobles til overvannsnettet (Ødegaard, 2014, s. 357).

En porøs flate kan anlegges med å la være å gjøre den tett med for eksempel asfalt. Porøs asfalt bør kun benyttes der det er lite trafikk da porøs asfalt vil over tid bli tilført finstoff som tetter og begrenser infiltrasjonsevnen. Det er erfart at porøs asfalt har en levetid på opptil 15-20 år (Ødegaard, 2014, s. 357). Et eksempel på en vanlig porøs flate er drengasfalt. I drengasfalt utgjør hulrom 15-20 prosent av volumet, som gjør det mulig for vann å trenge gjennom (Ruud, 2020). Et annet eksempel på en permeable dekke er belegningsstein som består av betongenheter. Betongenheterne er konstruert på en slik måte at det etableres definerte fuger mellom enhetene slik at overvann kan drenere gjennom fugene og ned i grunnen under dekket (Sivertsen, Muthanna, & Time, 2018). Figur 3.8 viser hvordan permeable belegningsstein infiltrerer vannet, mens på den tette flaten blir det liggende på overflaten.



Figur 3.8: På venstre side er det anvendt et permeabelt dekke, mens på høyre sider er det tett dekke. Fra: Permeable dekker med belegningsstein i betong håndterer overvann, (Sivertsen, Muthanna, & Time, 2018), Foto: ASAK Miljøstein,

3.4.3 Grønne tak og grønne vegger

Grønne tak er tiltak for 1. ledd i tre-leddstrategien og anlegges med et tynt vegetasjonsdekke, som holder nedbør igjen. Grønne tak kan anlegges både på eksisterende og nye tak, men det er en forutsetning at taket ikke er for bratt og at det er dimensjonert for ekstra belastning (Ødegaard, 2014, s. 366). Grønne tak og vegger blir brukt for å fordrøye og infiltrere nedbør som treffer vegger og tak. Nedbøren blir sugd opp av en filtmatte og et tynt lag med jord når det treffer den grønne overflaten. Ved mindre nedbørsmengder kan grønne tak eller vegger fordrøye all nedbør hvor planteartene bruker vannet eller det fordamper i atmosfæren. Det vannet som ikke blir infiltrert blir transportert til takrenner og blir til overvann (Gram, 2020). Figur 3.9 illustrerer et eksempel på oppbygning av et grønt tak hvor første laget er en dremsmatte, andre laget er en filtduk med en sedummatte på toppen. Det er plassert en inspeksjonsboks over takluken hvor det er lagt singel i renner og rundt sluk (Bergknapp, u.å.).



Figur 3.9: Oppbygging av et grønt tak. Fra: (Bergknapp, u.å.), Illustrasjon: Hege Vatnaland, fra: oppbygning,

Ved å anlegge vegetasjon på takene vil dette kunne erstatte noe av den tapte infiltrasjonen til grunnen og dempe avrenningen fra tak etter styrtregn. Grønne tak er også et supplement i byens grønnstruktur og vil både øke den estetiske opplevelsen og kvaliteten med å bo i by (Braskerud, 2016). Det er vanlig å kategorisere grønne tak i følgende tre typer, ut ifra beplantingstype og substrattykkelse:

- **Ekstensiv tak:** Domineres av sedumarter, som tåler både næringsfattig jord og lange perioder med tørke. Ekstensiv tak krever dermed lite vedlikehold sammenlignet med intensive og semi-intensive tak.
- **Intensiv tak:** Regnes som rene hageanlegg da de består av varierte arter, og krever dermed mye vedlikehold.
- **Semi-intensiv tak:** Blanding av ekstensive og intensive tak (Ødegaard, 2014, s. 366).

3.4.4 Plastkasett- og steinfyllingsmagasin

Når det ikke er mulig å lede takvann og annet ikke-forurenset overvann til en gresskledd infiltrasjonsflate er steinfyllingsmagasin et alternativ. Et steinfyllingsmagasin er fylt med singel, grus eller annet grovt steinmateriale. Det er porevolumet til fyllingsmassen som utgjør det frie volumet i magasinet. Steinfyllingsmagasinet kan bli tømt ved at vannet perkolerer ut i omgivelsene, kontrollert avtapping via et dreneringssystem eller en kombinasjon. Det innebærer alltid en viss fare for igjen tetting ved bruk av porevolumer i fyllingsmasser, dette vil forkorte levetiden på magasinet. LOD-anlegget bør derfor ha gode sandfang og oljeavskiller for å unngå oljesøl og fortetting. Ofte har et steinfyllingsmagasin et porevolum på 30% og en levetid på 20-30 år ved normalt vedlikehold (Ødegaard, 2014, s. 358). Figur 3.10 illustrerer monteringen av et plastkasettmagasin i Gran kommune. Dette systemet er spesielt velegnet i for overvannshåndtering i områder med større bygninger og boligfelt (Wavin, u.å.).



Figur 3.10: Montering av et plastkasettmagasin for fordrøyning av overvann. Fra: Norges første Q-Bic Plus anlegg montert på Gran, (Wavin, u.å.).

3.4.5 Fordrøyningsdammer

Formålet til en fordrøyningsdam er å forebygge erosjon og flom og sedimentere eroderte materialer for å forbedre vannkvaliteten i en elv, bekk, eller innsjø ved å håndtere kraftige nedbørsperioder. Etablering av fordrøyningsdam med permanent vannoverflate gir en mulighet til å bremse opp overvannsavrenningen. En fordrøyningsdam er en kunstig dam som ofte er etablert med vegetasjon, hvor vannet blir ledet til i en flomsituasjon. Ved en nedbørsperiode stiger vannstanden raskt i dammen da den har smal utløpsterskel. Dette LOD-tiltaket er nyttig i forbindelse med kortvarige perioder med ekstremnedbør, og har mindre effekt ved langvarig regn da de vil bli fylt opp (Stolte & Barneveld, 2019). Fordrøyningsdammer trenger regelmessig drift og vedlikehold, men dette kan reduseres ved å installere en bunnventil for tømming. Dammer kan også brukes til rensing av overvann der uønskede forurensinger blir sluppet ut, da bør dammen ha et utløp som er mulig å stenge (Ødegaard, 2014, s. 358). Figur 3.11 illustrerer et eksempel på en fordrøyningsdam i en studentlandsby i Oslo.



Figur 3.11: Fordrøyningsdam i Bjølsen studentby i Oslo (Fotograf Knut Snare, 2009)

3.4.6 Flomveier

Det er viktig å vite hvilken vei vannet tar for å skape trygge og effektive flomveier for en eventuell flomsituasjon. Terrenget kan også bygges om slik at flomvann kan styres dit det gjør minst mulig skade. Det blir ofte benyttet eksisterende og nye veier som flomveier, men en må være forberedt på at det kan være behov for å stuve opp overvannet ved gitte intervaller. For å anlegge gunstige løsninger for flomveier er det viktig at det blir tatt hensyn til tidlig i planleggingsfasen (Strom Aqua, u.å.b).

Nye flomveier skal dimensjoneres i henhold til flomkriteriene, mens eksisterende flomveier skal opprettholdes, beskyttes og oppgraderes hvis det trengs i forhold til dimensjoneringskriteriene (Opheim, 2017). Da flomvannet renner den veien terrenget leder er det viktig at hellingene i terrenget leder til en resipient eller et område som er dimensjonert til å kunne håndtere vannmengde (Opheim, 2017).

3.4.7 Bekker og grøfter

Når nye områder skal utvikles eller eksisterende områder skal utbygges, bør det undersøkes om det finnes grøfter, bekker og andre vassdrag i området som kan brukes for å avlede overvannet. Det er også mulig med åpning av gjenfylte grøfter og bekker for åpen avledning av overvannet. Bruken av eksisterende vassdrag og grøfter kan innebære fordeler som fremtidig økologisk strekning. Om det planlegges å bruke eksisterende grøfter, bekker, ol. er det viktig med kontrollert tilkobling av overvann da ukontrollert tilkobling kan føre til markoversvømmelser og erosjonsskader. (Ødegaard, 2014, ss. 360-361)

3.4.8 Gresskleddedde forsenkinger

En gresskledd forsenking, eller en vadi, er en grønn forsenking som samler og frakter vann. Vadier utformes som en grønn grøft og infiltrerer, fordrøyer og frakter bort vann. En vadi ivaretar med andre ord alle ledd i tre-leddstrategien (Sogn Hagelab, u.å.). Det skjer en effektiv rensing av vannet når det infiltreres i vadien. Dette skjer ved nedsivning gjennom grunnen der jorden fungerer som et filtermedium med å holde partikler og miljøgifter tilbake. Gresskleddedde forsenkinger kan tilpasses og utformes som byromselementer med både estetisk og biologisk verdi (Gabriel & Fiil, 2016).

Vadier er arealkrevende, da de krever minst 15% av nedbørsfeltet. De er robuste da de kan håndtere både normale og ekstreme nedbørhendelser, de er dermed rustet i forhold til klimaendringer. I områder med begrenset infiltrasjon er det spesielt egnet med vadier som kombinerer infiltrasjon med avledning via dren. Ved ekstremregn kan vadier i områder med fallende terreng brukes som grøfter som forsinker og avleder vannmengdene. Hvis jorden er dekket av snø, is eller frost så kan infiltrasjonsevnen være begrenset. Dette kan løses ved å etablere hevede rister med overløp til drenet i vadiens bunn. Det kan være utfordrende med vadier etablert i nærheten av vei, da veisalt kan ødelegge vegetasjon og føre til forurensing av grunnvannet, mens driftsbehovet kan øke ved at grus fyller opp vadien (Gabriel & Fiil, 2016). Figur 3.12 illustrerer et eksempel på hvordan en vadi er utformet.



Figur 3.12: Bilde av en vadi ved en nedbørshendelse. Fra: *Overvannstrategi for fremtiden*, (Åstebøl, 2017), s. 8, Foto: Malmø kommune,

3.5 REFERANSEPROSJEKT

For å få mer kunnskap og inspirasjon på hvordan det i praksis er anvendt åpne overvannsløsninger er det studert referanseprosjekter. Et referanseprosjekt er fra et boligområde i Sverige, mens det andre er fra holdeplasser i en by i Nederland.

3.5.1 Augustenborg – Sverige

Nabolaget Augustenborg i Malmö var på 1980- og 1990-tallet hyppig berørt av flom som følge av et overfylt avløpssystem. Det var dermed nødvendig i å gjøre noe for å unngå kostbare skader på området. Mellom 1998 og 2002 ble systemet oppgradert ved hjelp av åpne løsninger for infiltrasjon og fordrøyning. Dette i form av et bærekraftig dreneringssystem bestående av 6 km vannkanaler og 10 dammer (Climate ADAPT, 2017).

I det nye systemet blir overvann fra tak, veier og parkeringsplasser håndtert gjennom grøfter, åpne renner, dammer og våtmarker. Alle tak på bygninger som er bygget etter 1998 har grønne tak, og det er etter montert 11 000 m² grønne tak på eksisterende bygg. Når de åpne overvannsystemene har nådd sin kapasitetsgrense blir resterende vannmengder ført til det konvensjonelle ledningssystemet. Det nye bærekraftige systemet har forbedret flomproblemet i området samtidig som området har implementert flere nye blågrønne kvaliteter (Climate ADAPT, 2017). Figur 3.13 viser et utklipp fra de åpne løsningene i Augustenborg, hvor åpne renner leder vannet ut i åpne dammer. Selv om dette prosjektet ikke er et eksempel på åpne overvannsløsninger som er implementert nær kollektive akser, er det fremdeles relevant å se på dette prosjektet, da det er et eksempel på hvordan implementering av åpne løsninger har avlastet det kommunale ledningsnett og forbedret overvannssystemet.



Figur 3.13: Bilde fra nabolag i Sverige. Fra: Urban stormwater management in Augustenborg, Malmö, (Climate ADAPT, 2017). Copyright TCPA

3.5.2 Utrecht – Nederland

For å redusere klimagassutslipp og for å gjøre landet grønnere har Nederland innført flere nye tiltak. Et av dette er et busstopp med grønne tak. Det er implementert et lag med gress og sedum-planter på takene til holdeplassen som blir vedlikeholdt av kommunale arbeidere. Dette initiativet infiltrerer/fordrøyer overvann som ellers ville blitt ført til byens kloakksystem. Det grønne taket tiltrekker seg bier og vil forbedre det biologiske mangfoldet i byen, det kan også forbedre luftkvaliteten i byen (Syslak, u.å). I Figur 3.14 er det avbildet et busstopp fra prosjektet i Utrecht.



Figur 3.14: Grønt busstopp i Utrecht. Fra: Bie-busstopp i Utrecht. (Sylak, u.å.) Foto: Remko de Waal/ANP/AFP/Netherlands OUT

04.

Case

4.1 Caseområdet

4.2 Gjeldende planer

4.3 Lurabekken

4.4 To caseområder



4.1 CASEOMRÅDET

Formålet med casestudien er å se i praksis hvordan utbygging av kollektive akser påvirker omkringliggende områder. Dette kapitlet legger frem bakgrunnsinformasjon som videre blir brukt i analysen hvor teori funnet tidligere i oppgaven blir brukt i praksis. Caseområdet er en del av Lura bydel i Sandnes kommune i Rogaland. Det er et avgrenset område på Bussveien; strekningen Kvadrat – Ruten (Sandnes sentrum). Bussveien er et stort samferdselsprosjekt hvor hovedfokuset er utbygging av asfalterte (impermeable) flater. Det er valgt å fokusere på Stavangerveien frem til Uno-X (se Figur 4.1). Dette er et område som er under utbygging, og mye ny bebyggelse vil komme langs traseen. Det vil derfor være interessant å se hvilken innvirkning Bussveien vil ha på dette området. Avgrensingen er også gjort på bakgrunn av områder med avrenning mot Bussveien, hvor omkringliggende områder som er med i avgrensingen har helning mot Bussveien. Avgrensingen er også gjort på bakgrunn av boliger som er utsatt for inngrep/støyskjerming i forbindelse med utbyggingen. Beliggenheten på caseområdet er avbildet i Figur 4.1.



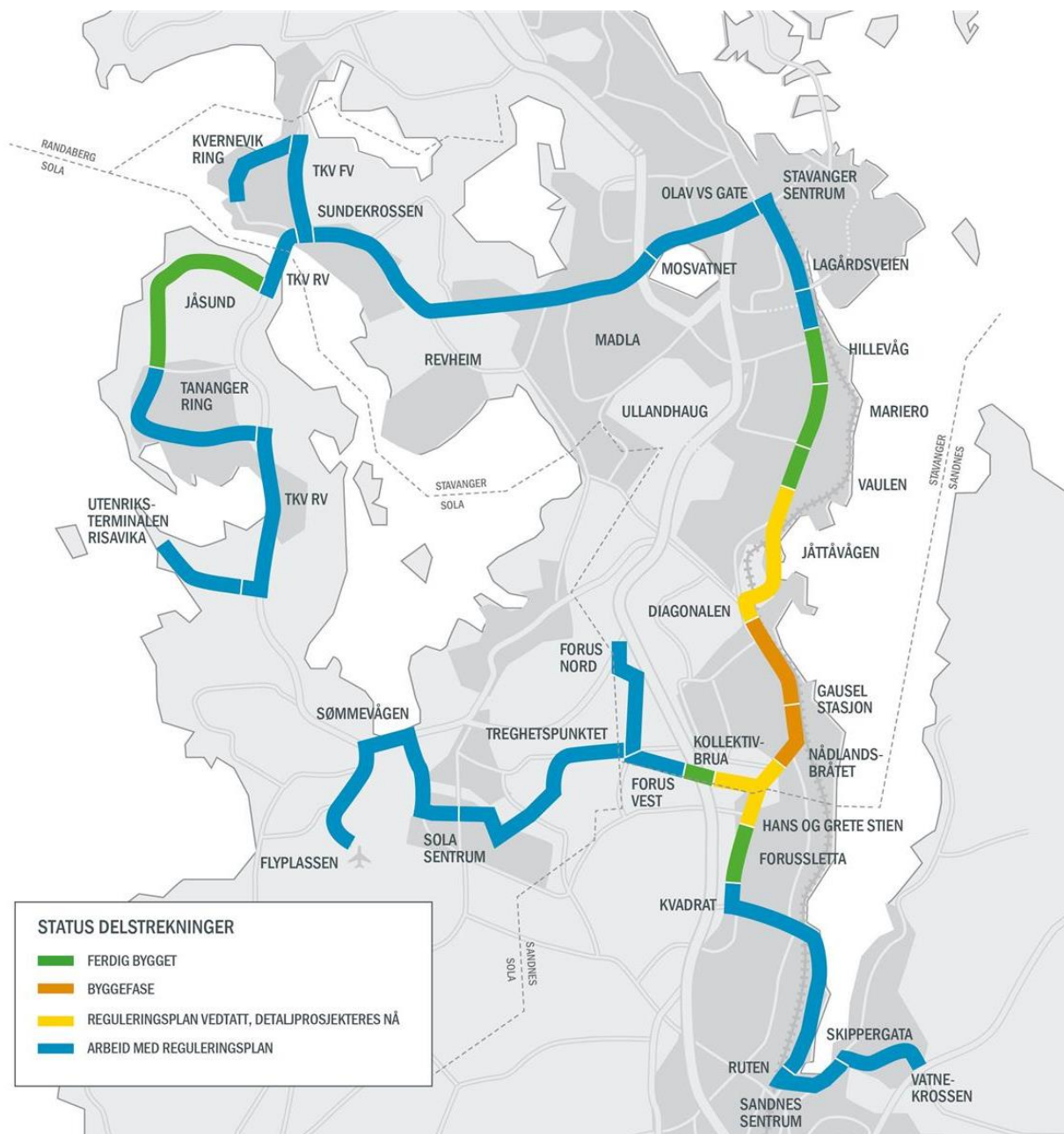
Figur 4.1: Kart som viser plasseringen av caseområdet, oransje strek er planlagt strekning for Bussveien. Kart: norgeskart.no

Traséen går langs Stavangerveien, som er hovedveien gjennom caseområdet. Området domineres av boliger og noe industri. I øst er Gandsfjorden, som er en fjord så strekker seg fra Stavanger og ender opp i bysenteret i Sandnes. Lurabyen ligger helt vest i området og er en kombinasjon av leiligheter og kjøpesenter. Nord for caseområdet ligger Kvadrat, som er distriktets største kjøpesenter.

Sandnes kommune har et ønske om at utbyggere velger åpne og naturbaserte overvannstiltak langs Bussveien for å oppnå en blågrønn faktor på 0,7 og ønsker ikke at endring i arealformål skal øke avrenningen i området.

4.1.1 Bussveien

Bussveien er en del av bymiljøpakken og skal bidra til å bedre framkommelighet og bymiljø på Nord-Jæren hvor målet er nullvekst i persontransport med bil (Bymiljøpakken, u.å.). Bussveien skal føre til at bussene kommer presis og ofte, og blir livsnerven i transportsystemet på Nord-Jæren. Prosjektet vil bli Norges største fullverdige Bussveisystem når den er ferdig utbygd (Rogaland fylkeskommune, 2020b). Figur 4.2 viser status over planlagte delstrekninger for Bussveien



Figur 4.2: Oversikt over Bussveien strekningene. Fra: Kart med status delstrekninger, (Rogaland fylkeskommune, 2021b)

4.2 GJELDENE PLANER

Dette kapitlet gir informasjon om lover, planer og strategier innenfor overvannshåndtering som er relevant for Bussveien. De kommunale planene må overholde de nasjonale og regionale planene og er dermed de mest nøyaktige. Det er viktig å sette seg inn i planer som ligger til grunn for videre planlegging av caseområdet.

4.2.1 Regionalplan for Jæren 2050

Regionalplanen sier at klimatilpasning bør vurderes. Dette inkluderer at det ikke bør utbygges i områder med økende naturfare som flom, skred og havnivåstigning. Planlegging skal også identifisere vannveier, sikre arealer for fordrøyning og infiltrasjon. Regionalplanen fremmer og anbefaler flerfunksjonelle overvannsløsninger som tar hensyn til og fremmer stedets økologiske systemer og øker det biologiske mangfoldet (Rogaland fylkeskommune, 2019, s. 73).

Elver og bekker skal helst bevares slik de er og bør ikke lukkes. Det skal vurderes om, og eventuelt legge til rette for at vassdrag skal gjenåpnes og restaureres i planer som berører allerede eller sterkt påvirkede vassdrag (Rogaland fylkeskommune, 2019, s. 73).

4.2.2 Kommuneplan 2019 – 2035

Kommuneplanen for perioden 2019 – 2035 for Sandnes ble vedtatt mars 2019 og er et strategisk dokument som skal styre samfunnsutviklingen i en 15 års periode. Kommuneplanen består av tre deler; Samfunnsdelen, Arealdelen og handlingsdelen (Sandnes kommune, 2021).

1.9 Flomkapasitet for vassdrag og vannforvaltning (§11-9, pkt 3,6 og 8)

a) «Plankrav

Reguleringsplaner skal identifisere, dimensjonere og sikre arealer for lokal overvannsdisponering og flomveier. I reguleringsplaner skal det inngå rammeplan for vann og avløp. Planen skal vise prinsipper for vann, avløp og flomveier i området samt sammenheng med eksisterende system.

b) Overvann

Tiltak eller endring i arealformål skal ikke medføre økt eller raskere avrenning til innsjø, vassdrag eller eksisterende avløpssystem. Overvann skal disponeres lokalt. Overvann skal normalt gis avløp gjennom infiltrasjon i grunnen og i åpne vannveier. Overvann skal ikke medføre negativ påvirkning på miljøtilstand i vannforekomster. Ved transformasjon skal det stilles krav om å forberede overvannsløsninger og tiltak som bedrer flomkapasiteten i vassdraget og naturlig elvekant skal gjenopprettes

c) *Det skal ikke medføre utslipp til sjø, innsjø eller vassdrag som kan ha negativ påvirkning på vannmiljøet. Graving, mudring, utfylling, terrenginngrep, endring i vannstand og andre tiltak*

som kan endre/ redusere vassdrag og kantsoners verdi for biologisk mangfold og kvaliteter som naturområde er ikke tiltatt

d) Åpning/lukking av bekker og elver

Elver og bekker skal ikke lukkes. Det kan vurderes unntak for korte strekk. I planer som berører allerede lukkede bekker eller sterkt påvirkede vassdrag skal muligheten for gjenåpning vurderes.» (Sandnes kommune, 2019a, s. 7)

Blågrønn faktor

Kommunen har også utarbeidet retningslinjer for blågrønn faktor (BGF). BGF bør benyttes for å sikre at beplantning og overvann blir ivaretatt i reguleringsplaner. Det bør avklares mulighet for BGF i reguleringsplan hvor løsningen fastsettes i en teknisk plan. BGF bør ivareta følgende krav (Sandnes kommune, 2019a, s. 8):

Tabell 4.1: Blågrønn faktor krav i Sandnes kommune. Fra: Kommuneplan for Sandnes 2019-2035, (Sandnes kommune, 2019a, s. 8)

Område	BGF
<i>Plan og byggeprosjekter innenfor lokalsenterområder</i>	0.7
<i>Plan og byggeprosjekter innenfor 1000m av togstopp eller 500 m av Bussveien eller andre høyverdig buss korridor</i>	0.7
<i>Andre områder</i>	0.8

Grøntområder og gangforbindelser i byggeområder

Retningslinje

«Enkeltstående trær, tregrupper eller trerekker i bebygde områder bør bevares. Ved større tiltak, skade eller felling skal det plantes nye trær» (Sandnes kommune, 2019a, s. 13).

Det tas også hensyn til å bevare biologisk mangfold. Det skal derfor tas hensyn til og vurderes for alle arealplaner og enkelttiltak (Sandnes kommune, 2019a, s. 14).

4.2.3 Veileder for utarbeidelse av rammeplan for vann og avløp i Sandnes kommune

Det er stilt krav til rammeplan for vann og avløp i alle reguleringsplaner i kommuneplanen for Sandnes kommune 2019 – 2035.

Generelle krav:

Planområdets plassering, størrelse, type bebyggelse og forventet belastning på offentlig VA-infrastruktur skal beskrives i rammeplanen. Det er et bestemt avstandskrav på 4 meter fra offentlig ledning til bygg kan overholdes, eventuelle konflikter må avdekkes hvor alternative løsninger skal diskuteres. Det skal kartlegges og prioritere å opprettholde naturlige vannveier/flomveier. Det må avklares på forhånd og komme tydelig frem i rammeplanen dersom det blir brukt grøfter dypere enn 3,5 meter. VA-rammeplanen bør være et eget dokument med kartvedlegg (Sandnes kommune, 2019b).

Rammeplanen skal inneholde (Sandnes kommune, 2019b):

- *Beskrivelse av løsninger for vann og avløp*
- *Kart som viser planlagte hovedtrasèer for vann og avløp med tilkoblingspunkt til eksisterende ledningsnett. Grunnlagsdata for ledningsnett må innhentes fra kommunens VA-avdeling*
- *Flomveikart for planområdet som viser flomveier inn til, gjennom og ut av planområdet*
- *Nødvendig oppgradering av eksisterende tekniske installasjoner*
- *Historikk på eksisterende ledninger, heftelser, tilbakeslag og kapasitet.*

4.2.4 VA-norm for Sandnes kommune

I VA-normen for Sandnes kommune står det at overvann skal håndteres på en forsvarlig måte. Så lenge det blir håndtert forsvarlig har det ingenting å si om det blir gjort via lokale løsninger eller ved utbygging av tradisjonelle overvannsledninger. Ledningsnett og installasjoner sikres lengst mulig levetid og det skal legges vekt på kostnadseffektiv drift. Nye ledninger skal tilfredsstillende gjeldende tetthetskrav (Norsk Vann, 2020, s. 8).

Når det kommer til transportsystem for overvann, skal det skal være begrenset tilførsel til overvannsystemet da størst mulig grad av overvannet skal håndteres lokalt. Alternative transportsystemer skal velges dersom forholdene tilsier det. Det bør vurderes alternative transportsystemer for overvann (Norsk Vann, 2020, s. 31)

4.2.5 VA-Rammeplan for Bussveien

VA-Rammeplan for Bussveien er utarbeidet av Asplan Viak. Den planlagte infrastrukturen ved Bussveistrekningen skal ha lang levetid, og det er dermed viktig med tiltak som tåler fremtidens klimaendringer. Tiltakene bør bli gjort på bakgrunn av forventet levetid på Bussveien. Det er anbefalt å bruke tre-leddstrategien, og føre en konsekvent arealpolitikk for vannets vei ved planlegging for å hindre overvannsflom (Mellgren & Helberg, 2020, s. 11).

Det er planlagt flere mulige omkjøringsmuligheter dersom Bussveien blir utsatt for flom. Flomveiene planlegges i retning resipienten (Mellgren & Helberg, 2020, s. 12).

Overvannsmengder er beregnet på grunnlag av Statens vegvesens håndbøker og VA-norm for Sandnes kommune. Bussveiens overvannssystem blir koblet på eksisterende overvannsledninger, mens valg av returperiode for nedbør skal avklares med Sandnes kommune. IVF-kurve for Sandnes-Rovik legges til grunn for videre beregninger av overvannsmengder (Mellgren & Helberg, 2020, s. 19).

Det bør vurderes oppdimensjonering av kommunale overvannsledninger som ligger langs eller krysser Bussveien. Det stilles krav til minimum 4 meters avstand mellom VA-ledninger og konstruksjoner i kommunalteknisk VA norm (Mellgren & Helberg, 2020, s. 24).

Lurabekken renner gjennom caseområdet. Det er en større bekk som er lukket i rør. For å unngå å bruke Stavangerveien som flomvei er det foreslått av Asplan Viak å legge om og oppdimensjonere Lurabekken slik at den har kapasitet til å håndtere en flomhendelse på 200 års gjentakintervall (Mellgren & Helberg, 2020, ss. 20-21).

4.3 TO CASEOMRÅDER

Caseområdet er stort, og det er dermed valgt å dele det inn i to deler. Område 1 er 11,51 hektar (ha) og strekker seg fra rundkjøringen ved Stavangerveien til Håholen, mens område 2 er 14,15 ha og strekker seg fra Håholen til rundkjøringen ved Uno-X. Dette er illustrert i Figur 4.3. Det er valgt å dele området inn i to deler for å enklere analysere hvert område individuelt, og får å sammenligne områdene mot hverandre. Det er valgt å dele område ved Håholen da dette er et naturlig skille mellom et område med store arealer tette flater som parkeringsplasser og større bygg, til et område med mer boligbebyggelse. Dette er også et naturlig skille da det er i et kryss hvor det i Bussveien prosjektet er foreslått en ny rundkjøring. For å undersøke dagens forhold i området er det brukt steg 1 - 3 i modellen for nedbørsbasert planlegging (Figur 3.5). Hvor det i steg 3 i hovedsak er undersøkt alternativ A.



Figur 4.3: Caseområdet fordelt inn i to områder. Kart: norgeskart.no

4.3.1 Område 1: Stavangerveien - Håholen

Område 1 er 11,51 ha og strekker seg fra rundkjøringen ved Stavangerveien til krysset ved Håholen og er illustrert Figur 4.4.



Figur 4.4: Område 1. Kart: norgeskart.no

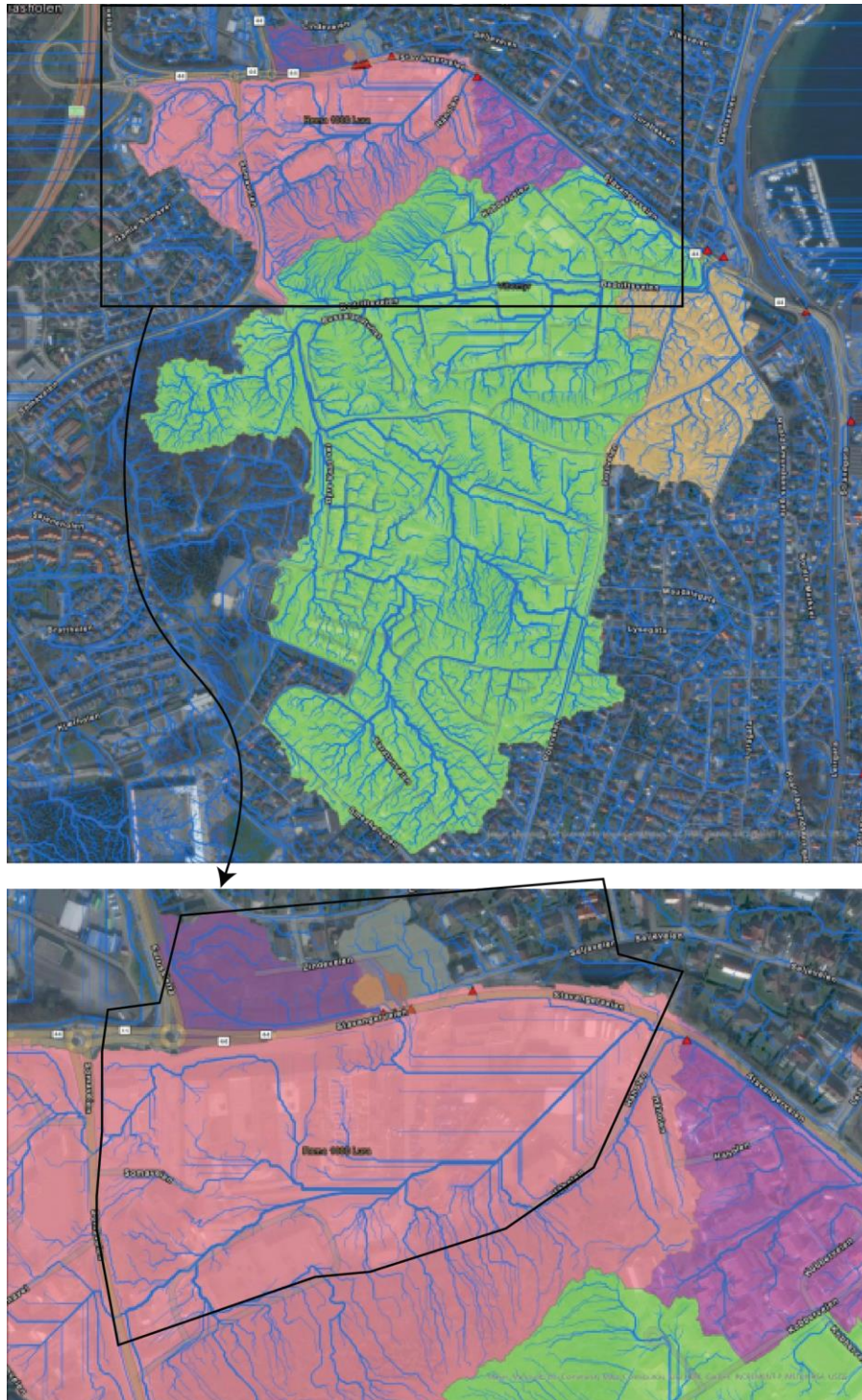
Området består av leiligheter, næring og eneboliger. Lurabyen, som er en kombinasjon av boliger, forretninger og kontorer er lokalisert i prosjektområdet. I detaljplanen for Lura Bydelscenter står det at tiltak i området ikke skal føre til økt avrenning til Lurabekken. Det er også en bestemmelse at lokal overvannsdiskonering skal legges til grunn ved utforming av tiltak.

Overvannssystem

Overvannstegninger er meddelt over e-post fra Sandnes Kommune. Området har i dag separat overvannssystem. Rørdimensjonene varierer fra $\varnothing 150$ – $\varnothing 1900$. Rørene med størst dimensjon er rørene Lurabekken renner gjennom. Mens de med lavest dimensjon er de i boligområdet. Ledningsnett til Bussveien skal kobles på eksisterende ledningsnett. Som nevnt, er det ønskelig fra Sandnes kommune å ikke øke avrenningen i området til resipient eller ledningsnett ved utbygging av arealer.

Nedslagsfelt og kritiske punkter

For steg 1-2 i modellen for nedbørsbasert analyse har Asplan Viak har utarbeidet en digital terrengmodell som illustrerer området i en flomsituasjon. Dette er blant annet brukt til å kartlegge linjer som viser retningen på vannet når for eksempel et bekkeinntak og sluk er tett. Det kan ikke forventes at ledningsnettets kan ta unna store mengder vann under ekstreme nedbørsituasjoner. Det er ikke medregnet infiltrasjon, da dette er en treg prosess som vil ha liten betydning ved intensive nedbørshendelser. Hensikten er å kartlegge eventuelle kritiske punkter mhp. overvannsflom og flomveier (Mellgren & Helberg, 2020, s. 12). Figur 4.5 viser nedslagsfeltet for område 1 som er utarbeidet av Asplan Viak. De blå linjene er avrenningslinjene for overflatevann, og det er på bakgrunn av de nedslagsfeltene er delt inn. Ulike nedslagsfelt er skravert i ulike farger, mens kritiske flomveipunkter er markert med røde trekanter (Mellgren & Helberg, 2020, s. 13) (Norsk Vann, 2020)



Figur 4.5: Nedslagsfelt i Stavangerveien og i område 1. Fra: VA Rammeplan: Detaljregulering Bussveien fv-44 Kvadrat – Ruten (Sandnes sentrum), plan 2016102, (Mellgren & Helberg, 2020, ss. 13-14)

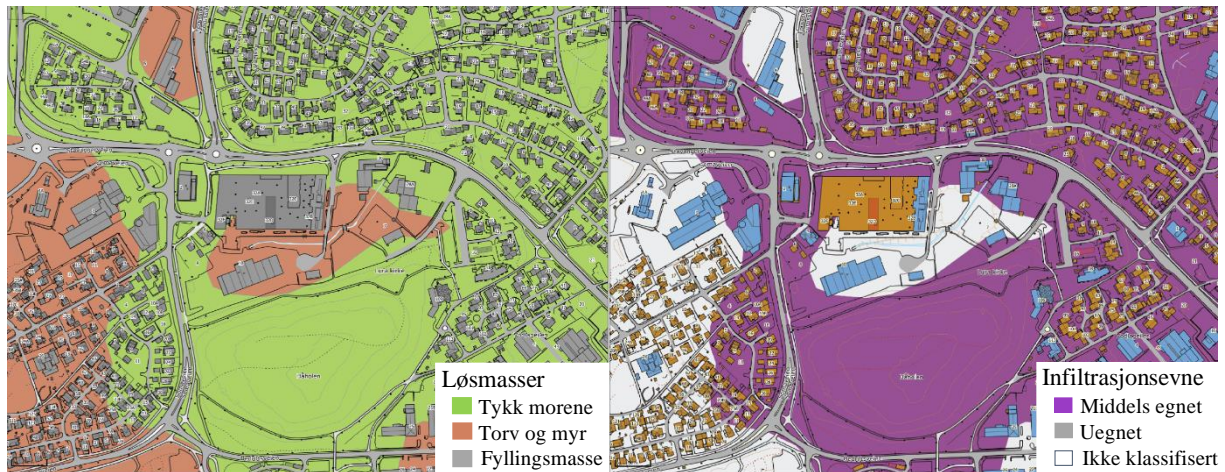
Som nevnt tidligere, kan man se at det er store arealer som har fall ned på Stavangerveien på overflaten.

Topografi og landskap

Caseområdet ligger i et relativt flatt og stort landskapsrom. Landskapet heller svakt mot øst i retning ned mot Gandsfjorden. Stavangerveien ligger ca. på høyde 19 moh, høyeste punkt nord for veien ligger på rundt 27 moh, og høyeste punkt sør for veien ligger på 18,8 moh (Kartverket, u.å.).

Grunnforhold og infiltrasjonsevne

Caseområdet ligger i hovedsak på tykk morenejord og myr. Dette er hentet fra løsmassekartet til Norges Geologiske undersøkelse (NGU). Morene er en jordart som består av ulike usorterte materialer som blokker, steiner, sand, silt og leire (Røthe, 2020). Ifølge kartet til høyre på Figur 4.6 har også store deler av området middels egnet infiltrasjonsevne.



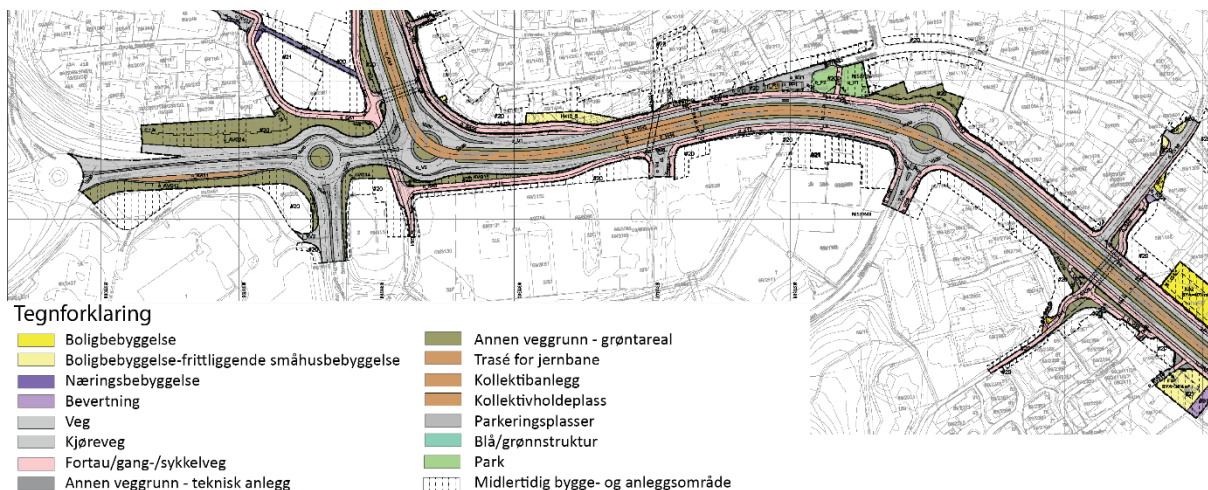
Figur 4.6: Løsmasser og infiltrasjonsevne i området. Kart: <http://geo.ngu.no/kart/minkommune/>

Vegetasjon og grønne områder

Område 1 domineres av tette flater. Etter befaring av område er det også observert flere trær og grønne flater mellom vei og gang/sykkelvei. Området ligger i nærheten av Håholen som er tett beplantet av trær. Lurabekken går gjennom området, før den blir lagt i rør ved veikrysset. I Bussveien prosjektet er det foreslått at eksisterende vegetasjon og trekker skal beholdes der det er mulig. Der det er tilstrekkelig bredde og forhold, foreslås det gatetrær og annen vegetasjon. Det foreslås også å anlegge vegetasjon på støyskjermene for å få et mykere bilde og dempe høydevirkingen (Rogaland fylkeskommune, 2020a).

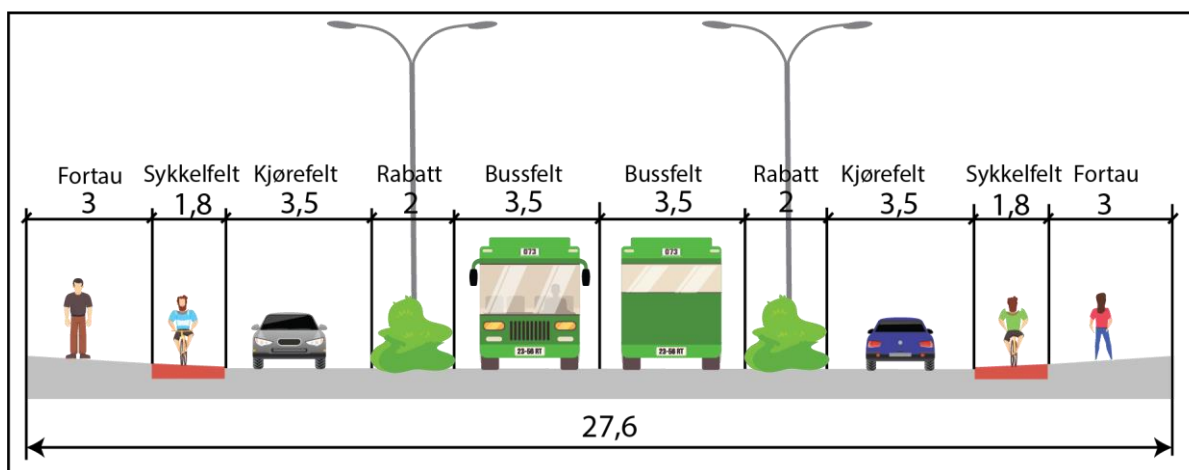
Bussveien

Reguleringsplan for Bussveien er ikke ferdig utarbeidet. Figur 4.7 er et utsnitt av plankartet for Bussveien i område 1. Gule soner er ulike typer boligbebyggelse. Det grønne er grøntområder, grønt, friområder etc. Lilla er næringsbygg, rosa er fortau og gang-/sykkelvei, grått er vei og kjørevei og brun er kollektiv trasé og blått er vann.



Figur 4.7: Plankart for område 1 Fra: Detaljregulering: Bussveien fv. 44 Kvadrat – Ruten (Sandnes sentrum), (Asplan Viak, Rogaland fylkeskommune, & Bymiljøpakken, 2016)

Veien utvides fra dagens bredde på 16 m – 20,5 m til 27,6 m i Stavangerveien frem til Håholen. Det er planlagt midtstilte bussfelt, parallelle ordinære kjørefelt og tosidige sykkelfelt med fortau på begge sider hvor syklister separeres fra gående (Rogaland Fylkeskommune, 2020c, s. 3).



Figur 4.8: Tverrsnitt Stavangerveien fram til kryss ved Håholen. Inspirert av: Tiltaksbeskrivelse; Detaljregulering Bussveien fv.44 Kvadrat - Ruten (Sandnes sentrum), (Rogaland Fylkeskommune, 2020c, s. 3)

4.3.2 Område 2 – Håholen til Gamleveien

Område 2 strekker seg fra Håholen til rundkjøringen ved Uno-X, og er avbildet i Figur 4.9. Området består i hovedsak av eneboliger, men også noen leiligheter/rekkehus og næringsbygg.



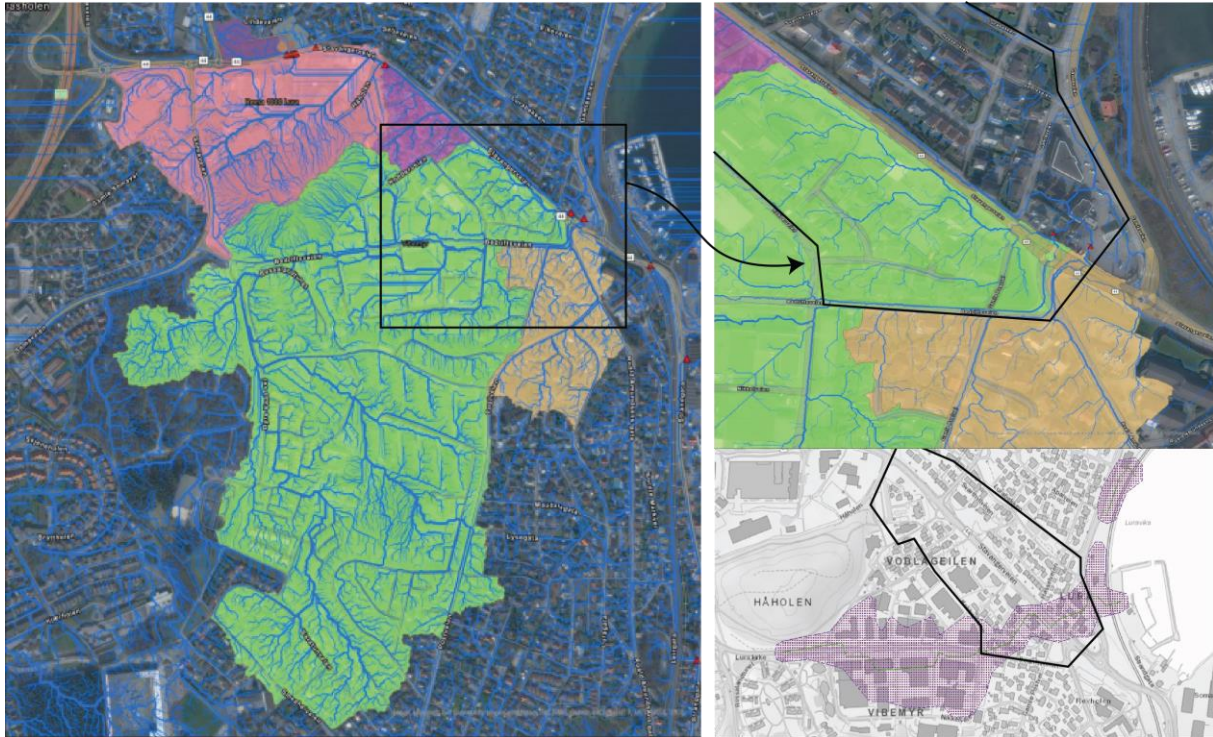
Figur 4.9: Område 2. Kart: norgeskart.no

Overvannssystem

Sandnes kommune har over e-post meddelt kart over ledningsnett. Området har i dag separat overvannssystem hvor rørdimensjonene varierer fra $\varnothing 160$ – $\varnothing 1400$. De største rørene på $\varnothing 1400$ er der Lurabekken er lagt i rør. De minste rørene er lokalisert ved industriområdet og i boligområdene, og de større rørene er langs veien. Som nevnt i kapittel 4.2.5 er det planlagt å koble Bussveien ledningsnett på eksisterende ledningsnett, hvor det er ønskelig fra Sandnes kommune å ikke slippe mer enn det blir gjort i dag til ledningsnett.

Nedslagsfelt og kritiske punkter

Nedslagsfeltet for område 2 er illustrert i Figur 4.10. Asplan Viak har utarbeidet kart over nedslagsfelt, hvor feltene er delt inne etter avrenningslinjene for overflatevann (blå linjer). Deler av det grønne nedbørsfeltet er også markert i karttjenesten til NVE som flom, aktsomhetsområde som også er illustrert i Figur 4.10 (Mellgren & Helberg, 2020, ss. 14-15). NVEs aktsomhetskart for flom viser hvilke arealer som kan være utsatt for flomfare på oversiktsnivå (NVE, 2020).



Figur 4.10: Nedslagsfelt i Stavangerveien og i område 2 og flom aktsomhetskart Fra: VA Rammepplan: Detaljregulering Bussveien fv-44 Kvadrat – Ruten (Sandnes sentrum), plan 2016102, (Mellgren & Helberg, 2020, ss. 13-15)

Topografi og landskap

Caseområdet ligger i et relativt flatt og stort landskapsrom. Landskapet heller svakt mot øst i retning ned mot Gandsfjorden. Landskapet fra Bedriftsveien (vest i caseområdet) heller også ned mot veien og Gandsfjorden fra rundt 16 m.o.h. ned til Stavangerveien på 9 m.o.h. (Kartverket, u.å.).

Grunnforhold og infiltrasjonsevne

Caseområdet ligger i hovedsak på tykk morenejord og noe fyllingsmasse. Figur 4.11 er hentet fra NGU og viser at størsteparten av området har middels egnet infiltrasjonsevne. Den delen av området som har fyllingsmasse som grunnforhold har ikke en klassifisert infiltrasjonsevne.



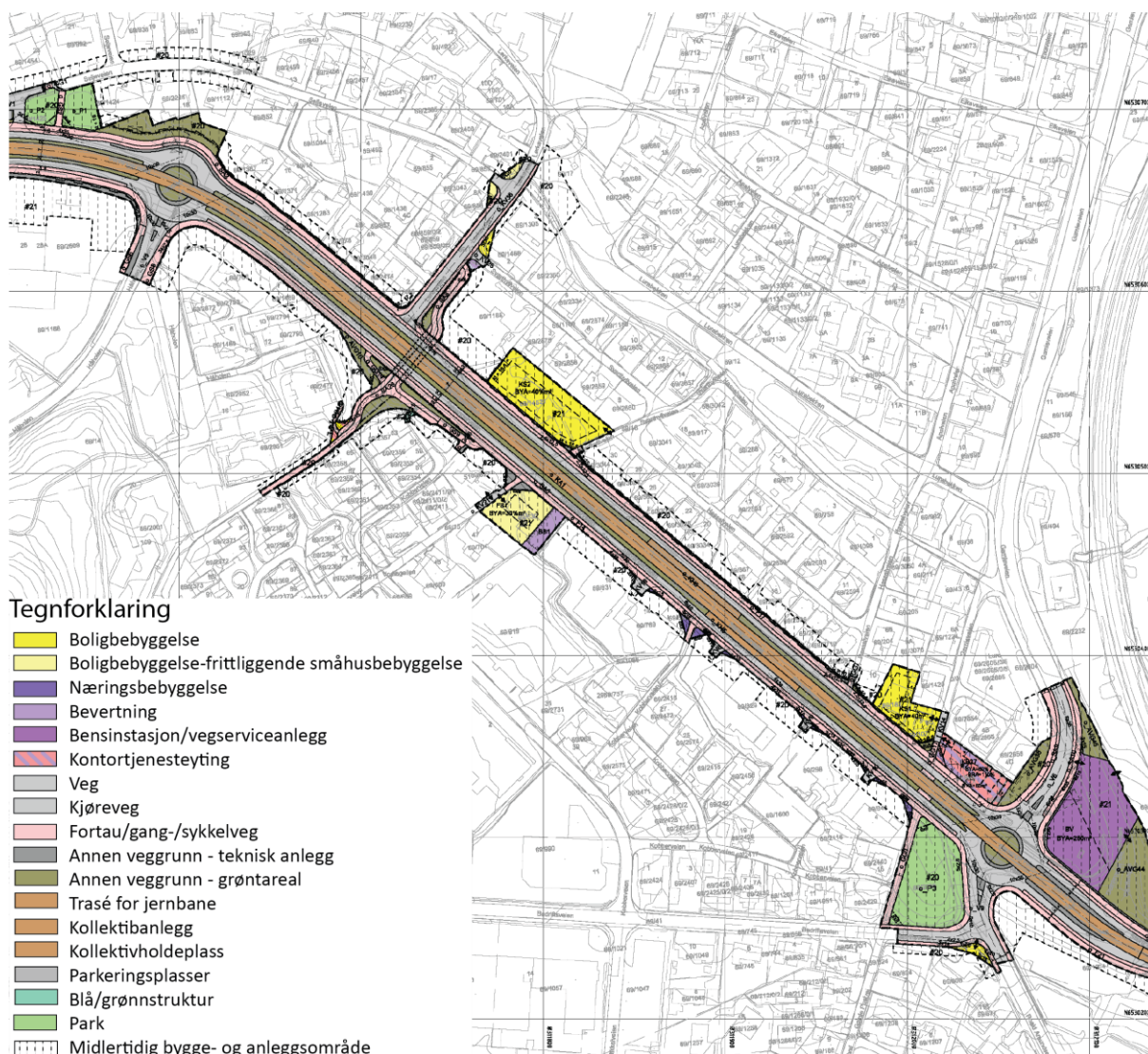
Figur 4.11: Løsmasse og infiltrasjonsevne i område 2 Kart: <http://geo.ngu.no/kart/minkommune/>

Vegetasjon og grønne områder

Område 2 domineres av boligområder med omkringliggende grøntområder. Det er observert mye trær i boligområdet og noen i rabatt mellom bilvei og gang-/sykkelvei. Som nevnt så er det ønskelig å bevare eksisterende vegetasjon og trekker der det er mulig, og det vil også anlegges vegetasjon på støyskjermingen.

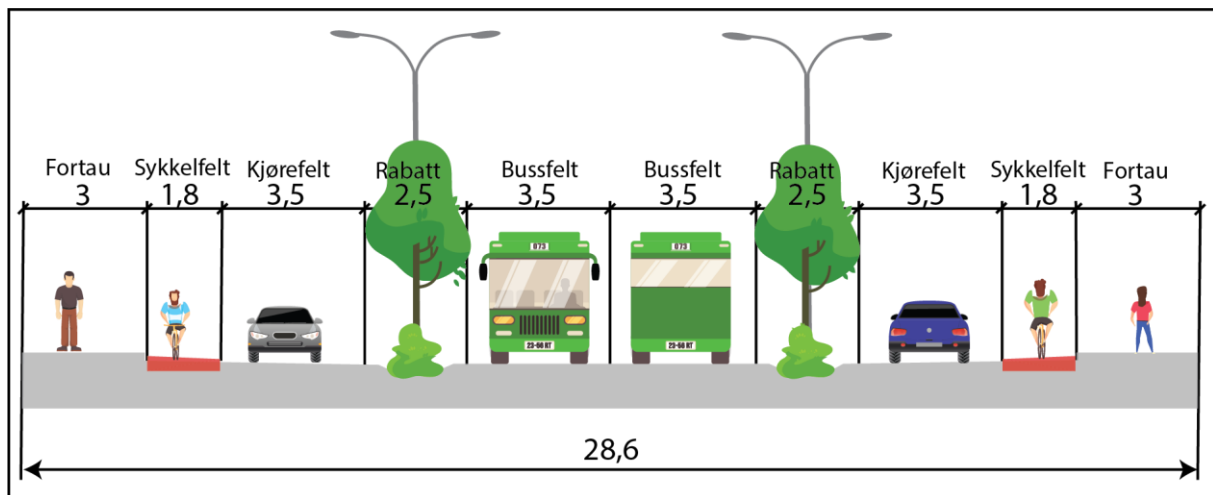
Bussveien

Reguleringsplanen for bussveien er som tidligere nevnt under arbeid. Figur 4.12 viser planforslaget for Bussveien på strekningen Håholen til gamleveien (område 2)



Figur 4.12: Plankart for område 2 Fra: Detaljregulering: Bussveien fv. 44 Kvadrat – Ruten (Sandnes sentrum), (Asplan Viak, Rogaland fylkeskommune, & Bymiljøpakken, 2016)

I område 2 er det foreslått å utvide veien fra dagens bredde på 16m – 20,5 m til 28,6 m. Det er også foreslått å utvide rabattbredde til minimum 2,5 m slik at de kan opparbeides med åpne løsninger for infiltrasjon, fordrøyning og rensing av overvann, og beplantes med grupper av trær (Rogaland Fylkeskommune, 2020c, s. 3). Dette er vist i et tverrsnitt i Figur 4.13.



Figur 4.13: Tverrsnitt for område 2 Inspirert av: Tiltaksbeskrivelse; Detaljregulering Bussveien fv.44 Kvadrat - Ruten (Sandnes sentrum), (Rogaland Fylkeskommune, 2020c, s. 3)

05.

Analyse

5.1 Beregningsmetoder og datagrundlag

5.2 Scenarioer



5.1 BEREGNINGSMETODER OG DATAGRUNNLAG

Dette kapitlet legger frem beregningsmetoder og datagrunnlag som har vært nødvendig for utregninger som er med på å svare på problemstillingen.

5.1.1 Dimensjonerende overvannsmengde

For beregning av overvann benyttes den rasjonelle metode. Den rasjonelle formel er best egnet som overslagregning for dimensjonering i urbane felt mindre enn 20-50 ha der avrenningen er knyttet til kraftige regnbyger på sommeren (Ødegaard, 2014, s. 346). Den rasjonelle formel er:

$$Q = \varphi * A * I * Kf$$

Q = Avrent vannføring fra feltet (l/s)

φ = Avrenningskoeffisient

A = Området innenfor vannskillene for feltet (ha)

I = Nedbørintensitet (l/s*ha)

Kf = Klimafaktor

5.1.2 Avrenningskoeffisienter

Avrenningskoeffisienten (φ) angir forholdet mellom avrenningen og nedbøren over samme område (Ødegaard, 2014, s. 347). Tabell 5.1 viser avrenningskoeffisient for noen flater som er hentet fra kommunaltekniske normer for vann- og avløpsanlegg vedlegg 9 til Sandnes kommune.

Tabell 5.1: Maksimal avrenningskoeffisient for noen flater. Fra: kommunaltekniske normer for vann- og avløpsanlegg vedlegg 9, (Norsk Vann, 2020, s. 2)

Type areal	Avrenningskoeffisient (φ_{spiss})
Tette flater (tak, asfalterte plasser/veier o.l.)	0,85 - 0,95
Bykjerne	0,70 - 0,90
Rekkehus-/leilighetsområde	0,60 - 0,80
Eneboligområde	0,50 - 0,70
Grusvei/-plasser	0,70 - 0,80
Industriområde	0,70 - 0,90
Plen, park, eng, skog, dyrket mark etc.	0,30 - 0,50
Grønne tak	0,40 - 0,70

Caseområdet er relativt flatt, men heller svakt ned mot Gandsfjorden. Det er dermed valgt å bruke den avrenningskoeffisienten som er mellom den laveste og den høyeste.

Midlere avrenningskoeffisient (φ_{midl}) beregnes dersom et felt består av flere delfelt med ulik avrenningskoeffisient (Ødegaard, 2014, ss. 347-348):

$$\varphi_{midl} = \frac{\varphi_1 A_1 + \varphi_2 A_2 + \dots + \varphi_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

5.1.3 Dimensjonerende nedbørintensitet

IVF-kurver blir brukt til å finne nedbørintensiteten. Kurven gir informasjon om forventet intensitet på bakgrunn av gitt varighet og gjentakelsesintervall på nedbøren (Ødegaard, 2014, s. 348). I henhold til kommunaltekniske normer for vann- og avløpsanlegg for Sandnes kommune er det brukt IVF- kurve fra Sandnes-Rovik (Tabell 5.2). IVF-kurven er hentet fra Norsk Klimaservicesenter, da det er en nyere versjon enn den som er i de kommunaltekniske normene.

Tabell 5.2: IVF verdier for Sandnes – Rovik. Fra Nedbørintensitet (IVF-verdier), (Norsk Klimaservicesenter, 2020)

IVF-verdier (l/(s*ha))																
	Varigheter (minutter)															
År	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	315,7	227,9	193,6	157,9	110,8	88	72,6	56,7	44,2	36,9	28,2	24,4	19,9	14,2	9,3	6
5	421,3	276,1	236,1	201,6	143,7	110,5	89,8	69,9	53,7	45,9	34,7	29,6	24	16,9	11,3	7,1
10	491,3	308	264,2	230,5	165,4	125,4	101,2	78,6	60	51,9	39	33	26,6	18,8	12,6	7,8
20	558,3	338,6	291,2	258,2	186,3	139,6	112,2	87	66,1	57,6	43,1	36,3	29,2	20,5	13,9	8,5
25	579,6	348,3	299,7	267	193	144,1	115,6	89,7	68	59,4	44,4	37,3	30	21,1	14,3	8,7
50	645,2	378,2	326,1	294,1	213,4	158,1	126,3	97,9	73,9	65	48,4	40,5	32,5	22,8	15,5	9,4
100	710,2	407,9	352,3	321	233,6	171,9	136,9	106	79,8	70,6	52,4	43,7	35	24,5	16,7	10
200	775,2	437,6	378,4	347,9	253,8	185,7	147,5	114,1	85,7	76,1	56,4	46,8	37,5	26,2	17,9	10,7

For å forebygge skader som følge av forventet økning i kraftig nedbør, anbefales det å legge til et klimapåslag for dagens IVF – verdier. Verdier for dette vises i Tabell 5.3 og er avhengig av dimensjonerende gjentaksintervall og varighet (Norsk Klimaservicesenter, 2020).

Tabell 5.3: Klimapåslag for kraftig nedbør, avhengig av varighet og dimensjonerende gjentaksintervall. Fra Nedbørintensitet (IVF-verdier), (Norsk Klimaservicesenter, 2020)

	Dimensjonerende gjentaksintervall < 50 år	Dimensjonerende gjentaksintervall ≥ 50 år
≤ 1 time	40 %	50 %
> 1 – 3 timer	40 %	40 %
> 3 – 24 timer	30 %	30 %

5.1.4 Konsentrasjonstid for et nedslagsfelt

Den tiden det tar for en regndråpe gjennom feltet helt fra ytterkanten til den når frem til utløpet kalles konsentrasjonstiden (t_k) (Ødegaard, 2014, s. 346). Konsentrasjonstiden brukes til å finne dimensjonerende intensitet ved hjelp av IVF-verdier. Følgene metode er brukt til å beregne konsentrasjonstid (Statens vegvesen, 2020, s. 50):

$$t_k = 0,02 * L^{1,15} * H^{-0,39}$$

t_k = Konsentrasjonstiden [min]

t_s = Lengden på feltet [m]

H = Høydeforskjellen i feltet [m]

5.1.5 Regnenvelopmetode med konstant utløp

Overdimensjonering av fordrøyningsvolum er dyrt, mens underdimensjonering kan gjøre skader på miljø, eiendom og infrastruktur (Lindholm, 2015). For utregning av nødvendig fordrøyningsvolum er Regnenvelopmetoden med konstant utløp benyttet (Lindholm, 2015):

$$V_{fordøyn} = V_{inn} - V_{ut}$$

V_{inn} = Tilløpsvolum [m³]

V_{ut} = Utløpsmengden [m³]

$$V_{inn} = A * \varphi * I * t_k$$

V_{inn} = Tilløpsvolumer [m³]

A = Områdets areal [m²]

I = Nedbørsintensitet [l/s*ha]

t_k = Konsentrasjonstid [min]

$$V_{ut} = Q_{eks} * t_k$$

V_{ut} = Utløpsmengden [m³]

Q_{eks} = Videreført vannmengde [l/s*ha]

t_k = Konsentrasjonstid [min]

5.1.6 Blågrønn faktor regneark

For å regne ut Blågrønn faktor er Excel filen «blågrønn-faktor-regneark» utnyttet (se Figur 5.1). Denne filen er utarbeidet av Dronninga landskap, COWI og CF Møller som en del av programmet fremtidens byer.

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

Figur 5.1: Blågrønn faktor regneark (Dronninga landskap, COWI, & CF Møller, 2014)

5.2 SCENARIOER

For å kunne studere utfordringene knyttet til overvann ved utbygging av Bussveien er det utarbeidet 3 ulike scenarioer:

- Scenario 0: Dagens situasjon
- Scenario 1: Etter planlagt utbygging av Bussveien
- Scenario 2: Etter planlagt utbygging av Bussveien, med åpne overvannsløsninger implementert

Scenarioene er utarbeidet på bakgrunn av problemstillingen. Det blir evaluert avrenning og blågrønn faktor for hvert scenario i begge områdene. Scenario 0 ser på hvordan situasjonen er i dag, mens Scenario 1 tar utgangspunkt i nåværende planer for Bussveien. Scenario 2 er et hypotetisk scenario hvor det også er tatt utgangspunkt i nåværende planer for Bussveien, men med flere åpne løsninger for overvannshåndtering implementert. Scenarioene er utarbeidet slik at de alle kan sammenlignes med hverandre. Det vil være interessant å se hvordan dagens situasjon blir påvirket av den planlagte Bussveien, konsekvensene ved implementering av flere åpne overvannsløsninger i et område og hvordan Bussveien med åpne overvannsløsninger påvirker dagens situasjon i området. Resultatene av analysen blir presentert i kapittel 6 og diskutert i kapittel 7. Modell for nedbørsbasert analyse er utnyttet hvor arealdekker er identifisert (steg 3) og arealer for blågrønne løsninger er identifisert (steg 4).

5.2.1 Scenario 0 – Dagens situasjon

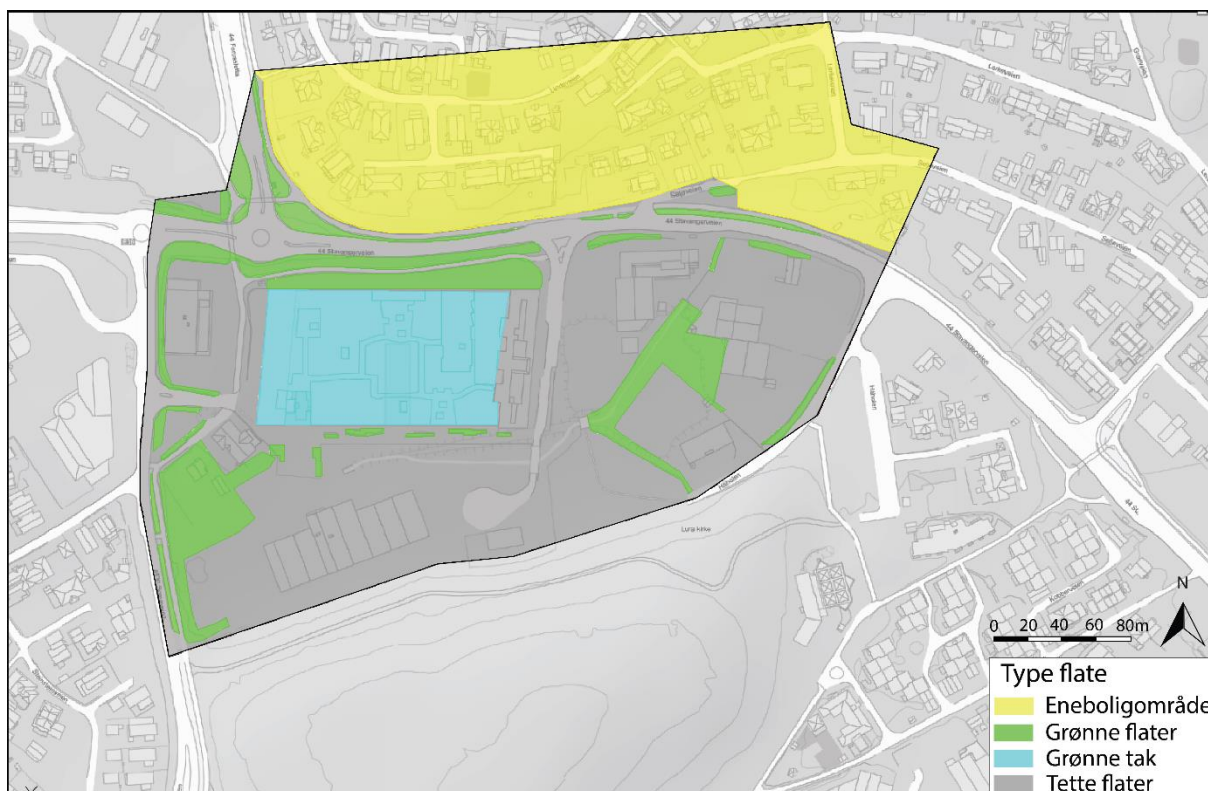
Scenario 0 ser på dagens situasjon i de to områdene. Det er dette scenarioet som legger grunnlaget for sammenligning av de ulike scenarioene da det er slik situasjonen er i dag. Det er brukt IVF-verdier for Sandnes-Rovik. På bakgrunn av anbefalinger fra kommunaltekniske normer for Sandnes kommune er det brukt et gjentakelsesintervall på 20 år (Norsk Vann, 2020). Da dette er dagens situasjon, er det ikke brukt klimapåslag. For utregning av konsentrasjonstiden for feltet er det valgt å bruke avrenningslinjer fra www.temakart-rogaland.no/klimatilpasning, hvor lengden og fallet på linjen ble brukt til å regne ut konsentrasjonstiden (se vedlegg 1).

Det er i denne oppgaven tatt et forbehold om at avrenning fra vedliggende områder blir håndtert lokalt eller tilført ledningsnettet. Det tas bare hensyn til overvannsmengdene som opptrer innenfor valgt område.

Område 1

Dagens avrenningssituasjon

Den totale avrenningen for området er: $Q = \varphi * A * I * Kf = 1168,5$ l/s. Se vedlegg 1 for detaljert utregning. For å finne korrekt avrenningskoeffisient er området delt inn i arealer etter type flate. Dette er illustrert i Figur 5.2. Som nevnt i kapittel 4, er området relativt flatt, men terrenget heller ned mot Gandsfjorden. På bakgrunn av dette er det valgt å bruke verdien mellom den høyeste og laveste avrenningskoeffisienten fra Tabell 5.1.



Figur 5.2: Oversikt over type flater for Scenario 0, område 1. Kart. norgeskart.no

Blågrønn faktor

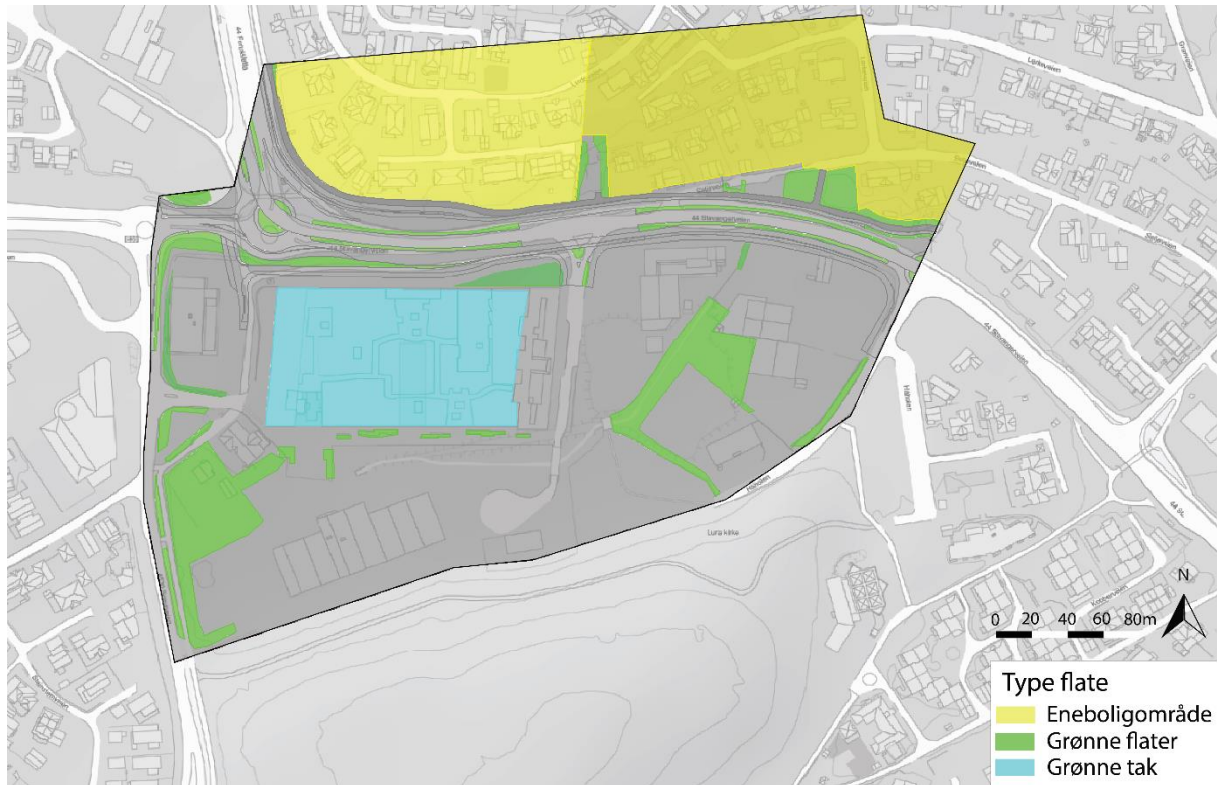
Utregningen av blågrønn faktor er gjort på bakgrunn av observasjoner og antakelser gjort på befaring av området. Området består av flere boliger som også har grønne arealer. Da det ville vært tidskrevende å finne arealer på alle hager og grøntområder i boligområdet er det valgt å anta at $\frac{1}{4}$ av ene boligområdet fra Figur 5.2 går under kategorien grønne flater, $\frac{1}{4}$ til delvis permeable flater og resterende $\frac{2}{4}$ antas som impermeable flater. Dette er bestemt på bakgrunn av observasjoner gjort ved befaring av området. På bakgrunn av denne informasjonen er blågrønn faktor for område 1 regnet ut til 0,36. Se vedlegg 4 for BGF regneark for Scenario 0.

Område 2

Dagens avrenningssituasjon

Den totale avrenningen for området er: $Q = \varphi * A * I * Kf = 1079,6$ l/s. Se vedlegg1 for detaljert utregning. Figur 5.3 viser inndelingen av flatene for område 2. Området domineres av ene boligområder, men har også noe næring og leilighet/rekkehusbebyggelse.

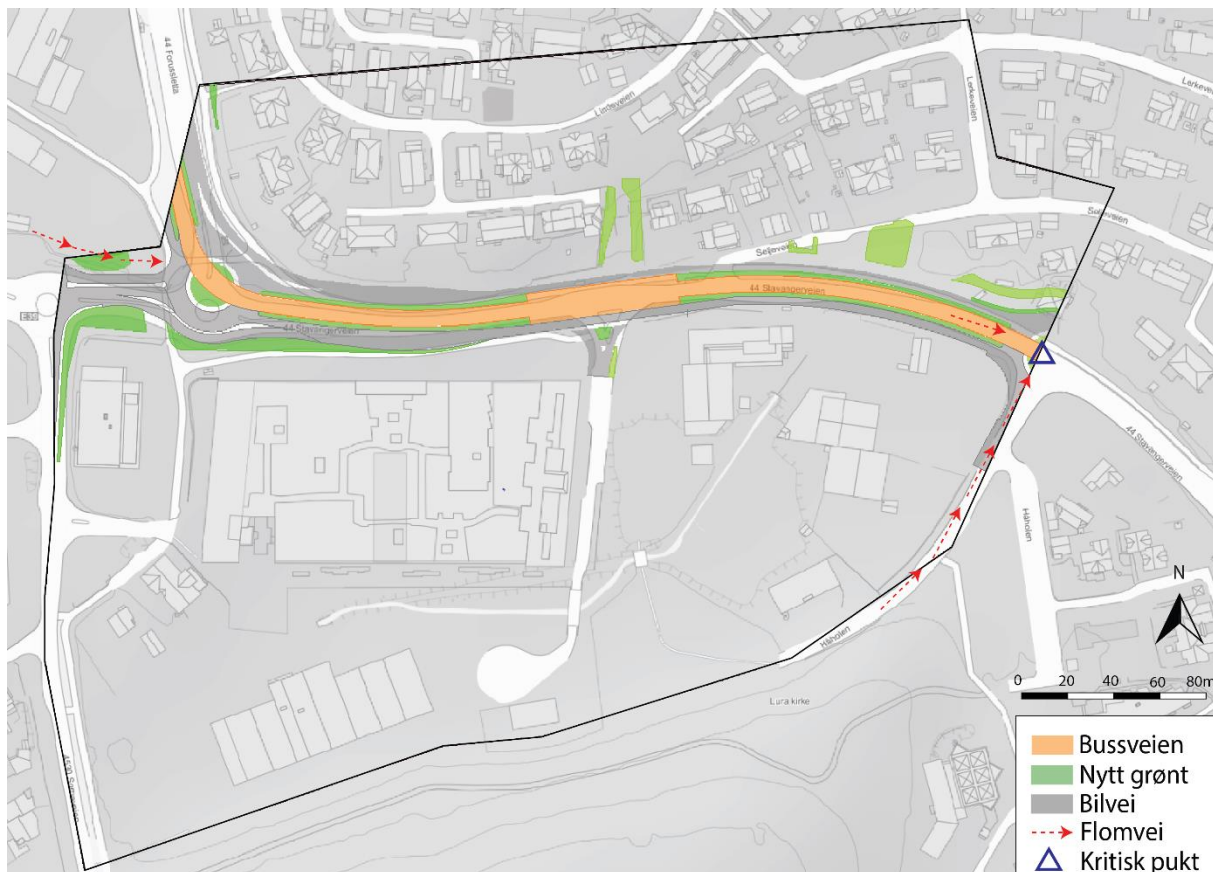
pga. utvidelsen av veien, men til fordel for dette er det også implementert mer grønne flater i rabatten mellom bilvei og Bussvei.



Figur 5.4: Oversikt over type flater for Scenario 1, område 1. Kart: norgskart.no

Flomveier

Ny flomvei utarbeidet av Asplan Viak er illustrert i Figur 5.5. Det er et kritisk punkt i området som er på grensen til område 2. Dette er ikke kritisk i dag, men ved utbygging av Lurabyen blir flomvann ledet hit. Det blir da flere flomveier som samles her (Mellgren & Helberg, 2020). Vest i området føres vannet til undergang mellom Stavangerveien og Forussletta, mens øst i området føres det til Stavangerveien.



Figur 5.5: Flomveier og kritiske punkt for Scenario 1, område 2. Fra: Vedlegg 36 - Tegningshefte - VA og flom (G, GH og H-tegninger), (Asplan Viak, 2020)

Fordrøyningsvolum

Dagens situasjon har en avrenning på 1168,5 l/s. Dette er regnet ut på bakgrunn av anbefalinger fra VA-normen til Sandnes kommune. Det antas derfor at dagens overvannsystem er dimensjonert til dette. Sandnes kommune har også et krav som sier at utbyggingsprosjekter ikke skal føre til økt avrenning til det kommunale avløpsnett. Fremtidig situasjon har en avrenning på 1441,1 l/s altså en økning på 272,6 l/s. På bakgrunn av dette er nødvendig fordrøyningsvolum regnet ut til 281 m³ (se vedlegg 2). Asplan Viak har i beplantingsplanen lagt til rette for 142 m² i fordrøyningsareal (se vedlegg 7). For å fordrøye den økte avrenningen må dermed fordrøyningsarealet ha en gjennomsnittlig dybde på 1,98 m.

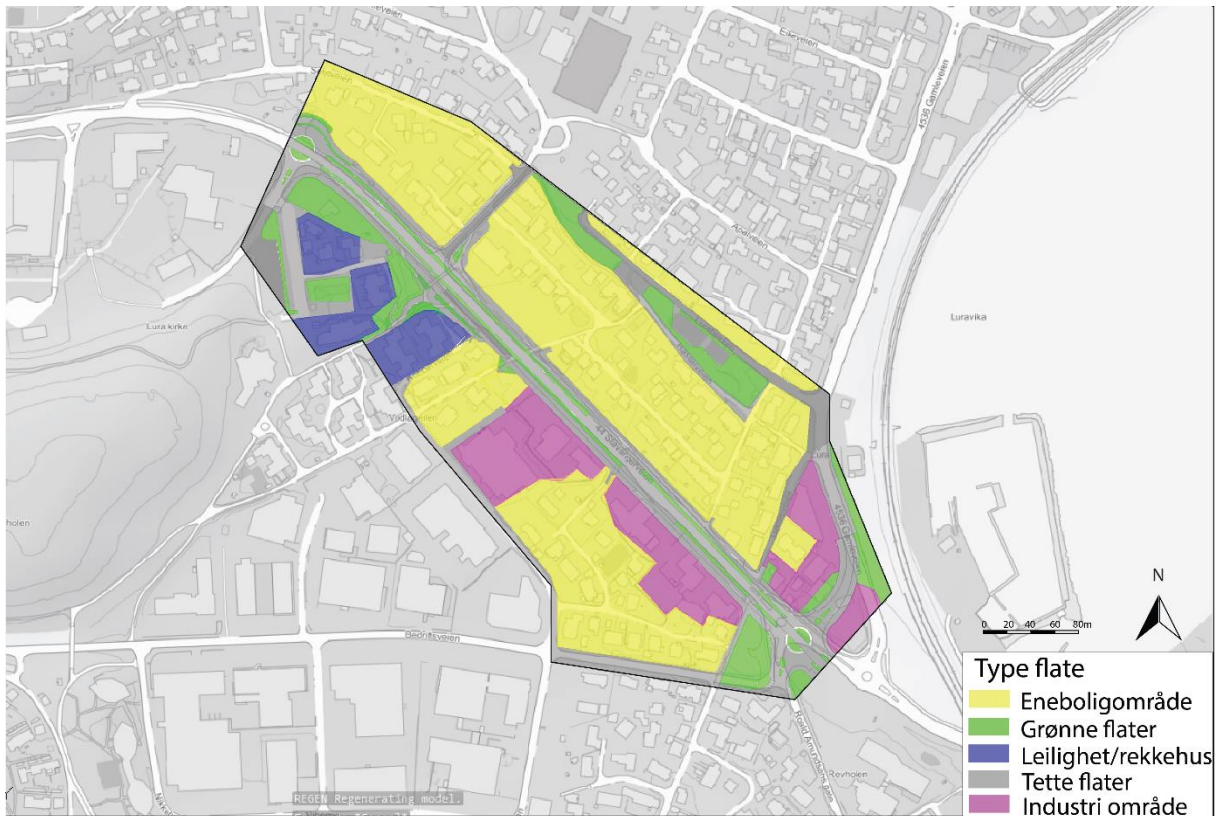
Blågrønn faktor

For utregning av blågrønn faktor er det i hovedsak benyttet beplantingsplanen utarbeidet av Asplan Viak (se vedlegg 7). Da det kun er området rundt Bussveien som er endret er det gjort samme antakelser som i Scenario 0 hvor ¼ av boligområdet består av grønne flater. Det er planlagt klatreplanter på mur og støyskjerm. Det er bestemt en gjennomsnittlig høyde på mur og støyskjerm til 4 meter. Blågrønn faktor for Scenario 1 område 1 er beregnet til å være 0,35. Se vedlegg 5 for BGF regneark for Scenario 1.

Område 2

Avrennings situasjon etter utbygging

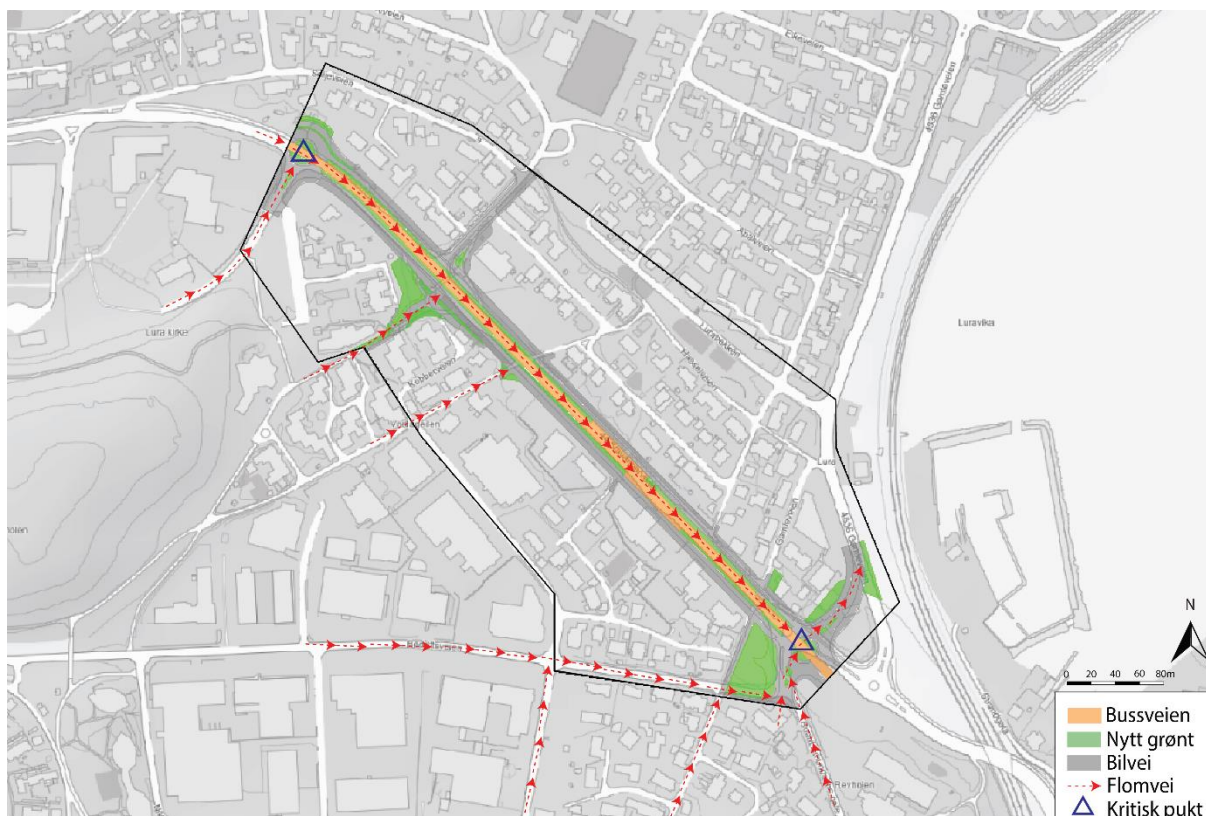
Den totale avrenningen for område 2 er: $Q = \varphi * A * I * Kf = 1295,5$ l/s. Se vedlegg 2 for detaljert utregning. Figur 5.6 viser inndeling av type flater for område 2 etter planlagt Bussvei er implementert.



Figur 5.6: Oversikt over type flater for Scenario 1, område 2. Kart: norgeskart.no

Flomveier

Flomvei er utarbeidet av Asplan Viak er illustrert i Figur 5.7. Det er to kritiske punkt på strekningen i område 2. Det kritiske punktet nord på kartet er som nevnt på grensen til område 1 og område 2, og er ikke i dag et kritisk punkt, men ved utbygging av Lurabyen blir flomvann ledet hit. Det blir da flere flomveier som samles her. Stavangerveien er generelt en kritisk strekning i område 2 da flere flomveier ledes hit, og blir dermed en viktig langsgående flomvei. Det er et kritisk punkt sør på figuren da flere flomveier som samles ved den nye rundkjøringen (Mellgren & Helberg, 2020).



Figur 5.7: Flomveier og kritiske punkt for Scenario 1, område 2 Fra: Vedlegg 36 - Tegningshefte - VA og flom (G, GH og H-tegninger), (Asplan Viak, 2020)

Fordrøyningsvolum

Dagens situasjon har en avrenning på 1079,6 l/s. Dette er regnet ut på bakgrunn av anbefalinger fra VA-normen til Sandnes kommune. Det er dermed denne mengden som kan slippes til kommunalt avløpsnett. Fremtidig situasjon har en avrenning på 1295,5 l/s altså en økning på 215,9 l/s. Nødvendig fordrøyningsvolum er regnet ut til 319 m³ (se vedlegg 2). Asplan Viak har lagt til rette for 2703 m² fordrøyningsvolum fordelt på veirabatt og fordrøyningsområdet Nord-øst i området (se vedlegg 7) (Rogaland Fylkeskommune, 2020c, s. 3). Dette tilsvarer en gjennomsnittlig dybde på 0,12 m

Blågrønn faktor

For utregning av blågrønn faktor er det i hovedsak benyttet beplantingsplanen utarbeidet av Asplan Viak (vedlegg 7). Det er gjort de samme antakelsene som i Scenario 0 da det kun er områdene med Bussveien som er endret. Det er planlagt klatreplanter på mur og støyskjerm. På bakgrunn av snitt-tegninger er det bestemt en gjennomsnittlig høyde på mur og støyskjerm til 4 meter. Blågrønn faktor for Scenario 1 område 2 er regnet ut til 0,40. Se vedlegg 5 for BGF regneark for Scenario 2.

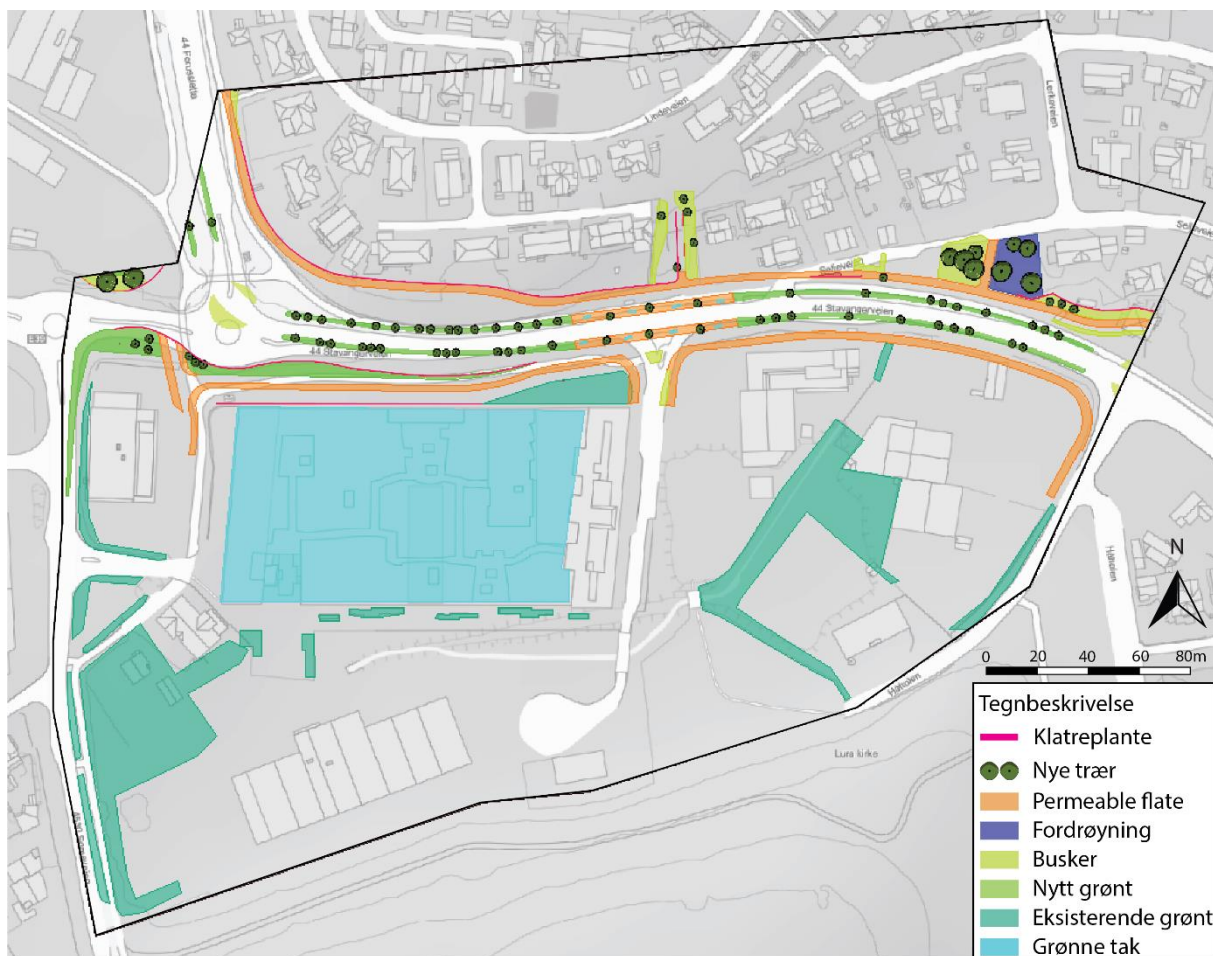
5.2.3 Scenario 2: Etter planlagt utbygging av Bussveien med åpne løsninger

I Scenario 2 er det valgt å ta utgangspunkt i Scenario 1. For å håndtere økt nedbørsmengde er det valgt å implementere flere åpne og blågrønne løsninger for å avlaste eksisterende avløpsnett. Kravet til

Sandnes kommune er å ikke slippe mer til kommunalt ledningsnett enn i dag. Det er dermed tatt utgangspunkt i at ledningsnettet har kapasitet til å håndtere dagens avrenning (1168,5 l/s og 1079,6 l/s). Asplan Viak har allerede foreslått noe fordrøyning i området, men ved å tilrettelegge for mer åpne løsninger kan området håndtere kraftigere nedbørshendelser. Asplan Viak sine løsninger fra Scenario 1 er videreført til Scenario 2 med noen justeringer. Flomveiene fra Scenario 1 er videreført til Scenario 2. Valgte overvannstiltak er fleksible, enkle å implementere og arealeffektive. Resultatet er en kombinasjonsløsning der permeable flater, regnbed og grønne tak fordrøyer/infiltrerer små mengder overvann i ledd 1, fører det til fordrøyningsdam/åpen fordrøyning i andre ledd, og blir ledet via trygge flomveier til resipient.

Område 1

Det er valgt å implementere løsninger som både reduserer avrenningen, og øker den blågrønne faktoren for området. Dette skaper en lun atmosfære og tilknytning til omkringliggende områder. Gangveien er anvendt med permeable belegningsstein. Selv om effektiviteten til permeable dekker er avhengig av utforming og stedlige betingelser har de typisk samme avrenningskoeffisient med vanlig gress (Sivertsen, Muthanna, & Time, 2018). Sykkelfeltet anvendes med vanlig impermeabel rød avsalt slik at syklister får en behagelig sykkelopplevelse. En illustrasjonsplan over området 1 er vist i Figur 5.8

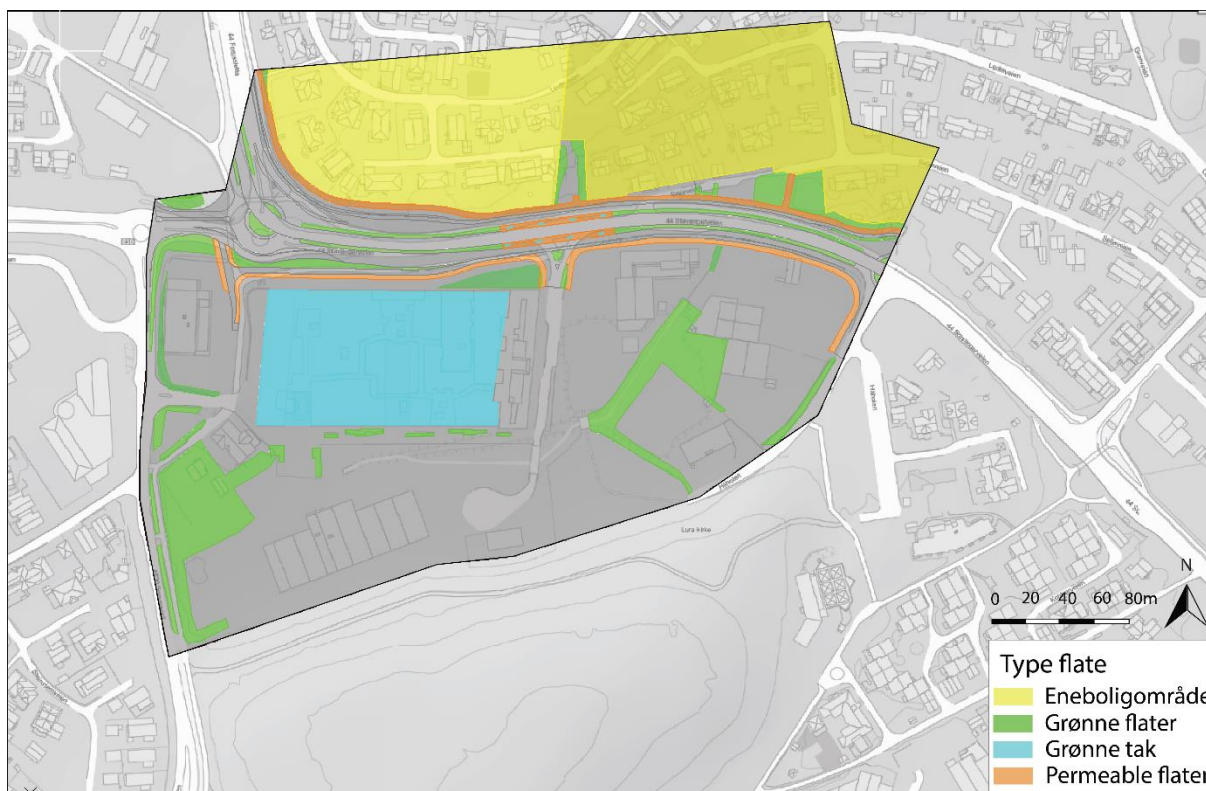


Figur 5.8: Illustrasjonsplan Scenario 2, område 1. Kart: norgeskart.no (se vedlegg 7 for beplantningsplan)

Holdeplassen er også anvendt med permeable belegningsstein. Det er fire holdeplass skur på hver side av veien, alle blir anvendt med grønne tak, slik som i referanseprosjektet i Nederland. Takene vil ha en svak helning på 0 – 6 grader. Når takene har nådd sin kapasitetsgrense ledes vannet videre til et prosjektert regnbed via taknedløp. Hvert busstopp har et prosjektert regnbed på 0,35 m². Ved større nedbørshendelser blir overflødig vann ledet trygt ut fra regnbedet via trygge flomveier (Figur 5.5) til fordrøyingsområdet øst i området og så til resipient.

Avrenningssituasjon med åpne løsninger

Den totale avrenningen for området er $Q = \varphi * A * I * Kf = 1343,8$ l/s. Figur 5.9 viser type flater med åpne overvannsløsninger innført.



Figur 5.9: Oversikt over type flater for Scenario 2, område 1. Kart: norgeskart.no

Fordrøyningsvolum

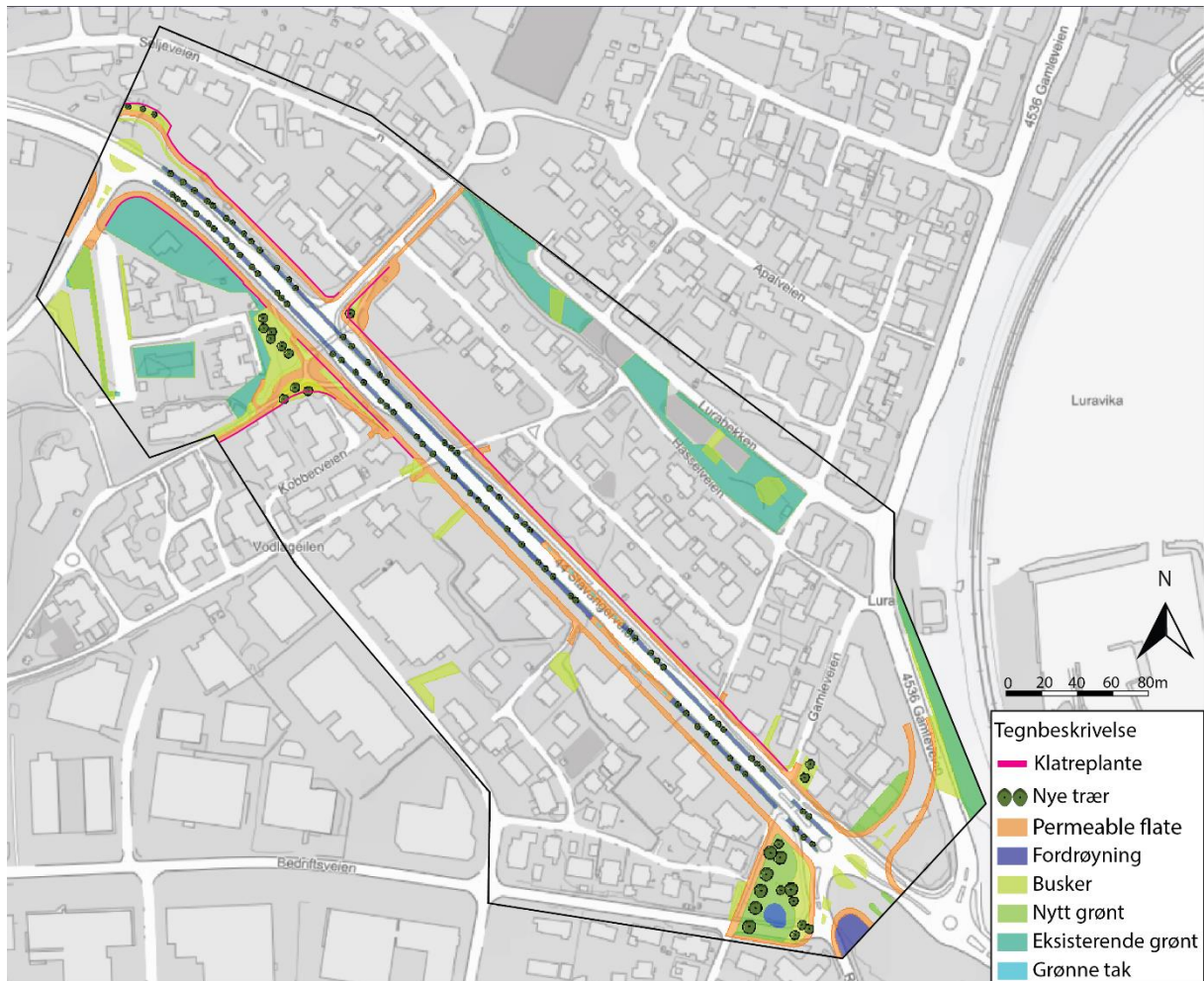
På bakgrunn av at dagens avrenning er tillatt påslipp til kommunalt avløpsnett, er nødvendig fordrøyningsvolum regnet ut til 213 m^3 . Dette er fordrøyningsvolum som vil bli fordelt på $433,88$ fordrøyningsareal, som tilsvarer en gjennomsnittlig dybde på $0,49\text{m}$.

Blågrønn faktor

For utregning av blågrønn faktor er det tatt utgangspunkt i samme regneark som ble brukt i Scenario 1. Det er lagt til fordrøyningsvolum, permeable belegningsstein noen nye trær. Beplanting er vist i Figur 5.8. Den blågrønne faktoren for Scenario 2 er beregnet til å være $0,36$. Se vedlegg 6 for BGF regneark for Scenario 2

Område 2

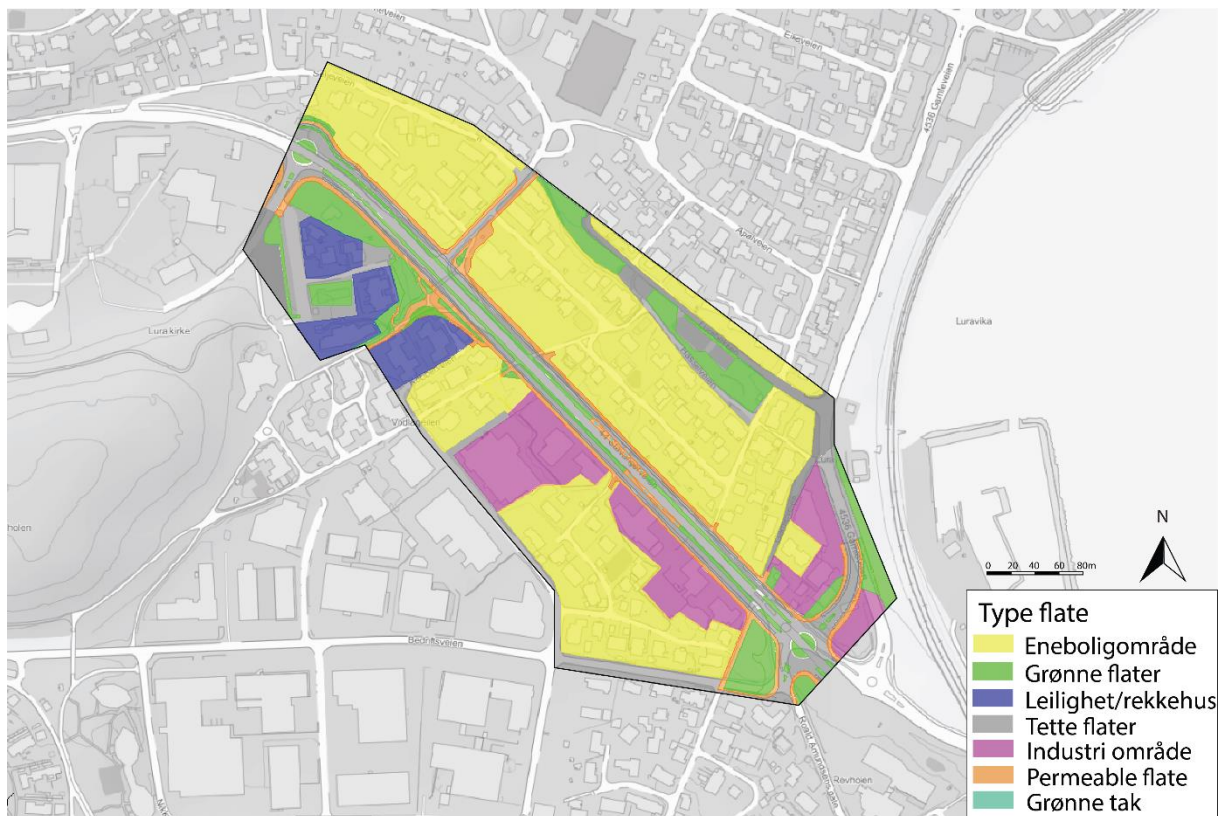
Område 2 har lik utforming som område 1. De impermeable flatene på gangfelt og på holdeplassen er erstattet med permeable belegningsstein med avrenningsfaktor på nivå med gress, for fordrøyning/infiltrering av overvann. Det er tilrettelagt for fordrøyning nord-øst i området, i midtrabatt og på grønne tak på holdeplassskurene. Figur 5.10 viser illustrasjonsplan for Scenario 2, område 2.



Figur 5.10: Illustrasjonsplan for Scenario 2, område 2. Kart: norgeskart.no (se vedlegg 7 for beplantningsplan)

Avrenningssituasjon med naturbaserte løsninger

Den totale avrenningen for området er $Q = \varphi * A * I * Kf = 1257,4$ l/s. Figur 5.11 Figur 5.10 viser type flater for Scenario 2. Den største forskjellen fra Scenario 1, er den permeable belegningssteinen som erstatter asfalt for gående.



Figur 5.11: Type flater Scenario 2, område 2. Kart: norgeskart.no

Fordrøyningsvolum

Fordrøyningsvolumet er regnet ut til 281 m³ (se vedlegg 3) fordelt på 2848,52 fordrøyningsareal. Det vil si at gjennomsnittsdybden på fordrøyningen må være 0,099 m, eller 9,9 cm.

Blågrønn faktor

For utregning av blågrønn faktor er det tatt utgangspunkt i Scenario 1. Det er implementert de samme foreslått blågrønne kvalitetene, som klatreplanter, busker og trær, men det er plantet litt flere trær og lagt til flere områder for fordroyning. Den blågrønne faktoren for området er 0,42.

06.

Resultater

6.1 Resultat og sammenligning



6.1 RESULTAT OG SAMMENLIGNING

Dette kapitlet tar for seg resultatene fra analysen hvor de to parameterne blir oppsummert. Det vil deretter bli gjort en totalvurdering av analysen hvor alle scenarioene blir sammenlignet. Tabell 6.1 viser en oppsummering av resultatene fra analysen.

Tabell 6.1: Resultater fra analysen

	Scenario 0		Scenario 1		Scenario 2	
	Område 1	Område 2	Område 1	Område 2	Område 1	Område 2
Avrenningsmengde	1168,5 l/s	1079,6 l/s	1441,1 l/s	1295,5 l/s	1343,8	1257,4 l/s
Blågrønn faktor	0,36	0,38	0,35	0,40	0,36	0,42

6.1.1 Avrenning

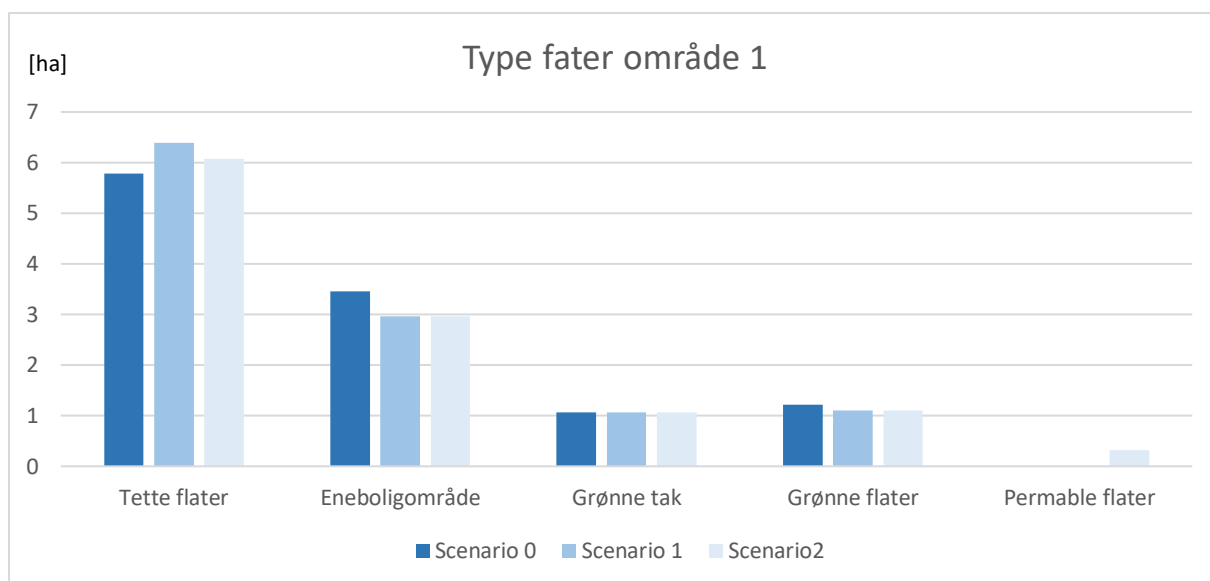
Den faktoren som har hatt størst påvirkning på områdets avrenning er inndelingen av flater med tilhørende avrenningskoeffisient. I begge områdene er det økt avrenning ved utbygging av Bussveien, minst ved implementering av de åpne overvannsløsningene (Scenario 2). Det som er ulikt fra utregningen av avrenningen i Scenario 0 til Scenario 1 og 2 er at det er benyttet et klimapåslag på 20% for fremtidens klimaendringer. Dette blir diskutert nærmere i kapittel 7. Den reduserte avrenningen fører til lavere nødvendig fordrøyningsvolum, Tabell 6.2 viser en oversikt over dette.

Tabell 6.2: Resultater av fordrøyning fra analysen

	Scenario 1		Scenario 2	
	Område 1	Område 2	Område 1	Område 2
Nødvendig fordrøyningsvolum	281 m ³	319 m ³	213 m ³	281 m ³
Fordrøyningsareal	142 m ²	2703 m ²	433,88 m ²	2848,52 m ²

Område 1

Fra tallene i Tabell 6.1 vises det at avrenningen i område 1 øker fra 1168,5 l/s til 1441,1 l/s i Scenario 0 til 1. Dette er en økning på 272,6 l/s, som tilsvarer 23,3%. Ved å anvende åpne og blågrønne overvannsløsninger vil avrenningen øke i Scenario 0 til 2 med 175,3 l/s som tilsvarer en 15% økning. I Tabell 6.2 vises det hvordan nødvendig fordrøyningsvolum avtar med 24,2 %, mens tilgjengelig fordrøyningsareal øker med 205 % fra Scenario 1 til 2. Figur 6.1 viser en oversikt over endringen i fordeling av areal [ha] i område 1.

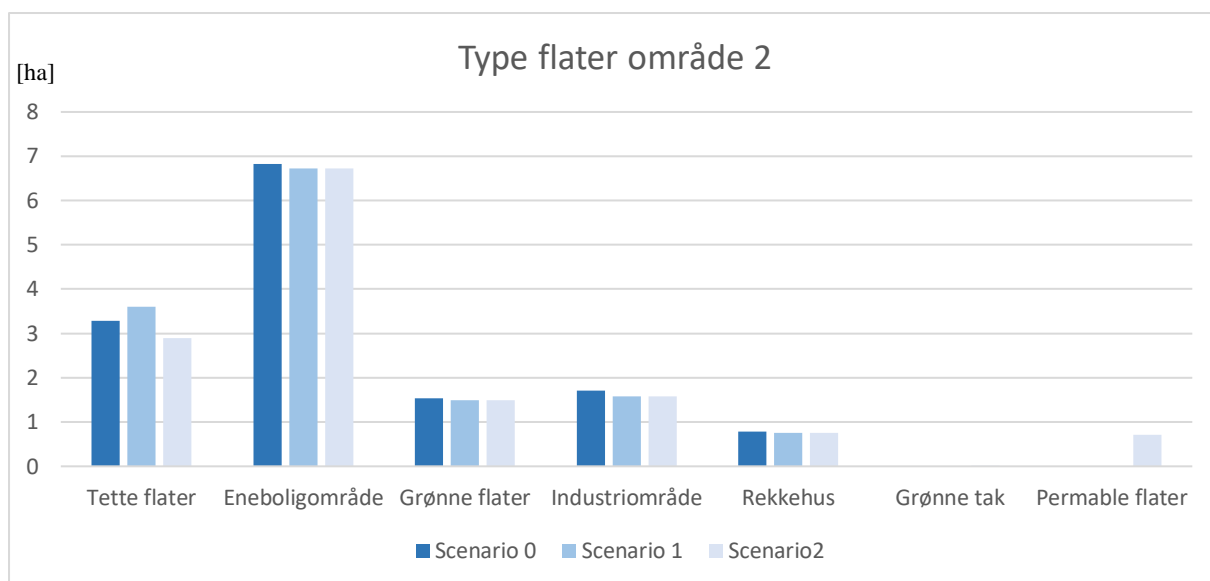


Figur 6.1: Oversikt over endringen av flater i de tre scenarioene i område 1

Den største endringen er endringen i tette flater, da det blir ervervet areal fra eneboligområdet til å bygge ut Bussveien. Det blir også beslaglagt grøntområder ved utbygging, men noe av dette er blir kompensert for ved utforming av nye grøntområder, blant annet i veirabatter. På bakgrunn av dette er det ikke betydelig endring i andel grønne flater. I Scenario 2 er gangveien erstattet med permeable dekker det er dermed en lavere andel tette flater i dette scenarioet. Det er anvendt grønne tak på holdeplassene, men dette arealet er på totalt 24m² som er så lite at det ikke blir synlig i tabellen.

Område 2

Tabell 6.1 viser økt avrenning i område 2 fra 1079,6 l/s til 1295,5 l/s i Scenario 0 til 1. Dette er en økning på 215,9 l/s, som tilsvarer en økning med 20%. Ved implementering av åpne løsninger naturbaserte løsninger vil det være en prosentvis økning i avrenning i Scenario 0 til Scenario 2 med 16,5%. Fra Tabell 6.2 vises endringen av nødvendig fordrøyning. Nødvendig fordrøyningsvolum er redusert med 11,9 %, mens tilgjengelig fordrøyningsareal har økt med 4,3 %. Figur 6.2 viser en oversikt over endringen i fordeling av arealer [ha] i område 2.



Figur 6.2: Oversikt over endringen av flater i de tre scenarioene i område 2

I område 2 er det også størst endring i tette flater. Her er det beslåglagt arealer fra eneboligområdet, rekkehus/leilighets områder, industriområder og grønne flater. Det er også i område 2 implementert flere grønne flater som en kompensasjon for tapte flater til utbyggingen. Det er anvendt grønne tak på holdeplassene som utgjør 24m². Gangveien er erstattet med permeable flater, det er derfor en mindre andel tette flater her.

6.1.2 Blågrønn faktor

For blågrønn faktor er det andre parametere som spiller inn, blant annet sammenhengende areal over 75m² og eksisterende trær. Det ble utført en befaring av området i forkant av utregning av blågrønn faktor hvor det ble gjort observasjoner av trær, busker, bekker etc. som påvirker den blågrønne faktoren i området. Begge områdene er store (område 1: 11,51 ha og område 2: 14,15 ha) så det er vanskelig å påvirke den blågrønne faktoren ved hjelp av små justeringer. Dette blir diskutert videre i kapittel 7. For blågrønn faktor regneark til de tre scenarioene henvises det til vedlegg 4 – vedlegg 6.

Område 1

Blågrønn faktor reduseres med 0,1 fra Scenario 0 til 1. Da eksisterende grøntområder har gått tapt til fordel for Bussveien er det færre arealer som har sammenhengende grøntarealer større en 75m², samt mindre arealer med vegetasjon. Selv om det er plantet flere nye trær, klatreplanter og implementert nye grønne flater, er fremdeles den blågrønne faktoren redusert i Scenario 1. I Scenario 2 øker den blågrønne faktoren til 0,36. Dette er ved hjelp av implementering av permeable flater, arealer til fordrøyning, noen nye trær og anvendelse av grønne tak på holdeplass. Dette er den samme verdien som i Scenario 0.

Område 2

Fra Scenario 0 til Scenario 1 øker den blågrønne faktoren med 0,2. Det er i område 2 ikke fjernet like mye grønne arealer, som påvirker den blågrønne faktoren positivt. Det er blant annet en liten økning i

sammenhengende arealer over 75m². Det er som i område 1 også implementert flere nye trær og andre blågrønne kvaliteter som gjør at den blågrønne faktoren i området øker. For Scenario 2 hvor det er anvendt grønne tak på holdeplassene, permeable flater på gangveien og fordrøyningsvolum er den blågrønne faktoren regnet til 0,42. Dette er en økning på 0,4 sammenlignet med senario 0.

07.

Avslutning

7.1 Diskusjon

7.2 Konklusjon



7.1 DISKUSJON

I store infrastrukturprosjekter som Bussveien er det viktig at overvannshåndtering vurderes tidlig i planleggingsprosessen. Store deler av arealet går til impermeable flater som asfalt, og det kan dermed bli utfordrende å finne ledige arealer til åpne løsninger for overvann. Gjennom byvekstavtalen er det et nasjonalt satsingsområde å utvikle urbane områder på en måte som styrker kollektivtilbudet og reduserer behovet for personbiltransport. For å gjøre minst inngrep i naturen i slike prosjekter, hvor naturlige terreng erstattes med tette flater, er det viktig med kompetanse innenfor fagfeltet.

Det er som oftest flere aktører involvert for overvannshåndtering innenfor større arealer. Utfordringen er da å ivareta en helhetlig planlegging, utforming og vedlikehold av tiltakene. Det er dermed viktig at kommunen har konkrete krav om hva som må bli overholdt.

I VA-normen til Sandnes kommune (beskrevet i kapittel 4.2.4) står det både at så lenge overvann blir håndtert på en forsvarlig måte, så har det ikke noe å si hvilke metoder som blir brukt, samtidig som det står at det skal være begrenset tilførsel til overvannssystemet da størst mulig grad av overvannet skal håndteres lokalt. Det er viktig å dra frem at dette er to krav til overvann som sier to ulike ting. Regionalplanen for Jæren *fraråder* utbygging i områder med økende fare for naturfare, og *anbefaler* og *fremmer* bruken av flerfunksjonelle overvannsløsninger. Dette oppfattes ikke som konkrete krav, mer som en oppfordring til bruken av flerfunksjonelle overvannsløsninger. Sandnes kommune har også utarbeidet retningslinjer for blågrønn faktor som sier at BGF *bør* benyttes for å sikre at beplantning og overvann blir ivaretatt i reguleringsplaner. I kommuneplanen til Sandnes er det et konkret krav som sier at tiltak ikke *skal* føre til økt avrenning til eksisterende system.

De overordnede utfordringene for håndtering av avrenning og blågrønn faktor i urbane områder er plassmangel. Ved utbygging av kollektive akser blir arealer fra andre formål ervervet til fordel for dette. Når det ikke er klare retningslinjer fra kommunen på hvordan dette skal bli håndtert, kan det være vanskelig for utbygger å finne ledige arealer til LOD-tiltak. For at dette skal bli prioritert er det viktig at kommunen etablerer klare retningslinjer for håndtering av overvann, og hvilke metoder som skal bli brukt. Det vil på denne måten bli lettere å få overvannshåndtering tidlig inn i planleggingsfasen som sikrer tilstrekkelige tiltak for håndtering av overvann. Dette resulterer i en mer helhetlig utforming av systemet.

I Scenario 2 er det gjort et forsøk på å implementere flere åpne løsninger som vil fordrøye/infiltrere overvann. Det er forsøkt å overholde kravet fra Sandnes kommune med å ikke øke avrenningen til eksisterende system. Dette er gjort ved hjelp av tre-leddstrategiens første steg som grunnlag, hvor det er anvendt permeable dekker, regnbed og grønne tak som fordrøyer/infiltrerer overvannet. Ved å tilrettelegge nok volum for fordrøyning/infiltrering av overvann kan den økende avrenning bli håndtert lokalt via åpne løsninger. Arealet som er tilrettelagt til fordrøyning er nok til å kunne håndtere den økende avrenningen. Det kan være diskuterbart om det er nødvendig med så mye fordrøyning.

Fordrøyningen er beregnet på bakgrunn av at dagenes avrenningsmengde går til kommunalt system og med returperiode på 20 år. Det er dyrt med fordrøyning, og det bør dermed ikke overdimensjoneres. På en annen side er det kan være hensiktsmessig med ekstra arealer med fordrøyning som kan håndtere de større nedbørshendelsene.

Det er også forsøkt å nå kravet til Sandnes kommune på 0,7 i BGF. For caseområdet (og andre lignende prosjekter), som er et infrastruktur prosjekt i et urbant område er kravet på 0,7 vanskelig å nå. I slike prosjekter fokuseres det på utbygging av vei, og grønne flater kan dermed gå tapt til fordel for dette. Dette blir diskutert nærmere, senere i kapittelet.

De LOD-tiltakene som er anvendt i Scenario 2 er valgt på bakgrunn av funn gjort i den nedbørsbaserte analysen, litteraturstudiet og referanseprosjekter. Området heller svakt ned mot Gandsfjorden og det er dermed valgt å plassere fordrøyning på bakgrunn av dette. Begge områdene har grunnforhold som er egnet for infiltrasjon, det er dermed gunstig å anlegge permeable belegningsstein som reduserer avrenningen i området. Det er bestemt å anlegge ekstensive grønne tak på holdeplass skurene da det er denne typen som krever minst vedlikehold. Selv om det er anvendt fordrøyning på arealer som Asplan Viak allerede har foreslått, er det i Scenario 2 foreslått å utvide disse og implementert flere. Metodene som er valgt er fleksible, enkle å implementere og arealeffektive, og fungerer dermed bra i tilsvarende prosjekter.

Bussveien er valgt som caseområdet da dette er et omfattende prosjekt på Nord-Jæren, og det er flere slike prosjekter i Norge. Gjennom dialog med Sandnes kommune og egen interesse ble det valgt å se på stekningen fra Stavangerveien til krysset ved Uno-X samt. tilhørende bebyggelse. Dette ble valgt ettersom Lura er en voksende bydel hvor ny bebyggelse er planlagt i fremtiden. Det er dermed interessant å utforske hvordan området blir påvirket av Bussveien før en slik transformasjon er i gang. Det er noen svakheter knyttet til metoden ved valg av et stort område. Det er gjort antakelser på bakgrunn av observasjoner i felt, og ved hjelp av karttjenester. Hadde området vært mindre, kunne analysen blitt gjort mer nøyaktig. På den andre siden var det ønskelig å se hvordan store utbyggingsprosjekter av kollektive akser påvirker omkringliggende områder, og det var dermed mest relevant å velge et stort område. Det er også valgt å kun implementere nye løsninger på det arealet som blir berørt av Bussveien prosjektet, ikke de omkringliggende områdene. Da de omkringliggende områdene utgjør en stor del av caseområdet, er det vanskelig å forbedre avrenningen og den blågrønne faktoren, spesielt når det i tillegg er lite arealer igjen å ta fra i prosjektområdet. Selv om dette har vært vanskelig har det vært mulig å forbedre både avrenning og blågrønn faktor for området (dette blir diskutert i påfølgende delkapitler). Oppgavens metode anses derfor som anvendbar lignende prosjekter.

7.1.1 Avrenning

I kapittel 6 kom det frem at fra Scenario 0 til Scenario 1 er det en 23.3% økning i avrenning i område 1 og 20% i område 2. Fra Scenario 0 til Scenario 2 er dette 15 % og 16,5%. Det kan her diskuteres hvorvidt

Bussveien faktisk påvirker området da avrenningen er multiplisert med en klimafaktor på 20% i Scenario 1 og Scenario 2. Hvis klimafaktoren fjernes er det kun område 1 som har en 3,3% økning i avrenningen. Ved implementering av åpne overvannsløsninger og grønne løsninger vil Bussveien bidra positivt på avrenningen i området. Det ville vært en prosentvis nedgang på 4,2 % i område 1 og 2,9 % i område 2. En svakhet ved utregning av avrenning i oppgaven er at fordamping ikke er medregnet. Når vannet føres til de åpne systemene som er anbefalt vil fordamping spille en stor rolle, særlig i sommerhalvåret.

Klimaendringer er et reelt problem og det er dermed viktig å regne med klimafaktor. Selv om Bussveien ikke direkte fører til en stor økning avrenning i området, er det viktig å ta fremtidens prognoser på alvor. Fremtidens vær blir våtere og varmere og det er viktig å planlegge for de økte regnmengdene med hjelp av god klimatilpasning. Gjennom casestudiet av Bussveien er det erfart at ved riktig planlegging kan åpne løsninger for overvann forbedre kvaliteten på området, samt avlaste eksisterende ledningsnett. Fordrøyning kan håndtere den økte avrenningen som følge av klimaendringer i området, samtidig som det kan fordrøye regnmengder ved større nedbørshendelser.

7.1.2 Blågrønn faktor

Ønsket til Sandnes kommune er å oppnå en blågrønn faktor på 0,7. Hvis caseområdet skal oppnå denne verdien av BGF ville det vært en økning på 0,34 i område 1 og 0,32 i området 2, som er en vesentlig stor økning. Selv om det er ønskelig å oppnå kravet, ville det vært utfordrende da det ble kalkulert en relativt lav BGF for Scenario 0.

Konsekvensene på blågrønn faktor er varierende i område 1 og område 2. Område 1 har lik blågrønn faktor i Scenario 0 og Scenario 2, mens den er lavere for Scenario 1. En grunn til at den blågrønne faktoren er lavere i område 1 kan være at området domineres av tette flate hvor en stor andel går til parkeringsarealer. Til sammen så utgjør de tette flatene 55,5 % av arealet i Scenario 1. For sammenligning er dette tallet 25,4% i område 2. Når en så stor andel av området består av tette flater, er det vanskelig å oppnå en høy blågrønn faktor for området. Etter implementering av de åpne overvannsløsningene og nye blågrønne strukturer i Scenario 2, ble den blågrønne faktoren det samme som den var i Scenario 0.

I område 2 har den blågrønne faktoren økt i alle scenarioene, med en total økning på 0,06. I Scenario 2 er den 0,42, som er en del lavere enn kravet på 0,7. Regionalplanen fremmer som nevnt flerfunksjonelle overvannsløsninger som tar hensyn til og fremmer stedets økologiske systemer, samt. øker det biologiske mangfoldet. Regnbed (som er anvendt i begge områdene og på holdeplassen) kan håndtere og infiltrere overvann. De grønne ekstensive takene på holdeplassen har i referanseprosjektet i Nederland blitt hjemmet til mange bier.

Det kan diskuteres om BGF kravet på 0,7 er realistisk eller ikke i slike prosjekter. For caseområdet hvor det bare er implementert løsninger på arealer som er berørt av Bussveien, vil det være vanskelig å nå dette målet. På en annen side så er BGF et verktøy som skal sikre potensiale for utbygger mht. krav til

vannhåndtering, vegetasjon og biodiversitet i byggesaksprosjekter. Selv om det i tilsvarende prosjekter vil være vanskelig å nå kravet som er satt, kan BGF være et viktig verktøy som sørger for at utbygger implementerer flere blågrønne løsninger for prosjektet. Det kan da være et mål om å ikke forverre den blågrønne faktoren til området som i område 1, eller forbedre den som i område 2.

7.1.3 Oppsummering

Gjennom casestudiet er det oppdaget at selve Bussveien har liten påvirkning på blågrønn faktor og avrenning i området da det er tilrettelagt for mer beplanting og fordrøyning i prosjektet. Dette er funn som bør vurderes i tilsvarende prosjekter. Det er meget mulig å tilrettelegge for at kollektive akser kan forbedre utbyggingsområdet, selv om det ligger i urbane områder. Det er da viktig at utbygger blir inkludert tidlig i planleggingsfasen slik at noe areal kan gå til åpne overvannsløsninger. Det er også viktig at det blir gjort vurderinger som er unike for området, som for eksempel berggrunn, løsmasser, helling og arealdekke. Ved hjelp av dette kan utbygging av kollektive akser være med på å håndtere den fremtidige avrenningen og øke den blågrønne faktoren i området.

tre-leddstrategien legger grunnlaget for forslagene i Scenario 2. Den permeable belegningssteinen på gangveien og på holdeplassene infiltrerer/fordrøyer overvannet i første omgang sammen med de ekstensive grønne takene som er anvendt på takene til holdeplassskurene. Videre vil regnbed og fordrøyningsvolum forsinke og fordrøye de større vannmengdene, før de ved ekstreme nedbørshendelser føres videre via tryggeflomveier. Det er viktig med trygge flomveier da fordrøyningsarealene vil nå kapasitetsgrensen og vann må dermed ledes videre.

Funnene gjort i dette casestudiet kan anvendes i tilsvarende prosjekter. Dette prosjektet kan være et godt eksempel på hvordan det er anlagt fordrøyning og mer grønt, som kompensasjon for tapt areal. Selv om det for Bussveien prosjektet har vært mulighet for å implementere flere grønne løsninger, betyr ikke dette at det vil være tilfelle for tilsvarende prosjekter. For utbygging av kollektive akser i urbane områder vil det ofte mangle på arealer til slike løsninger. Implementering av flere grønne flater ved utbygging, krever større utbyggingsarealer, som betyr mer grunnverv. Med andre ord; Implementering av grønne flater kan gå på bekostning av hager, parker, eksisterende grønne arealer etc. Det er derfor viktig å tenke smart, og implementere arealeffektive og/eller multifunksjonelle løsninger på dette. For Bussveien var klimafaktoren som var årsaken til den økte avrenningen i området, kan utbyggingen ses som en mulighet til å oppgradere overvannsystemet slik det er rystet for fremtidens klimaendringer.

7.2 KONKLUSJON

Problemstillingen «*Hvordan løse utfordringene knyttet til avrenning av overvann ved utbygging av kollektive akser i omkringliggende områder*» er svart på ved hjelp av litteraturstudier, en komparativ casestudie av et avgrenset område på Bussveien prosjektet på Nord-Jæren og ved hjelp av to forskerspørsmål:

1. Hvordan påvirker utbyggingen av kollektive akser avrenningen i området?
2. Hvordan kan åpne overvannsløsninger bidra til å fordrøye avrenningen og øke den blågrønne faktoren i området?

For å svare på problemstillingen kan en kort konklusjon være at utbygging av kollektive akser ikke nødvendigvis i seg selv fører til økt avrenning av overvann i området, men fremtidens klima gjør at overvannssystemet bør oppgraderes. Oppgraderingen kan bli gjort ved hjelp av åpne løsninger som hjelper å redusere avrenningen og dermed avlaster ledningsnettets samtidig som det bidrar positivt på den blågrønne faktoren til området.

De presenterte åpne løsningene for Scenario 2 har potensiale til å skape et estetisk tilskudd til infrastrukturen og et godt supplement til det kommunale ledningsnettets. De foreslåtte løsningene er gode tiltak til å håndtere overvann i både første og andre ledd i tre-leddstrategien, og vil være med på å redusere og forsinke flomtoppen nedstrøms i nedbørsfeltet.

Klimaendringer skaper utfordringer når det kommer til flombildet. Det er klimafaktoren som sørger for økt avrenning i caseområdet. Hvis det ikke hadde vært regnet med klimafaktor hadde avrenningen vært omtrent som i dag for Scenario 1 og lavere i Scenario 2. Det er imidlertid viktig å benytte klimafaktor i planleggingen for å sikre samfunnet for fremtidens klimaendringer.

Selv om åpne løsninger kan implementeres i ettertid av en utbygging, er det viktig at overvannshåndtering blir prioritert tidlig i planleggingsfasen. Det er viktig at kommunen setter klare krav og retningslinjer på hvordan overvannet skal håndteres. Tydelige krav og retningslinjer gjør det lettere å vurdere overvannshåndtering tidlig i planleggingsfasen, og dermed sikre arealer til åpne løsninger for overvann.

Målet med oppgaven var å øke bevisstheten på hvordan omkringliggende områder blir berørt av store utbyggingsprosjekter, og hvordan dette kan håndteres ved hjelp av åpne løsninger for overvann. Gjennom casestudien gjort av Bussveien på Nord-Jæren er det forsøkt å oppgradere overvannssystemet ved å implementere åpne overvannsløsninger som fordrøyning og anlegge permeable dekker. Resultatet av dette er redusert avrenning og økt blågrønn faktor for området. Selv om det er svakheter med metoden benyttet i oppgaven har det ført til positive resultater, og metoden kan dermed anvendes i tilsvarende prosjekter. På denne måten former vi et bærekraftig samfunn som er rustet for fremtidens klimaendringer.

Referanser

- Asplan Viak . (2019). *Støyrappport. Detaljeregulering Bussveien fv. 44 Kvadrat - Ruten*. Statens vegvesen.
- Asplan Viak. (2020). Vedlegg 36 - Tegningshefte - VA og flom (G, GH og H-tegninger). *Tegningshefte*. Asplan Viak.
- Asplan Viak, Rogaland fylkeskommune, & Bymiljøpakken. (2016, Januar 20). Detaljeregulering: Bussveien fv.44 Kvadrat - Ruten (Sandns sentrum). *Plankart uten riggområder*. Sandnes: Sandnes kommune.
- Benestad, R., Mamen, J., Harstveit, K., & Fuglestvedt, J. (2020, Desember 16). *Klimaendringer*. Hentet fra Store Norske leksikon: <https://snl.no/klimaendringer>
- Benestad, R., Mamen, J., Harstveit, K., & Fuglestvedt, J. (2021, Mai 7). *Klimaendringer*. Hentet fra Store norske leksikon: <https://snl.no/klimaendringer>
- Bergknapp. (u.å.). *Oppbygging*. Hentet fra [bergknapp.no](https://www.bergknapp.no): <https://www.bergknapp.no/produkter/gr%C3%B8nne-tak/oppbygning>
- Blakstad, S. (2015, Desember 10). *Cowi setter fokus på overvann*. Hentet fra Bygg.no: <http://www.bygg.no/article/index.php/article/1258299>
- Braskerud, B. C. (2016, Januar). *Gørnne tak for flomdemping*. Hentet fra [nve.no](https://www.nve.no): <https://www.nve.no/Media/5036/overvann-gr%C3%B8nne-tak-for-flomdemping.pdf>
- Butler D. , & W. Davies. (2010). *Urban Drainage. Third Edition. SPON TEXT. ISBN 978-0-415-45526-8*.
- Byggeindustrien. (2015, Desember 10). *Cowi setter fokus på overvann*. Hentet fra Bygg.no: <https://www.bygg.no/cowi-setter-fokus-pa-overvann/1258299/>
- Bymiljøpakken. (u.å.). *Bymiljøpakken på ett minutt*. Hentet Juni 3, 2021 fra Bymiljøpakken: <https://bymiljopakken.no/>
- Bøyum, Å., Eidsmo, T., Lindholm, O., Noreide, T., Semb, T., Skretteberg, R., & Markhus, E. (1997). *Anvendt Urbanhydrologi*. NVE. Hentet fra https://publikasjoner.nve.no/publikasjon/1997/publikasjon1997_10.pdf
- Climate ADAPT. (2017, Juni 27). *Urban stormwater management in Augustenborg, Malmö*. Hentet fra Climate : <https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/urban-storm-water-management-in-augustenborg-malmo>

- Dronninga landskap, COWI, & CF Møller. (2014, Januar 28). *Blågrønn faktor regneark*. Hentet fra Blågrønn faktor: <https://www.nve.no/Media/5035/bl%C3%A5gr%C3%B8nn-faktor-regneark.xls.xlsx>
- Fotograf Knut Snare. (2009). *Kanal for regnvann*. Hentet fra Leverandør Scanpix: <https://scanpix.no/spWebApp/preview/editorial/2BtvIf85Lbc>
- Gabriel, S., & Fiil, L. (2016). *Vadi - byens grønne vannveier*. Oslo kommune.
- Gram, K. A. (2020, Mai 14). *Beplantning for å fange opp overflatevann*. Hentet fra Nasjonal digital læringsarena: <https://ndla.no/subject:13/topic:1:184842/topic:1:184868/resource:8d1fec5e-608d-4de5-8594-12978dc06c26?filters=urn:filter:ba75ac53-15eb-4c7a-a08a-b8d5cd19a875>
- Heggstad, R., & Rosvold, K. A. (2019, Desember 19). *Nedbørsfelt*. Hentet fra Store norske leksikon: <https://snl.no/nedb%C3%B8rfelt>
- Holm, E. D., & Elin, B. (2017). *Fortettingsstrategi Fredrikstad 2019-2031*. Fredrikstad kommune.
- Kartverket. (u.å.). *Høydedata*. Hentet April 6, 2021 fra Høydedata: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>
- Kristiansen, A., Kaaasen, L., Hammershaug, S. S., Føreland, J. W., Hanssen, G. S., & Nordahl, B.-I. (u.d.). *Fortetting og transformasjon med bykvalitet i bybåndet*. Oslo kommune.
- Lindholm, O. G. (2015). *Overvannsdammer Beregning av volu*. Stiftelsen VA/Miljø-blad. Hentet fra https://www.va-blad.no/wp-content/uploads/2015/06/Blad-69_05.02.16.pdf
- Mellgren, A., & Helberg, M. S. (2020). *Bussveien - Kvadrat til Ruten - VA rammeplan*. Rogaland fylkeskommune.
- Meteorologisk institutt. (2017, Mars 15). *Det blir våtere*. Hentet fra Meteorologisk institutt: <https://www.met.no/vaer-og-klima/det-blir-vatere>
- Miljødirektoratet. (2019, Oktober 1). *Planlegging av arealbruk*. Hentet februar 4, 2021 fra Miljødirektoratet: <https://www.miljodirektoratet.no/myndigheter/klimatearbeid/klimateilpasning/veiledning-til-statlige-planretningslinjer-for-klimateilpasning/planlegging-av-arealbruk/>
- Miljødirektoratet. (2020a, Mars 25). *Overvann*. Hentet fra Miljødirektoratet: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/vann-hav-og-kyst/overvann/>
- Miljødirektoratet. (2020b, Mars 15). *Legg treleddstrategien til grunn*. Hentet Januar 18, 2021 fra miljødirektoratet.no: <https://www.miljodirektoratet.no/myndigheter/vannforvaltning/overvannshandtering/legg-treleddstrategien-til-grunn/>

- Miljø-direktoratet. (u.å.). *Klimatilpasning*. Hentet Februar 17, 2021 fra Miljø-direktoratet:
<https://www.miljodirektoratet.no/myndigheter/klimaarbeid/klimatilpasning/>
- Miljøverndepartementet. (2013). *Den moderne bærekraftige byen*. Miljøverndepartementet.
- Norges Geologiske Undersøkelse. (2018, April 17). *Regnbed*. Hentet fra ngu.no:
<https://www.ngu.no/grunnvanninorge/arealforvaltning/klimatilpasning/regnbed?fbclid=IwAR35sIJIAPAfMSJLMv1Zw0NB5DjUH6IL-vj7UzwopI2bT4sUSgdQky30qxo>
- Norges miljø- og biovitenskaplige universitet. (2016). *Planlegging av blågrønne strukturer - nedbørfeltet som planenhhet*. Hentet fra <https://docplayer.me/17836593-Planlegging-av-blagronne-strukturer-nedborfeltet-som-planenhet.html>
- Norsk Klimaservice senter. (u.å.a). *Klimaframskrivninger*. Hentet Juni 13, 2021 fra Norsk Klimaservicesenter:
https://klimaservicesenter.no/climateprojections?index=precipitation_amount&period=Annual&scenario=RCP85&area=NO
- Norsk Klimaservicesenter. (2020). *Nedbørsintensitet (IVF-verdier)*. Hentet Mai 5, 2021 fra Norsk Klimaservice senter: <https://klimaservicesenter.no/ivf?locale=nb&locationId=SN44730>
- Norsk Klimaservicesenter. (u.å.b). *Nedbørintensitet*. Hentet April 28, 2021 fra Norsk Klimaservicesenter: <https://klimaservicesenter.no/ivf?locale=nb&locationId=SN44730>
- Norsk Vann. (2020). *VA-norm Sandnes kommune*. Hentet April 1, 2021 fra <https://www.va-norm.no/pdf/0/all/97/>
- Norsk Vann. (u.å.a). *Perkolasjon*. Hentet Juni 14, 2021 fra Norsk Vann:
<https://kurs.norskvann.no/mod/glossary/showentry.php?courseid=1&concept=Perkolasjon>
- Norsk vann. (u.å.b). *Permabilitet*. Hentet Juni 14, 2021 fra Norsk vann:
<https://kurs.norskvann.no/mod/glossary/showentry.php?eid=1486>
- NOU. (2015). *Overvann i byer og tettsteder*. Hentet fra regjeringen.no:
<https://www.regjeringen.no/contentassets/e6db8ef3623e4b41bcb81fb23393092b/no/pdfs/nou201520150016000dddpdfs.pdf>
- NTB. (2019, November 21). *Mye regn i Norge i august*. Hentet fra nationen.no:
<https://www.nationen.no/nyhet/mye-regn-i-norge-i-august/>
- NVE. (2020, Juni 10). *Aktsomhetskart for flom*. Hentet April 8, 2021 fra NVE.no:
<https://www.nve.no/flaum-og-skred/kartlegging/aktsomhetskart/aktsomhetskart-for-flom/>

- Opheim, I. O. (2017, Oktober 30). *Flomveier*. Hentet fra Ås kommune: <https://www.as.kommune.no/flomveier.406174.no.html>
- Oslo kommune. (2016, Januar). *Blågrønne overvannsløsninger*. Hentet fra nve.no: <https://www.nve.no/Media/5027/overvann-regnbed-for-lokal-flomdemping.pdf?fbclid=IwAR3cJVJgPvrvubfHmsk9wb5LNDDetYCd8lmlaL4r7GbOU7S1okzQQM7XrM>
- Oslo kommune, & Bærum kommune. (2014). *Blågrønn faktor - Veileder byggesak*. Hentet fra https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/subnettsteder/framtidens_byer/klimatilpasning/2014/bgf_veileder_byggesakhoveddelen2014.01.28.pdf
- Regjeringen. (2020, September 11). *Hvordan kan vi tilpasse oss klimaendringene?* Hentet fra Regjeringen.no: <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/klima/innsiktsartikler-klima/klimatilpasning/id2344803/#:~:text=Klimaendringene%20merkes%20allerede%20i%20Norge,vi%20har%20v%C3%A6rt%20vant%20til.&text=Utslippene%20av%20klimagasser%20gj%C3%B8r%20at%20klim>
- Rogaland fylkeskommune. (2019). *Regionalplan for Jæren 2050*.
- Rogaland fylkeskommune. (2020a). *Formigsveileder for Bussveien: Delstrekning Kvadrat - Ruten*.
- Rogaland fylkeskommune. (2020b, Mars 30). *Konseptet Bussveien*. Hentet fra Rogaland fylkeskommune: <https://www.rogfk.no/vare-tjenester/vei-og-kollektivtransport/bussveien/hva-er-bussveien-2/konseptet-bussveien/>
- Rogaland Fylkeskommune. (2020c). *Tiltaksbeskrivelse; Detaljeregulering Bussveien fv.44 Kvadrat - Ruten (Sandnes sentrum)*.
- Rogaland fylkeskommune. (2021a). *Bymessig fortetting på jærsk*. Rogaland fylkeskommune.
- Rogaland fylkeskommune. (2021b, April 27). *Kart med status delstrekninger*. Hentet fra Rogaland fylkeskommune: <https://www.rogfk.no/vare-tjenester/vei-og-kollektivtransport/bussveien/kart-med-status-delstrekninger/>
- Ruud, O. E. (2020, August 4). *Drensasfalt*. Hentet fra Store norske leksikon: <https://snl.no/drensasfalt>
- Røthe, T. O. (2020). *Morene*. Hentet April 7, 2021 fra Store Norske Leksikon: https://snl.no/morene_-_1%C3%B8smateriale
- Samferdselsdepartementet. (2021, April 4). *Byvekstavtaler, belønningsordningen, og bymiljøavtaler*. Hentet fra Regjeringen.no: <https://www.regjeringen.no/no/tema/transport-og-kommunikasjon/kollektivtransport/belonningsordningen-bymiljoavtaler-og-byvekstavtaler/id2571977/>

- Sandnes kommune. (2019a). *Kommuneplan for Sandnes 2019-2035*.
- Sandnes kommune. (2019b). *Veileder for utarbeidelse av rammeplan for vann og avløp*.
- Sandnes kommune. (2021, Januar 18). *Sandnes.kommune.no*. Hentet fra Kommuneplan for Sandnes 2019 - 2035: <https://www.sandnes.kommune.no/teknisk-og-eiendom/kommuneplanlegging/kommuneplan-2019-2035/>
- Seter, K. (2021, Mars 24). *Styrtregn*. Hentet fra Store norske leksikon: <https://snl.no/styrtregn>
- Sivertsen, E., Muthanna, T., & Time, B. (2018, Oktober 2). *Permeable dekker med belegningsstein i betong håndterer overvann*. Hentet fra Sintef: <https://www.sintef.no/community/fagblogg/poster/permeable-dekker-med-belegningsstein-i-betong-handterer-overvann/>
- Sogn Hagelab. (u.å.). *Vadi*. Hentet Februar 23, 2021 fra Sogn Hagelab: <https://www.sognhagelab.no/blagronne-losninger/vadi/>
- Statens vegvesen. (2020). *Vannhåndtering - Flomberegninger og hydraulisk dimensjonering*. Vegdirektoratet.
- Stolte, J., & Barneveld, R. (2019). *Fordrøyningsdammer i tilknytning til jordbruksarealer*. Norsk institutt for bioøkonomi.
- Store norske leksikon. (2018, Juli 2). *Overløp*. Hentet fra snl.no: <https://snl.no/overl%C3%B8p>
- Store norske leksikon. (2020, Juni 28). *Resipient*. Hentet fra snl.no: https://snl.no/resipient_-_av_forurensing
- Storm Aqua. (u.å.a). *Hva er fordrøyning?* Hentet Juni 13, 2021 fra Storm Aqua: <https://www.stormaqua.no/stormaqua/document.aspx?docid=10632>
- Strom Aqua. (u.å.b). *Hva er en flomvei?* Hentet Februar 24, 2021 fra Storm Aqua: <https://www.stormaqua.no/stormaqua/document.aspx?docid=10630>
- Syslak, S. (u.å). *Bie-Busstopp i Utrecht*. Hentet juni 3, 2021 fra iEuropa: <https://ieuropa.no/2020/10/bie-busstopp-i-utrecht/synne/>
- Trondheim kommune. (2020). *Beregning av overvannsmengde. Dimensjonering av ledning og fordøyningsvolum (vedlegg5)*. Va-Norm.
- VA forum. (2020, Oktober). *Tre trinn til tryggere overvann*. Hentet fra VA forum: <https://vaforum.no/vaforum-artikler/tre-trinn-til-tryggere-overvann/>
- Vinjar, A. (2018, Juli 18). *Spillvann*. Hentet fra Store norske leksikon: <https://snl.no/spillvann>

Wavin. (u.å.). *Norges første Q-Bic Plus anlegg montert på Gran*. Hentet Februar 22, 2021 fra wavin.com: <https://www.wavin.com/nn-no/kunnskapssenter/prosjekter/norges-forste-q-bic-plus-anlegg-montert-pa-gran>

Wæhle, E., Dahlum, S., & Grønmo, S. (2020, Mai 14). *Case-studie*. Hentet fra Store Norske Leksikon: <https://snl.no/case-studie>

Ødegaard, H. (2014). *Vann- og avløpsteknikk*. Norsk Vann.

Åstebøl, S. O. (2017). *Overvannsstrategi for fremtiden*. Cowi.

Vedlegg

Vedlegg 1: Beregninger for Scenario 0

Vedlegg 2: Beregninger for Senario 1

Vedlegg 3: Beregninger for Scenario 2

Vedlegg 4: Blågrønn faktor regneark Scenario 0

Vedlegg 5: Blågrønn faktor regneark Scenario 1

Vedlegg 6: Blågrønn faktor regneark Scenario 2

Vedlegg 7: Beplantningsplan Bussveien

Vedlegg 1: Beregninger for Scenario 0

Område 1

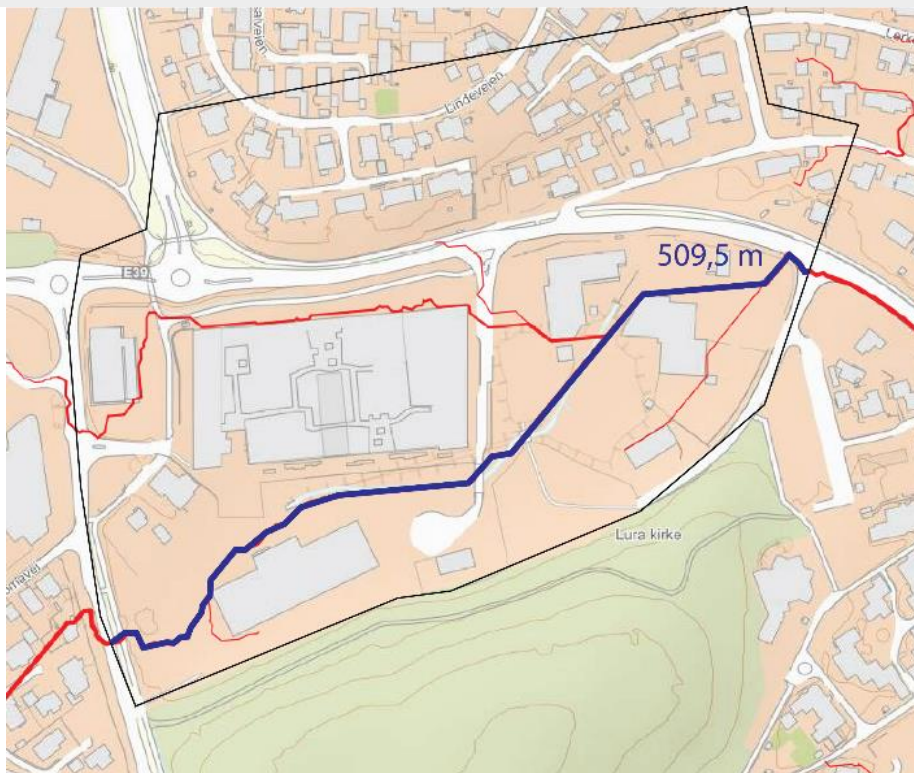
Avrenningskoeffisienter for dagens dekker

Type flate	Areal (ha)	Avrenningskoeffisient (φ_{spiss})
Tette flater	5,78	0,90
Eneboligområde	3,45	0,60
Grønne tak	1,06	0,55
Grønne flater	1,22	0,40

Midlere avrenningskoeffisient $\varphi_{midl} = [(\varphi_1 * A_1) + (\varphi_2 * A_2) + (\varphi_3 * A_3) + (\varphi_4 * A_4)] / \text{Tot areal}$

$$\varphi_{midl} = \frac{0,90 * 5,78ha + 0,60 * 3,45ha + 0,55 * 1,06ha + 0,40 * 1,22}{11,51ha} = 0,72$$

Lengde av feltet



Konsentrasjonstid $t_k = 0,02 * L^{1,15} * H^{-0,39}$

Lengde av feltet (L):	509,5m
Høydeforskjell i feltet (H):	4,6m
Konsentrasjonstid (t_k):	$0,02 * 509,5^{1,15} * 4,6^{-0,39} = 14,31\text{min}$

Intensitet

Intensitet (I)

IVF-verdier (l/(s*ha))																
År	Varigheter (minutter)															
	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	315,7	227,9	193,6	157,9	110,8	88	72,6	56,7	44,2	36,9	28,2	24,4	19,9	14,2	9,3	6
5	421,3	276,1	236,1	201,6	143,7	111,5	89,8	69,9	53,7	45,9	34,7	29,6	24	16,9	11,3	7,1
10	491,3	308	264,2	230,5	165,4	127,4	101,2	78,6	60	51,9	39	33	26,6	18,8	12,6	7,8
20	558,2	338,6	291,2	258,2	186,3	139,6	112,2	87	66,1	57,6	43,1	36,3	29,2	20,5	13,9	8,5
25	579,6	348,3	299,7	267	193	144,1	115,6	89,7	68	59,4	44,4	37,3	30	21,1	14,3	8,7
50	645,2	378,2	326,1	294,1	213,4	158,1	126,3	97,9	73,9	65	48,4	40,5	32,5	22,8	15,5	9,4
100	710,2	407,9	352,3	321	233,6	171,9	136,9	106	79,8	70,6	52,4	43,7	35	24,5	16,7	10
200	775,2	437,6	378,4	347,9	253,8	185,7	147,5	114,1	85,7	76,1	56,4	46,8	37,5	26,2	17,9	10,7

Runder verdien opp til 141 da varigheten er på 14,31 min, ikke 15 min som oppgitt i tabellen

Forutsetninger

Gjentaksintervall:	20 år
Intensitet I:	141 l/(s*ha)
Avrenningskoeffisient φ :	0,72
Klimafaktor Kf:	1
Sum areal A:	11,51ha

Dimensjonerende vannføring $Q = \varphi * A * I * Kf$

$$\text{Avrenning:} \quad Q = 0,72 * 11,51ha * 141 \frac{l}{s*ha} * 1 = 1168,5 l/s$$

Område 2

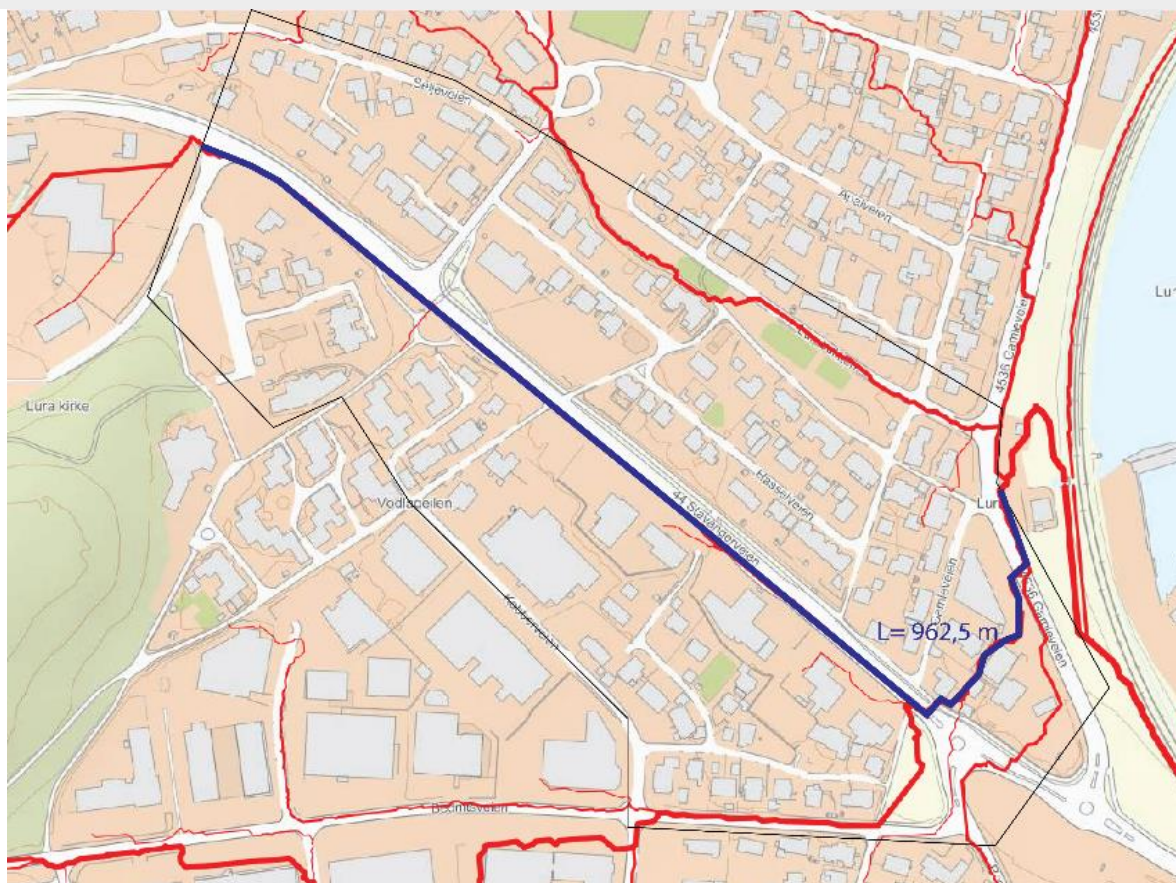
Avrenningskoeffisienter for dagens dekker

Type flate	Areal (ha)	Avrenningskoeffesient (φ_{spiss})
Tette flater	3,29	0,90
Eneboligområde	6,83	0,60
Industriområde	1,71	0,80
Grønne flater	1,53	0,40
Rekkehus-/leilighetsområde	0,79	0,70

Midlere avrenningskoeffisient $\varphi_{midl} = [(\varphi_1 * A_1) + (\varphi_2 * A_2) + (\varphi_3 * A_3) + (\varphi_4 * A_4)] / \text{Tot areal}$

$$\varphi_{midl} = \frac{0,90 * 3,29ha + 0,60 * 6,83ha + 0,80 * 1,71ha + 0,40 * 1,53 + 0,70 * 0,79}{14,15ha} = 0,68$$

Lengde av feltet



$$\text{Konsentrasjonstid } t_k = 0,02 * L^{1,15} * H^{-0,39}$$

Lengde av feltet (L): 962,5m
 Høydeforskjell i feltet (H): 12,9m
 Konsentrasjonstid (t_k): $0,02 * 962,5^{1,15} * 12,9^{-0,39} = 20 \text{ min}$

Intensitet

Intensitet (I)

IVF-verdier (l/(s*ha))																
År	Varigheter (minutter)															
	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	315,7	227,9	193,6	157,9	110,8	88	72,6	56,7	44,2	36,9	28,2	24,4	19,9	14,2	9,3	6
5	421,3	276,1	236,1	201,6	143,7	110,5	89,8	69,9	53,7	45,9	34,7	29,6	24	16,9	11,3	7,1
10	491,3	308	264,2	230,5	165,4	125,4	107,2	78,6	60	51,9	39	33	26,6	18,8	12,6	7,8
20	558,2	338,6	291,2	258,2	186,2	141,6	112,2	87	66,1	57,6	43,1	36,3	29,2	20,5	13,9	8,5
25	579,6	348,3	299,7	267	193	144,1	115,6	89,7	68	59,4	44,4	37,3	30	21,1	14,3	8,7
50	645,2	378,2	326,1	294,1	213,4	158,1	126,3	97,9	73,9	65	48,4	40,5	32,5	22,8	15,5	9,4
100	710,2	407,9	352,3	321	233,6	171,9	136,9	106	79,8	70,6	52,4	43,7	35	24,5	16,7	10
200	775,2	437,6	378,4	347,9	253,8	185,7	147,5	114,1	85,7	76,1	56,4	46,8	37,5	26,2	17,9	10,7

Forutsetninger

Gjentaksintervall:	20 år
Intensitet (I):	112,2 l/(s*ha)
Avrenningskoeffisient (φ):	0,68
Klimafaktor (Kf):	1
Sum areal (A):	14,15ha

Dimensjonerende vannføring $Q = \varphi * A * I * Kf$

Avrenning: $Q = 0,68 * 14,15ha * 112,2 \frac{l}{s*ha} * 1 = 1079,6 l/s$

Vedlegg 2: Beregninger for Scenario 1

Område 1

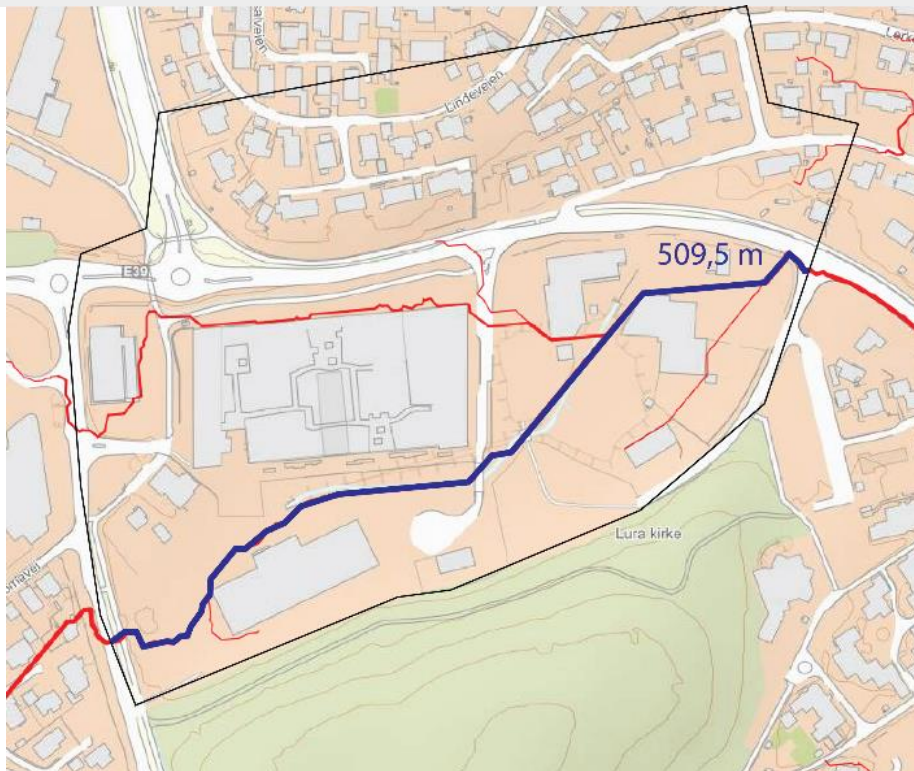
Avrenningskoeffisienter for fremtidens dekker

Type flate	Areal (ha)	Avrenningskoeffisient (φ_{spiss})
Tette flater	6,39	0,90
Eneboligområde	2,96	0,60
Grønne tak	1,06	0,55
Grønne flater	1,1	0,40

Midlere avrenningskoeffisient $\varphi_{midl} = [(\varphi_1 * A_1) + (\varphi_2 * A_2) + (\varphi_3 * A_3) + (\varphi_4 * A_4)] / \text{Tot areal}$

$$\varphi_{midl} = \frac{0,90 * 6,39ha + 0,60 * 2,96ha + 0,55 * 1,06ha + 0,40 * 1,1}{11,51ha} = 0,74$$

Lengde av feltet



Konsentrasjonstid $t_k = 0,02 * L^{1,15} * H^{-0,39} = 14,31 \text{ min}$

Lengde av feltet (L): 509,5m
Høydeforskjell i feltet (H): 4,6m
Konsentrasjonstid (t_k): $0,02 * 509,5^{1,15} * 4,6^{-0,39} = 14,31 \text{ min}$

Intensitet

IVF-verdier (l/(s*ha))																
År	Varigheter (minutter)															
	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	315,7	227,9	193,6	157,9	110,8	88	72,6	56,7	44,2	36,9	28,2	24,4	19,9	14,2	9,3	6
5	421,3	276,1	236,1	201,6	143,7	111,5	89,8	69,9	53,7	45,9	34,7	29,6	24	16,9	11,3	7,1
10	491,3	308	264,2	230,5	165,4	127,4	101,2	78,6	60	51,9	39	33	26,6	18,8	12,6	7,8
20	558,3	338,6	291,2	258,2	186,3	139,6	112,2	87	66,1	57,6	43,1	36,3	29,2	20,5	13,9	8,5
25	579,6	348,3	299,7	267	193	144,1	115,6	89,7	68	59,4	44,4	37,3	30	21,1	14,3	8,7
50	645,2	378,2	326,1	294,1	213,4	158,1	126,3	97,9	73,9	65	48,4	40,5	32,5	22,8	15,5	9,4
100	710,2	407,9	352,3	321	233,6	171,9	136,9	106	79,8	70,6	52,4	43,7	35	24,5	16,7	10
200	775,2	437,6	378,4	347,9	253,8	185,7	147,5	114,1	85,7	76,1	56,4	46,8	37,5	26,2	17,9	10,7

Runder verdien opp til 141 da varigheten er på 14,31 min, ikke 15 min som oppgitt i tabellen

Forutsetninger

Gjentaksintervall:	20 år
Intensitet I :	141 l/(s*ha)
Avrenningskoeffisient φ :	0,74
Klimafaktor K_f :	1,2
Sum areal A :	11,51 ha

Dimensjonerende vannføring $Q = \varphi * A * I * K_f = 1441,1$ l/s

Avrenning: $Q = 0,74 * 11,51 \text{ ha} * 141 \frac{\text{l}}{\text{s*ha}} * 1,2 = 1441,1 \text{ l/s}$

Nødvendig fordrøyningsvolum $V_{fordøyn} = V_{inn} - V_{ut} = 290,3 \text{ m}^3$

Varighet (min)	Intensitet (l/s*ha)	Qmax,inn (l/s)	$V_{inn} = A * \varphi * I * t_k$	$V_{ut} = Q_{eks} * t_k$	Fordrøyningsvolum (m ³)
1	558,3	5706,32	342,38	536,7	-194,3
2	338,6	3460,79	415,29	571,7	-156,5
3	291,2	2976,32	535,74	606,8	-71,1
5	258,2	2639,03	791,71	676,9	114,8
10	186,3	1904,15	1142,49	852,2	290,3
15	139,6	1426,83	1284,15	1027,5	256,7
20	112,2	1146,78	1376,14	1202,7	173,4
30	87	889,22	1600,59	1553,3	47,3
45	66,1	675,60	1824,12	2079,1	-255,0
60	57,6	588,72	2119,40	2604,9	-485,5
90	43,1	440,52	2378,81	3656,6	-1277,8
120	36,3	371,02	2671,33	4708,2	-2036,9
180	29,2	298,45	3223,26	6811,5	-3588,3
360	20,5	209,53	4525,81	13121,4	-8595,6

720	13,9	142,07	6137,43	25741,2	-19603,8
1440	8,5	86,88	7506,21	50980,8	-43474,6

Område 2

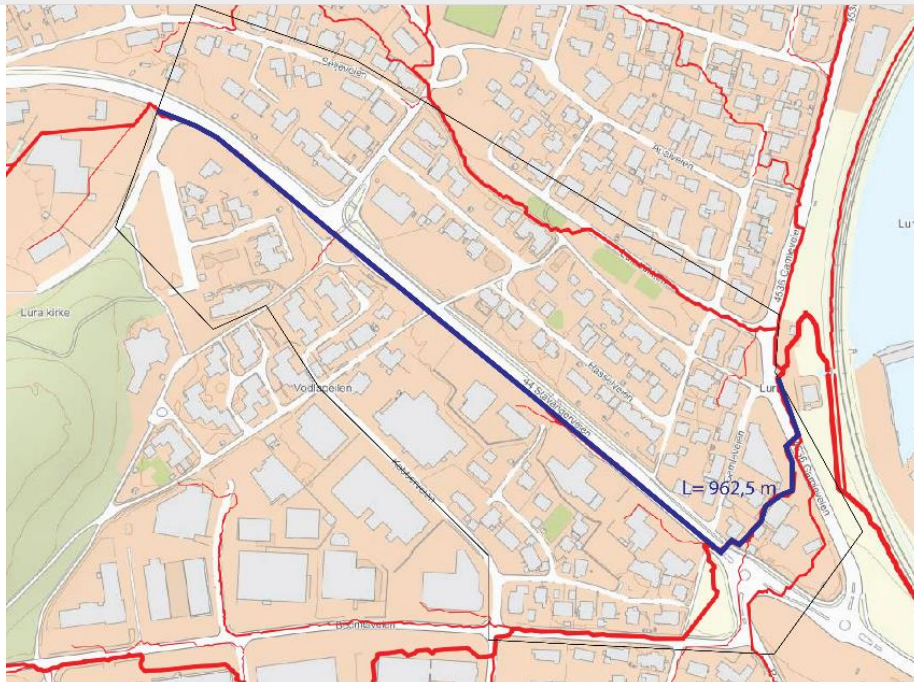
Avrenningskoeffisienter for fremtidens dekker

Type flate	Areal (ha)	Avrenningskoeffesient (φ_{spiss})
Tette flater	3,60	0,90
Eneboligområde	6,73	0,60
Industriområde	1,58	0,80
Grønne flater	1,49	0,40
Rekkehus-/leilighetsområde	0,75	0,70

Midlere avrenningskoeffisient $\varphi_{midl} = [(\varphi_1 * A_1) + (\varphi_2 * A_2) + (\varphi_3 * A_3) + (\varphi_4 * A_4)] / \text{Tot areal}$

$$\varphi_{midl} = \frac{0,90 * 3,60ha + 0,60 * 6,73ha + 0,80 * 1,58ha + 0,40 * 1,49 + 0,70 * 0,75}{14,15ha} = 0,68$$

Lengde av feltet



Konsentrasjonstid $t_k = 0,02 * L^{1,15} * H^{-0,39} = 20 \text{ min}$

Lengde av feltet (L): 962,5m

Høydeforskjell i feltet (H): 12,9m

Konsentrasjonstid (t_k): $0,02 * 962,5^{1,15} * 12,9^{-0,39} = 20 \text{ min}$

Intensitet

Intensitet (I)

IVF-verdier (l/(s*ha))																
År	Varigheter (minutter)															
	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	315,7	227,9	193,6	157,9	110,8	88	72,6	56,7	44,2	36,9	28,2	24,4	19,9	14,2	9,3	6
5	421,3	276,1	236,1	201,6	143,7	110,5	89,8	69,9	53,7	45,9	34,7	29,6	24	16,9	11,3	7,1
10	491,3	308	264,2	230,5	165,4	125,4	107,2	78,6	60	51,9	39	33	26,6	18,8	12,6	7,8
20	558,3	338,6	291,2	258,2	186,3	139,6	112,2	87	66,1	57,6	43,1	36,3	29,2	20,5	13,9	8,5
25	579,6	348,3	299,7	267	193	144,1	115,6	89,7	68	59,4	44,4	37,3	30	21,1	14,3	8,7
50	645,2	378,2	326,1	294,1	213,4	158,1	126,3	97,9	73,9	65	48,4	40,5	32,5	22,8	15,5	9,4
100	710,2	407,9	352,3	321	233,6	171,9	136,9	106	79,8	70,6	52,4	43,7	35	24,5	16,7	10
200	775,2	437,6	378,4	347,9	253,8	185,7	147,5	114,1	85,7	76,1	56,4	46,8	37,5	26,2	17,9	10,7

Forutsetninger

Gjentaksintervall:	20 år
Intensitet (I):	112,2 l/(s*ha)
Avrenningskoeffisient (φ):	0,68
Klimafaktor (Kf):	1,2
Sum areal (A):	14,15ha

Dimensjonerende vannføring $Q = \varphi * A * I * Kf = 1295,5$ l/s

Avrenning: $Q = 0,68 * 14,15ha * 112,2 \frac{l}{s*ha} * 1,2 = 1295,5$ l/s

Nødvendig fordrøyningsvolum $V_{fordøyn} = V_{inn} - V_{ut} = 319$ m³

Varighet (min)	Intensitet (l/s*ha)	Qmax,inn (l/s)	$V_{inn} = A * \varphi * I * t_k$	$V_{ut} = Q_{eks} * t_k$	Fordrøyningsvolum (m ³)
1	558,3	6446,36	386,78	680,1	-293,4
2	338,6	3909,61	469,15	712,5	-243,4
3	291,2	3362,31	605,22	744,9	-139,7
5	258,2	2981,28	894,38	809,7	84,7
10	186,3	2151,09	1290,66	971,6	319,0
15	139,6	1611,88	1450,69	1133,6	317,1
20	112,2	1295,51	1554,61	1295,5	259,1
30	87	1004,54	1808,17	1619,4	188,8
45	66,1	763,22	2060,69	2105,2	-44,5
60	57,6	665,07	2394,26	2591,0	-196,8
90	43,1	497,65	2687,31	3562,7	-875,4
120	36,3	419,13	3017,77	4534,3	-1516,6
180	29,2	337,15	3641,27	6477,6	-2836,3
360	20,5	236,70	5112,75	12307,4	-7194,7
720	13,9	160,49	6933,38	23967,1	-17033,7
1440	8,5	98,14	8479,68	47286,5	-38806,8

Vedlegg 3: Beregninger for Scenario 2

Område 1

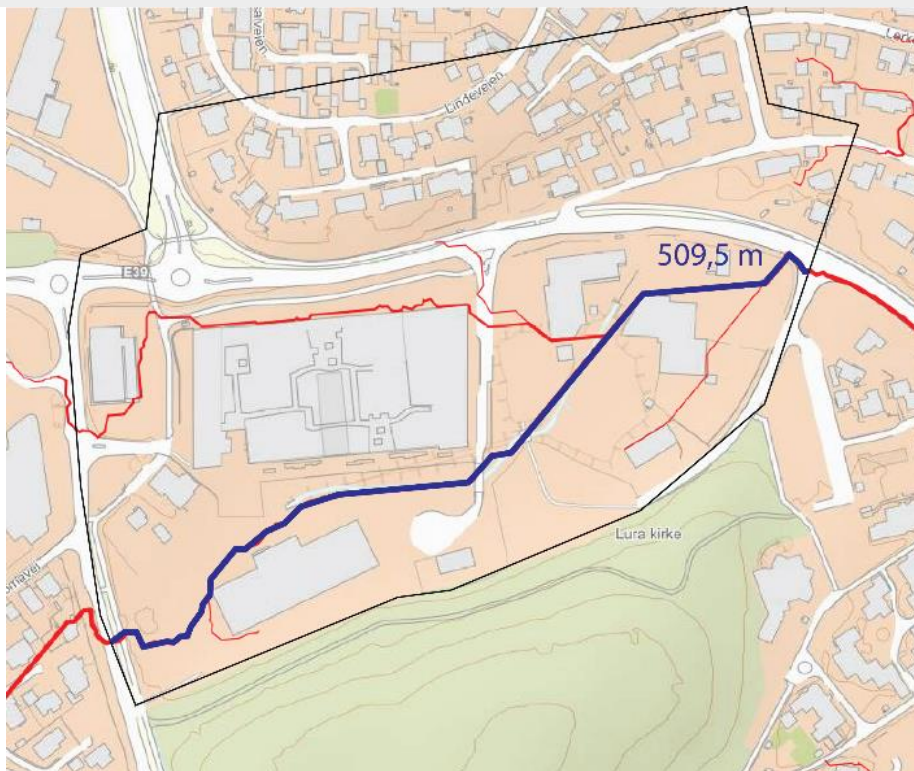
Avrenningskoeffisienter for fremtidens dekker

Type flate	Areal (ha)	Avrenningskoeffesient (φ_{spiss})
Tette flater	6,075	0,90
Eneboligområde	2,96	0,60
Grønne flater	1,1	0,40
Permeable flater	0,315	0,40
Grønne tak	1,06	0,55

Midlere avrenningskoeffisient $\varphi_{midl} = [(\varphi_1 * A_1) + (\varphi_2 * A_2) + (\varphi_3 * A_3) + (\varphi_4 * A_4)] / \text{Tot areal}$

$$\varphi_{midl} = \frac{0,90 * 6,075 + 0,60 * 2,96 + 0,4 * 1,1 + 0,4 * 0,315 + 0,55 * 1,06}{11,51 \text{ ha}} = 0,69$$

Lengde av feltet



Konsentrasjonstid $t_k = 0,02 * L^{1,15} * H^{-0,39} = 14,31 \text{ min}$

Lengde av feltet (L): 509,5m
Høydeforskjell i feltet (H): 4,6m
Konsentrasjonstid (t_k): $0,02 * 509,5^{1,15} * 4,6^{-0,39} = 14,31 \text{ min}$

Intensitet

Intensitet (I)

IVF-verdier (l/(s*ha))																
År	Varigheter (minutter)															
	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	315,7	227,9	193,6	157,9	110,8	88	72,6	56,7	44,2	36,9	28,2	24,4	19,9	14,2	9,3	6
5	421,3	276,1	236,1	201,6	143,7	111,5	89,8	69,9	53,7	45,9	34,7	29,6	24	16,9	11,3	7,1
10	491,3	308	264,2	230,5	165,4	127,4	101,2	78,6	60	51,9	39	33	26,6	18,8	12,6	7,8
20	558,2	338,6	291,2	258,2	186,3	139,6	112,2	87	66,1	57,6	43,1	36,3	29,2	20,5	13,9	8,5
25	579,6	348,3	299,7	267	193	144,1	115,6	89,7	68	59,4	44,4	37,3	30	21,1	14,3	8,7
50	645,2	378,2	326,1	294,1	213,4	158,1	126,3	97,9	73,9	65	48,4	40,5	32,5	22,8	15,5	9,4
100	710,2	407,9	352,3	321	233,6	171,9	136,9	106	79,8	70,6	52,4	43,7	35	24,5	16,7	10
200	775,2	437,6	378,4	347,9	253,8	185,7	147,5	114,1	85,7	76,1	56,4	46,8	37,5	26,2	17,9	10,7

Runder verdien opp til 141 da varigheten er på 14,31 min, ikke 15 min som oppgitt i tabellen

Forutsetninger

Gjentaksintervall:	20 år
Intensitet (I):	141 l/(s*ha)
Avrenningskoeffisient (φ):	0,69
Klimafaktor (Kf):	1,2
Sum areal (A):	11,51ha

Dimensjonerende vannføring $Q = \varphi * A * I * Kf = 1343,8$ l/s

Avrenning: $Q = 0,69 * 11,51ha * 141 \frac{l}{s*ha} * 1,2 = 1343,8$ l/s

Nødvendig fordrøyningsvolum $V_{fordøyn} = V_{inn} - V_{ut} = 231,1$ m³

Varighet (min)	Intensitet (l/s*ha)	Qmax,inn (l/s)	$V_{inn} = A * \varphi * I * t_k$	$V_{ut} = Q_{eks} * t_k$	Fordrøyningsvolum (m ³)
1	558,3	5320,76	319,25	536,7	-217,4
2	338,6	3226,95	387,23	571,7	-184,5
3	291,2	2775,22	499,54	606,8	-107,3
5	258,2	2460,72	738,22	676,9	61,3
10	186,3	1775,49	1065,29	852,2	213,1
15	139,6	1330,43	1197,38	1027,5	169,9
20	112,2	1069,30	1283,16	1202,7	80,4
30	87	829,13	1492,44	1553,3	-60,8
45	66,1	629,95	1700,87	2079,1	-378,2
60	57,6	548,94	1976,20	2604,9	-628,7
90	43,1	410,76	2218,08	3656,6	-1438,5
120	36,3	345,95	2490,83	4708,2	-2217,4
180	29,2	278,28	3005,47	6811,5	-3806,1
360	20,5	195,37	4220,01	13121,4	-8901,4
720	13,9	132,47	5722,74	25741,2	-20018,5

1440	8,5	81,01	6999,04	50980,8	-43981,8
------	-----	-------	---------	---------	----------

Område 2

Avrenningskoeffisienter for fremtidens dekker

Type flate	Areal (ha)	Avrenningskoeffesient (φ_{spiss})
Tette flater	2,8876	0,90
Eneboligområde	6,73	0,60
Industriområde	1,58	0,80
Grønne flater	1,49	0,40
Rekkehus-/leilighetsområde	0,75	0,70
Permeable flater	0,71	0,40
Grønne tak	0,0024	0,55

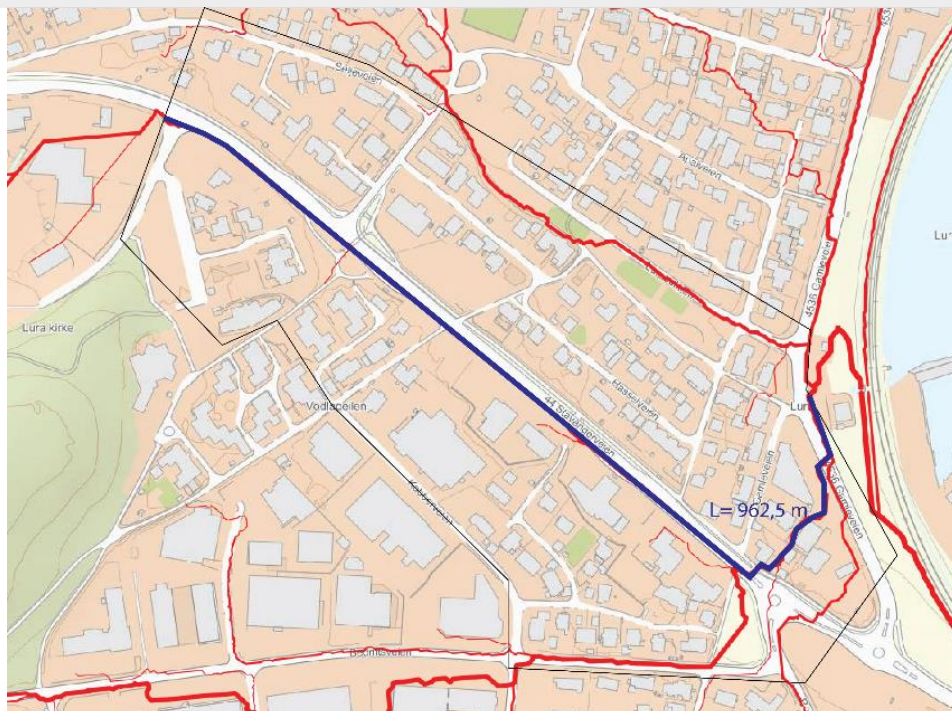
Midlere avrenningskoeffisient $\varphi_{midl} = [(\varphi_1 * A_1) + (\varphi_2 * A_2) + (\varphi_3 * A_3) + (\varphi_4 * A_4)] / \text{Tot areal}$

φ_{midl}

$$= \frac{0,90 * 3,5476ha + 0,60 * 6,73ha + 0,80 * 1,58ha + 0,40 * 1,49 + 0,70 * 0,75 + 0,40 * 0,05 + 0,55 * 0,0024}{14,15ha}$$

$$= 0,66$$

Lengde av feltet



$$\text{Konsentrasjonstid } t_k = 0,02 * L^{1,15} * H^{-0,39}$$

Lengde av feltet (L): 962,5m
 Høydeforskjell i feltet (H): 12,9m
 Konsentrasjonstid (t_k): $0,02 * 962,5^{1,15} * 12,9^{-0,39} = 20 \text{ min}$

Intensitet

Intensitet (I)

IVF-verdier (l/(s*ha))																
Varigheter (minutter)																
År	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	315,7	227,9	193,6	157,9	110,8	88	72,6	56,7	44,2	36,9	28,2	24,4	19,9	14,2	9,3	6
5	421,3	276,1	236,1	201,6	143,7	110,5	89,8	69,9	53,7	45,9	34,7	29,6	24	16,9	11,3	7,1
10	491,3	308	264,2	230,5	165,4	125,4	107,2	78,6	60	51,9	39	33	26,6	18,8	12,6	7,8
20	558,3	338,6	291,2	258,2	186,3	141,6	112,2	87	66,1	57,6	43,1	36,3	29,2	20,5	13,9	8,5
25	579,6	348,3	299,7	267	193	144,1	115,6	89,7	68	59,4	44,4	37,3	30	21,1	14,3	8,7
50	645,2	378,2	326,1	294,1	213,4	158,1	126,3	97,9	73,9	65	48,4	40,5	32,5	22,8	15,5	9,4
100	710,2	407,9	352,3	321	233,6	171,9	136,9	106	79,8	70,6	52,4	43,7	35	24,5	16,7	10
200	775,2	437,6	378,4	347,9	253,8	185,7	147,5	114,1	85,7	76,1	56,4	46,8	37,5	26,2	17,9	10,7

Forutsetninger

Gjentaksintervall: 20 år
 Intensitet (I): 112,2 l/(s*ha)
 Avrenningskoeffisient (φ): 0,66
 Klimafaktor (Kf): 1,2
 Sum areal (A): 14,15ha

Dimensjonerende vannføring $Q = \varphi * A * I * Kf$

Avrenning: $Q = 0,66 * 14,15ha * 112,2 \frac{l}{s*ha} * 1,2 = 1257,4 \text{ l/s}$


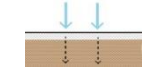





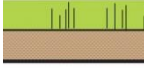






Nødvendig fordrøyningsvolum $V_{fordøyn} = V_{inn} - V_{ut} = 231,1 \text{ m}^3$

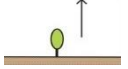
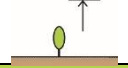




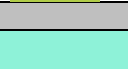

Varighet (min)	Intensitet (l/s*ha)	Qmax,inn (l/s)	$V_{inn} = A * \varphi * I * t_k$	$V_{ut} = Q_{eks} * t_k$	Fordrøyningsvolum (m ³)
1	558,3	6256,76	375,41	680,1	-304,7
2	338,6	3794,62	455,35	712,5	-257,2
3	291,2	3263,42	587,42	744,9	-157,5
5	258,2	2893,60	868,08	809,7	58,4
10	186,3	2087,83	1252,70	971,6	281,1
15	139,6	1564,47	1408,02	1133,6	274,4
20	112,2	1257,40	1508,88	1295,5	213,4
30	87	974,99	1754,98	1619,4	135,6
45	66,1	740,77	2000,08	2105,2	-105,1
60	57,6	645,51	2323,84	2591,0	-267,2

90	43,1	483,01	2608,27	3562,7	-954,4
120	36,3	406,81	2929,01	4534,3	-1605,3
180	29,2	327,24	3534,18	6477,6	-2943,4
360	20,5	229,74	4962,37	12307,4	-7345,1
720	13,9	155,77	6729,46	23967,1	-17237,7
1440	8,5	95,26	8230,27	47286,5	-39056,2


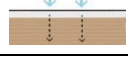
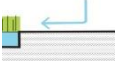

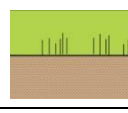
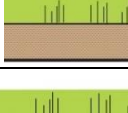

Vedlegg 4: Blågrønn faktor regneark for Scenario 0

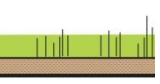
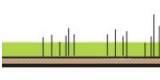
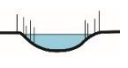
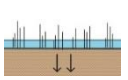
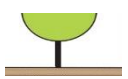
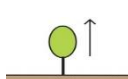
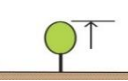
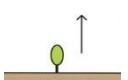
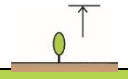




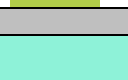

Område 1

BLÅGRØNN FAKTOR (BGF) Samarbeidsprosjekt mellom Bærum og Oslo kommune som del av programmet Framtidens byer. Utarbeidet for Bærum og Oslo kommune av Dronninga landskap, COWI og CF Møller. Revidert Oslo kommune 28.01.2014.					
Verdi	Symbol	Faktor	Beskrivelse	Areal m ²	BGF
				TOMTENS AREAL (INKLUDERT BEBYGD AREAL). FYLL UT TOMTENS AREAL:	115100
1. BLÅGRØNNE FLATER					
1		ÅPENT PERMANENT VANNspeil SOM FORDRØYER REGNVANN	Permanente vannspeil som tilføres regnvann fra tomten, uansett om dette er en kanal med betongbunn, bekk med grønne bredder eller annet type vannspeil. Kun selve vannspeilet regnes.	0	0
0,3		DELVIS PERMEABLE FLATER SOM GRUS, SINGEL OG GRESSARMERT DEKKE	Harde overflater med permeabilitet, som sørger for infiltrasjon. For eksempel gressarming av betong, grus eller singel. Gjelder ikke flater over underliggende harde dekker dersom jorddybden er mindre enn 80 cm.	10379	3113,7
0,2		IMPERMEABLE OVERFLATER MED AVRENNING TIL VEGETASJONSAREALER ELLER ÅPENT FORDRØYNINGSMAGASIN	F.eks. betong, asfalt, takflater og belegningsstein. Beregnes for areal tilsvarende størrelsen på vegetasjonsflaten som mottar vannet. Fordrøyningsmagasin må ha kapasitet iht. kommunale krav til påslipp til offentlig avløpsnett.	0	0
0,1		IMPERMEABLE OVERFLATER MED AVRENNING TIL LOKALT OVERVANNSANLEGG UNDER TERRENG	F.eks. betong, asfalt, takflater med avrenning som ledes til anlegg under terreng for fordrøynning og rensing av overvannet. Dette gjelder også underjordiske løsninger med kombinert vanning av trær. Hele arealet teller forutsatt at fordrøyningsmagasinet er iht. kommunale krav til påslipp til offentlig avløpsnett.	81	8,1
1		OVERFLATER MED VEGETASJON FORBUNDET MED JORD ELLER NATURLIG FJELL I DAGEN	Vegetasjon som vokser i jord og har kontakt med jorden under. Gunstig for utvikling av flora og fauna og for vann som kan trekke ned til grunnvannet. Punktet gjelder også for naturlige fjellknauser og svaberg.	20825	20825
0,8		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD >80 cm	Vegetasjon som vokser i jord på min. 80 cm dybde, men som ikke har kontakt med jorden/grunnen under; f.eks. oppå et garasjeanlegg eller tak. Dybden er stor nok til at større trær kan vokse.	10600	8480
0,6		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 40-80 cm	Som over, men med 40-80 cm jord for at hekker, store busker og små og mellomstore trær kan vokse.	0	0
0,4		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 20-40 cm	Som over, men med 20-40 cm jord for mulig vekst av stauder og små busker.	0	0
0,2		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 3-20 cm	Som over, men med 3-20 cm jord, for mulig vekst av sedum, gress, og markdekkere.	0	0
2. BLÅ OG GRØNNE TILLEGGSKVALITETER. GIR EKSTRAPOENG. DET SAMME AREALET KAN DERFOR TELLES FLERE GANGER.					
BLÅ TILLEGGSKVALITETER					
0,3		NATURLIGE BREDDER TIL VANNspeil	Åpent vannspeil med naturlige bredder telles med i denne kategorien dersom det er tilgjengelig for flora/fauna i bakkenivå og har naturlig bunnsstrat og kantsone. F.eks. bekk, kanal og dam med grønne bredder. Arealet som regnes er bredden til vannspeilet.	1612	483,6
0,3		REGNBED ELLER TILSVARENDE	Vegetasjonsareal som fungerer som regnbed eller tilsvarende beplantet infiltrasjonsløsning som samler opp, fordrøyer og infiltrerer regnvann ned i jorden/grunnen. Dette gjelder ikke permanente vannspeil og fordrøyningsbasseng som telles i blå flater.	0	0
GRØNNE TILLEGGSKVALITETER, PUNKTENE UNDER (TRÆR) SKAL FYLLES INN SOM STYKK				STK	
1		EKSISTERENDE STORE TRÆR >10 m	Eksisterende store trær; over 10 m. Faktor: 25 m ² /tre.	176	4400
0,8		EKSISTERENDE TRÆR SOM FORVENTES BLI >10 m	Eksisterende trær som blir over 10 meter høye. Skogstrær, edelløvtrær og parktrær, som f.eks; alm, ask, bjørk, eik, lind, lønn, kastanje, furu og mange flere. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 100 cm). Faktor: 25 m ² /tre (x 0,8).	20	400
0,6		EKSISTERENDE TRÆR SOM BLIR SMÅ/MELLOMSTORE (5-10 m)	Eksisterende trær som er 5-10 meter høye. Prydtrær og frukttrær, f.eks; apal, kirsebær, magnolia, pæretræ, robinia og mange flere. Gjelder også formklippede trær. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 60 cm). Faktor: 16 m ² /tre (x 0,6).	18	172,8

0,7		NYPLANTEDE TRÆR SOM FORVENTES BLI >10 m	Trær som blir over 10 meter høye. Art: Se to spalter over. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 100 cm). Faktor: 25 m ² /tre (x 0,7).	0	0
0,5		NYPLANTEDE TRÆR SOM FORVENTES BLI SMÅ/MELLOMSTORE (5-10 m)	Trær som blir 5-10 meter høye. Art: Se to spalter over. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 60 cm). Faktor: 16 m ² /tre (x 0,5).	0	0
		PUNKTENE UNDER SKAL FYLLES INN SOM m ²		Areal m²	
0,6		STEDEGEN VEGETASJON	Etablering eller vern av overflater med stort innslag av verdifulle plantearter som inngår i det lokale, historiske natur- og kulturlandskapet.		0
0,4		HEKKER, BUSKER OG FLERSTAMMEDE TRÆR	Hekker, busker og flerstammede trær beregnes maksimalt for dryppsonen til busken, kronens utstrekning.	6208	2483,2
0,4		GRØNNE VEGGER	For klatreplanter og andre grønne vegger regnes veggarealet som forventes å være dekket i løpet av 5 år (maks 10 m i høyde for klatreplanter).	0	0
0,3		STAUER OG BUNNDEKKERE	Gjelder ikke plen eller sedum.	0	0
0,1		SAMMENHENGENDE GRØNTAREALER OVER 75 m ²	Sammenhengende grøntareal som er større enn 75 m ² , som for eksempel store gressplener, plantefelt eller annet.	11713	1171,3
					41537,7
		PUNKTENE UNDER SKAL FYLLES INN MED TALLET 0,05		0,05	
0,05		KOBLING TIL EKSISTERENDE BLÅGRØNN STRUKTUR	Dersom blå og/eller grønne elementer i området kobles til eksisterende blågrønn struktur utenfor området. Sammenhengen skal være tydelig. For eksempel en bekkeåpning, en kobling til eksisterende kanal eller vannspeil, flomvei, forlengelsen av en allé eller et skogholt, sammenslåing av flere gårdsrom med fri ferdsel mellom dem. Dette gir et generelt tillegg på 0,05 i BGF.	0	0
		TOTAL BLÅGRØNN FAKTOR (BGF)			0,36

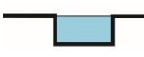


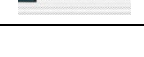


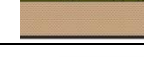





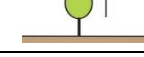
Område 2

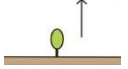
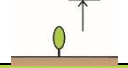




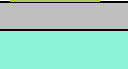

BLÅGRØNN FAKTOR (BGF) Samarbeidsprosjekt mellom Bærum og Oslo kommune som del av programmet Framtidens byer. Utarbeidet for Bærum og Oslo kommune av Dronninga landskap, COWI og CF Møller. Revidert Oslo kommune 28.01.2014.						
Verdi	Symbol	Faktor	Beskrivelse	Areal m ²	BGF	
		TOMTENS AREAL (INKLUDERT BEBYGD AREAL). Fyll ut tomtens areal:			141500	
		1. BLÅGRØNNE FLATER				
1		ÅPENT PERMANENT VANNspeil som FORDRØYER REGNVANN	Permanente vannspeil som tilføres regnvann fra tomten, uansett om dette er en kanal med betongbunn, bekk med grønne bredder eller annet type vannspeil. Kun selve vannspeilet regnes.	0	0	
0,3		DELVIS PERMEABLE FLATER som GRUS, SINGEL OG GRESSARMERT DEKKE	Harde overflater med permeabilitet, som sørger for infiltrasjon. For eksempel gressarmert av betong, grus eller singel. Gjelder ikke flater over underliggende harde dekker dersom jorddybden er mindre enn 80 cm.	18401	5520,3	
0,2		IMPERMEABLE OVERFLATER MED AVRENNING TIL VEGETASJONSAREALER ELLER ÅPENT FORDRØYNINGSMAGASIN	F.eks. betong, asfalt, takflater og belegningsstein. Beregnes for areal tilsvarende størrelsen på vegetasjonsflaten som mottar vannet. Fordrøyningsmagasin må ha kapasitet iht. kommunale krav til påslipp til offentlig avløpsnett.	0	0	
0,1		IMPERMEABLE OVERFLATER MED AVRENNING TIL LOKALT OVERVANNSANLEGG UNDER TERRENG	F.eks. betong, asfalt, takflater med avrenning som ledes til anlegg under terreng for fordrøynings og rensing av overvannet. Dette gjelder også underjordiske løsninger med kombinert vanning av trær. Hele arealet teller forutsatt at fordrøyningsmagasinet er iht. kommunale krav til påslipp til offentlig avløpsnett.	0	0	
1		OVERFLATER MED VEGETASJON FORBUNDET MED JORD ELLER NATURLIG FJELL I DAGEN	Vegetasjon som vokser i jord og har kontakt med jorden under. Gunstig for utvikling av flora og fauna og for vann som kan trekke ned til grunnvannet. Punktet gjelder også for naturlige fjellknauser og svaberg.	33689	33689	
0,8		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD >80 cm	Vegetasjon som vokser i jord på min. 80 cm dybde, men som ikke har kontakt med jorden/grunnen under; f.eks. oppå et garasjeanlegg eller tak. Dybden er stor nok til at større trær kan vokse.	0	0	
0,6		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 40-80 cm	Som over, men med 40-80 cm jord for at hekker, store busker og små og mellomstore trær kan vokse.	0	0	

0,4		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 20-40 cm	Som over, men med 20-40 cm jord for mulig vekst av stauder og små busker.	0	0
0,2		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 3-20 cm	Som over, men med 3-20 cm jord, for mulig vekst av sedum, gress, og markdekkere.	0	0
2. BLÅ OG GRØNNE TILLEGGSKVALITETER. GIR EKSTRAPOENG. DET SAMME AREALET KAN DERFOR TELLES FLERE GANGER.					
BLÅ TILLEGGSKVALITETER					
0,3		NATURLIGE BREDDER TIL VANNSPEIL	Åpent vannspeil med naturlige bredder telles med i denne kategorien dersom det er tilgjengelig for flora/fauna i bakkenivå og har naturlig bunnsstrat og kantsone. F.eks: bekk, kanal og dam med grønne bredder. Arealet som regnes er bredden til vannspeilet.	0	0
0,3		REGNBED ELLER TILSVARENDE	Vegetasjonsareal som fungerer som regnbud eller tilsvarende beplantet infiltrasjonsløsning som samler opp, fordrøyer og infiltrerer regnvann ned i jorden/grunnen. Dette gjelder ikke permanente vannspeil og fordrøyningsbasseng som telles i blå flater.	0	0
GRØNNE TILLEGGSKVALITETER, PUNKTENE UNDER (TRÆR) SKAL FYLLES INN SOM STYKK				STK	
1		EKSISTERENDE STORE TRÆR >10 m	Eksisterende store trær; over 10 m. Faktor: 25 m ² /tre.	350	8750
0,8		EKSISTERENDE TRÆR SOM FORVENTES BLI >10 m	Eksisterende trær som blir over 10 meter høye. Skogstrær, edelløvtrær og parktrær, som f.eks; alm, ask, bjørk, eik, lind, lønn, kastanje, furu og mange flere. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 100 cm). Faktor: 25 m ² /tre (x 0,8).	80	1600
0,6		EKSISTERENDE TRÆR SOM BLIR SMÅ/MELLOMSTORE (5-10 m)	Eksisterende trær som er 5-10 meter høye. Prydtrær og frukttrær, f.eks; apal, kirsebær, magnolia, pæretr, robinia og mange flere. Gjelder også formklippede trær. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 60 cm). Faktor: 16 m ² /tre (x 0,6).	109	1046,4
0,7		NYPLANTEDE TRÆR SOM FORVENTES BLI >10 m	Trær som blir over 10 meter høye. Art: Se to spalter over. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 100 cm). Faktor: 25 m ² /tre (x 0,7).	0	0
0,5		NYPLANTEDE TRÆR SOM FORVENTES BLI SMÅ/MELLOMSTORE (5-10 m)	Trær som blir 5-10 meter høye. Art: Se to spalter over. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 60 cm). Faktor: 16 m ² /tre (x 0,5).	0	0
PUNKTENE UNDER SKAL FYLLES INN SOM m²				Areal m²	
0,6		STEDEGEN VEGETASJON	Etablering eller verving av overflater med stort innslag av verdifulle plantearter som inngår i det lokale, historiske natur- og kulturlandskapet.		0
0,4		HEKKER, BUSKER OG FLERSTAMMEDE TRÆR	Hekker, busker og flerstammede trær beregnes maksimalt for dryppsonen til busken, kronens utstrekning.	4478	1791,2
0,4		GRØNNE VEGGER	For klatreplanter og andre grønne vegger regnes veggarealet som forventes å være dekket i løpet av 5 år (maks 10 m i høyde for klatreplanter).	0	0
0,3		STAUDER OG BUNNDEKKERE	Gjelder ikke plen eller sedum.	0	0
0,1		SAMMENHENGENDE GRØNTAREALER OVER 75 m ²	Sammenhengende grøntareal som er større enn 75 m ² , som for eksempel store gressplener, plantefelt eller annet.	15283,5	1528,4
PUNKTENE UNDER SKAL FYLLES INN MED TALLET 0,05				0,05	
0,05		KOBLING TIL EKSISTERENDE BLÅGRØNN STRUKTUR	Dersom blå og/eller grønne elementer i området kobles til eksisterende blågrønn struktur utenfor området. Sammenhengen skal være tydelig. For eksempel en bekkeåpning, en kobling til eksisterende kanal eller vannspeil, flomvei, forlengelsen av en allé eller et skogholt, sammenslåing av flere gårdsrom med fri ferdsel mellom dem. Dette gir et generelt tillegg på 0,05 i BGF.	0	0
TOTAL BLÅGRØNN FAKTOR (BGF)					0,38


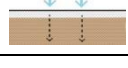
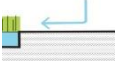

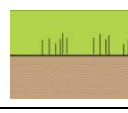

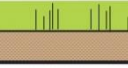
Vedlegg 5: Blågrønn faktor regneark for Scenario 1

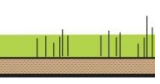
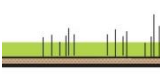
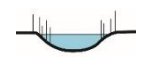
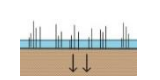
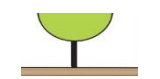
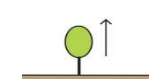
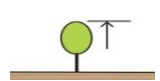
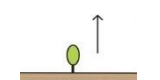
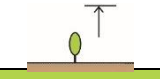

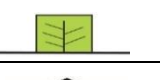

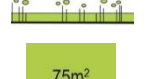


Område 1

BLÅGRØNN FAKTOR (BGF) Samarbeidsprosjekt mellom Bærum og Oslo kommune som del av programmet Framtidens byer. Utarbeidet for Bærum og Oslo kommune av Dronninga landskap, COWI og CF Møller. Revidert Oslo kommune 28.01.2014.					
Verdi	Symbol	Faktor	Beskrivelse	Areal m ²	BGF
				TOMTENS AREAL (INKLUDERT BEBYGD AREAL). FYLL UT TOMTENS AREAL:	115100
1. BLÅGRØNNE FLATER					
1		ÅPENT PERMANENT VANNspeil SOM FORDRØYER REGNVANN	Permanente vannspeil som tilføres regnvann fra tomten, uansett om dette er en kanal med betongbunn, bekk med grønne bredder eller annet type vannspeil. Kun selve vannspeilet regnes.	0	0
0,3		DELVIS PERMEABLE FLATER SOM GRUS, SINGEL OG GRESSARMERT DEKKE	Harde overflater med permeabilitet, som sørger for infiltrasjon. For eksempel gressarming av betong, grus eller singel. Gjelder ikke flater over underliggende harde dekker dersom jorddybden er mindre enn 80 cm.	8534,8	2560,44
0,2		IMPERMEABLE OVERFLATER MED AVRENNING TIL VEGETASJONSAREALER ELLER ÅPENT FORDRØYNINGSMAGASIN	F.eks. betong, asfalt, takflater og belegningsstein. Beregnes for areal tilsvarende størrelsen på vegetasjonsflaten som mottar vannet. Fordrøyningsmagasin må ha kapasitet iht. kommunale krav til påslipp til offentlig avløpsnett.	0	0
0,1		IMPERMEABLE OVERFLATER MED AVRENNING TIL LOKALT OVERVANNSANLEGG UNDER TERRENG	F.eks. betong, asfalt, takflater med avrenning som ledes til anlegg under terreng for fordrøyning og rensing av overvannet. Dette gjelder også underjordiske løsninger med kombinert vanning av trær. Hele arealet teller forutsatt at fordrøyningsmagasinet er iht. kommunale krav til påslipp til offentlig avløpsnett.	81	8,1
1		OVERFLATER MED VEGETASJON FORBUNDET MED JORD ELLER NATURLIG FJELL I DAGEN	Vegetasjon som vokser i jord og har kontakt med jorden under. Gunstig for utvikling av flora og fauna og for vann som kan trekke ned til grunnvannet. Punktet gjelder også for naturlige fjellknauser og svaberg.	18924	18924
0,8		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD >80 cm	Vegetasjon som vokser i jord på min. 80 cm dybde, men som ikke har kontakt med jorden/grunnen under; f.eks. oppå et garasjeanlegg eller tak. Dybden er stor nok til at større trær kan vokse.	10600	8480
0,6		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 40-80 cm	Som over, men med 40-80 cm jord for at hekker, store busker og små og mellomstore trær kan vokse.	0	0
0,4		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 20-40 cm	Som over, men med 20-40 cm jord for mulig vekst av stauder og små busker.	0	0
0,2		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 3-20 cm	Som over, men med 3-20 cm jord, for mulig vekst av sedum, gress, og markdekkere.	0	0
2. BLÅ OG GRØNNE TILLEGGSKVALITETER. GIR EKSTRAPOENG. DET SAMME AREALET KAN DERFOR TELLES FLERE GANGER.					
BLÅ TILLEGGSKVALITETER					
0,3		NATURLIGE BREDDER TIL VANNspeil	Åpent vannspeil med naturlige bredder telles med i denne kategorien dersom det er tilgjengelig for flora/fauna i bakkenivå og har naturlig bunnsstrat og kantsone. F.eks. bekk, kanal og dam med grønne bredder. Arealet som regnes er bredden til vannspeilet.	0	0
0,3		REGNBED ELLER TILSVARENDE	Vegetasjonsareal som fungerer som regnbed eller tilsvarende beplantet infiltrasjonsløsning som samler opp, fordrøyer og infiltrerer regnvann ned i jorden/grunnen. Dette gjelder ikke permanente vannspeil og fordrøyningsbasseng som telles i blå flater.	142	42,6
GRØNNE TILLEGGSKVALITETER, PUNKTENE UNDER (TRÆR) SKAL FYLLES INN SOM STYKK				STK	
1		EKSISTERENDE STORE TRÆR >10 m	Eksisterende store trær; over 10 m. Faktor: 25 m ² /tre.	176	4400
0,8		EKSISTERENDE TRÆR SOM FORVENTES BLI >10 m	Eksisterende trær som blir over 10 meter høye. Skogstrær, edelløvtrær og parktrær, som f.eks; alm, ask, bjørk, eik, lind, lønn, kastanje, furu og mange flere. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 100 cm). Faktor: 25 m ² /tre (x 0,8).	20	400
0,6		EKSISTERENDE TRÆR SOM BLIR SMÅ/MELLOMSTORE (5-10 m)	Eksisterende trær som er 5-10 meter høye. Prydtrær og frukttrær, f.eks; apal, kirsebær, magnolia, pæretrær, robinia og mange flere. Gjelder også formklippede trær. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 60 cm). Faktor: 16 m ² /tre (x 0,6).	18	172,8

0,7		NYPLANTEDE TRÆR SOM FORVENTES BLI >10 m	Trær som blir over 10 meter høye. Art: Se to spalter over. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 100 cm). Faktor: 25 m ² /tre (x 0,7).	6	105
0,5		NYPLANTEDE TRÆR SOM FORVENTES BLI SMÅ/MELLOMSTORE (5-10 m)	Trær som blir 5-10 meter høye. Art: Se to spalter over. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 60 cm). Faktor: 16 m ² /tre (x 0,5).	66	528
		PUNKTENE UNDER SKAL FYLLES INN SOM m ²		Areal m²	
0,6		STEDEGEN VEGETASJON	Etablering eller vernning av overflater med stort innslag av verdifulle plantearter som inngår i det lokale, historiske natur- og kulturlandskapet.		0
0,4		HEKKER, BUSKER OG FLERSTAMMEDE TRÆR	Hekker, busker og flerstammede trær beregnes maksimalt for dryppsonen til busken, kronens utstrekning.	7643	3057,2
0,4		GRØNNE VEGGER	For klatreplanter og andre grønne vegger regnes veggarealet som forventes å være dekket i løpet av 5 år (maks 10 m i høyde for klatreplanter).	2757,2	1102,88
0,3		STAUER OG BUNNDEKKERE	Gjelder ikke plen eller sedum.	8,25	2,475
0,1		SAMMENHENGENDE GRØNTAREALER OVER 75 m ²	Sammenhengende grøntareal som er større enn 75 m ² , som for eksempel store gressplener, plantefelt eller annet.	8952	895,2
					40678,695
		PUNKTENE UNDER SKAL FYLLES INN MED TALLET 0,05		0,05	
0,05		KOBLING TIL EKSISTERENDE BLÅGRØNN STRUKTUR	Dersom blå og/eller grønne elementer i området kobles til eksisterende blågrønn struktur utenfor området. Sammenhengen skal være tydelig. For eksempel en bekkeåpning, en kobling til eksisterende kanal eller vannspeil, flomvei, forlengelsen av en allé eller et skogholt, sammenslåing av flere gårdsrom med fri ferdsel mellom dem. Dette gir et generelt tillegg på 0,05 i BGF.	0	0
		TOTAL BLÅGRØNN FAKTOR (BGF)			0,35

Område 2

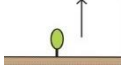
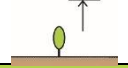




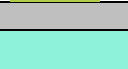

BLÅGRØNN FAKTOR (BGF) Samarbeidsprosjekt mellom Bærum og Oslo kommune som del av programmet Framtidens byer. Utarbeidet for Bærum og Oslo kommune av Dronninga landskap, COWI og CF Møller. Revidert Oslo kommune 28.01.2014.					
Verdi	Symbol	Faktor	Beskrivelse	Areal m ²	BGF
		TOMTENS AREAL (INKLUDERT BEBYGD AREAL). Fyll ut tomtens areal:		141500	
		1. BLÅGRØNNE FLATER			
1		ÅPENT PERMANENT VANNspeil som FORDRØYER REGNVANN	Permanente vannspeil som tilføres regnvann fra tomten, uansett om dette er en kanal med betongbunn, bekk med grønne bredder eller annet type vannspeil. Kun selve vannspeilet regnes.	0	0
0,3		DELVIS PERMEABLE FLATER som GRUS, SINGEL OG GRESSARMERT DEKKE	Harde overflater med permeabilitet, som sørger for infiltrasjon. For eksempel gressarmert av betong, grus eller singel. Gjelder ikke flater over underliggende harde dekker dersom jorddybden er mindre enn 80 cm.	18075	5422,5
0,2		IMPERMEABLE OVERFLATER MED AVRENNING TIL VEGETASJONSAREALER ELLER ÅPENT FORDRØYNINGSMAGASIN	F.eks. betong, asfalt, takflater og belegningsstein. Beregnes for areal tilsvarende størrelsen på vegetasjonsflaten som mottar vannet. Fordrøyningsmagasin må ha kapasitet iht. kommunale krav til påslipp til offentlig avløpsnett.	0	0
0,1		IMPERMEABLE OVERFLATER MED AVRENNING TIL LOKALT OVERVANNSANLEGG UNDER TERRENG	F.eks. betong, asfalt, takflater med avrenning som ledes til anlegg under terreng for fordrøynings og rensing av overvannet. Dette gjelder også underjordiske løsninger med kombinert vanning av trær. Hele arealet teller forutsatt at fordrøyningsmagasinet er iht. kommunale krav til påslipp til offentlig avløpsnett.	0	0
1		OVERFLATER MED VEGETASJON FORBUNDET MED JORD ELLER NATURLIG FJELL I DAGEN	Vegetasjon som vokser i jord og har kontakt med jorden under. Gunstig for utvikling av flora og fauna og for vann som kan trekke ned til grunnvannet. Punktet gjelder også for naturlige fjellknauser og svaberg.	32975	32975
0,8		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD >80 cm	Vegetasjon som vokser i jord på min. 80 cm dybde, men som ikke har kontakt med jorden/grunnen under; f.eks. oppå et garasjeanlegg eller tak. Dybden er stor nok til at større trær kan vokse.	0	0
0,6		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 40-80 cm	Som over, men med 40-80 cm jord for at hekker, store busker og små og mellomstore trær kan vokse.	0	0

0,4		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 20-40 cm	Som over, men med 20-40 cm jord for mulig vekst av stauder og små busker.	0	0
0,2		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 3-20 cm	Som over, men med 3-20 cm jord, for mulig vekst av sedum, gress, og markdekkere.	0	0
2. BLÅ OG GRØNNE TILLEGGSKVALITETER. GIR EKSTRAPOENG. DET SAMME AREALET KAN DERFOR TELLES FLERE GANGER.					
BLÅ TILLEGGSKVALITETER					
0,3		NATURLIGE BREDDER TIL VANNspeIL	Åpent vannspeil med naturlige bredder telles med i denne kategorien dersom det er tilgjengelig for flora/fauna i bakkenivå og har naturlig bunnsstrat og kantsone. F.eks: bekk, kanal og dam med grønne bredder. Arealet som regnes er bredden til vannspeilet.	0	0
0,3		REGNBED ELLER TILSVARENDE	Vegetasjonsareal som fungerer som regnbud eller tilsvarende beplantet infiltrasjonsløsning som samler opp, fordrøyer og infiltrerer regnvann ned i jorden/grunnen. Dette gjelder ikke permanente vannspeil og fordrøyningsbasseng som telles i blå flater.	2703	810,9
GRØNNE TILLEGGSKVALITETER, PUNKTENE UNDER (TRÆR) SKAL FYLLES INN SOM STYKK				STK	
1		EKSISTERENDE STORE TRÆR >10 m	Eksisterende store trær; over 10 m. Faktor: 25 m ² /tre.	350	8750
0,8		EKSISTERENDE TRÆR SOM FORVENTES BLI >10 m	Eksisterende trær som blir over 10 meter høye. Skogstrær, edelløvtrær og parktrær, som f.eks; alm, ask, bjørk, eik, lind, lønn, kastanje, furu og mange flere. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 100 cm). Faktor: 25 m ² /tre (x 0,8).	80	1600
0,6		EKSISTERENDE TRÆR SOM BLIR SMÅ/MELLOMSTORE (5-10 m)	Eksisterende trær som er 5-10 meter høye. Prydtrær og frukttrær, f.eks; apal, kirsebær, magnolia, pæretre, robinia og mange flere. Gjelder også formklippede trær. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 60 cm). Faktor: 16 m ² /tre (x 0,6).	109	1046,4
0,7		NYPLANTEDE TRÆR SOM FORVENTES BLI >10 m	Trær som blir over 10 meter høye. Art: Se to spalter over. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 100 cm). Faktor: 25 m ² /tre (x 0,7).	23	402,5
0,5		NYPLANTEDE TRÆR SOM FORVENTES BLI SMÅ/MELLOMSTORE (5-10 m)	Trær som blir 5-10 meter høye. Art: Se to spalter over. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 60 cm). Faktor: 16 m ² /tre (x 0,5).	85	680
PUNKTENE UNDER SKAL FYLLES INN SOM m²				Areal m²	
0,6		STEDEGEN VEGETASJON	Etablering eller verning av overflater med stort innslag av verdifulle plantearter som inngår i det lokale, historiske natur- og kulturlandskapet.		0
0,4		HEKKER, BUSKER OG FLERSTAMMEDE TRÆR	Hekker, busker og flerstammede trær beregnes maksimalt for dryppsonen til busken, kronens utstrekning.	5921,1	2368,44
0,4		GRØNNE VEGGER	For klatreplanter og andre grønne vegger regnes veggarealet som forventes å være dekket i løpet av 5 år (maks 10 m i høyde for klatreplanter).	3370,8	1348,32
0,3		STAUDER OG BUNNDEKKERE	Gjelder ikke plen eller sedum.	0	0
0,1		SAMMENHENGENDE GRØNTAREALER OVER 75 m ²	Sammenhengende grøntareal som er større enn 75 m ² , som for eksempel store gressplener, plantefelt eller annet.	15677,1	1567,71
PUNKTENE UNDER SKAL FYLLES INN MED TALLET 0,05				0,05	
0,05		KOBLING TIL EKSISTERENDE BLÅGRØNN STRUKTUR	Dersom blå og/eller grønne elementer i området kobles til eksisterende blågrønn struktur utenfor området. Sammenhengen skal være tydelig. For eksempel en bekkeåpning, en kobling til eksisterende kanal eller vannspeil, flomvei, forlengelsen av en allé eller et skogholt, sammenslåing av flere gårdsrom med fri ferdsel mellom dem. Dette gir et generelt tillegg på 0,05 i BGF.	0	0
TOTAL BLÅGRØNN FAKTOR (BGF)					0,40


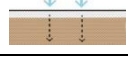
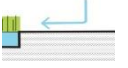

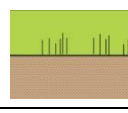

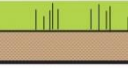
Vedlegg 6: Blågrønn faktor regneark for Scenario 1

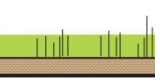
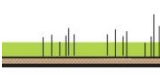
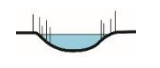
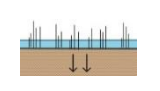
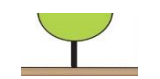
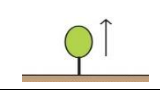
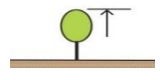
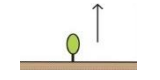
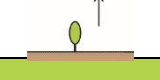




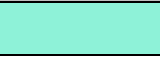

Område 1

BLÅGRØNN FAKTOR (BGF) Samarbeidsprosjekt mellom Bærum og Oslo kommune som del av programmet Framtidens byer. Utarbeidet for Bærum og Oslo kommune av Dronninga landskap, COWI og CF Møller. Revidert Oslo kommune 28.01.2014.					
Verdi	Symbol	Faktor	Beskrivelse	Areal m ²	BGF
				TOMTENS AREAL (INKLUDERT BEBYGD AREAL). FYLL UT TOMTENS AREAL:	115100
1. BLÅGRØNNE FLATER					
1		ÅPENT PERMANENT VANNspeil SOM FORDRØYER REGNVANN	Permanente vannspeil som tilføres regnvann fra tomten, uansett om dette er en kanal med betongbunn, bekk med grønne bredder eller annet type vannspeil. Kun selve vannspeilet regnes.	0	0
0,3		DELVIS PERMEABLE FLATER SOM GRUS, SINGEL OG GRESSARMERT DEKKE	Harde overflater med permeabilitet, som sørger for infiltrasjon. For eksempel gressarming av betong, grus eller singel. Gjelder ikke flater over underliggende harde dekker dersom jorddybden er mindre enn 80 cm.	11693	3507,9
0,2		IMPERMEABLE OVERFLATER MED AVRENNING TIL VEGETASJONSAREALER ELLER ÅPENT FORDRØYNINGSMAGASIN	F.eks. betong, asfalt, takflater og belegningsstein. Beregnes for areal tilsvarende størrelsen på vegetasjonsflaten som mottar vannet. Fordrøyningsmagasin må ha kapasitet iht. kommunale krav til påslipp til offentlig avløpsnett.		0
0,1		IMPERMEABLE OVERFLATER MED AVRENNING TIL LOKALT OVERVANNSANLEGG UNDER TERRENG	F.eks. betong, asfalt, takflater med avrenning som ledes til anlegg under terreng for fordrøying og rensing av overvannet. Dette gjelder også underjordiske løsninger med kombinert vanning av trær. Hele arealet teller forutsatt at fordrøyningsmagasinet er iht. kommunale krav til påslipp til offentlig avløpsnett.	81	8,1
1		OVERFLATER MED VEGETASJON FORBUNDET MED JORD ELLER NATURLIG FJELL I DAGEN	Vegetasjon som vokser i jord og har kontakt med jorden under. Gunstig for utvikling av flora og fauna og for vann som kan trekke ned til grunnvannet. Punktet gjelder også for naturlige fjellknauser og svaberg.	18924	18924
0,8		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD >80 cm	Vegetasjon som vokser i jord på min. 80 cm dybde, men som ikke har kontakt med jorden/grunnen under; f.eks. oppå et garasjeanlegg eller tak. Dybden er stor nok til at større trær kan vokse.	10624	8499,2
0,6		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 40-80 cm	Som over, men med 40-80 cm jord for at hekker, store busker og små og mellomstore trær kan vokse.	0	0
0,4		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 20-40 cm	Som over, men med 20-40 cm jord for mulig vekst av stauder og små busker.	0	0
0,2		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 3-20 cm	Som over, men med 3-20 cm jord, for mulig vekst av sedum, gress, og markdekkere.	0	0
2. BLÅ OG GRØNNE TILLEGGSKVALITETER. GIR EKSTRAPOENG. DET SAMME AREALET KAN DERFOR TELLES FLERE GANGER.					
BLÅ TILLEGGSKVALITETER					
0,3		NATURLIGE BREDDER TIL VANNspeil	Åpent vannspeil med naturlige bredder telles med i denne kategorien dersom det er tilgjengelig for flora/fauna i bakkenivå og har naturlig bunnsstrat og kantsone. F.eks. bekk, kanal og dam med grønne bredder. Arealet som regnes er bredden til vannspeilet.	0	0
0,3		REGNBED ELLER TILSVARENDE	Vegetasjonsareal som fungerer som regnbed eller tilsvarende beplantet infiltrasjonsløsning som samler opp, fordrøyer og infiltrerer regnvann ned i jorden/grunnen. Dette gjelder ikke permanente vannspeil og fordrøyningsbasseng som telles i blå flater.	433,88	130,164
GRØNNE TILLEGGSKVALITETER, PUNKTENE UNDER (TRÆR) SKAL FYLLES INN SOM STYKK				STK	
1		EKSISTERENDE STORE TRÆR >10 m	Eksisterende store trær; over 10 m. Faktor: 25 m ² /tre.	176	4400
0,8		EKSISTERENDE TRÆR SOM FORVENTES BLI >10 m	Eksisterende trær som blir over 10 meter høye. Skogstrær, edelløvtrær og parktrær, som f.eks; alm, ask, bjørk, eik, lind, lønn, kastanje, furu og mange flere. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 100 cm). Faktor: 25 m ² /tre (x 0,8).	20	400
0,6		EKSISTERENDE TRÆR SOM BLIR SMÅ/MELLOMSTORE (5-10 m)	Eksisterende trær som er 5-10 meter høye. Prydtrær og frukttrær, f.eks; apal, kirsebær, magnolia, pæretræ, robinia og mange flere. Gjelder også formklippede trær. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 60 cm). Faktor: 16 m ² /tre (x 0,6).	18	172,8

0,7		NYPLANTEDE TRÆR SOM FORVENTES BLI >10 m	Trær som blir over 10 meter høye. Art: Se to spalter over. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 100 cm). Faktor: 25 m ² /tre (x 0,7).	10	175
0,5		NYPLANTEDE TRÆR SOM FORVENTES BLI SMÅ/MELLOMSTORE (5-10 m)	Trær som blir 5-10 meter høye. Art: Se to spalter over. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 60 cm). Faktor: 16 m ² /tre (x 0,5).	70	560
		PUNKTENE UNDER SKAL FYLLES INN SOM m ²		Areal m²	
0,6		STEDEGEN VEGETASJON	Etablering eller vernning av overflater med stort innslag av verdifulle plantearter som inngår i det lokale, historiske natur- og kulturlandskapet.		0
0,4		HEKKER, BUSKER OG FLERSTAMMEDE TRÆR	Hekker, busker og flerstammede trær beregnes maksimalt for dryppsonen til busken, kronens utstrekning.	7643	3057,2
0,4		GRØNNE VEGGER	For klatreplanter og andre grønne vegger regnes veggarealet som forventes å være dekket i løpet av 5 år (maks 10 m i høyde for klatreplanter).	2757,2	1102,88
0,3		STAUER OG BUNNDEKKERE	Gjelder ikke plen eller sedum.	8,25	2,475
0,1		SAMMENHENGENDE GRØNTAREALER OVER 75 m ²	Sammenhengende grøntareal som er større enn 75 m ² , som for eksempel store gressplener, plantefelt eller annet.	8952	895,2
					41834,919
		PUNKTENE UNDER SKAL FYLLES INN MED TALLET 0,05		0,05	
0,05		KOBLING TIL EKSISTERENDE BLÅGRØNN STRUKTUR	Dersom blå og/eller grønne elementer i området kobles til eksisterende blågrønn struktur utenfor området. Sammenhengen skal være tydelig. For eksempel en bekkeåpning, en kobling til eksisterende kanal eller vannspeil, flomvei, forlengelsen av en allé eller et skogholt, sammenslåing av flere gårdsrom med fri ferdsel mellom dem. Dette gir et generelt tillegg på 0,05 i BGF.	0	0
		TOTAL BLÅGRØNN FAKTOR (BGF)			0,36

Område 2

BLÅGRØNN FAKTOR (BGF) Samarbeidsprosjekt mellom Bærum og Oslo kommune som del av programmet Framtidens byer. Utarbeidet for Bærum og Oslo kommune av Dronninga landskap, COWI og CF Møller. Revidert Oslo kommune 28.01.2014.						
Verdi	Symbol	Faktor	Beskrivelse	Areal m ²	BGF	
			TOMTENS AREAL (INKLUDERT BEBYGD AREAL). Fyll ut tomtens areal:	141500		
		1. BLÅGRØNNE FLATER				
1		ÅPENT PERMANENT VANNspeil som FORDRØYER REGNVANN	Permanente vannspeil som tilføres regnvann fra tomten, uansett om dette er en kanal med betongbunn, bekk med grønne bredder eller annet type vannspeil. Kun selve vannspeilet regnes.		0	
0,3		DELVIS PERMEABLE FLATER som GRUS, SINGEL OG GRESSARMERT DEKKE	Harde overflater med permeabilitet, som sørger for infiltrasjon. For eksempel gressarmering av betong, grus eller singel. Gjelder ikke flater over underliggende harde dekker dersom jorddybden er mindre enn 80 cm.	25193	7557,9	
0,2		IMPERMEABLE OVERFLATER MED AVRENNING TIL VEGETASJONSAREALER ELLER ÅPENT FORDRØYNINGSMAGASIN	F.eks. betong, asfalt, takflater og belegningsstein. Beregnes for areal tilsvarende størrelsen på vegetasjonsflaten som mottar vannet. Fordrøyningsmagasin må ha kapasitet iht. kommunale krav til påslipp til offentlig avløpsnett.		0	
0,1		IMPERMEABLE OVERFLATER MED AVRENNING TIL LOKALT OVERVANNSANLEGG UNDER TERRENG	F.eks. betong, asfalt, takflater med avrenning som ledes til anlegg under terreng for fordrøynings og rensing av overvannet. Dette gjelder også underjordiske løsninger med kombinert vanning av trær. Hele arealet teller forutsatt at fordrøyningsmagasinet er iht. kommunale krav til påslipp til offentlig avløpsnett.	0	0	
1		OVERFLATER MED VEGETASJON FORBUNDET MED JORD ELLER NATURLIG FJELL I DAGEN	Vegetasjon som vokser i jord og har kontakt med jorden under. Gunstig for utvikling av flora og fauna og for vann som kan trekke ned til grunnvannet. Punktet gjelder også for naturlige fjellknauser og svaberg.	32975	32975	
0,8		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD >80 cm	Vegetasjon som vokser i jord på min. 80 cm dybde, men som ikke har kontakt med jorden/grunnen under; f.eks. oppå et garasjeanlegg eller tak. Dybden er stor nok til at større trær kan vokse.	0	0	
0,6		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 40-80 cm	Som over, men med 40-80 cm jord for at hekker, store busker og små og mellomstore trær kan vokse.	0	0	

0,4		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 20-40 cm	Som over, men med 20-40 cm jord for mulig vekst av stauder og små busker.	0	0
0,2		OVERFLATE MED VEGETASJON, IKKE FORBUNDET MED JORD 3-20 cm	Som over, men med 3-20 cm jord, for mulig vekst av sedum, gress, og markdekkere.	0	0
2. BLÅ OG GRØNNE TILLEGGSKVALITETER. GIR EKSTRAPOENG. DET SAMME AREALET KAN DERFOR TELLES FLERE GANGER.					
BLÅ TILLEGGSKVALITETER					
0,3		NATURLIGE BREDDER TIL VANNspeil	Åpent vannspeil med naturlige bredder telles med i denne kategorien dersom det er tilgjengelig for flora/fauna i bakkenivå og har naturlig bunnsstrat og kantsone. F.eks: bekk, kanal og dam med grønne bredder. Arealet som regnes er bredden til vannspeilet.	0	0
0,3		REGNBED ELLER TILSVARENDE	Vegetasjonsareal som fungerer som regnbud eller tilsvarende beplantet infiltrasjonsløsning som samler opp, fordrøyer og infiltrerer regnvann ned i jorden/grunnen. Dette gjelder ikke permanente vannspeil og fordrøyningsbasseng som telles i blå flater.	2848,53	854,559
GRØNNE TILLEGGSKVALITETER, PUNKTENE UNDER (TRÆR) SKAL FYLLES INN SOM STYKK				STK	
1		EKSISTERENDE STORE TRÆR >10 m	Eksisterende store trær; over 10 m. Faktor: 25 m ² /tre.	350	8750
0,8		EKSISTERENDE TRÆR SOM FORVENTES BLI >10 m	Eksisterende trær som blir over 10 meter høye. Skogstrær, edelløvtrær og parktrær, som f.eks; alm, ask, bjørk, eik, lind, lønn, kastanje, furu og mange flere. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 100 cm). Faktor: 25 m ² /tre (x 0,8).	80	1600
0,6		EKSISTERENDE TRÆR SOM BLIR SMÅ/MELLOMSTORE (5-10 m)	Eksisterende trær som er 5-10 meter høye. Prydtrær og frukttrær, f.eks; apal, kirsebær, magnolia, pæretr, robinia og mange flere. Gjelder også formklippede trær. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 60 cm). Faktor: 16 m ² /tre (x 0,6).	109	1046,4
0,7		NYPLANTEDE TRÆR SOM FORVENTES BLI >10 m	Trær som blir over 10 meter høye. Art: Se to spalter over. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 100 cm). Faktor: 25 m ² /tre (x 0,7).	25	437,5
0,5		NYPLANTEDE TRÆR SOM FORVENTES BLI SMÅ/MELLOMSTORE (5-10 m)	Trær som blir 5-10 meter høye. Art: Se to spalter over. Det forventes at treet skal ha nok jord til å vokse (min 60 cm). Faktor: 16 m ² /tre (x 0,5).	90	720
PUNKTENE UNDER SKAL FYLLES INN SOM m²				Areal m²	
0,6		STEDEGEN VEGETASJON	Etablering eller verning av overflater med stort innslag av verdifulle plantearter som inngår i det lokale, historiske natur- og kulturlandskapet.		0
0,4		HEKKER, BUSKER OG FLERSTAMMEDE TRÆR	Hekker, busker og flerstammede trær beregnes maksimalt for dryppsonen til busken, kronens utstrekning.	5921,1	2368,44
0,4		GRØNNE VEGGER	For klatreplanter og andre grønne vegger regnes veggarealet som forventes å være dekket i løpet av 5 år (maks 10 m i høyde for klatreplanter).	3828,4	1531,36
0,3		STAUDER OG BUNNDEKKERE	Gjelder ikke plen eller sedum.	0	0
0,1		SAMMENHENGENDE GRØNTAREALER OVER 75 m ²	Sammenhengende grøntareal som er større enn 75 m ² , som for eksempel store gressplener, plantefelt eller annet.	15677,1	1567,71
PUNKTENE UNDER SKAL FYLLES INN MED TALLET 0,05				0,05	
0,05		KOBLING TIL EKSISTERENDE BLÅGRØNN STRUKTUR	Dersom blå og/eller grønne elementer i området kobles til eksisterende blågrønn struktur utenfor området. Sammenhengen skal være tydelig. For eksempel en bekkeåpning, en kobling til eksisterende kanal eller vannspeil, flomvei, forlengelsen av en allé eller et skogholt, sammenslåing av flere gårdsrom med fri ferdsel mellom dem. Dette gir et generelt tillegg på 0,05 i BGF.		0
TOTAL BLÅGRØNN FAKTOR (BGF)					0,42

Vedlegg 7: Beplantningsplan Bussveien (Asplan Viak)



TEGNFORKLARING

	Planovergang (Boks)		Krysning bro		Regulerte grøntareal
	Område med terrengveier		Overvop (se demningsplan)		Sykkelstase uten ferge/dekke
	Nye Ruten		Arealer for tilgjengelige benninger		Over Olav Vs plass som spålering/dekke
	Nye vegninger		Aufelt		Naturmark
	Pereng (Ruten)		Grøntfeller		Kulturløp i grusfelt
	Pereng/hodsplass		Asfalt		Kulturløp med markskotter
	Trapp		Asfalt lynggull/forau		Buskfelt, over 50 cm
	Gjerde		Belegg, umliggatesten grønt		Bustermarkskotter, under 50 cm
	Stovskjerm		Eksterndirektytt dekke lipassess		Eksterndirektytt dekke
	Betongmur		Sykkelstase, md		Grøntplan
	Natursteinmakt ca. 50 cm				Grusbakke
	Frikket				Regulerte grøntareal
	Krysning av VA, trasé (for lauggrønde)				
	Krysning av VA, trasé (for lauggrønde)				
	Krysning kulevert				

	Eksisterende grøntareal		Nye trær
	Prøvetplantingstræder		Møblering
	Rekvenlig beplanting, toppskotte med luger eller dærende		Kunstskulptur
	Bygg som fjernes eller fyltes		
	Eksisterende terrengfjes		
	Nye trær		
	Møblering		
	Kunstskulptur		

N
 0 5 10 25 50

Revisjon / Endring	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Rev. dato
Godkjert som arbeidsgrunnlag i Lura Bydelssenter	12.12.2023	12.12.2023	12.12.2023	
Fylkeskommune Rogaland				
Bussveien 14, 44, Kvestad 118 Rjukan				
Grøntplan - Krysning Foruslette Stasjonsgroenen				
Utskrift av	Rev. nummer	Utskrift av	Rev. nummer	
AS	RT	001	002	

